



Santeri Meriläinen (toim.)

Inspiroivaa ja omavaraista pienrakentamista pohjoiseen



Kuva: Niko Pernu

Toimittaja:

- Meriläinen, Santeri, Tradenomi (YAMK), Asiantuntija, Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu

Artikkelien kirjoittajat:

- Ahola, Samuel, TaM, palvelumuotoilija, Tmi
- Eloranta, Ville, Insinööri (AMK), Asiantuntija, Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu
- Kalliokoski Silvestre, Iida, TaM, Asiantuntija, Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu
- Launne, Emilia, TaM, Asiantuntija, Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu
- Meriläinen, Santeri, Tradenomi (YAMK), Asiantuntija, Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu
- Närhi, Riku, TaM, Asiantuntija, Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu
- Pernu, Niko, Insinööri (YAMK), Asiantuntija, Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu
- Pirttinen, Valtteri, Insinööri (YAMK), Asiantuntija, Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu
- Pyhäjärvi, Salla, Tradenomi (YAMK), Asiantuntija, Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu
- Ruismäki, Vesa-Matti, Insinööri (YAMK), Tuntiopettaja, Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu
- Vallinaho, Laura, Insinööri (AMK), Asiantuntija, Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu

Esipuhe:

- Närhi, Riku, Älykäs rakennettu ympäristö -osaamisryhmä, Lapin ammattikorkeakoulu
- Rainio, Sini, Arkkitehti SAFA

Metatiedot

Tyyppi: Kokoomajulkaisu

Julkaisija: Lapin ammattikorkeakoulu Oy

Julkaisuvuosi: 2023

Sarja: Pohjoisen tekijät - Lapin ammattikorkeakoulun julkaisuja 36/2023

ISBN 978-952-316-502-1 (pdf)

ISSN 2954-1654 (verkkajulkaisu)

URL-linkki: <https://pohjoisentekijat.fi/2023/12/11/inspiroivaa-ja-omavaraista-pienrakentamista-pohjoiseen/>

Oikeudet: CC BY 4.0

Kieli: suomi

@Lapin ammattikorkeakoulu ja tekijät

Tiivistelmä

CoolBox-hankkeessa keskityttiin asiakaslähtöisiin, vähähiilisiin ja energiatehokkaisiin pienrakennuksiin sekä digitaalisten teknologioiden hyödyntämiseen. Artikkelikokoelma tarjoaa kattavan tietopaketin siirreltävästä mikrorakennuksen prototyypistä, sen toiminnallisista ominaisuuksista ja teknisistä ratkaisuista. Artikkelit avaavat myös taustatyön merkitystä projektin onnistumisessa. Tulevaisuudessa mikrorakennus toimii älykkään rakentamisen tutkimusalustana ja toimii esittelyprototyypinä uudenlaisten, omavaraisuuteen ja vähähiilisyyteen perustuvien mikrorakennusten kehittämisessä.

Julkaisu on suunnattu erityisesti PK-yrittäjille, jotka ovat kiinnostuneita mikrorakentamisesta, ja uusista liiketoimintamahdollisuuksista alalla. Samalla se tarjoaa arvokasta tietoa opiskelijoille ja muille aiheesta kiinnostuneille, jotka voivat löytää inspiroivia ajatuksia modulaarisen mikrorakentamisen sekä vähähiilisten ja energiatehokkaiden rakentamisratkaisujen kehittämiseen.

Julkaisu on laadittu osana CoolBox-hanketta, joka oli Lapin liiton rahoittama Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) hanke. Hanke toteutettiin 3.8.2020–30.6.2023. Sen päätuotoksena rakennettiin pohjoisiin olosuhteisiin soveltuva mikrorakennus sekä sen ympärivuotista käyttöä tukeva OffGrid -tekniikkaboksi. Artikkelien kirjoittajat ovat olleet mukana projektin eri vaiheissa alkaen suunnittelusta ja päättyen fyysisen mikrorakennuksen rakentamiseen.



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



LAPIN LIITTO

Sisällys

Esipuhe.....	5
<i>Riku Närhi & Sini Rainio</i>	
Siirrettävät mikrorakennukset pohjoisissa olosuhteissa	7
<i>Santeri Meriläinen & Salla Pyhäjärvi</i>	
Modulaarinen pienrakennus on käyttäjänsä näköinen	15
<i>Emilia Launne, Iida Kalliokoski Silvestre & Samuel Ahola</i>	
CoolBox mikrorakennuksen rakenteelliset ratkaisut ja sisustus	27
<i>Riku Närhi & Santeri Meriläinen</i>	
Energiätehokkuutta simulaatioissa ja siirrettävässä rakentamisessa	41
<i>Niko Pernu & Vesa-Matti Ruismäki</i>	
Digitaaliset kaksoset rakennetussa ympäristössä.....	52
<i>Valtteri Pirttinen & Ville Eloranta</i>	
Opiskelijayhteistyö CoolBox-projektin aikana	63
<i>Laura Vallinaho</i>	

Esipuhe

Riku Närhi & Sini Rainio

Lapissa on viime vuodet eletty voimakasta matkailuboomia. Lisääntynyt turismi on lisännyt uusien palveluiden, tuotteiden ja liiketoiminnan kysyntää. Matkailun nopea kasvu on aiheuttanut olemassa olevan matkailukapasiteetin täyttymiseen Lapin matkailukeskuksissa. Ongelma on ilmennyt paitsi matkailijoiden majoitustarpeen vajeena myös sesonkityöntekijöiden majoitustilojen puutteena. Matkailukeskusten kaavoitus ei useinkaan salli uusia rakennuksia ja rakennuslupia. Ongelmana on myös kysynnän sesonkiluonteisuus alueittain. Tämän vuoksi uusia ratkaisuja ja liiketoimintamalleja tarvitaan kipeästi.

Matkailun ja erityisesti sesonkiluonteisen asumisen trendeissä erilaisten pienrakennusten kysyntä on kovassa kasvussa. Pienrakennusten kehittäminen on globaali ilmiö, ja matkailun kehittymisen myötä pienrakennusten kysyntä on lisääntynyt myös pohjoisilla alueilla. Toisaalta kasvava kysyntä lisää kilpailua, kun uusia yrityksiä ja tuotteita syntyy vastaamaan tähän tarpeeseen. Pohjois-Suomen matkailubuumi on herättänyt Lapin rakentajissa mielenkiintoa uusien vähähiilisten ja energiatehokkaiden rakennuskonseptien kehittämisessä.

CoolBox-hankkeen tavoitteena oli tähdätä uudelleenlaiseen pienrakentamiseen ja siihen liittyvien oheisratkaisujen kehittämiseen. Ratkaisuissa on huomioitu asiakaslähtöisyys rakennusten elinkaarisuunnittelussa, vähähiilisyys ja energiatehokkuus, modulaarisuus, monikäyttöisyys ja massaräätälöinnin mahdollisuus. Hankkeessa yhdistetään osaamista ICT:n, rakentamisen, arkkitehtuurin, muotoilun, logistiikan, viranomaisyhteistyön ja liiketoimintaosaamisen saralta. Uutta arvoa hankkeen toteutuksessa tuo tietomallin (BIM) ja digitaalisen kaksosen (Digital Twin) hyödyntäminen. Digitaalisia konsepteja ja malleja (2D, 3D, AR, VR) sekä digitaalista tietohallintaa kokonaisvaltaisesti hyödyntämällä voidaan luoda muutosta toimintatapoihin, sekä kerätä, hallita ja analysoida dataa, jota voidaan hyödyntää mm. tuotekehityksessä. Business-näkökulmasta älykäs rakennus avaa uudenlaisia jaettujen resurssien ja jatkuvan kehittämisen mahdollisuuksia erityisesti rakennuksen sesonkipohjaista käyttöä ajatellen.

Hankkeen päätuotoksena syntynyt mikrorakennuksen prototyyppi on rakennettu Lapin AMK:n Jokiväylän kiinteistön piha-alueelle. Mikrorakennuksen siirreltävyys ja tilatehokkuus on optimoitu, ja se on pohjapinta-alaltaan noin yhden parkkiruudun kokoinen. Muut hankkeessa tehdyt prototyypit on integroitu fyysisesti osaksi mikrorakennusta ja ne täydentävät älykkään rakennuksen ”ekosysteemin” innovaatioympäristön. Prototyyppi toimii esittelyprototyypinä sidosryhmille sekä kenttätestiympäristönä ja älykkään rakentamisen jatkokehittämisen tutkimusalustana. Alueen yrityksiä on osallistettu prototyyppien ideointiin ja erilaisiin työpajoihin. Hankkeen tuloksia on esitelty paitsi julkaisuina ja tiedottein, myös tulosten esittelytapahtumissa. Hankkeen julkisia tuotoksia voivat hyödyntää alueen yritykset, jotka voivat kehittää uusia tuotteita ja palveluita hankkeen tulosten ja prototyyppien pohjalta. Opiskelijayhteistyö hankkeen aikana oli vahvasti läsnä ja siitä osoituksena seitsemän AMK-opinnäytetyötä ja yksi YAMK-toimeksianto.

Arkkitehdin näkökulmasta CoolBox-hankkeen tavoitteena oli suunnitella kaupalliseen tuotantoon soveltuva mikrorakennus, joka voitaisiin tulevaisuudessa ottaa osaksi paikallisten

yrittäjien tuote-, vienti- ja palvelutarjontaa. Suunnittelukilpailun kautta CoolBox-hankkeen suunnittelijaksi valikoitui Sini Rainio.

Kilpailuun suunniteltiin parkkiruutuun mahtuva Off-Grid-mikrorakennus, joka täytti hankesuunnitelman lähtötiedot. Lähtökohdaksi suunnitelmassa valikoitui alle 10 k-m² rakennus, sillä useassa kunnassa ja kaupungissa tämän kokoluokan rakennukset eivät edellytä rakennuslupaa. Toiseksi lähtökohdaksi valittiin lämpöeristetty rakenne, jotta se palvelisi käyttäjiään myös kylminä vuodenaikoina. Lisäksi on painotettu hygienia-tilaa, jotta ympärivuorokautinen asuminen on mahdollista.

Arkkitehtuuri on perinteikästä, mutta modernia, ilmeikästä ja omaleimaista. Mikrorakennuksen aukotus on leikkisä, jonka lisäksi suojaisa sisääntuloterassi helpottaa tilojen käyttöä huonolla säällä ja tuo lisätilaa oleskeluun. Rakennuksen väriä voidaan räätälöidä sijaintipaikan mukaan, luonnoksissa esitettiin suomalaisen luontoon sulautuvat tummat pystypaneelipinnat. Mikrorakennuksen katolle voidaan asentaa aurinkopaneeleja ja muutoinkin rakennus on mahdollista varustaa älykodin-laitteilla.

Hankkeen yhtenä tavoitteena on vähähiilisyys, joten kantavaksi rakennusmateriaaliksi valittiin jatkosuunnitteluvaiheessa puu, kilpailuvaiheen puukomposiitin sijasta, ja rakennus toteutettiin CLT-elementeistä. Massiivipuu on vähähiilinen ja CLT toimii hiilivarastona puun kasvusta lähtien koko sen käytön ajan. Käytetyn materiaalin ja tekniikan ansiosta rakennuskustannukset pysyvät edullisina. Suunniteltu rakennus on helposti rakennettava, nopea ja kestävä ratkaisu, jonka poikkeuksellisia ominaisuuksia ovat myös siirrettävyys ja muokattavuus. Mikrorakennus on mahdollista purkaa, rakentaa uudelleen muualle, lisätä huoneita tai laajentaa myöhemmin. Rakennuksen keveyden vuoksi erillisiä perustuksia ei tarvita, ainoastaan routimaton, routaeristetty maa-aines rakennuksen alle. Lattia tehdään puurakenteisena ja alapohja eristetään.

Toteutettu rakennus vastaa kilpailussa esitettyä suunnitelmaa ja rakennuksen ilme ja pohja ovat kilpailusuunnitelman mukaisia. Mielenkiintoisen suunnittelutyön pohjalta syntyi käyttöön sopiva konsepti. Yhteistyö Lapin AMK:n ja arkkitehdin välillä oli vaivatonta ja miellyttävää. Mikrorakennus on upean työn tulos ja toivottavasti ensimmäiset yöpyjät nauttivat siitä.

Siirrettävät mikrorakennukset pohjoisissa olosuhteissa

Santeri Meriläinen & Salla Pyhäjärvi

Johdanto

Pohjoisen toimintaympäristön tulevaisuuden näkymiä pidetään positiivisina maailmantilanteen haasteista ja kriiseistä huolimatta. Uudenlaista liiketoimintapotentiaalia syntyy ja liiketoimintamallit muuttuvat, ja niihin yritysten on tartuttava reagoimalla ketterästi muutokseen. Yritysten kasvua ja kehittymistä kuitenkin hidastaa saatavuushaaste työvoiman suhteen sekä epävarmuus tulevasta. Haasteiden myötä yrityksillä on kasvavissa määrin tarpeena saada neuvontaa, konsultointia ja apua oman osaamisen kehittämiseen. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022, 161.) CoolBox-projektin yhtenä tavoitteena olikin edistää ja auttaa lappilaisten yritysten toimintaa aktivoiden yrityksiä tuotekehitystoimissa vähähiilisen ja energiatehokkaan rakentamisen toimialalla.

Kaupungistumisen myötä asuinalueet tiivistyvät ja toisaalta etätyön yleistyminen ja ihmisten vapaampi liikkuvuus lisää kiinnostusta kodin liikuteltavuuteen. Osuuskunta Suomen Asuntomessujen (Asuntomessut 2020) vuonna 2020 teettämän Asumisen ihanteet - tutkimuksen mukaan liki puolet suomalaisista haluaisi asua omakotitalossa. Suppeammista asuinneliöistä huolimatta asumiselta halutaan nykypäivän mukavuuksia ja koti nähdään paikkana rauhoittua. Asunnon pieneen kokoon halutaan sovittaa tavalliset kodin toiminnot ja pienessä koossa tilojen funktionaalisuus korostuu. (Asuntomessut 2020, 31-39; MTV Uutiset 2017.) Myös luonnon läheisyys nähdään tärkeänä ja siinä missä toiselle riittää pieni piha, toiselle on tärkeää myös sosiaalinen etäisyys (Asuntomessut 2020, 46). Kun kompaktin asumisen lisäksi toivotaan esimerkiksi yhteyttä luontoon, sosiaalista etäisyyttä tai mahdollisuutta kodin liikuteltavuuteen, syntyy tarve mikrokokoisille rakennuksille.

Mikrorakennuksista apua asutopulaan

Mikroasuminen on tunnistettu kasvavaksi kansainväliseksi trendiksi ja mikroasumisella tavoitellaan esimerkiksi minimalismia, ekologisuutta, asumisen edullisuutta ja helppoutta sekä toisinaan myös yhteisöllisyyttä. Kiinnostus mikroasumista kohtaan on trendinä kasvava, mutta asumismuotona pienissä tiloissa jaetuina fasiliteetein on jopa perinteinen. Yhteisöllisestä mikroasumisesta tavoiteltavat hyödyt tulevat muun muassa pienten asuntokohtaisten neliömäärien myötä syntyvistä matalammista asuinkustannuksista, mutta myös jaetuista yhteistiloista kuten keittiöt, pyykkitupa ja kylpyhuoneet laitteineen. (Harris & Nowicki 2020, 592-594.) Tätä perinteistä yhteisöllistä mikroasumisen muotoa on mahdollista toteuttaa kerrostaloissa, mutta aina asuinneliöiden supistamisen ei haluta tarkoittavan jaettuja yhteisiä tiloja.

Asuntopula vaikuttaa Suomessa useilla eri aloilla, mutta ennen kaikkea se koskee matkailualan työntekijöitä Lapissa. Kausityöntekijöiden on erittäin haastavaa löytää itselleen sopivaa asuntoa, eikä esimerkiksi käytössä oleva ratkaisumalli kimppa-asumisen suhteen ole kaikille työntekijöille vaihtoehto. Sesonkiluonteisen asumisen lisäksi myös pidempiaikaiselle asumiselle on työntekijöiden keskuudessa erittäin kova tarve. Lapin ja matkailun kehittymiselle asuntopula on merkittävä ongelma, koska kysyntä ja saatavuus eivät tällä hetkellä kohtaa. Ongelmaa lisää entisestään pula rakentajista ja rahoituksesta, koska Lappi nähdään pitkälti vain sijoitusmielessä matkailun näkökulmasta. (Pöyhönen 2022.)

Kansainvälisesti mikrorakennuksia valmistavia yrityksiä on laaja kirjo ja rakennuksia suunnitellaan sekä vakituista asumista että tilapäistä majoitusta varten. Suunnittelussa ja toteutuksessa on toteutettu mitä innovatiivisempia ratkaisuja. Ulkomuodosta huolimatta yhteinen tekijä mikrorakennuksille on tavoite saada mahdollisimman suuri hyöty irti mahdollisimman pienestä neliömäärästä. (Hernández 2018.) Suomi on harvaanasuttu maa, eikä kaupungistumisen haasteet ole ainakaan tällä hetkellä yhtä kriittisiä kuin tiheimmin asutuissa Euroopan maissa (Demos Helsinki 2018). Tällä hetkellä Suomessa mikrorakennuksille on kuitenkin kysyntää erityisesti haja-asutusalueilla, jossa asutokysynnässä on kausittaista vaihtelua esimerkiksi matkailun vuoksi.

Vastuullinen ja vähähiilinen rakentaminen liiketoiminnan tukena

Dufvan ja Rekolan (2023) mukaan ekologinen jälleenrakennus on asia, joka on keskiössä tulevaisuuden kannalta, koska resurssien ylikulutuksesta on irtaannuttava nopeasti ja siihen pääseminen edellyttää kestäviä elintapoja, digivihreää siirtymää, kiertotaloutta ja päätöksentekoa yli sukupolvien. (Dufva & Rekola 2023, 68). Rakennusmateriaalien valinta ja niiden kierrätettävyyden mahdollisuus tulee huomioida entistä vahvemmin jo suunnitteluvaiheessa. Rakentaminen kuluttaa paljon jo ennestään ehtyviä luonnonvaroja ja ilmastopäästöt ovat suuria, eikä volyyymi rakentamisen suhteen voi jatkua nykyisessä muodossaan. Toimenpiteitä ongelmallisen betoni- ja teräsrakentamisen suhteen on tehty ja vuosien aikana päästöt ovat laskeneet, mutta eivät kuitenkaan riittävästi. Tulevaisuuden kannalta rakentamisessa on erittäin tärkeää ottaa huomioon rakentaminen vähähiilisesti ja käytännössä se tarkoittaa puurakentamista nykymenetelmin. (BIOS 2019.)

Matkailussa ja siihen liittyvässä liiketoiminnassa tulee panostaa kasvavissa määrin vähähiilisyyttä edistäviin matkailumuotoihin ja niiden kehittämiseen. Vähähiilisyyttä on yksi EU:n tärkeimmistä tavoitteista ja myös Suomi on sitoutunut hiilipäästöjen merkittävään vähentämiseen seuraavien vuosikymmenten aikana. Matkailuyrityksille se näyttäytyy tulevaisuudessa kestävässä valinnoissa ja vastuullisena toimintatapana, jossa toiminta on suunniteltu pitkäjänteisesti kilpailukykyä edistäen. Vastuullisuus parantaa matkailuyritysten asiakastyytyväisyyttä ja laatutasoa, jonka lisäksi kustannussäästöjä pystytään luomaan esimerkiksi energiansäästön kautta. Liiketoiminnan kestävyttä voidaan osoittaa muun muassa vesi- ja energiatehokkuudella, paikallisten tuotteiden ja palveluiden hyödyntämisellä sekä huomioimalla paikallinen väestö. Kehittyvien matkailuyritysten tulee ymmärtää

vastuullisten toimintatapojen merkitys ympäristön tulevaisuus kannalta ja se, että kestävä kehitys on erittäin oleellinen asia yrityksen taloudellisen jatkuvuuden näkökulmasta. (Visit Finland 2023.)

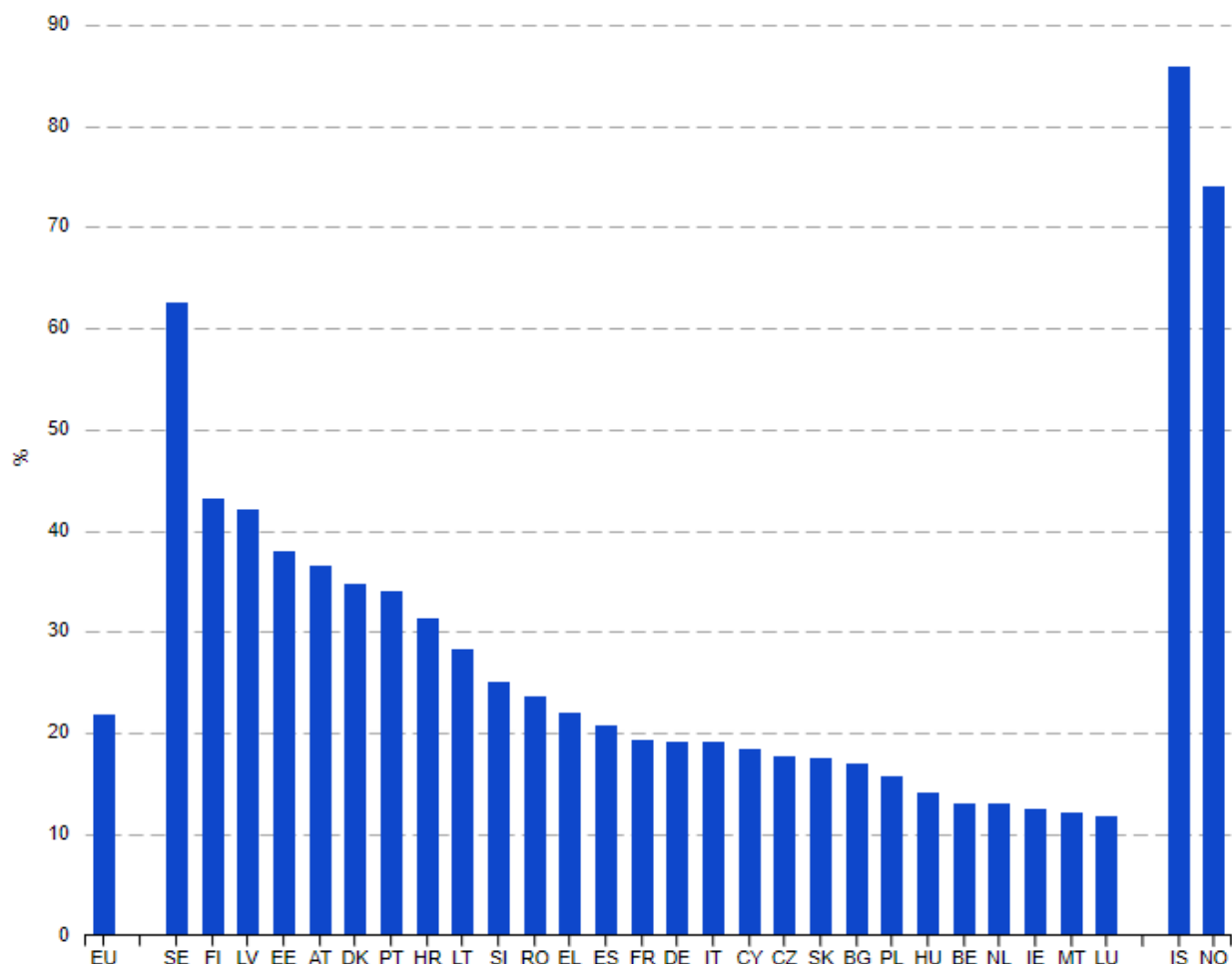
Uusiutuvien energianlähteiden hyödyntäminen pohjoisissa olosuhteissa

Eteläisen Euroopan maista poiketen Suomessa pohjoiset olosuhteet edellyttävät rakentamisessa lämpötilan ja valoisuuden suurten vaihteluiden huomioimisen. Rakennuksen sisätilan lämmön ja kosteuden hallintaa toteutetaan fyysisten rakenneosien lisäksi talotekniikan ratkaisuilla. Asumisen energiatehokkuuden, toiminnallisuuden ja viihtyisyyden optimoimiseksi etenkin Pohjois-Suomessa arktinen ympäristö ohjaa rakentajien ja talotekniikan osalta tehtäviä rakennusprojektin aikaisia ratkaisuja. (Auvinen ym. 2014, 73, 140-141; Vinha ym. 2013, 28-31.)

Suomessa käytetään kasvavassa määrin uusiutuvia energialähteitä (kuten vesi-, tuuli- ja aurinkoenergia). Euroopan muihin maihin verrattuna Suomessa uusiutuvien energialähteiden käyttö on korkealla tasolla (kuva 1). Suomen energiankulutuksesta 43,1 prosenttia katetaan uusiutuvilla energialähteillä tuotetusta energiasta (Eurostat 2023). Siirrettävissä mikrorakennuksissa on usein huomioitu mahdollisuus sijoittaa rakennus sähköverkon ulkopuolelle tuottamalla rakennuksessa tarvittava energia erilaisin off grid -ratkaisuin. Off grid -ratkaisujen tarve harvaan asutuilla alueilla, kuten Pohjois-Suomessa on merkittävä ja off grid -ratkaisuissa kyetäänkin hyödyntämään uusiutuvan energian lähteitä. CoolBoxissa käytetyt uusiutuvan energian lähteet ovat tuulivoima sekä aurinkoenergia.

Share of energy from renewable sources, 2021

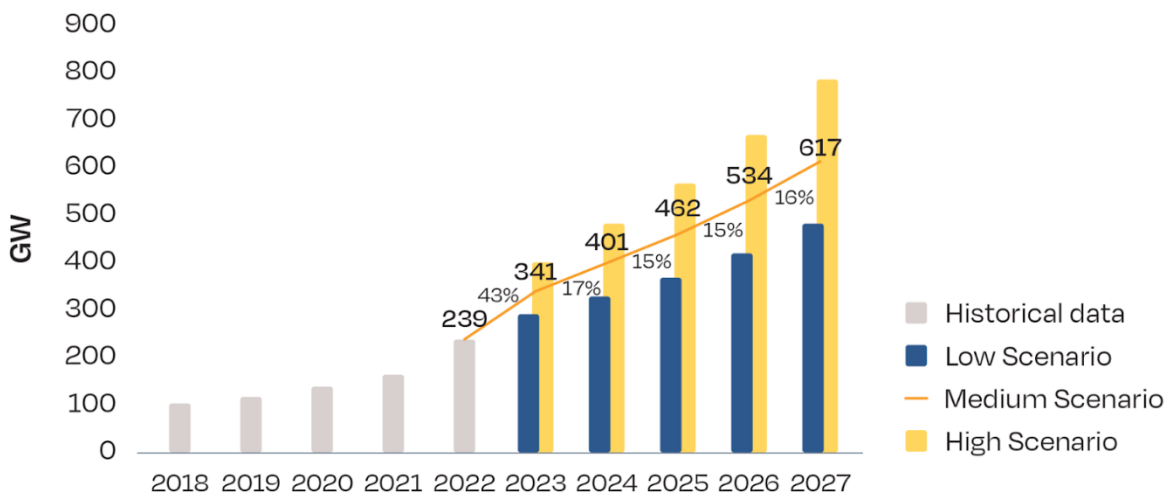
(in % of gross final energy consumption)



Kuva 1. EU-maiden uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian osuus kokonaiskulutuksesta. (Eurostat 2023)

SolarPower Europe (2023) on seurannut aurinkoenergian käytön kehitystä kansainvälisesti ja ennustaa aurinkoenergian hyödyntämisen kasvavan tulevien vuosien aikana edelleen merkittävästi (kuva 2). Aurinkoenergian käytön ennakoidaan kasvavan selkeästi muiden uusiutuvan energian lähteiden käyttöä nopeammassa tahdissa. (SolarPower Europe 2023; Suomen ympäristökeskus 2021).

WORLD ANNUAL SOLAR PV MARKET SCENARIOS 2023 - 2027

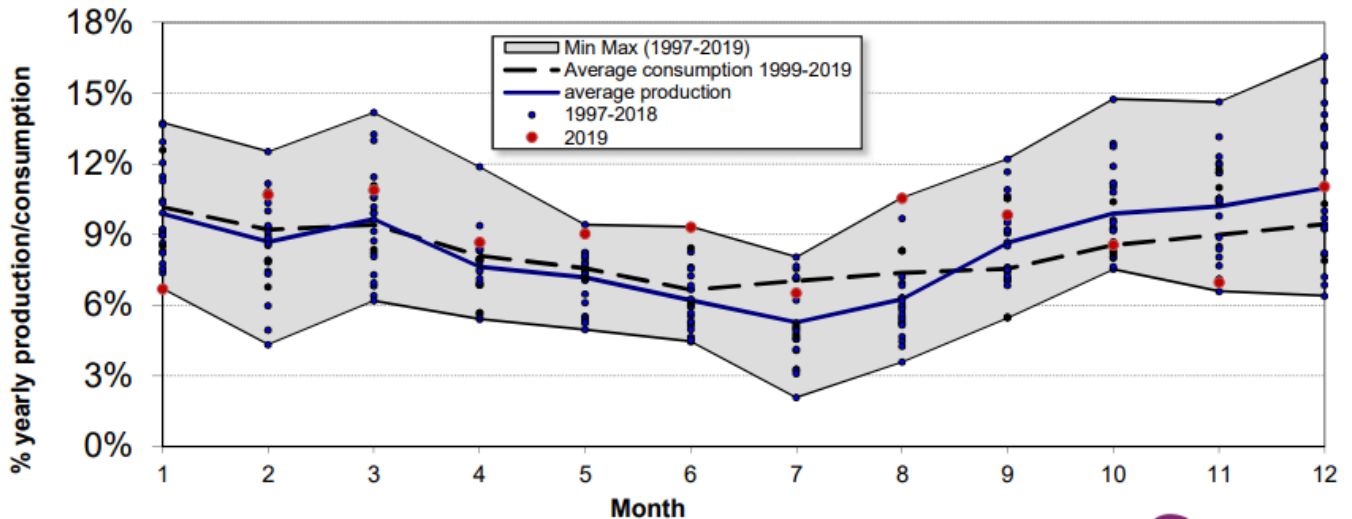


© SOLARPOWER EUROPE 2023

Kuva 2. Ennuste aurinkoenergia markkinan kasvusta tulevina vuosina (SolarPower Europe 2023)

Suomessa aurinkopaneelien hyödyntämisestä säteilystä merkittävä osa on hajasäteilyä, eli maasta heijastuvaa sekä ilmankehän ja pilvien heijastamaa säteilyä. Kokonaissäteilymäärää kyetään optimoimaan aurinkopaneelien sijoittelulla sekä asentamalla paneelit oikeaan kallistuskulmaan. Vuotuinen kokonaissäteilyn määrä Etelä-Suomessa ei poikkeakaan merkittävästi Pohjois-Saksan kokonaissäteilymääristä. Kuitenkin erityisesti Pohjois-Suomessa päivän pituuden vaihtelu tuo haasteita aurinkoenergian hyödyntämiseen, sillä sitä ei kyetä hyödyntämään lähes lainkaan talven pimeimpinä kuukausina. Talven pimeiden kuukausien aikana kyetään aurinkovoiman sijasta hyödyntämään tuulivoimaa, sillä talven kuukausien aikana tuulee enemmän kuin kesällä (kuva 3.) Ilma on myös talvella kylmempää ja siksi tiheämpää kuin kesällä, mikä edelleen tehostaa energiantuotantoa tuulivoiman avulla (Motiva 2022; Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2020.)

Wind power share of total production



21/04/2020 VTT – beyond the obvious



Kuva 3. Tuulivoiman kokonaistuotanto kuukausittain Suomessa (VTT 2020)

Vahvasti trendaavat vähähiilinen rakentaminen ja energiatehokkuus olivat CoolBox-hankkeen arvot, joiden mukaan uudenlainen mikrorakennuksen konsepti suunniteltiin ja rakennusprojekti toteutettiin. Huomioon otettiin myös yritysten näkökulmat, jotka liittyivät ennalta mainittujen trendien lisäksi pienrakentamisen kehittämiseen, jonka avulla pystytään vaikuttamaan kasvaviin tarpeisiin kausivaihtelun, väliaikaismajoittumisen ja rakennusten siirrettävyyden osalta. Useiden matkailukohteiden Lappi elää edelleen, koronasta huolimatta, kasvavassa matkailubuumissa, joka lisää tarpeita niin rakentamisen, kuin matkailijoiden ja kausityöntekijöiden majoittamisen muodossa. Työntekijöille asuntoja rakennetaan eri puolilla Lappia, minkä lisäksi loma-asuntojen rakentaminen on vilkasta, mikä kertoo matkailurakentamisen elpymisestä, jossa investointeja on käynnissä 130 miljoonan euron edestä. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022, 162).

Lopuksi

Ammattitaitoisen työvoiman riittävyys on Lapin kehittymisen kannalta olennainen asia, eikä kysyntä kausityön suhteen käänny suoraan pysyväksi asumiseksi. Kausityöntekijöiden työn piirteet eroavat useimmiten vakituisesti Lappiin asumaan pyrkivien henkilöiden vastaavista. Pitovoimaa on kasvatettava ja yksi ratkaisu siihen on tarpeeksi laadukkaat vuokra-asumismahdollisuudet. (Lapin liitto 2021.) Useiden matkailukohteiden Lapissa on tulevaisuudessa entistä vahvemmin huomioitava kausivaihtelu, väliaikaismajoittuminen,

rakennusten siirreltävyyden tarpeen mukaan sekä kestävä kehityksen mukaiset ratkaisut. Työntekijöiden asuntopula toimialasta riippumatta on vahvasti läsnä ja ratkaisut siihen voidaan löytää esimerkiksi pienrakentamisen avulla. Yhteistyö eri toimijoiden kesken ja vastuulliset valinnat esimerkiksi rakennusmateriaalien suhteen elinkaari huomioiden ovat avainasemassa olemassa olevan ongelman ratkaisussa, kun pyrkimyksenä on kehittää Lappia, niin työntekijöiden majoittamisen, kuin yritysten liiketoiminnan jatkuvan kehittymisen kannalta.

Lapin Luotsin (2022) selvityksen mukaan matkailuklusterin osuus Lapin yritysten liikevaihdosta oli 7 prosenttia sekä työllistämisvaikutus yli 6400 henkilötyövuotta. Matkailu sekä siihen liittyvä majoittuminen on yksi merkittävimmistä toimialoista koko Lapin alueella ja työllistävyys merkittävää jokaisessa seutukunnassa. Aluetalousvaikutukset ovat suuret ja oli kyse sitten matkailijoiden tai työntekijöiden majoittamisesta, on yritysten, kuntien, kuin päättäjien puhallettava yhteen hiileen asumiseen liittyvissä asioissa. Tulevaisuudessa esimerkiksi mikrorakentaminen kasvavissa määrin on varteenotettava vaihtoehto vuokra-asumisen suhteen.

Lähteet

Asuntomessut 2020. Asumisen ihanteet Suomessa: tutkimusraportti. Viitattu 5.6.2023

https://assets.ctfassets.net/ksssf3t869cm/6scnlBbJ7BsfDqVmxJ3Tz3/dc9167bb833f4ddd0316f81c5b2fc954/Asumisen_ihanteet_Asuntomessut_2020.pdf

Auvinen, H. Kolari, K., Koukkari, H., Kuusela-Lahtinen, A., Sassi, J., Törnqvist, J., Wahögren, I., Alakunnas, T., Karjalainen, A., Rynänen, K., Vatanen, M., Vatanen & M. 2014. Arktinen osaaminen - Näkökulmina liiketoiminnan kehittämiseen. VTT Technology 206. Julkaisu. Viitattu 28.6.2023

<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2014/T206.pdf>

Bios 2019. Ekologinen jälleenrakennus. Verkkosivusto. Viitattu 25.4.2023 <https://eko.bios.fi/>

Demos Helsinki 2018. Kaupungistumisen käännekohtat – Skenaarioita Suomen kaupungistumisen tulevaisuudesta 2039. Julkaisu. Viitattu 15.6.2023. https://demoshelsinki.fi/wp-content/uploads/2018/11/demos-helsinki_kaupungistumisen-kaannekohtat_web_5mb.pdf

Dufva & Rekola 2023. Megatrendit 2023. Ymmärrystä yllätysten aikaan. Sitran selvityksiä 224. Viitattu 25.4.2023 https://www.sitra.fi/app/uploads/2023/01/sitra_megatrendit-2023_ymmarrysta-yllatysten-aikaan.pdf

Eurostat 2023. Shedding light on energy - 2023 edition. Verkkosivusto. Viitattu 15.6.2023

<https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/energy-2023>

Harris, E. & Nowicki, M. 2020. "GET SMALLER"? Emerging geographies of micro-living. Area, 52(3), 591-599.

Viitattu 27.6.2023 <https://rgs-ibg.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/area.12625>

Hernández, D. 2018. Micro-Architecture: 40 Big Ideas for Small Cabins. Artikkel. ArchDaily. Viitattu 24.5.2023

<https://www.archdaily.com/896926/micro-architecture-40-big-ideas-for-small-cabins>

Lapin liitto. 2021. Pitkäaikaiset asuinpäätökset syntyvät vahvan tulevaisuuskuvan varassa. Verkkosivusto.

Viitattu 1.6.2023 <https://www.lapinliitto.fi/pitkaaikaiset-asuinpaatokset%E2%80%AFsyntyvat-vahvan-tulevaisuuskuvan-varassa/>

- Lapin Luotsi. 2022. Lapin matkailun kumulatiiviset aluetalousvaikutukset. Selvitys. Viitattu 1.6.2023 <https://lapinluotsi.fi/wp-content/uploads/2022/06/1705-lapinmatkailunaluetalousraporttilopullinenfinal.pdf>
- Motiva 2022. Auringonsäteilyn määrä Suomessa. Artikkel. Viitattu 15.6.2023 https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringonsateilyn_maara_suomessa
- Pöyhönen, S. 2022. Sesonkityöntekijä joutuu tinkimään asuntonsa sijainnista ja koosta – Lapin asuntopula vaikeuttaa kausityöntekijöiden palkkaamista. Artikkel. Yle. Viitattu 19.5.2023 <https://yle.fi/a/74-20005661>
- SolarPower Europe 2023. Global Market Outlook for Solar Power 2023-2027. Julkaisu. Viitattu 28.6.2023 <https://www.solarpowereurope.org/insights/outlooks/global-market-outlook-for-solar-power-2023-2027/detail#global-solar-market-prospects-2023-2027>
- Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2020. Tuulivoimatuotanto Talvella. Artikkel. Viitattu 15.6.2023 <https://www.tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoimatuotanto-talvella.pdf>
- Suomen ympäristökeskus 2021. Aurinkoenergian käyttö Suomessa lisääntyy nopeasti. Artikkel. Viitattu 15.6.2023 <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/aurinkoenergian-kaytto-suomessa-lisaantyy-nopeasti>
- Työ- ja elinkeinoministeriö 2022. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja: Alueelliset kehitysnäkymät 2022:38. Viitattu 26.4.2023 https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164068/TEM_2022_38.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vinha, J., Laukkarinen, A., Mäkitalo, M., Nurmi, S., Huttunen, P., Pakkanen, T., Kero, P., Manelius, E., Lahdensivu, J., Köliö, A., Lähdesmäki, K., Piironen, J., Kuhno, V., Pirinen, M., Aaltonen, A., Suonketo, J., Joisalo, J., Teriö, O., Koskenvesa, A. & Palolahti, T. 2013. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka. Tutkimusraportti 159. Viitattu 28.6.2023 <https://www.rt.fi/globalassets/rakentamisen-kehittaminen/frame-loppuraportti.pdf>
- Visit Finland, 2023. Kestävyys matkailuvalttina. Artikkel. Viitattu 19.5.2023 <https://www.visitfinland.fi/liiketoiminnan-kehittaminen/vastuullinen-matkailu>
- VTT 2020. Capacity factors of wind power 2019. Julkaisu. Viitattu 15.6.2023 <https://tuulivoimayhdistys.fi/media/finland-capacity-factors-2019.pdf>

Modulaarinen pienrakennus on käyttäjänsä näköinen

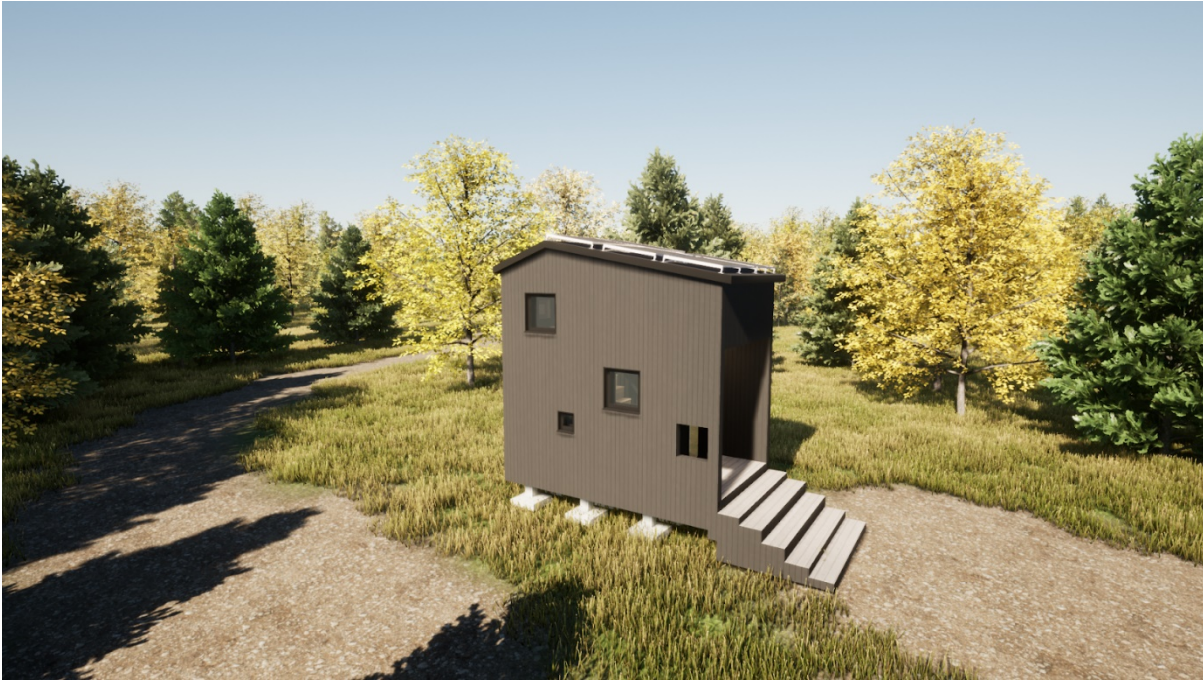
Emilia Launne, Iida Kalliokoski Silvestre & Samuel Ahola

Johdanto

Tarpeet asunnon koon ja käyttötarkoituksen suhteen vaihtelevat eri elämäntilanteissa ja -vaiheissa. Perinteisin tapa sopeuttaa asumismuotoa omaan tilanteeseen sopivaksi on vaihtaa eri kokoiseen asuntoon tai taloon. Modulaarisen rakentamisen avulla voidaan kuitenkin luoda taloja, joiden on mahdollista mukautua asukkaan kulloiseenkin elämäntilanteeseen ja käyttötarpeeseen. Kokonaisuus on räätälöitävissä omaan käyttöön sopivaksi, ja asuintiloja on mahdollista laajentaa tai pienentää tarpeen mukaan. Koska rakentaminen tapahtuu tavanomaisesti tehdastiloissa perinteisen työmaan sijasta, modulaariset talot ovat kustannustehokkaita ja työn laatu on helpompi varmistaa (Katus.eu 2023). Yksi selkeistä hyödyistä asukkaalle ovat ylläpidon kustannukset. Kun asumiseen tarvittava tila on tarkkaan harkittua, myös eläminen on taloudellisempaa.

Modulaarisuudesta ja pienistä rakennuksista puhuttaessa tyylejä on monia. Rakennukset voivat olla esimerkiksi tontille toimitettavia ja asennettavia moduuleja, valmiita taloja tai itsessään liikuteltavia kokonaisuuksia. Koska yhteisöllisyys ja kestävä elämäntapa linkittyvät usein osaksi modulaarista asumista, rakennukset voivat olla myös osa kyläyhteisöä tai yhteiskäytössä eri asukkaiden kesken. (Evans 2018, 34–35.) Modulaarisista rakennuksista on kirjoitettu paljon erityisesti arkkitehtuurin ja rakennustekniikan näkökulmista. Tässä artikkelissa modulaarisuutta käsitellään ensisijaisesti pienasumisen trendin ja rakennuksen käyttäjän näkökulmasta. Kiinnostuksen kohteena on, miten pien-/mikrorakennukset voisivat muovautua palvelemaan erilaisia käyttäjiä ja käyttötarkoituksia.

Artikkelissa esitellään case-esimerkinä CoolBox-hankkeen aikana tehtyä käyttäjätutkimusta potentiaalisista pienrakennusten käyttäjistä Lapin alueella. Projektin yhtenä tavoitteena oli tutkia erilaisia modulaarisia ja monikäyttöisiä pientaloratkaisuja, joita artikkelissa havainnollistetaan käyttäjätutkimuksen pohjalta luotujen palvelumuotoilukonseptien kautta. Kuvassa 1. on renderöity 3D-kuva toteutukseen menneestä ja Lapin AMK:n kampukselle rakennetusta mikrorakennuskonseptista. CoolBox-hanke on rahoitettu Lapin Liiton myöntämällä EAKR-rahoituksella ja sen on toteuttanut Lapin ammattikorkeakoulu vuosien 2021-23 aikana.



Kuva 1. CoolBox-mikrorakennus

Modulaarinen asuminen

Modulaarisia talo- ja saunarakennuksia valmistava Eestihouse tiivistää sivuillansa hyvin eri tavat hyödyntää pienrakennuksia. Rakennukset toimivat sujuvasti tilapäisinä lomakotikohteina, vuokrakohteina, tilapäisinä asuintoimintatilojen rakentamisen ja remontin aikaan, vieraskoteina, etyötukikohtina, tai kesämökkeinä. Pysyvä asuminen ei ole myöskään poissuljettu vaihtoehto. Pienet kodit sisältävät nykyään tarvittaessa myös vessan, keittiön, erillisiä huoneita, sekä eristetyt mukavat olosuhteet talvisaikaan. Ratkaisun mainostetaan sopivan erityisesti ihmisille, jotka haluavat säästää kustannuksissa, ja toivovat pikaista muuttoa uuteen kotiinsa. (Eestihouse 2023.)

Liikuteltavuus, kestävyys ja joustavuus ovat modulaariseen pienasumiseen liittyviä piirteitä, jotka puhuttelevat nykyajan ihmisiä. (Leindecker & Kugfarth 2019, 6–7.) Asumismuodon tuoma onnen ja vapauden tunne voi syntyä monin eri tavoin. Pieni talo on mahdollista kustantaa ilman lainaa ja asumisen kustannukset ovat huomattavasti pienempiä, jolloin rahaa voidaan säästää muuhun elämään ja tulevaisuuden suunnitelmiin. Perheen kesken tiiviisti asuessa jäsenten välille voi syntyä luontaisesti vahvemmat sosiaaliset yhteydet ja kodin huoltamiseen ja laajoihin kotitaloustöihin perinteisesti käytetty aika voidaan käyttää muulla tavoin, perheen kesken tai matkustaen. Yksi suurimmista hyödyistä on hiilijalanjäljen pieneminen. Hiilipäästöjä syntyy kotitalouden sisällä monessa muodossa, erityisesti sähköä, maakaasua ja lämmitysöljyä käytettäessä. Vaikka yksittäisiin kotitalouksiin liittyy useita muita tekijöitä, kuten kotitalousjätteet ja ajoneuvojen päästöt, nämä kolme ovat tyypillisesti suurin prosenttiosuus kotitalouden hiilijalanjäljestä. (Carlin 2014, 2–7.)

Modulaarisen pienasumisen käsite liitetään usein minimalistiseen elämäntyyliin, jossa rakentamisen ja asumisen hiilijalanjäljen lisäksi kestävyys heijastuu myös asukkaan kulutustottumuksiin ja elämäntyyliin. Vähentyneen tilan ja varastojen puutteen vuoksi asukkaat ostavat harvemmin tarpeettomia tavaroita ja ovat siksi kuluttajina tietoisempia. Pienempään asuntoon muuttaessa vaikeimmaksi koetaan juuri ylimääräisestä omaisuudesta eroon pääseminen. Tämä voi olla vaikea prosessi, koska se pakottaa ihmiset eroamaan tavaroista, joilla voi olla historiallista tai muuta henkilökohtaista merkitystä. Hankkiutumalla tavaroista eroon voidaan kuitenkin vähentää stressiä, sekä luoda jonku verran tuloja, jolla voidaan rahoittaa uuden pienen kodin rakentamista tai keventää muita taloudellisia rasitteita. Pienasuminen ja niiden inspiroima elämäntapa auttaa siis osaltaan myös ylikuluttamisesta luopumista. (Carlin 2014, 2–7.)

Modulaarisen pienasumisen potentiaalin puolesta puhuu monet konseptin avulla menestyksestä liiketoimintaa tehneet yritykset. Yksi syy kannattavuuteen on kiinteistöjen, rakennusmaan ja rakentamisen hintojen tasainen nousu, joka pakottaa sekä teollisuuden, että politiikan etsimään innovatiivisempia ratkaisuja asumiseen. Yhteiskunnan ja kaupunkirakentamisen näkökulmasta on myös tunnistettavissa monia hyötyjä. Vuokraamalla tontteja ja hyödyntämällä tyhjillään olevia kaupunkialueita, myös esimerkiksi kattoja ja sisäpihoja, voidaan edesauttaa kaupunkialueen kiinteistöjen riittävyttä asukkaille. Muutos voisi edistää kaupunkien taloudellisen kehityksen lisäksi myös elämänlaatua kaupunkiympäristössä. (Leindecker & Kugfarth 2019, 6–7.)

Perinteisesti rakennuksia suunnitellaan ja rakennetaan toimitusperiaatteella ottamatta huomioon asukkaiden tarpeita. Agee ym. nostaa esille tarpeen nostaa käyttäjälähtöinen suunnittelu osaksi älykkäiden rakennusten suunnittelua. Heidän mukaansa asukkaiden hyvinvoinnin ja rakennusten toimintakyvyn maksimoimiseksi olisi käytettävä iteratiivista ja käyttäjälähtöistä lähestymistapaa. He ehdottavat monimenetelmällistä lähestymistapaa asukkaiden tarpeiden selvittämiseen ja käyttäjäpersoonien kehittämistä älykkäiden asuntojen käyttäjien tarpeista viestimiseen. (Agee, Gao, Paige, McCoy & Kleiner 2021.)

Käyttäjälähtöinen lähestymistapa sekä osallistava ja iteroiva suunnittelu ovat palvelumuotoilun keskiössä. Käyttäjäpersoonat/-profiilit ovat palvelumuotoilussa yleisesti hyödynnettäviä käytännönläheisiä työkaluja käyttäjälähtöiseen suunnitteluun. Ne ohjaavat kehittämistyötä parhaimmillaan alkuvaiheen suunnittelusta ja konseptoinnista aina loppuvaiheen arviointiin ja jatkokehitykseen. Persoonien ja profiilien luomisella pyritään syvemmin ymmärtämään käyttäjien tarpeita, käyttäytymistä ja odotuksia ja siten kirkastamaan kuvaa siitä kenelle ratkaisua suunnitellaan. (Think Design 2023.)

Käyttäjänäkökulmaa pienasumiseen

CoolBox-hankkeen käyttäjätutkimuksen tarve pohjautui puutteelliseen tietoon ensisijaisesti projektin suunnittelukohteena olevien pienrakennusten potentiaalisista loppukäyttäjistä. Tutkimuksen pohjana oli projektitiimin kartoittamaa yleistietoa pohjautuen yleisesti Lapin alueen yritysten tarpeisiin ja näkemyksiin sekä hankesuunnitelman mukaisiin tavoitteisiin.

Käyttäjätutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ensisijaisesti pien-/mikrorakennuksiin liittyvien potentiaalisten loppukäyttäjien tarpeita ja toiveita kehitystyön varhaisessa vaiheessa. Käyttäjätarpeita tarkasteltiin ensisijaisesti rakennuksen ominaisuuksien ja toimintojen sekä käyttökotekstien näkökulmasta. Käyttäjätutkimus toteutettiin kyselyiden ja haastattelujen muodossa helmi–maaliskuun 2021 aikana. Kyselyt ja haastattelut noudattivat samaa runkoa, jossa pääpaino oli kvalitatiivisessa eli laadullisessa tiedonhankinnassa. Vastaajia pyydettiin perustietojen jälkeen mukaan mielikuvamatkalle asettuen erilaisiin käyttöympäristöihin ja tarkastelemaan näitä pienrakennusten näkökulmasta. Kysely-/haastattelurunkoja toteutettiin edelleen kaksi samansisältöistä: toinen suomenkielillä kotimaisille kohderyhmille sekä toinen englanniksi kansainvälisille kohderyhmille. Käyttäjinä tavoiteltiin pääasiassa yksityishenkilöitä ja hankkeen alkuperäisen orientaation mukaisesti erityisesti matkailun näkökulmasta.

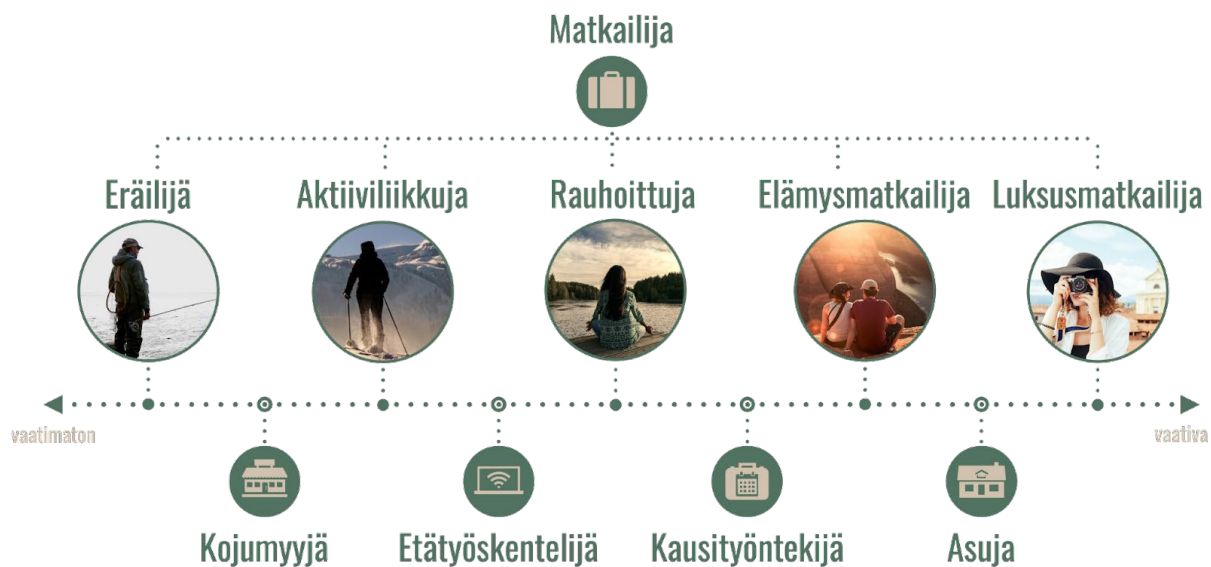
Kyselyä levitettiin sosiaalisessa mediassa (Facebook & LinkedIn) sekä hankkeen nettisivuilla ja eri verkostojen kautta. Suomenkieliseen kyselyyn saatiin 19 vastaajaa ja englanninkieliseen 21 vastaajaa. Haastateltavat tavoitettiin henkilökohtaisten verkostojen kautta valikoiden potentiaalisia/kiinnostuneita käyttäjiä. Haastattelu toteutettiin puolistrukturoituna haastatteluna hyödyntäen kyselyrunkoa, mutta antaen tilaa luontaiselle keskustelulle ja haastateltavan ajatuksenjuoksulle. Haastattelu toteutettiin yhteensä kahdelle (2) kotimaiselle ja seitsemälle (7) kansainväliselle loppukäyttäjälle. Käyttäjätutkimuksen kokonaisotannaksi muodostui näin ollen kaikkiaan 51 vastaajaa (N=51) edustaen yhteensä 11 eri kansallisuutta: Belgia, Espanja, Hollanti, Iso-Britannia, Italia, Kiina, Norja, Ranska, Saksa, Suomi ja Yhdysvallat. Kerätty data yhdistettiin litteroimalla haastatteluaineisto ja analysoimalla tämän jälkeen kyselyn kanssa yhdistetty aineisto teemoittelemalla yhdistäviä ja erottavia tekijöitä.

Käyttäjätutkimusta täydennettiin edelleen yhteistyöyrityksiin kohdentuvalla kevyellä kenttätutkimuksella sisältäen myös havainnointia sekä fokusryhmähaastatteluja alueen mikrorakennuksiin liittyvissä yrityksissä. Kohdeyrityksiin lukeutui yksi mikrorakennuksia toiminnassaan aktiivisesti hyödyntävä matkailuyritys sekä yksi mikrorakennuksia rakentava ja toimittava yritys. Tämän lisäksi järjestettiin vielä osallistava etätyöpaja tematiikasta kiinnostuneille yrityksille ja muille toimijoille. Työpajaan osallistui yhteensä seitsemän yritystä, joista kolme oli Lapin alueelta ja neljä muualta Suomesta. Tavoitteena oli laajentaa ja syventää ymmärrystä erityisesti potentiaalisten yhteistyöyritysten ja heidän asiakkaidensa näkökulmasta.

Tutkimuksen aineiston analyysin myötä tunnistettiin selkeästi toisistaan erottuvia potentiaalisia loppukäyttäjärhymiä. Näiden pohjalta muodostettiin synteesisinä kiteytetyt käyttäjäpersoonat/-profiilit. Käyttäjäprofiilit keskittyvät ensisijaisesti psykografiseen tietoon kuten persoonallisuuteen, elämäntyyliin, toimintaan, kiinnostuksen kohteisiin, mielipiteisiin, asenteisiin ja arvoihin, käyttäytymistä/käyttöä todella ohjaavien tarpeiden ja tekijöiden ymmärtämiseksi. Käyttäjäprofiilit on esitetty henkilöityminä kuvastaen tyyppillistä kohderyhmänsä edustajaa. Henkilöitymät tekevät käyttäjistä helpommin samaistuttavia ja auttavat näin luontevammin sekä tehokkaammin suunnittelua tukevana työkaluna. Näitä ei kuitenkaan pidä ajatella vain yksittäisenä henkilönä vaan nimenomaan laajemman, tiettyjä ominaisuuksia omaavan kohderyhmän edustajana, joilla voi olla demografisia eroavaisuuksia kuten sukupuoli, ikä, kansallisuus, ammatti ja perhestatus.

Kuvassa 2. on esitetty koontikuva käyttäjäprofiileista suhteutettuna heidän asettamiinsa vaatimuksiin pienrakennusten käytölle ja ominaisuuksille.

Muodostetut profiilit ovat hankkeen alkuperäisen ajatuksen sekä tämän myötä kyselyjen ja haastattelujen orientaation mukaisesti hyvin matkailukeskeisiä. Pääasiallisia erillisiä loppukäyttäjäprofiileja tunnistettiin yhteensä viisi (5) kappaletta: eräilijä, aktiiviliikkuja, rauhoittuja, elämysmatkailija ja luksusmatkailija. Edelleen tunnistettiin lisäksi neljä (4) muuta potentiaalista profiilia: jalkautuva myyjä, etätyöskentelijä, kausityöntekijä ja (tilapäis)asuja.



Kuva 2. Asiakasprofiilien koonti. Kuva: Samuel Ahola

Jokainen pääprofiili muodostuu kahdesta osasta: 1. Elämäntyyli/perustiedot (sosiografiset tekijät) sekä 2. Suunnitteluajurit (kehittämiseen liittyvät tekijät). Niin sanotut suunnitteluajurit (design drivers) tarkoittavat suunnittelu- ja kehitystyötä ohjaavia periaatteita kyseisen käyttäjän ja hänen pienrakennukselle asettamien tarpeiden/toiveiden näkökulmasta. Nämä pitävät sisällään niin potentiaalisia käyttötarkoituksia ja -ympäristöjä kuin yksittäisiä toiveominaisuuksiakin sekä mahdollisia vältettäviä tekijöitä. Kuvassa 3. on esitetty tarkemmin Rauhoittujan profiili esimerkkinä.

Rauhoittuja



Elämäntyyli:

- Voi olla arjessaan hyvinkin aktiivinen ja toimielias, mutta kaipaa vastapainoksi rauhoittumista. On yleisesti valmis panostamaan laatuun hinnan kustannuksella.
- Huolestunut ilmastonmuutoksesta ja ihmisten hyvinvoinnista, erityisesti henkisestä. Hakee elämäänsä merkityksellisyyttä.
- Liikkeellä yksin, puolisonsa ja/tai lähiystäviensä sekä mahdollisten koirien ja/tai kissojen kanssa.
- Liikkuu mahdollisuuksien mukaan julkisilla, mutta tarvittaessa omalla/vuokrautolla (sähkö/hybrid).
- Harrastuksiin voi lukeutua mm. lukeminen (muk.luk. e- ja äänikirjat, musiikki, elokuvat, retkeily, lenkkeily, jooga, eläimet, valokuvaus, pelit (lauta- ja tietokone), maalaaminen/piirtäminen, tanssiminen, matkailu, ruoanlaitto, puutarhanhoito

- ➔ Arvostaa yleisesti autenttisuutta ja ekologisuutta/vastuullisuutta.
- ➔ Inhoaa kiirettä ja teennäisyyttä.



Etsin rauhaa, detoksikoituakseni arjesta ja löytääkseni paremmin yhteyden itseeni ja luontoon.



Alaprofiileja:

- Hiljentyjä
- Oleskelija
- Aktiivinen rauhoittuja



Kohdeympäristöjä:



1 | 2

Kuva 3a. Asiakasprofiili – Rauhoittuja 1/2. Kuva: Samuel Ahola

Rauhoittuja



Suunnitteluajurit:

- ♥ Laadukkaat ja luonnonmukaiset materiaalit
- ♥ Perusmukavuudet (lämpö, vesi, vessa, suihku, keittiö, mielellään sähkö)
- ♥ Omavaraiset ratkaisut: kuivavessa, aurinkopaneelit, monipuoliset kierrätysmahdollisuudet
- ♥ Ekologiset ratkaisut kautta linjan
- ♥ Sää- ja hyönteissuojaus
- ♥ Hyvät näköalat
- ♥ Pienuuden idyllisyys jopa plussaa
- ♥ Sauna plussaa (mielellään sähkö)
- ♥ Turvallisuus

- ☠ Luonnon pilaaminen rakennuksen kustannuksella
- ☠ Liian paljon/tiivistä rakennuksia
- ☠ Jossain määrin liian teknologiset ratkaisut



Täydellinen mikrorakennus on luonnon läheisyydessä luonnon ehdoilla, mutta nykyihmisen mukavuuksilla.



Käyttötarkoitukset:

- Rauhallinen oleskelupaikka luonnon läheisyydessä perusmukavuuksilla.
- Mahdollisuus harrastaa helposti kevyitä aktiviteetteja (esim. ulkoilu, jooga, ruoanlaitto)
- Viihtyisä ja laadukas yöpymispaikka.

2 | 2

Kuva 3b. Asiakasprofiili – Rauhoittuja 2/2. Kuva: Samuel Ahola

Tutkimuksessa esille nousseet myös muuhun käyttöön, kuten etätyöskentelyyn ja ihan vakituisen asumiseen viittaavat tarpeet ja intressit jätettiin tässä vaiheessa hanketta vähemmälle tarkastelulle alkuperäisen matkailuorientaation myötä. Nämä näkökulmat vahvistuivat kuitenkin kehittämisprosessin edetessä muun muassa osallistavan työpajan myötä. Kehittämisresurssien ja -tarpeiden puitteissa näkökulmia ei enää lähdetty

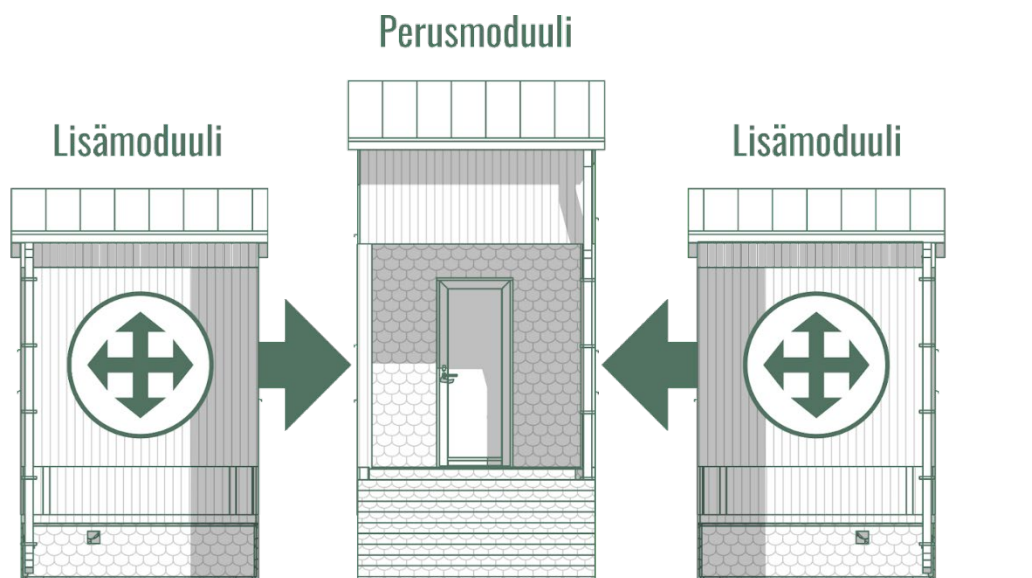
sisällyttämään käyttäjä-/asiakasprofiileihin, mutta nämä huomioitiin myöhemmin muodostetuissa palvelukonsepteissa.

Modulaariset mikrorakennuksen konseptit

Konseptointi ja konseptit ovat keskeisessä roolissa palvelumuotoilua mallintaen potentiaalisia käyttötarkoituksia. Muotoilussa tuote- tai palvelukonseptilla tarkoitetaan alustavaa mallinnusta tavoitetilasta, joka määrittelee mitä ja miten ollaan kehittämässä, tuoden käyttäjätarpeita ja kehittämisen tavoitteita yhteen helposti havainnollistettavaan ja viestittävään muotoon. (Goldstein, Johnston, Duffy & Rao, 2002.)

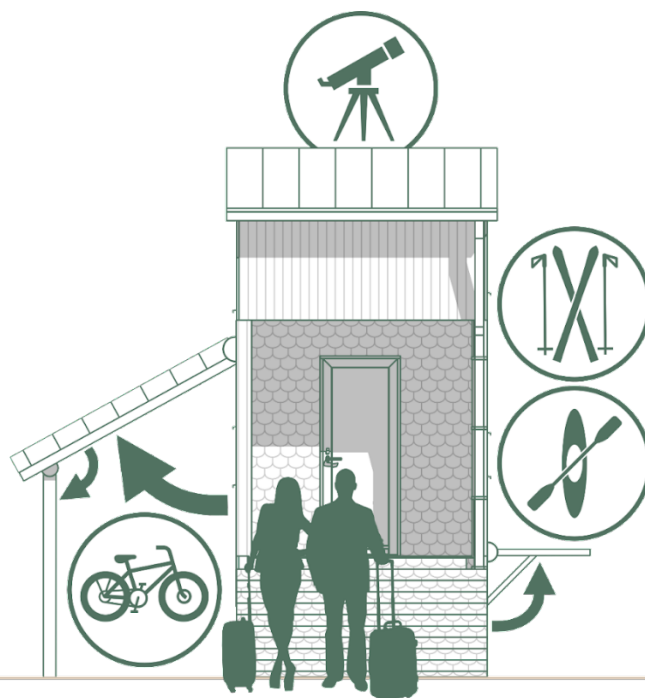
CoolBox-hankkeen asiakastutkimuksen myötä luotujen käyttäjäprofiilien ja laajemman asiakasymmärryksen (mukaan lukien yritysnäkökulma) sekä arkkitehtikonseptien pohjalta luotiin edelleen tuote-palvelukonseptit. Tavoitteena oli mallintaa yleisellä tasolla, miten pienrakennuksia, ja erityisesti kehittämisen kohteena olevaa pienrakennusta, voitaisiin hyödyntää eri tavoilla käyttäjä- ja palvelunäkökulmasta. Konseptit on muodostettu käyttäjätarvelähtöisesti eli nämä eivät ota syvällisesti kantaa arkkitehtuuriseen tai liiketoiminnalliseen näkökulmaan.

Kokonaiskonseptin pohjana olevan rakennuksen niin kutsuttu perus- tai päämoduuli on itsenäisesti toimiva yksikkö, joka sisältää lähtökohtaisesti kaiken tarvittavan 1-2 henkilön käyttöön. Perusmoduuli koostuu oleskelutilasta (pieni tupakeittiö), kylpyhuoneesta sekä parvitilasta. Kalustukselliset ja sisustukselliset elementit ovat helposti mukautettavissa tarpeen mukaan. Perusmoduuliin voidaan ajatuksellisesti edelleen lisätä yleisiä lisä-/laajennusmoduuleja lisätilan tarpeessa, kuten on esitetty kuvassa 4. Lisämoduulit voivat olla vastaavan kokoisia perusmoduulin kanssa, mutta ajatuksellisesti nämä voisivat olla myös pienempiä ilman parvitilaa. Edelleen lisämoduulien varusteluratkaisut ovat mukautettavissa käyttötarkoituksen mukaan. Myös kevyempiä lisämoduuliratkaisuja voidaan hyödyntää tarpeen mukaan.



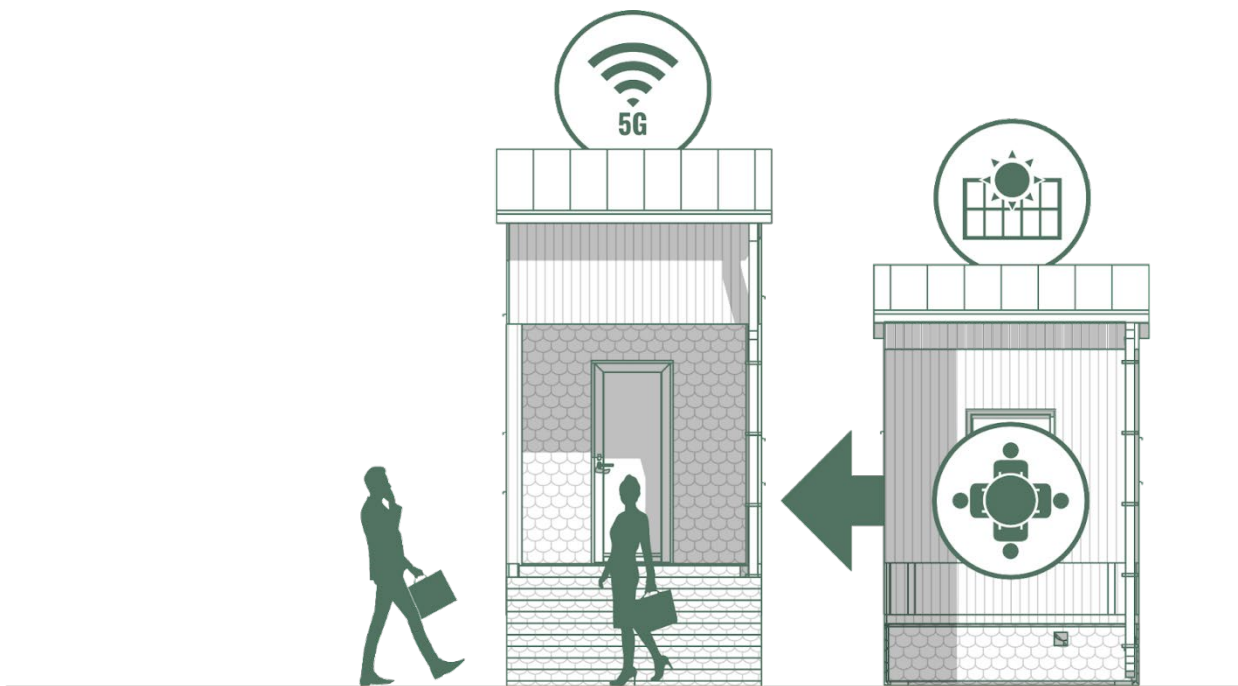
Kuva 4. Palvelukonsepti – perusmoduuli ja lisämoduulit (Ahola, 2023).

Käyttäjätarpeiden pohjalta tunnistettiin lisäksi kolme päätason käyttötarkoitusta: matkailu-, työ- ja asumiskäyttö. Matkailun konsepti (kuva 5.) keskittyy nimensä mukaisesti erityisesti matkailukäyttöön soveltuviin ratkaisuihin. Tämä on lähtökohtaisesti perusyksikön varaan rakentuva konsepti, jota on täydennetty matkailukäyttöä ajatellen kevyemmällä lisämoduuleilla, kuten katoksella sekä telineillä erilaisten aktiviteettivälineiden säilytystä varten. Nämä voisivat olla rakennuksen kuljetusta ja tilan säästämistä silmällä pitäen kompakteja kokoon taittavia ratkaisuja. Tämän lisäksi perusyksikköön on muokattu lasikatto parvelle, maisemien (erityisesti Lapin kontekstissa revontulien) katselua varten. Edelleen kalustus ja sisustus on suunniteltu kohderyhmän tarpeita ajatellen. Esimerkiksi keittiökalustukseen riittää kevyempi varustus, mutta sisustuksessa, kuten seinien kuvioinneissa, valaistuksessa ja muussa kalustuksessa voidaan hyödyntää elämyksellisempiä ratkaisuja.



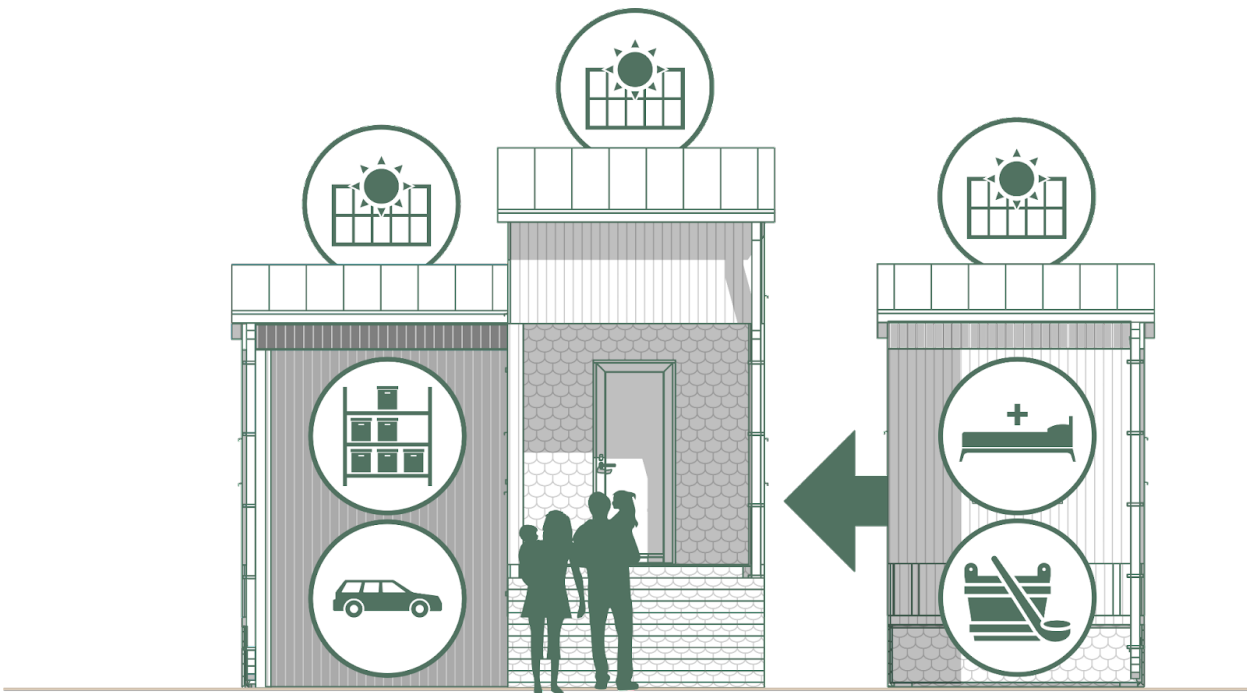
Kuva 5. Palvelukonsepti matkailuun. Kuva: Samuel Ahola

Työskentelyn konsepti (kuva 6.) keskittyy erityisesti etätyöskentelyyn soveltuviin ratkaisuihin. Tämä voi koostua edelleen pelkästä perusmoduulista käyttötarkoitukseen soveltuvien varusteluin. Tarpeita ovat työkäytössä perustyöskentelytilat työpöytineen ja -tuoleineen, mutta keskiössä ovat myös teknologiset tarpeet tilassa olevista näytöistä tehokkaihin tietoliikenneyhteyksiin ja tehostettuihin energiaratkaisuihin muun muassa (lisä)aurinkopaneelien myötä. Perusmoduuliin voidaan lisäksi liittää tarpeen mukaan lisämoduuleja lisätilan tarpeessa esimerkiksi tiimien käyttöön. Myös itse työskentelymoduuli voitaisiin ajatuksellisesti liittää halutessa vaikkapa omakotitalon kylkeen tuomaan valmiiksi varustellun etätyöskentelytilan helposti kotiin.



Kuva 6. Palvelukonsepti työskentelyyn. Kuva: Samuel Ahola

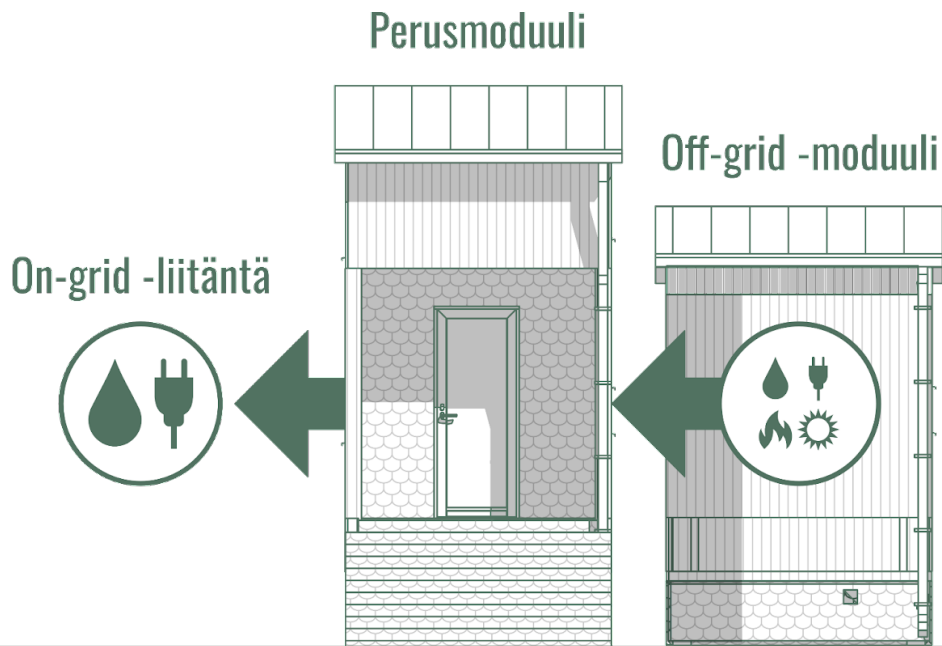
Asumisen konsepti (kuva 7.) keskittyy erityisesti pienasumiseen ja modulaarisiin ratkaisuihin asumisessa. Lähtökohtaisesti soveltuvin käyttötarkoitus pienrakennuksille on tilapäisasuminen, mutta vakituinenkaan asuminen ei ole mitenkään poissuljettua. Itseasiassa vakituisellekin pienasumiselle on yhä kasvavaa kysyntää, niin yleisten trendien kuin toteutetun käyttäjätutkimuksenkin valossa. Asumiskäyttö edellyttää luontaisesti vaativampia käyttöominaisuuksia varusteluiltaan ja tiloiltaan. Nämä pitävät sisällään itsenäisinä yksiköinä toimiessaan, jokapäiväistä kodinhoitoa tukevat varustelut täysiverisestä keittiöstä pesuhuoneeseen pyykkikoneiden kera. Näiden myötä myös energiantarve kasvaa, mitä voidaan tukea muun muassa lisäaurinkopaneeleilla. Jokapäiväisessä käytössä myös varastotilojen tarve nousee keskiöön ja tätä voidaan tukea tarvittaessa erillisellä varastorakennuksella aina autokatoksineen/-talleineen. Asujien määrästä riippuen lisähuoneita voidaan lisätä helposti lisämoduulein. Myös erityisesti suomalaisille tärkeä sauna on ajatuksellisesti helppo lisätä omana moduulinaan joko suoraan päämoduuliin tai erillisenä rakennuksena tämän lähetyville ehkäisemään kosteushaittoja tai sijoittaen vaikkapa lähemmäksi rantaa.



Kuva 7. Palvelukonsepti asumiseen. Kuva: Samuel Ahola

Kaikkiaan palvelukonseptit kokoavat tiettyyn käyttötarkoitukseen yleisesti tunnistettuja ja liitettäviä tarpeita sekä toiveita tavoitteena paketoita valmis perusratkaisu kuhunkin käyttötarkoitukseen palvelunäkökulmasta. Tämä ei kuitenkaan poissulje näissä esitettyjen ratkaisujen hyödyntämisestä ristiin tai uusien ratkaisujen tuomista mukaan, vaan palvelukonseptien ajatuksena on nimenomaan joustavat räätälöintimahdollisuudet käyttäjä-/asiakastoiveiden mukaan. Liiketoiminnallisesta näkökulmasta näiden toteutus tulee luonnollisesti suhteuttaa tuotannollisiin kustannuksiin ja hankintahintaan. Rakennukset toimitettaisiin lähtökohtaisesti joka tapauksessa ”avaimet käteen” -periaatteella olipa asiakkaana sitten yksityishenkilö tai organisaatio. Näitä voisi edelleen muokata ajan kanssa lisämoduulein. Hankinta voi tapahtua joko ostamalla, liisaamalla tai vuokraamalla.

CoolBox-projektin aikana tutkittiin ja kehitettiin lisäksi erillistä uusiutuvan energian off-grid -yksikköä pienrakennukselle (kuva 8.). Sähköä ja lämpöä tuottavan järjestelmän käyttö olisi kustannustehokkaampaa isommassa mittakaavassa hyödynnettynä, jolloin tuotettu lämpö saadaan ohjattua suoraan käyttöön, ja aurinkosähköä voidaan kerätä isommalla kattopinta-alalla. Yksikkö voisi tehostaa myös käyttöveden lämmitystä ja jätevesien käsittelyä. Tämä puoltaisi useampien pienrakennuksen kytkemistä samaan off-grid-ratkaisuun. Off-grid -ratkaisu voisi mahdollistaa energian tuottamisen ja jakelun useampaan CoolBox-rakennukseen kuitenkin toimien omavaraisena kokonaisuutenaan. Off-grid -yksikkö onkin herättänyt paljon kiinnostusta erityisesti paikallisissa yrityksissä.



Kuva 8. On-grid -liitäntä & off-grid-moduuli. Kuva: Samuel Ahola

Johtopäätökset

Pienrakennukset voivat palvella hyvin erilaisissa kokoonpanoissa ja käyttötarkoituksissa, ja ne kiinnostavat ihmisiä sijoituksena yhä enemmän. Tämä luo uskottavaa pohjaa uusien pienrakennuskonseptien ja -mallien luomiselle, mutta vaatii kykyä tunnistaa oikeat käyttäjäryhmät ja heidän tarpeensa rakennukselle laajasta kirjosta potentiaalisia käyttäjiä. Case-esimerkkinä käytetyn CoolBox-projektin aikana alkanut Covid-19 -pandemia vaikutti eri pienrakennuskonseptien kiinnostavuuteen. Etätyöskentelyn kulttuuri vahvistui, ja pienrakennukset nähtiin mahdollisuutena ottaa etäisyyttä muuhun yhteiskuntaan, samalla päästen lähemmäs luontoa. Luonnonläheisyys sekä asumisessa, että osana matkailua onkin pitkän tähtäimen trendi, joka yhdistetään vahvasti pienrakennuksiin ja osaltaan kannustaa yhä kestävämpien ratkaisujen kehittämiseen sillä saralla.

Lapissa paikalliset yritykset hyödyntävät erilaisia pienrakennuksia jo laajasti tarjoten turisteille sekä omaa rauhaa, että eksotiikka yksilöllisillä ja uniikeilla majoitusratkaisuilla. Modulaariset pienrakennukset voisivat tuoda tähän kenttään vielä uudenlaista kilpailuetua. Voitaisiinko hyvin kausipainotteisesti käytettyjä majoitusratkaisuja esimerkiksi kuljettaa ja hyödyntää sesongin ulkopuolella eri tavoin? Voitaisiinko moduulien avulla joustavasti muokata pientaloja vastaamaan paremmin sen hetkistä kysyntää? Voisiko yhteisöllisyyden avulla tehdä pienrakennusten käytöstä kustannustehokasta ja tarjota pienistä tiloista huolimatta yhteisillä tai erillisratkaisuilla käyttäjille lisämukavuutta?

Täysin luonnonhelmaan, erämaahan sijoitettujen pienrakennusten haasteena on turvallisuuden ja logistiikan lisäksi rakennuksen toiminta verkon ulkopuolella. Koska uusiutuvan energian hyödyntäminen kantaverkon ulkopuolella on kustannustehokkaampaa isompina kokonaisuuksina, voisivat tulevaisuuden omavaraiset pienrakennukset olla

kylämäisempiä kokonaisuuksia. Lapissa ne voisivat näyttäytyä upeissa etäkohteissa sijaitsevina mökkikylinä, kausityöntekijöiden tukikohtina, joissa rakennukset olisi valjastettu eri käyttötarkoituksiin tai vaikka metsän siimeksissä sijaitsevina yhteisöllisinä etätyökommuneina. Toisaalta ne voisivat toimia myös kriisikäytössä esimerkiksi pakolaisten tilapäismajoituksena. Modulaarisesta pienrakennuksesta on moneksi, ja monenlaiselle eri käyttäjälle!

Lähteet

Agee, P., Gao, X., Paige, F., McCoy, A., & Kleiner, B. (2021). A human-centred approach to smart housing. *Building research & information*, 49(1), 84-99.

Carlin, Timothy Michael, "Tiny homes: Improving carbon footprint and the American lifestyle on a large scale" (2014). *Celebrating Scholarship & Creativity Day*. 35.

Goldstein, S., Johnston, R., Duffy, J. & Rao, J. (2002.) The service concept: the missing link in service design research? *Journal of Operations Management*, Volume 20, Issue 2, April 2002, 121-134.

Eestihouse. (2023.) How are ready-made houses used by EestiHouse? Verkkosivu. Viitattu 1.6.2023. www.eestihouse.com

Evans, K. (2018). Integrating tiny and small homes into the urban landscape: History, land use barriers and potential solutions. *Journal of Geography and Regional Planning*, 11(3), 34-45.

H C Leindecker and D R Kugfarth 2019 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 323 012010 Mobile Tiny Houses – Sustainable and Affordable?

Katus.eu. (2023.) Modern Modular Homes: Dream or Reality? Verkkosivu. Viitattu 1.6.2023. <https://katus.eu/learn/courses/modern-modular-homes-dream-or-reality>

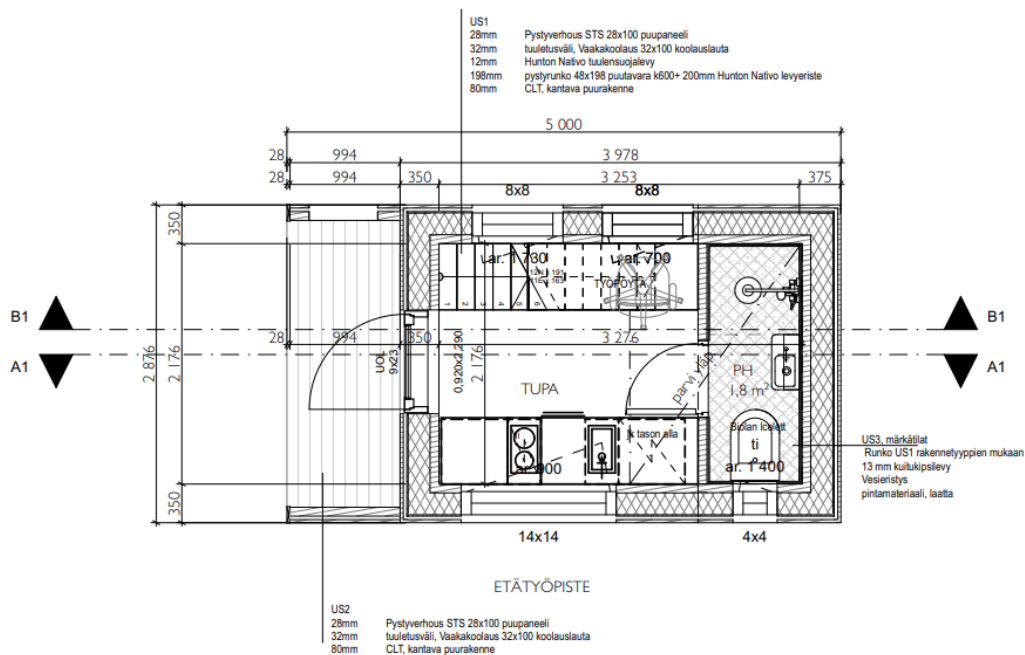
Think Design. (2023.) Persona. Verkkosivu. Viitattu 2.6.2023. <https://think.design/user-design-research/persona/#:~:text=Creating%20personas%20helps%20understand%20ones,the%20design%20process%20much%20easier.>

CoolBox mikrorakennuksen rakenteelliset ratkaisut ja sisustus

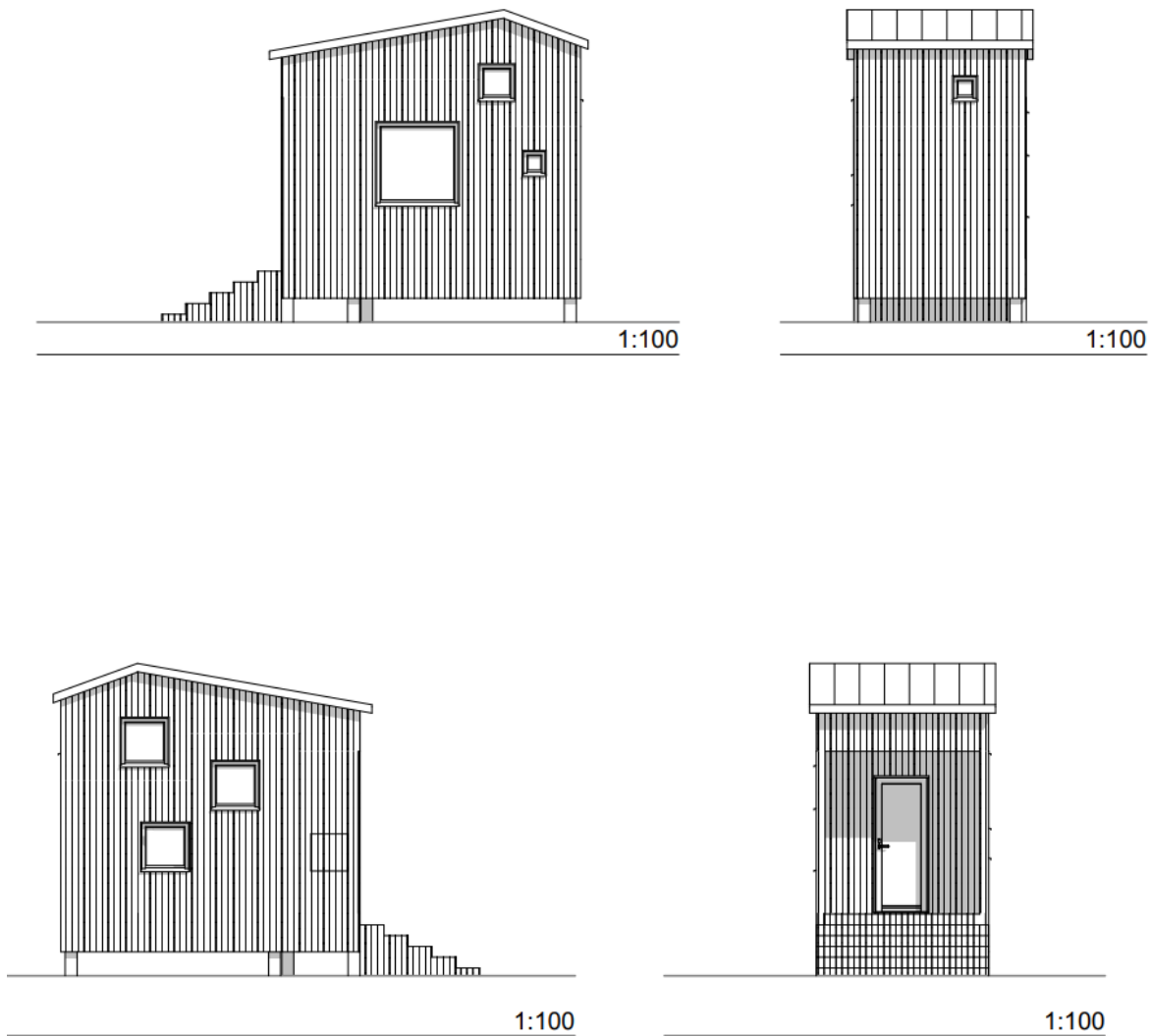
Riku Närhi & Santeri Meriläinen

Mikrorakennuksen yleisesittely

Pohjosiin olosuhteisiin soveltuva CoolBox-mikrorakennus on ihanteellinen ratkaisu pienasumiseen. Tämä kaksikerroksinen siirreltävä pienrakennus on suunniteltu ympärivuotiseen käyttöön ja se koostuu kahdesta erillisestä elementistä, ylä- ja alakerrasta. Rakenne mahdollistaa rakennuksen kuljettamisen ja asentamisen eri sijainteihin tarpeen mukaan. Olipa kyseessä väliaikainen toimisto tai majoitustila niin CoolBox tarjoaa monipuolisen ja käytännöllisen vaihtoehdon, joka soveltuu erinomaisesti eri tarkoituksiin. Rakennuksen innovatiivinen ja kestävä suunnittelu tarjoaa käyttäjilleen toimivan ja kestäväan rakennusratkaisun vaativissakin ympäristöissä. Alla olevissa kuvissa on esitelty mikrorakennuksen pohjapiirrustukset.



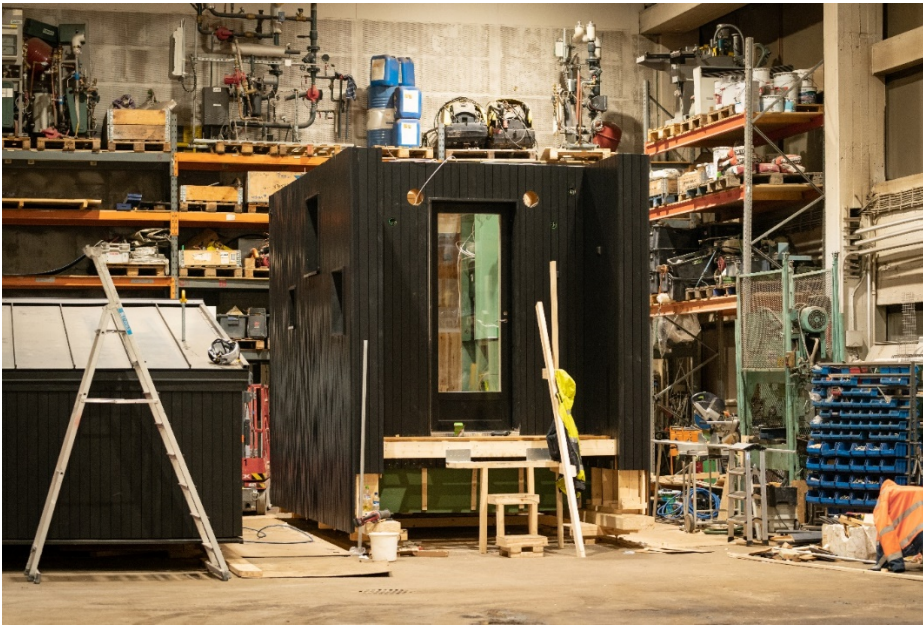
Kuva 1. Pohjapiirustus CoolBox mikrorakennuksen 1. kerroksesta (Rainio 2021)



Kuva 4. CoolBox mikrorakennuksen julkisivukuvat (Rainio 2021)

CoolBoxin rakennusvaihe

Mikrorakennuksen rakentamisvaiheessa kiinnitettiin huomiota sään vaikutuksiin ja suojaukseen. Rakentaminen tapahtui kuivassa hallissa, mikä varmisti, etteivät sääolosuhteet viivyttäneet tai vaikuttaneet rakennusprosesseihin. Huolellisesti edennyt rakennusprojekti sisätiloissa varmisti mikrorakennuksen laadukkaan ja säänkestävän lopputuotoksen. Rakennusmateriaaleja ja elementtejä ei altistettu sateelle, lumelle tai kylmyydelle ja se takasi rakentamisen jatkuvuuden olosuhteista huolimatta.



Kuva 5. CoolBox rakentaminen kuivassa hallissa säältä suojassa. Kuva: Niko Pernu

Mikrorakennuksen elementtien siirto tontille oli ajankohtaista, kun elementit olivat julkisivultaan verhoiltu ja kaikki toimenpiteet sään suojauksen osalta olivat valmiita. Rakentamisen tehokkuuden kannalta oli tärkeää, että rakennuselementit saatiin tontille oikeaan aikaan. Ennen elementtien siirtoa tehtiin pienimuotoiset perustamistyöt, mihin kuului kahdentoista TP-600 perustamispilarin sijoittaminen mikrorakennuksen tontille. Perustuspilarien tarkan asennuksen jälkeen, oli elementtien siirron vuoro, joka tapahtui hallitusti ja äärimmäistä tarkkuutta noudattaen. Elementit siirrettiin tontille, jonka jälkeen ne liitettiin tarkasti toisiinsa suunnitelman mukaisesti, nosturia hyödyntäen.



Kuva 6. CoolBox-mikrorakennuksen asentaminen tontille TP-600 perustuspilareiden päälle. Kuva: Niko Pernu

Mikrorakennuksen siirron ja perustuksen jälkeen rakennukseen asennettiin tarvittavat sisärakenteet sekä tekniikka. LVIS-tekniikasta rakennuksessa vastaa Lunos ilmastointijärjestelmä, jonka lisäksi rakennuksen pohjaan on asennettu harmaaavesisäiliö. Tarkemmin mikrorakennuksen sisätilan rakenteista, sekä sisustustrendeistä ja -ratkaisuista seuraavaksi.



Kuva 7. CoolBox-mikrorakennus ulkoapäin kuvattuna. Kuva: Niko Pernu

Mikroasumisen ja sisustuksen trendit maailmalla

Yleisesti asumisen trendeissä maailmalla näkyy tällä hetkellä kodin merkityksen korostuminen. Kotien sisustuksessa panostetaan viihtyvyyteen, mukavuuteen ja kotoisuuteen. Toisaalta tilojen toimivuus ja muunneltavuus ovat nousseet tärkeäksi sisustuksen lähtökohdaksi. Erilaiset toiminnot pyritään suluttamaan muuhun sisustukseen ja hyödyntämään hukkaneliöt esimerkiksi etätyöpisteinä. Monitoimikalusteilla ja tehokkailla säilytysratkaisuilla pystytään tehostamaan tilankäyttöä.

Toinen selkeä sisustuksen trendi on elämyksellisyys, jota voidaan luoda muotojen, värien ja erilaisten pintamateriaalien avulla. Materiaalivalintojen osalta tärkeää on ekologisuus, ja erityisesti laadukkaiden sekä kestävien luonnonmateriaalien käyttö näkyy sisustuksissa laajasti. Ajankohtaisin materiaali tällä hetkellä sisustuksessa on puu, jota käytetään sekä pintamateriaalina että kalusteissa. Puun rinnalle sisustukseen on noussut metalli esimerkiksi siroina putkirunkoina tai yksityiskohtina. Tekstiilien osalta tällä hetkellä suosittuja ovat paksut ja pehmeät tekstuurit, villa sekä muut luonnonmateriaalit. (Rasila 2022.)

Pehmeät ja luonnonläheiset värivalinnat ovat skandinaavisessa sisustuksessa pysyvästi ajankohtaisia, ja niiden avulla voidaan luoda rauhallista tunnelmaa. Tällä hetkellä sisustuksen trendeissä näkyy viitteitä 90-luvun estetiikasta, ja sille ajalle tyypillisistä muodoista sekä

värivalinnoista. Sisustuksessa nähdäänkin nyt paljon pastellivärejä. Muodoista trendikkäitä ovat nousevat, kaarevat ja epäsymmetriset muodot erityisesti verhoilluissa kalusteissa. Yleisesti sisustus saa olla kokeilevaa ja rentoa, ja sisältää persoonallisia sekä yllättäviä elementtejä. (Rasila 2022.)

CoolBox-hankkeen alkuvaiheessa kartoitettiin mikroasumiseen liittyviä erilaisia sisustusvaihtoehtoja ja kalusteratkaisuja jo toteutetuista mikrorakennuskonsepteista. Mikrorakennukset on usein sijoitettu luontoon ja ne pyritään sulauttamaan ympäristöön materiaali- ja värivalintojen avulla. Mikrorakentamisessa puuta käytetään paljon niin rakennusmateriaalina, kuin myös sisustuksessa. Sisustuksessa mikroasumisessa suositaan useimmiten minimalistista tyyliä, johon kodikkuutta ja erilaista ilmettä saadaan aikaan pienillä sisustuksellisilla yksityiskohdilla, kuten valaisimilla, tekstiileillä ja värivalinnoilla. Mikrorakennuksissa on usein myös kiinnitetty huomiota valintojen ekologisuuteen.

Mikroasuminen näkyy trendinä paitsi väliaikaisessa asumisessa ja lyhytaikaisessa majoittumisessa myös pidempiaikaisena asumisratkaisuna ja elämäntapana. Yleinen linja mikroasumisen ratkaisuissa on kaiken mahdollisen tilan hyödyntäminen mahdollisimman tehokkaasti ja monipuolisesti, sekä eri toimintojen yhdistäminen. Tarvittavat toiminnot on usein mietitty, suunniteltu ja sijoitettu tarkkaan. Tilojen monipuolista käyttöä voidaan lisätä monitoimikalusteiden avulla. Lähtökohtaisesti mikroasumisessa säilytystilaa on hyvin rajallisesti, minkä vuoksi monenlaisia fiksuja säilytysratkaisuja ja -kalusteita on kehitetty. Tärkeimpänä yksittäisenä asiana mikroasumisessa esille nousi erilaiset parviratkaisut, jotka mahdollistavat makuutilojen sijoittamisen ylös pois muiden toimintojen tieltä. Toisinaan osa toiminnoista esim. ruokailu, on sijoitettu ulos, mikä ei ole Suomen ilmastossa mahdollista ympäri vuoden. (Ecotinyhouse 2023.)

Mikrorakennuksen sisustusratkaisut

Vaikka pitkäaikaisemmankin pienasumisen kysyntä on viime aikoina lisääntynyt, CoolBox-hankkeen mikrorakennuksen suunnittelussa lähtökohtana pidettiin väliaikaista tai lyhytaikaista käyttöä. CoolBox-hankkeessa teetetyt käyttäjätutkimuksen perusteella mikrorakennuksen todennäköisiä käyttökohteita voisivat olla lyhytaikainen majoittuminen, etätyöpiste, taukotupa ja tukikohta/oleskelupaikka luonnossa. Nämä valittiin myös lähtökohdaksi mikrorakennuksen toimintojen ja sisustuksen suunnittelulle. Käyttäjätutkimuksessa mikrorakennuksen tarvittaviksi toiminnoiksi nousivat päivittäiset tarpeet ja perusmukavuudet: WC, keittiö, yöpymismahdollisuus, vesi (suihku), sähkö ja lämmitys. Lisäksi tutkimuksessa nousi ilmi toive hyivistä verkkoyhteyksistä (WiFi).

Mikrorakennuksen yhtenä lähtökohtana on tilojen muunneltavuus eri käyttötarkoituksiin sisustusta muuttamalla. Sisustukseen suunniteltiin kolme erilaista versiota eri käyttötarkoituksiin. CoolBox-hankkeessa toteutettiin versio, joka sisältää mikrorakennuksen alakerrassa keittiön, etätyöpisteen ja kylpyhuoneen (WC+suihku), sekä parven oleskelua ja yöpymistä varten. Kaksi muuta versiota olivat: 1) 1hlön kausimajoitus keittiöllä ilman etätyöpistettä, jolloin portaiden alla oleva tila hyödynnettiin säilytys/oleskelutilana, ja 2) 3hlön kausimajoitus, jossa keittiön tilalla on kerrossänky, ja portaiden alla oleskelutilaa ja divaani.

CoolBoxin sisustukseen haettiin samaa modernia ilmeikästä linjaa arkkitehtuurin kanssa. Pienen tilan sisustamisessa haasteena voi olla toimivan ja viihtyisän ympäristön luominen. Avainasemassa ovat tehokas tilankäyttö ja kekseliäät säilytysratkaisut. Optimaalisella suunnittelulla voidaan pieneenkin tilaan mahdollistaa paljonkin toimintoja, ja siten lisätä tilan käyttömukavuutta, viihtyisyyttä sekä tilantuntua. Toisaalta tilojen pienuus voidaan kokea myös kotoisana tai idyllisenä. Mikrorakennuksessa epäsymmetrinen harjakatto mahdollisti ilmavan sisätilan ja makuuparven. Tilantuntua lisää myös valokatto, joka luo ylöspäin rajattoman tilantunnun. Yleisesti sisustuksessa pyrittiin suosimaan minimalistista luonnonläheisestä sisustustyylillä, ja ratkaisuja, jotka tukisivat mikroasumisen toimintoja. Luonnonläheisyys näkyy sisustuksessa materiaali- ja värivalintoina. Luonnonmateriaaleilla mikrorakennukseen on saatu luotua kodikkuutta mutta myös laadun tuntua. Materiaalit kestävät aikaa ja ovat ekologisista. Kokolattiamatto ja seiniin sijoitetut akustiikkapaneelit on valmistettu kierrätysmuovista. Kokolattiamatossa on lisäksi ilmanlaatua parantavia ominaisuuksia.

Kalusteet ja yksityiskohdat on mietitty huolellisesti yhteensopiviksi tilan muiden elementtien kanssa. Kalusteiden osalta pienen tilan sisustuksessa tärkeää on valita huonekaluja, joita voidaan muunnella käyttötarkoituksen mukaan. Mikrorakennuksen parvella oleva sohva muuntuu helposti sängyksi, ja peitot sekä tyynyt on suunniteltu sijoitettavaksi isojen koristetyynyjen sisälle. Toimintoja on yhdistetty sijoittamalla portaisiin säilytystiloja ja integroitu työpiste.

Sisäseinien mustalla sävyllä haluttiin luoda mikrorakennukseen turvallinen pesämäinen tunnelma. Tummillä seinillä haluttiin myös korostaa erityistä valaistusratkaisua katossa. Portaiden väri puolestaan valittiin yhtenäiseksi seinän värin kanssa, jotta ne sulautuisivat siihen mahdollisimman hyvin. Muuten värivalinnoissa näkyy tämän hetken trendien vaikutus. Sisustuksessa on käytetty luonnonläheisiä sävyjä ja pastellisävyjä. Akustiikkapaneelien ja seinävalaisimien suunnittelussa on nähtävissä viitteitä 90-luvun estetiikasta. Kaikki kalusteet, seinävalaisimet ja peilivalaisimet ovat uniikkeja mikrorakennukseen suunniteltuja elementtejä. Mikrorakennus sisältää myös paljon teknologisia ratkaisuja ja antureita. Sisustuksellisesti teknologia on piilotettuna rakenteisiin, jottei se riko idylliä ja tunnelmaa. Johdot ja kaapelit on piilotettu pois näkyvistä, millä on saatu selkeytettyä tilan yleistä ilmettä.



Kuva 8. CoolBox-mikrorakennus yläkerrasta kuvattuna. Kuva: Niko Pernu

Mikrorakennuksen keittiö ja kylpyhuone

Mikrorakennuksen keittiön ja kylpyhuoneen suunnittelu edellytti tilankäytön optimointia. Valintojen tuli olla harkittuja, jotta kokonaisuudesta saatiin käytännöllinen ja toimiva. Vaikka tilat ovat pieniä, haluttiin niiden kuitenkin tarjoavan kaikki tarvittavat mukavuudet pidempään majoitukseen. Mikrorakennukseen tehtiin keittiö, jonka toiminnot kattavat 1-2 henkilön majoittumisen tarpeet. Keittiöön valittiin kompaktit laitteet: pienikokoinen sähkökäyttöinen jääkaappi, mikroaaltouuni, ja kaasulla toimiva keittotaso. Jääkaappi ja mikroaaltouuni on integroitu aamiaiskaapin sisään, jonne voidaan sijoittaa myös kahvinkeitin ja leivänpaahdin.

Keittiökalustemateriaalina on käytetty laminoitua vanerilevyä, joka on huomattavasti kestävämpi, kuin yleisesti käytetty lastulevy. Keittiön altaan materiaali on muovikomposiittia. Materiaalivalinnoissa huomioitiin mahdollisuus mikrorakennuksen liikuteltavuuteen. Kaapistojen rungot ja ovet sekä keittiön tasot ovat samaa ja saman vahvuista materiaalia. Ovissa ei ole kahvoja eikä muita ulokkeita, vaan laatikostot avautuvat painomekanismilla. Näillä ratkaisuilla saatiin aikaan skandinaavista selkeää ja minimalistista ilmettä. Keittiön kaapistoihin valittiin vihreä väri tuomaan kokonaisuuteen raikkautta ja luonnonläheistä tunnelmaa. Samaa linjakkaaseen muotokieleeseen ja estetiikkaan yhdistyy musta keittiön allas, joka on upotettu mustaan keittiöntasoon.

Kylpyhuoneeseen haluttiin käymälä ja peseytymismahdollisuus. Mikrorakennukseen valittiin Biolan Cinderella Comfort polttava WC, joka on helppokäyttöinen ja täysin vedetön käymälä. Polttava WC vei ison osan kylpyhuoneen pinta-alasta, joten lavuaariksi valittiin mahdollisimman pieni ja yksinkertainen seinään kiinnitettävä lavuaari. Kylpyhuoneen seiniin valittiin ekologinen Fibo-järjestelmä, joka voidaan kiinnittää suoraan CLT-elementtiin. Fibo-paneelit tekevät kylpyhuoneesta vesitiiviin, ja niiden käyttäminen voi valmistajan mukaan

pienentää hiilijalanjälkeä jopa 45 prosenttia verrattuna perinteiseen vesieristykseen ja laatoitukseen. Sileät paneelit on helppo asentaa ja helppo pitää puhtaana. Väriksi valittiin vaalea lämmin beige (sävy: white sand), jolla saatiin tilan tuntua ja pehmeyttä pieneen kylpyhuoneeseen. Vastapainoksi sileille seinille valittiin lattialaataksi pieni mosaiikkilaatta, jolla haluttiin elävöittää kylpyhuoneen ilmettä. Väriksi valittiin seinien sävyyn sopiva vaalea terrakotta.

Keittiöön ja kylpyhuoneeseen valittiin mattamustat (Väri: INXX) vesihanat Moran tuotepiheestä. Tällä haluttiin luoda yhtenäisyyttä tilojen sisustukseen. Valittu malli on elegantti ja ajaton, edustaa hillittyä muotoilua ja sopii hyvin skandinaaviseen sisustukseen. Tilan säästämisen vuoksi kylpyhuoneen ja oleskelutilan väliin suunniteltiin väliseinän sisään integroitu liukuovi. Liukuoven avaaminen ei vie lattiapinta-alaa, minkä vuoksi se sopii erinomaisesti pieneen tilaan.



Kuva 9. Mikrorakennuksen kylpyhuone. Kuva: Niko Pernu

Mikrorakennuksen sisäportaat ja säilytysratkaisu

Mikrorakennuksen portaat sekä parven kaide on suunniteltu ottaen huomioon rakennuksen pieni koko sekä sisäportaiden rakentamiselle ja turvallisuudelle asetetut rakentamismääräykset. Huomioon on otettu myös elektroniikka ja parven kaiteeseen osaksi rakennetta on integroitu rakennuksen valonohjausjärjestelmä.

Määräysten, jotka koskevat asuinhuoneistoja tai majoitustiloja mukaan askelkorkeuden yläraja asunnon sisäisessä portaikossa on 190mm. Askelkorkeudella tarkoitetaan kahden portaan välillä olevaa pystysuoraa mitta. Tämän lisäksi rakennusmääräysten mukaisesti etenemä portaissa on oltava vähintään 250mm. Etenemä on kahden askelman etureunojen välinen mitta. Parven osalta määräykset säätelevät, että kaiteessa ei saa olla vaakasuoria rakenteita tai kuvioita, koska nämä mahdollistivat kiipeämisen. Kaiteen on lisäksi ulotuttava

vähintään 700 mm:n korkeuteen tasanteen tai askelman pinnasta. Turvallisuuden vuoksi kaiteiden pinnan väleille ja askelmien vapaille väleille on asetettu 100mm enimmäisraja. Kaide on rakennettava silloin, kun porrastasanteen putoamiskorkeus ylittää 500mm tai on olemassa putoamisen vaara. (Rakentaja 2015.)

Mikrorakennuksessa lähtökohtana oli portaiden sijoittaminen niin, että ne vaikuttavat mahdollisimman vähän tilan muuhun käytettävyyteen. Portaisiin on mahdollista sisällyttää myös monikäyttöisiä ratkaisuja kuten valaistusta ja säilytystilaa. Mikrorakennuksessa tilan pienuudesta ja rakennusmääräyksistä johtuen toiveena oli, että portaisiin voitaisiin yhdistää myös muita toiminnallisuuksia. Portaot suunniteltiin yhteistyössä Lappiporras Oy:n kanssa.

Mikrorakennuksessa säilytystilaa on vähän, minkä vuoksi portaiden askelmien alle suunniteltiin sivulle kääntyvät säilytyslaatikot. Lisäksi portaiden alle sijoitettiin portaisiin integroitu työskentelytaso, joka on mahdollista kääntää pois tieltä silloin kun se ei ole käytössä. Porrasaskelmien ja reisilankun materiaaliksi valittiin suomalainen koivu, joka on kestävä ja mahdollisesti portaiden kevyemmän rakenteen. Portaiden kaiteet tehtiin metallipinnakaiteina, joiden päällä on koivusta valmistettu käsijohde. Kaiteista haluttiin mahdollisimman kevyet ja ilmavat, jotta ne eivät ole liian hallitsevat pienessä tilassa. Kaideratkaisu voidaan myös irrottaa mahdollisen mikrorakennuksen siirron ajaksi. Portaiden väriksi valittiin sama musta sävy, joka on mikrorakennuksen sisäseinien paneloinnissa.



Kuva 11. Portaisiin sijoitettu säilytysratkaisu. Kuva: Niko Pernu

Mikrorakennuksen valaistus aukotuksen ja luonnonvalon avulla

Tilasuunnittelun yhteydessä valaistuksen suunnittelulla ja toteutuksella voidaan vaikuttaa merkittävästi tilan tuntuun, käytettävyyteen ja toiminnallisuuteen sekä tunnelmaan. Pienten tilojen suunnittelussa valaistuksen huomioiminen on erityisen tärkeää. Luonnonvaloa kannattaa hyödyntää valaistuksessa mahdollisimman hyvin. Usein pienessä tilassa kuitenkin on vähemmän luonnonvaloa, joten varsinaisen valaistuksen suunnittelu on avainasemassa. Valaistus kannattaa huomioida myös muussa sisustussuunnittelussa. Vaaleilla väreillä voidaan lisätä vaikutelmaa valoisuudesta, ja heijastavat pinnat ja peilit auttavat valon heijastamisessa. Peileillä valoa voidaan heijastaa ympäri huonetta ja niiden avulla voidaan luoda visuaalista syvyyttä pieneen tilaa.

Arkkitehtuurista sekä valaistuksesta puhuttaessa aukotus ja luonnonvalo liittyvät usein toisiinsa. Aukotus viittaa rakennuksen suunnitteluun ja luonnonvalon pääsyyn sisätiloihin. Aukotus on myös arkkitehtoninen elementti, joka voi lisätä rakennuksen visuaalista vetovoimaa ja antaa persoonallista ilmettä. Aukotusta toteutetaan ikkunoilla, ikkunallisilla ovilla, lasiseinillä ja kattoikkunoilla. Ikkunoiden koko, sijainti ja suunta vaikuttavat siihen, kuinka paljon luonnonvaloa tulee sisään, ja luonnonvaloa voidaan lisätä lisäämällä ikkunoiden määrää ja pinta-alaa. Aukotus on hyvä suunnitella niin, että luonnonvaloa saadaan tasaisesti kaikkiin sisätiloihin. Tavoitteena on yleensä hyödyntää päivänvaloa mahdollisimman tehokkaasti, mikä voi parantaa myös rakennuksen energiatehokkuutta vähentämällä sähkövalaistuksen tarvetta. Toisaalta aukotuksessa huomioidaan myös liiallisen auringonvalon mahdollisesti aiheuttama tarpeeton lämpeneminen ja häikäisy sisätiloissa. Luonnonvalolla voidaan myös luoda hyvää tunnelmaa, lisätä viihtyvyyttä, parantaa toiminnallisuutta ja vaikuttaa asukkaan hyvinvointiin.

Mikrorakennuksessa aukotus on toteutettu oleskelutilojen yhdellä isolla ikkunalla ja ikkunallisella ovella, joiden lisäksi porrassseinällä on kaksi pienempää ikkunaa, kylpyhuoneessa yksi pieni ikkuna ja oleskeluparvella kolme pientä ikkunaa. Yksi parven ikkunoista toimii myös hätäpoistumistienä. Aukotuksen sijoittelulla ja erikokoisilla ikkunoilla

on haettu arkkitehtonista rytmiä ulkoseiniin. Ikkunoiden sijoittelu on mahdollistanut myös luonnonvalon kaikkiin mikrorakennuksen tiloihin. Luonnonvaloa tulee monesta eri suunnasta ja eri vuorokauden aikoina. Suurin ikkuna on sijoitettu keittiöön, ja sieltä tuleva luonnonvalo valaisee hyvin oleskelutilat. Toisaalta pienemmät ikkunat parvella eivät päästää liikaa valoa nukkumatiloihin edes kesän valoisina öinä. Parvelle ja keittiön suureen ikkunaan ja ikkunalliseen oveen on suunniteltu lisäksi pimennysverhot. Ikkunoiden kokoa rajoittamalla on pyritty myös rajaamaan turhaa lämmityksen ja viilennyksen tarvetta ja energiahukkaa. Oleskelutilojen iso ikkuna ja ovi lisäävät tilan tuntua ja tuovat luonnon lähelle.

Valaistuksen suunnittelu

Valaistuksen suunnittelussa tärkeää on huomioida valaistuksen jakaminen tasaisesti koko tilaan niin ettei synny häiritseviä varjoja. Erityisesti työtiloissa ja keittiössä täytyy huolehtia riittävästä valaistuksesta. Valonlähteiksi on suositeltavaa valita energiatehokkaat ja kirkaat LED-valot. Himmennettävillä valaisimilla valon voimakkuuden ja valaistuksen värin säätö voidaan toteuttaa portaattomasti tilanteen ja tarpeen mukaan. Valaistuksen voimakkuutta voidaan säätää myös erilaisia valaistuslähteitä käyttämällä.

Irtovalaisimilla voidaan korostaa tiettyjä alueita ja luoda tunnelmaa. Katto-, seinä- ja pöytävalaisimet voivat lisäksi toimia koristeellisina elementteinä, ja niillä voidaan korostaa haluttua tyyliä ja persoonallisuutta. Pienissä tiloissa voi kokeilla myös rohkeasti erilaisia valaistusratkaisuja, kuten led-nauhoja, epäsuoraa valaistusta ja erikoisvalaisimia luomaan ainutlaatuista tunnelmaa.

Oleskelutilojen yleisvalaistus & Barrisol valokatto

Oleskelutilojen yleisvalaistus on toteutettu koko sisäkaton kokoisella Barrisol-järjestelmällä. Barrisol-järjestelmä mahdollistaa valaistuksen kirkkauden ja värin säädön portaattomasti. Kylpyhuoneen valaistus on toteutettu epäsuoralla valaistuksella peiliin ja seiiniin sijoitettujen led-nauhojen avulla. Lisäksi mikrorakennuksen keittiössä ja portaikossa on uniikit seinävalaisimet, joissa on matalaenergiset lämpimänsävyiset LED-polttimot. Seinävalaisimet on lisätty tuomaan kotoisaa lämmintä tunnelmaa. Kylpyhuoneen valaisimissa ja seinävalaisimissa on portaaton himmennin. Valaisimien säädöille ei ole rakennuksen sisäseinissä erillisiä kytkimiä vaan kaikki valaistuksen säätö tapahtuu mikrorakennuksen käyttöliittymästä tabletilla.

Barrisol-järjestelmää käytetään pääasiassa valokattojen ja -seinien toteuttamiseen. Barrisol-tuotteilla voidaan toteuttaa myös kirkasvaloelementtejä, ja lisäksi Barrisol-vuotaa voidaan hyödyntää kuvan projisointiin. Barrisol-tuotteet ovat ekologisia. Barrisol stretch katto -vuodot ja asennuslistat ovat 100 prosenttia kierrätettävää materiaalia ja myös tuotantoprosessissa on kiinnitetty erityistä huomiota ympäristöystävällisyyteen. Teknisten ominaisuuksien ansiosta tuotteet ovat pitkäikäisiä, energiatehokkaita ja helppohoitoisia. Pintamateriaali on kestävä ja sitä onkin käytetty paljon julkisten tilojen valaistuksen toteuttamisessa. Barrisol -sisäkattotuotteet voidaan irrottaa ja uudelleen kiinnittää paikoilleen. (Barrisol 2023.)

Barrisol-valokatto edustaa minimalistista estetiikkaa, mikä sopii hyvin pienen tilan sisustukseen. Mikrorakennuksessa Barrisol-valokatto antaa tilantuntua ja avaruutta korkeussuunnassa. Riippuvalaisimet sopivat yleensä korkeaan tilaan, mutta

mikrorakennuksessa niiden toteuttaminen olisi ollut haasteellista pienen tilan ja oleskeluparven vuoksi. Barrisol-järjestelmässä valon väriä tai kirkkautta muuttamalla tilaan on mahdollista luoda erilaisia tunnelmia esim. korostaa rauhoittavaa pesämäistä vaikutelmaa. Barrisol-järjestelmällä voidaan ohjelmallisesti toteuttaa myös sirkadiaaninen valaistus, joka myötäilee päivärytmiä. Tällä voidaan vaikuttaa käyttäjän vireystilaan ja parantaa hyvinvointia erityisesti kaamosaikana. Barrisol-sisäkatolla voidaan vaikuttaa myös tilan akustiikkaan, sillä materiaali estää jälkikaikuja ja karsii pois korkeita ääniä.

Lopuksi

CoolBox-mikrorakennus on kokonaisuudessaan erittäin siisti, moderni ja kompakti kokonaisuus, mihin on mahdollisuus tutustua Rovaniemen Lapin ammattikorkeakoulun kampuksella. Projektista sen eri vaiheineen voi kirjoittaa vaikka kokonaisen kirjan, mutta tässä artikkelissa lyhyt katsaus mikrorakennuksen eri vaiheista viimeistelyineen. Lisää tietoa, kuvia ja muuta mikrorakennukseen liittyvää esittelymateriaalia löydät verkosta CoolBox:n nimellä.

Lähteet

Barrisol 2023. Barrisol sisäkatto-tuotteet. Verkkosivusto. Viitattu 26.8.2023

<https://www.barrisol.fi/fi/barrisol-tuotteet>

Ecotinyhouse 2023. Tiny stuff. Blogs. Verkkosivusto. Viitattu 25.8.2023 <https://ecotiny.house/tiny-stuff/blog>

Rakentaja 2015. Turvalliset ja käyttötarkoituksen mukaiset portaat. Verkkosivusto. Viitattu 26.8.2023

https://www.rakentaja.fi/artikkelit/12058/turvalliset_ja_kayttotarkoituksen_mukaiset_portaat.htm

Rasila, M. 2022. Sisustustrendit 2022: puuta, orgaanisia muotoja ja väreillä leikittelyä. Finnish Design Shop.

Verkkosivusto. Viitattu 23.8.2023 <https://www.finnishdesignshop.fi/design-stories/pinnalla/sisustustrendit-2022-puuta-ja-vareilla-leikittelya>

Energiatehokkuutta simulaatioissa ja siirrettävässä rakentamisessa

Niko Pernu & Vesa-Matti Ruismäki

Rakennusten energiasimulointi

Vuoden 2021 alusta lähtien rakennusten pitää olla energiatehokkuudeltaan lähes nollaenergiarakennuksia. Tämän taustalla on EU:n energiatehokkuusdirektiivi. Energiatehokkuusdirektiiviä ollaan tiukentamassa päästöjen osalta ja uusi energiatehokkuusdirektiivi on osa laajempaa "Fit for 55" ilmastopakettia. EU-parlamentti on hyväksynyt kantansa tähän direktiiviin 14.3.2023. Direktiivi saa lopullisen muotonsa kolmikantaneuvotteluissa, joiden on tarkoitus käynnistyä keväällä 2023. Rakennusten energiatehokkuutta käsitellään Ympäristöministeriön asetuksella 1010/2017. (Sandberg, Vuolle & Heinonen 2014, 447; Ympäristöministeriö, viitattu 5.6.2023)

Energiatehokkuuden tukemiseksi ja arvioimiseksi on kehitetty useita simulaatio-ohjelmia. Näiden ohjelmien avulla voidaan arvioida uuden rakennuksen energiankulutusta ja vertailla erilaisia käyttöstrategioita. Energiasimulointien avulla pystytään myös arvioimaan erilaisten saneeraustoimien vaikutusta. Tällaisia ohjelmia ovat mm. BLAST, DOE-2, IDA-ICE ym. (Karjalainen, Kärki, Salisbury & Reima 1999, 7)

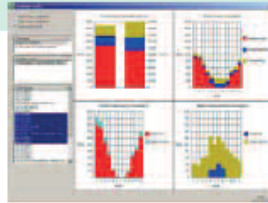
Rakennussimulointiohjelmien avulla tehdään erilaisia LVI-järjestelmien sekä olosuhteiden tarkastelua. Näissä tarkasteluissa hyödynnetään rakennusten tietomallia. Simulointiohjelmia hyödynnetään mm. hankesuunnittelussa, jossa tehdään olosuhdelaskentoja, joilla saadaan tuettua uusien rakennusten energiatehokkuutta. Energiasimulointia onkin hyvä suorittaa erityisen energiatehokkaissa rakennuksissa tai sellaisissa kiinteistöissä, joissa on erityisen vaativat sisäolosuhteet. Ehdotussuunnitteluvaiheessa voidaan tehdä alustavat simuloinnit. Tällöin voidaan selvittää esimerkiksi erilaisten aurinkosuojausten vaikuttavuus. Simuloinnin tuloksia voidaan käyttää hyväksi lähes kaikissa energiaselvitykseen kuuluvissa osaluissa. Energiasimuloinnin hyödyntämistä voidaan käyttää kuvan 1 mukaisissa vaiheissa. (Sandberg ym. 2014, 457-459)



Olosuhteet



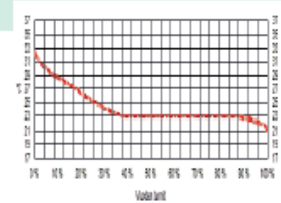
- Tavoitteiden asettamista tukevat olosuhdelaskelmat



- Vaihtoehtojen vertailut, mm. aurinkosuojaus
- Ratkaisun valinta ja tavoitteiden päivitys



- Valitun ratkaisun tarkentaminen
- Ilmastointitarpeet: ilmavirrat, jäähdytys- ja lämmitys-tehot

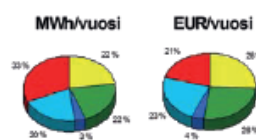


- Energiaselvitys
 - Kesäaikaiset huonelämpötilan pysyvyydet

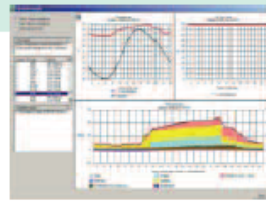
Energiankulutus



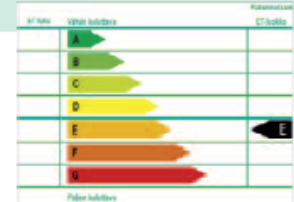
- Tavoitteiden asettamista tukevat energiankulutuslaskelmat
- Korjausrakentamisessa inventointimallia hyödyntäen



- Vaihtoehtojen vertailut, mm. julkisivut, tekniset järjestelmät
- Ratkaisun valinta ja tavoitteiden päivitys



- Valitun ratkaisun tarkentaminen
- Rakennuksen energiankulutusarvion laskenta



- Energiaselvitys
 - Kok. energiankulutus (E-luku)
 - Lämpöhäviöiden tasauslaskenta
 - Lämmitysteho mit. tilanteessa
 - Energiatodistus

Lähtötiedot

- Arkkitehdin vaatimusmalli
- Inventointimalli tai tila-/tilaryhmämalli

- TATE-vaatimusmalli
- Arkkitehdin tila- tai tilaryhmämalli
- Ikkuna-aukotusten puuttuessa tieto ikkunaosuuksista (%)

- Arkkitehdin tila- tai rakennusosamalli
- Rakenne-, ovi-, ja ikkunatyypitiedot

- Arkkitehdin tila- tai rakennusosamalli
- Rakenne-, ovi-, ja ikkunatyypitiedot
- Rakennusosakohittaiset laajuustiedot

Kuva 1. Energia-analyysien vaiheet hankkeissa (RT-Tietokanta 2012)

Laskentamenetelmät

Energiatehokkuuden laskemiseen käytettävät laskentamenetelmät ovat joko yksinkertaisia tai dynaamisia simulointimalleja. Laskentamenetelmissä on otettava huomioon asetuksen 1010/2017 8§ mukaiset tekijät. (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017 8§)

Yksinkertaistetut menetelmät

Astepäivälukuun perustuva menetelmä on yksinkertaisin menetelmä arvioida erilaisten rakennusten lämmitykseen tarvittavan energian kulutusta. Yleensä tässä laskentamenetelmässä käytetään sisälämpötilana +17 °C. Kun ulkolämpötila laskee alle +12 °C, katsotaan lämmityskausi alkaneeksi. Lämmityskausi loppuu vuorokauden keskilämpötilan noustessa +10 °C. Niin sanotun ilmaisenergian katsotaan lämmittävän rakennusta n. 3 °C. Tähän kuuluvat ihmiset, laitteisto, valaistus sekä rakennuksen muut mahdolliset lämpöenergian lähteet. "Rakennusosan läpi johtuva lämpövirta lasketaan suoraan sisä- ja ulkoilman väliseen lämpötilaeroon perustuen rakennusosan lämmönläpäisykertoimen ja pinta-alan avulla." Aikaisemmin on käytetty myös ns. parannettua astepäivälukumenetelmää, jossa rakennusmääräyskokoelman osassa D5 esitetään menetelmä energian tarpeen laskemista varten. Tämä on korvattu nykyisin asetuksella 1010/2017. (Karjalainen ym. 1999, 11)

Dynaamiset menetelmät

Dynaamiset menetelmät voidaan jakaa simulointimallien mukaan joko lämpötasemenetelmiin tai painokerroinmenetelmiin. Tilojen pintojen ja sisäilman lämpötaseista saadaan ratkaistua samanaikaisesti yhtälöryhmä, joka ratkaistaan lämpötasemenetelmässä. Tällä tavoin saadaan yhdistettyä rakennuksen jokaisessa kohdassa auringon säteily, kuormat ja ulkolämpötila. Tätä kautta saadaan laskettua koko rakennuksen lämpö tasapaino. Lämpötasemenetelmiä ovat mm. Differenssimenetelmä, pulssivastekerroinmenetelmä, Z-siirtofunktiomenetelmä ja "lumped capacitance"-menetelmä. (Karjalainen ym. 1999, 11-12)

Painokerroin menetelmässä otetaan huomioon huoneen jokainen erillinen lämmitys- ja jäähdystystehoon vaikuttava parametri ja jokaiselle tällaiselle parametrille on oma painokerroin. Yksinkertaistetusti menetelmä toimii seuraavasti:

1. Lasketaan parametrien painokertoimet tai käytetään valmiita kertoimia.
2. Lasketaan ajan funktiona sisäilman tehon tarve ja summataan parametrien vaikutukset
3. Lasketaan todelliset lämmitys- ja jäähdystystehot
4. Lasketaan sisälämpötilan ajallinen käyttäytyminen painokertoimien sekä säätötavan perusteella.

(Karjalainen ym. 1999,12-13)

CoolBox-mikrorakennuksen energiasimulointi

Coolbox-hankkeen energiasimulointi toteutettiin IDA-ICE ohjelmalla. IDA-ICE ohjelma on suunniteltu rakennusten energiasimulointien toteuttamiseen. Mikro-rakennuksesta tehtiin piirustuksista ArchiCAD-ohjelmistolla kolmiulotteinen malli, joka siirrettiin .ifc formaatissa IDA-ICE ohjelmistoon. Energiasimuloinnista tehtiin aluksi perustilan simulointi, jonka jälkeen muutettiin yhtä valittua parametriä vaikutuksen arvioimiseksi.

Simuloinnin sijaintina sekä ilmastoprofiilina käytettiin Sodankylää (2012). Oletuksena simuloinnin tuloksille oli, että rakennus tulee olemaan erittäin lämmin. Oletukseen johti rakennuksen erittäin hyvä energiatehokkuus sekä suhteellisen suuret sisäiset lämmönlähteet. Simuloinnissa toteutettiin ensin ns. perustilanne, jossa luotiin käyttäjäprofiili asukkaiden läsnäolosta, tekemisestä sekä laitteistojen käytöstä. Tämän profiilin luomisen jälkeen simuloitiin perustilanne. Simuloinnin antama rakennuksen viihtyvyyssindeksi alla taulukossa 1.

Taulukko 1. Rakennuksen viihtyvyyssindeksi.

Niiden tuntien osuus, jolloin operatiivinen lämpötila on yli 27 °C lämpimimmässä vyöhykkeessä	99 %
Niiden tuntien osuus, jolloin operatiivinen lämpötila on yli 27 °C keskimääräisessä vyöhykkeessä	99 %
Niiden tuntien osuus, jolloin vallitsee tyytymättömyys lämpöoloihin	95 %

Simuloinnin tuloksena huomattiin, että käytetyllä käyttäjäprofiililla ei käytännössä tarvita ulkopuolista lämmitysenergiaa. Lämpimän käyttöveden, henkilöiden ja laitteiden tuottama energia riittää pitämään rakennuksen lämpimänä myös talviaikaan. Simuloinnin tuloksissa perustilanteen ongelmaksi tulee kesäaika. Parhaimmillaan rakennuksessa on 69 °C lämmintä. Alla kuva 3 ja 4 mikrorakennuksen lämmönlähteistä.



Kuva 2. Mikrorakennuksen lämmönlähteet.

Sisäisten lämmönlähteiden osuudet / vrk



- Aina päällä
- Jääkaappi
- Valaistus
- Valopaneeli
- Kaasuliesi
- Televisio
- Mikroaaltouuni

Kuva 3. Mikrorakennuksen lämmönlähteiden osuudet.

Kuten kuviosta voidaan huomata, merkittävimpana lämmönlähteenä erottuu kaasulieden käyttö, joka aiheuttaa valtavia piikkejä lämpökuormassa. Työpäivän aikana käytettävät tietokoneet sekä iltaisin käytettävä valopaneeli tuottavat merkittävän määrän lämpöä. Henkilöiden osuus lämpökuormasta on myös merkittävä. Käyttäjäprofiilista sekä laitteistosta toteutettiin myös seuraava vaihtoehdot verrattuna perustilanteeseen.

1. Rakennusta käytetään vain viikonloppuisin
2. Rakennusta käytetään vain arkisin
3. Rakennus on täysin tyhjänä
4. Kaasulieden teho puolitettu
5. Kannettavien tietokoneiden teho puolitettu
6. Kaasulieden sekä kannettavien teho puolitettu
7. Ilmanvaihdon (IV) lämmön talteenotto (LTO) kytketty kaikista kolmesta IV-koneesta pois
8. Ilmanvaihdon LTO on päällä vain yhdessä IV-koneessa
9. IV nostettu kaksinkertaiseksi
10. Seinien eristepaksuuksia muutettiin seuraavasti
 - a. seinän eristevahvuus 0,2 m -> 0,1 m
 - b. yläpohjan eristevahvuus 0,4 -> 0,25 m
11. Jäähdytyslementin lisäys mikrorakennukseen

Simulointivaihtoehdoista suurin parannus sisäolosuhteisiin saatiin vaihtoehdolla 6. Tällä vaihtoehdolla olosuhteet paranivat perustilanteesta, kuvan 5 lähtökohdista 17 prosenttia. Lisäksi ilmanvaihdon LTO pois kytkemisellä (vaihtoehto 7) saatiin aikaan 12 prosentin

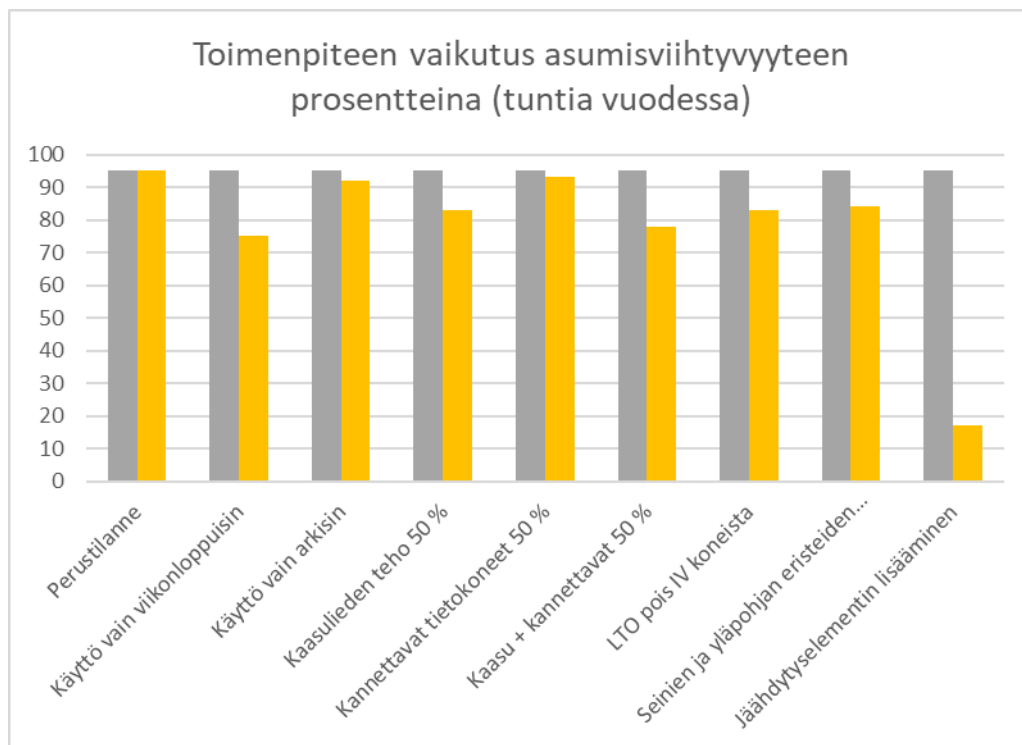
parannus perustilanteeseen nähden ja vaihtoehdolla 10 parannettiin olosuhteita 11 prosenttia.

Näillä simulointituloksilla sisäolosuhteet eivät tule riittävällä tasolle. Jäähdytyslementin lisäämisellä olosuhteet saadaan paranemaan merkittävästi, kuten kuvasta 6 voidaan todeta.

Taulukko 2. Tyytymättömyys lämpötiloihin prosentteina.

Niiden tuntien osuus, jolloin operatiivinen lämpötila on yli 27 °C lämpimimmässä vyöhykkeessä	15 %
Niiden tuntien osuus, jolloin operatiivinen lämpötila on yli 27 °C keskimääräisessä vyöhykkeessä	15 %
Niiden tuntien osuus, jolloin vallitsee tyytymättömyys lämpötiloihin	17 %

Tästä huomataan vielä, että 17 prosenttia vuoden tunteista vallitsee tyytymättömyys lämpötiloihin. Tämä johtuu kaasulieden käytön tuottamista suurista, hetkellisistä lämpökuormista. Nämä lämpökuormat saadaan pois asentamalla liesituuletin, joka johtaa suuren osa kaasulieden tuottamasta lämmöstä ulos.



Kuva 4. Tyytymättömyys lämpötiloihin.

Irti verkosta OffGrid-proton turvin

Tavanomaisesti rakennus liitetään osaksi kunnallistekniikkaa sähkön, veden ja viemäröinnin osalta. CoolBox-hankkeessa rakennetun mikrorakennuksen ominaisuuksista erityisesti liikuteltavuus haastaa perinteistä kunnallistekniikan hyödyntämistä. Myös eri käyttöskenaariot ja rakennuksen monipuoliset hyödyntämismahdollisuudet voivat edellyttää

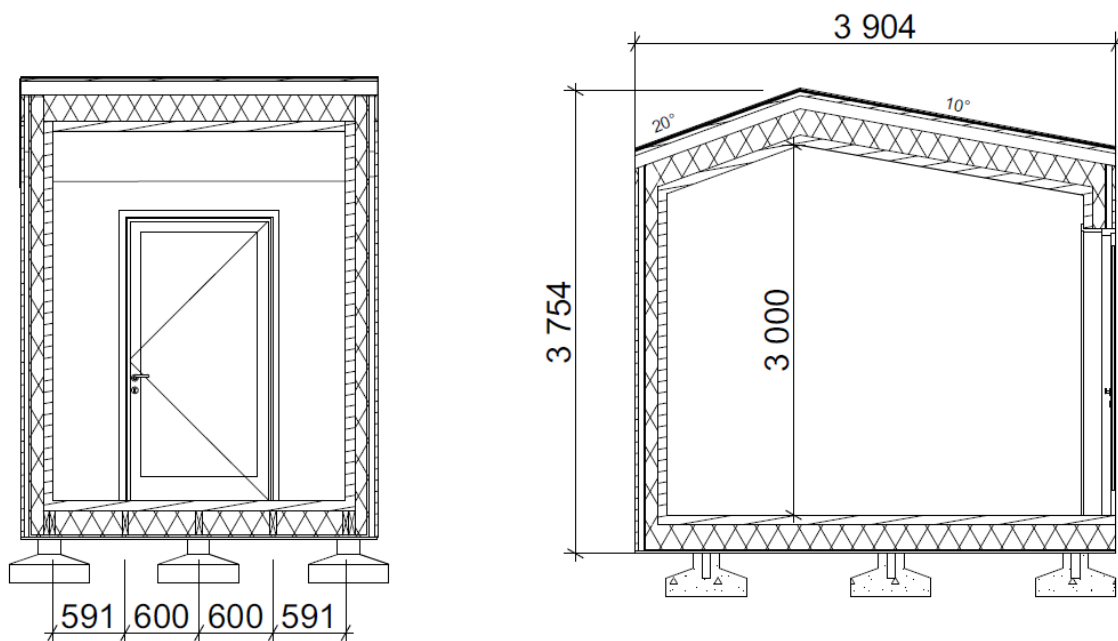
toimintaa myös tavanomaista rakennuskantaa palvelevan infraverkoston ulkopuolella. Vielä vuonna 2022 elää ilman sähköä 775 miljoonaa ihmistä, ja lukumäärä on ensimmäistä kertaa seurannan aikana kääntynyt kasvuun (IEA 2022). Tarve OffGrid-järjestelmille verkon ulkopuolelle ja syrjäisille seuduille on tunnistettu (Prevedello et al 2021), sillä verkkoihin liittyminen edellä mainituissa tilanteissa voi usein olla sekä teknisesti että taloudellisesti haastavaa, kannattamatonta tai jopa mahdotonta. Myös maankäyttöön ja ympäristönsuojeluun liittyvät tekijät voivat haastaa veden ja sähkön tuontia kiinteistöille. Lisäksi rakennuksen käyttö useissa sijainneissa korostaa tarvetta joustavammille, rakennuksen mukana liikuteltaville ratkaisuille, jotka mahdollistavat rakennuksen täysimittaisen käytön täyttämällä perinteisen kunnallistekniikan roolia.

Edellä mainittuun tarpeeseen vastaten CoolBox-hankkeen yksi prototyypeistä onkin OffGrid-proto, jonka tarkoituksena on tarjota käyttöön vaadittava lämpö, sähkö ja vesi käyttöpaikasta ja -ajankohdasta riippumatta jopa neljälle mikrorakennukselle. OffGrid-yksikön toiminnan keskiössä on ekologinen energian tuotanto pohjoisessa toimintaympäristössä läpi vuoden mahdollisimman pienin ympäristövaikutuksin. Energiantuotannon ekologisuuden lisäksi OffGrid-yksikkö jättää sijoitusympäristöönsä perinteistä perustamista ja kunnallistekniikkaa pienemmän jäljen, sillä sen sijoitteluun ei useimmissa sijainneissa tarvita esimerkiksi maatöitä.

Rakennuksen pääasialliset, paikalliset energiantuotantolaitteet ovat 2460 watin nimellistehon omaavat aurinkopaneelit sekä 500 watin tehoinen pystytuulivoimala. Erityisen haasteen energian kannalta muodostaa talvi ja kaamosaika, jolloin aurinkoenergiaa ei tuoteta käytön kannalta merkittäviä määriä. Samalla kovimpien pakkasten aikaan energiantarve on suurimmillaan, kun taas tuulienergiantuotanto on heikkoa. OffGrid-protossa kaamosajan energiantuotantoon, ja ylipäätään CoolBox-rakennuksen muodostaman energiantarpeen, ja OffGrid-proton tuottaman energian kohtauttamiseksi energiaa säilötään sähkönä kapasiteetiltaan noin 32 kilowattitunnin akustoon, mutta myös lämpönä 1000 litran lämminvesivaraajaan. Näin saadaan minimoitua ostoenergian tarve, mutta myös talteen mahdollisimman suuri osuus yksikön tuottamasta energiasta. Yksikössä on myös mahdollisten häiriötilanteiden varalta 5,2 kilowatin biodieselgeneraattori, jolla voidaan paikata energiantarvetta verkoston ulkopuolella lyhyitä ajanjaksoja. Myös metanolipolttokehoa sekä CHP-voimalaitosta harkittiin osaksi OffGrid-proton energiantuotantoa. Edellä mainitut jäivät kuitenkin ideointivaiheen tasolle, suurimpina syinä suuri lämmöntuotanto suhteessa tuotettavaan sähkөөn, heikot toimitusajat sekä korkea hankintahinta. Myös haasteet liikuteltavuuden, polttoaineen saatavuuden ja säilönnän osalta huomioitiin energiajärjestelmiä valitessa.

OffGrid-yksikön muoto mukailee CoolBox-mikrorakennuksen muotoa, jotta yleisilme on mahdollisimman harmoninen. Mikrorakennuksesta poiketen rakennuksessa ei ole erillisiä ikkunoita, vaan ainoastaan lasilla varustettu ovi. Myös dimensiot poikkeavat mikrorakennuksesta, mutta mittasuhteet ovat monilta osin hyvin samankaltaiset. Rakennuksen runko on kauttaaltaan CLT:tä, ja poikkeakin ainoastaan kattorakenteensa

osalta mikrorakennuksesta, jossa käytettiin tavanomaisia kattotuoleja. Kauttaaltaan ristilaminoidusta puusta tehty runko on Ammattiopisto Lappian valmistama, ja eri rakenneosien liitokset ovat toteutettu sekä ruuvein, että liimalla. Rungon muodon ja materiaalin ansiosta rakenne on jäykkä ja kestää siirtojen ja nostojen tuomia voimia hyvin. Rakennuksen CLT-rungon ympärille on asennettu kauttaaltaan rakenteesta riippuen 100–300 millimetrin vahvuinen koolaus ja puukuitueriste kuvan 7 mukaisesti. Rakennuksen rakenteet vastaavat hyvin pitkälti perinteistä rakennusta, eikä siirrettävyys näin ollen luo merkittäviä kompromisseja totuttuun rakentamisen tasoon nähden. Vesikattona on perinteinen peltikatto, joka luo OffGrid-protosta ja CoolBox-mikrorakennuksesta yhtenäisen kokonaisuuden. Sisätilojen osalta rakennus jätettiin vaneroitua lattiaa lukuun ottamatta CLT-pinnalle.



Kuva 5. Leikkauskuva rakennuksesta. Kuva: Valterti Pirttinen

Varsinainen rakennustyö suoritettiin esivalmistamalla rakennustekninen osuus säältä suojassa teollisuushallissa. Siirrettävyyden tuomat reunaehdot dimensioille mahdollistivat rakennuksen valmistamisen rakennustekniseltä osuudeltaan valmiiksi kuvan 8 mukaisesti tavanomaisessa teollisuushallissa, ja loivat rakentamisen ja kuivaketjun kannalta ideaalit puitteet. Myöskään sääolosuhteet eivät vaikuttaneet näin ollen rakentamisen laatuun tai aikatauluun. Jotta rakennus saatiin vaivatta hallista kuljetusauton kyytiin nostettavaksi, rakennuksen alapohjan liimapuupalkisto jätettiin rakennuksen äärimittoja pidemmäksi. Korkeutensa vuoksi rakennusta ei voitu nostaa hallista ulos, joten rakennus hinattiin aluksi hallista pyöräkuormaajalla palkistoa vetopisteinä ja liukukiskona hyödyntäen. Rakennus siirrettiin valmistamisen jälkeen Lapin Ammattikorkeakoulun Jokiväylän toimipisteelle, jossa suurin osa LVI-, sähkö- ja energiajärjestelmistä asennettiin ja yksikkö otettiin käyttöön. Rakennus kuljetettiin kuorma-auton lavalla valmistuspaikasta käyttöpaikalle, ja nostettiin nostoliinoin betonisten perustuspilarien päälle. Rakennus kytketään sähkö- ja LVI-

järjestelmien osalta osaksi CoolBox-mikrorakennusta, jolloin nämä kaksi yksikköä toimivat energian osalta vuorovaikutteisina yksikköinä ja kykenevät toimimaan ilman ulkoista energiansyöttöä tai -liittymää. Energiantuotantoa ja talotekniikkaa ohjaa käyttöliittymä, jota voi hallita joko mikrorakennuksessa sijaitsevalta tabletilta, tai verkon yli useimmilta älylaitteilta ja tietokoneilta.



Kuva 6. Rakentaminen suoritettiin pitkälti hallissa. Kuva: Niko Pernu

Ratkaisut, jotka mahdollistavat toiminnan verkon ulkopuolella, tuovat joustavuutta rakennusten käyttöön. Uskon, että tämä tulee myös muuttamaan ajattelutapaa rakennetun ympäristön hyödyntämisessä ja paikkasidonnaisuudessa. Tulevaisuudessa saatamme siis nähdä lisää vaihtoehtoja perinteisen rakentamisen rinnalla.



Kuva 7. Valmis OffGrid-yksikkö sisältä. Kuva: Niko Pernu



Kuva 8. Valmis OffGrid-yksikkö ulkoa. Kuva: Niko Pernu

Lähteet

FINLEX. 2017. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. Viitattu 5.6.2023 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010#Pidm45843168216816>

IEA. 2022. For the first time in decades, the number of people without access to electricity is set to increase in 2022. Viitattu 2.6.2023 <https://www.iea.org/commentaries/for-the-first-time-in-decades-the-number-of-people-without-access-to-electricity-is-set-to-increase-in-2022>

Karjalainen S. Kärki, S. Salsbury, Tim. & Tuhkanen, Reima. 1999. Rakennusten lämpötekniikan suunnittelun ja ylläpidon simulointityökalun kehityspäätökset. VTT. Espoo: Libella Painopalvelu Oy.

Prevedello, Giulio. Werth, Annette. 2021. Applied Energy: The benefits of sharing in off-grid microgrids: A case study in the Philippines. Viitattu 2.6.2023 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261921009764>

RT-Tietokanta. 2012. LVI-kortisto. LVI 03-10497. Viitattu 5.6.2023 https://kortistot-rakennustieto-fi.ez.lapinamk.fi/kortit/RT%2010-11075?external_system=Juha&navref=Search&page=1

Sandberg, E. 2014. Ilmastointilaitoksen mitoitus. Ilmastointitekniikka osa 2. Tampere: Tammerprint. 2014.

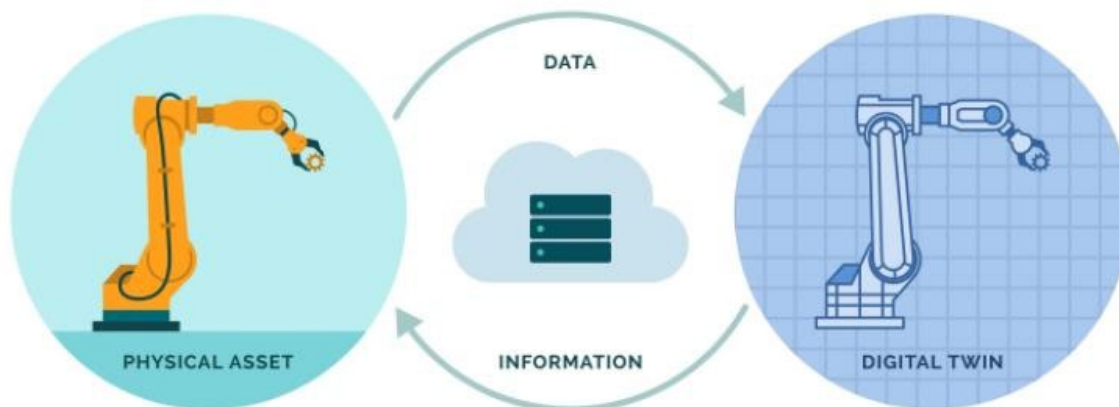
Ympäristöministeriö. 2023. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin uudistus. Viitattu 5.6.2023 <https://ym.fi/rakennusten-energiatehokkuusdirektiivin-uudistus>

Digitaaliset kaksoset rakennetussa ympäristössä

Valteri Pirttinen & Ville Eloranta

Johdanto

Viime vuosina digitalisaation myllertäessä toimialoja ja toimintatapoja teollisuus- ja rakennusalalla digitaaliset kaksoset (Digital Twin) ovat nousseet esille vahvasti. Digitaalisella kaksosella tarkoitetaan virtuaalista kopiota, mallia, sovellusta tai käyttöliittymää todellisesta järjestelmästä, rakennuksesta, laitteesta tai prosessista. Digitaalinen kaksonen voidaan nähdä digitaalisena vastineena fyysiselle kohteelle, joka sisältää tietoa todellisen kohteen tilasta, toiminnasta ja ympäristöstä. (Granlund 2020.)



Kuva 1. Digitaalisen kaksosen peruseriaate (Datacenter knowledge 2022)

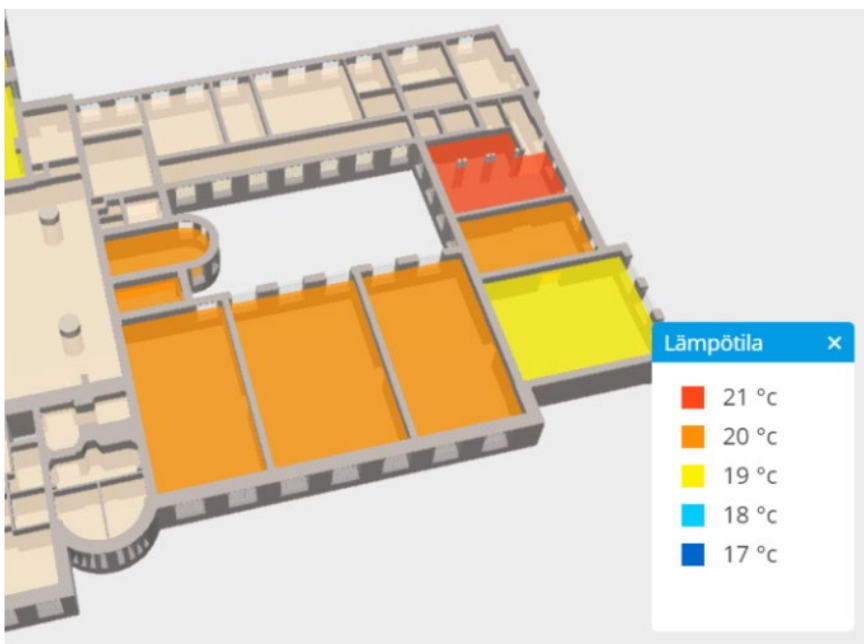
Digitaalisten kaksosten toiminta perustuu anturiteknologiaan, jolla kerätään tietoa fyysisestä vastineesta. Kerätty tieto siirretään digitaaliseen ympäristöön, jossa tehdään tiedon perusteella analyyseja ja simuloiteja (Kuva 1). Kerätyn tiedon pohjalta tehtyjä analyyseja ja simuloiteja voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi ennakoivassa kunnossapidossa ja päätöksenteossa. (Granlund 2020.)

Määritelmä digitaaliselle kaksoselle on melko laaja. Digitaalinen kaksonen voi olla täydellinen kopio todellisesta kohteesta, johon on koottu kaikki tieto, joka siirtyy reaaliaikaisesti sensoreiden avulla. Toisaalta digitaalinen kaksonen voi olla myös pelkistetty käyttöliittymä kohteesta, johon on kerätty vain kaksosen käytön kannalta oleellinen tieto. (Granlund 2020.)

Kuvissa 2 ja 3 esitetään eri esimerkkejä digitaalisista kaksosista.



Kuva 2. Schneider Electrin EcoStruxure Machine Expert Twin -sovellus (Uusi teknologia 2022)



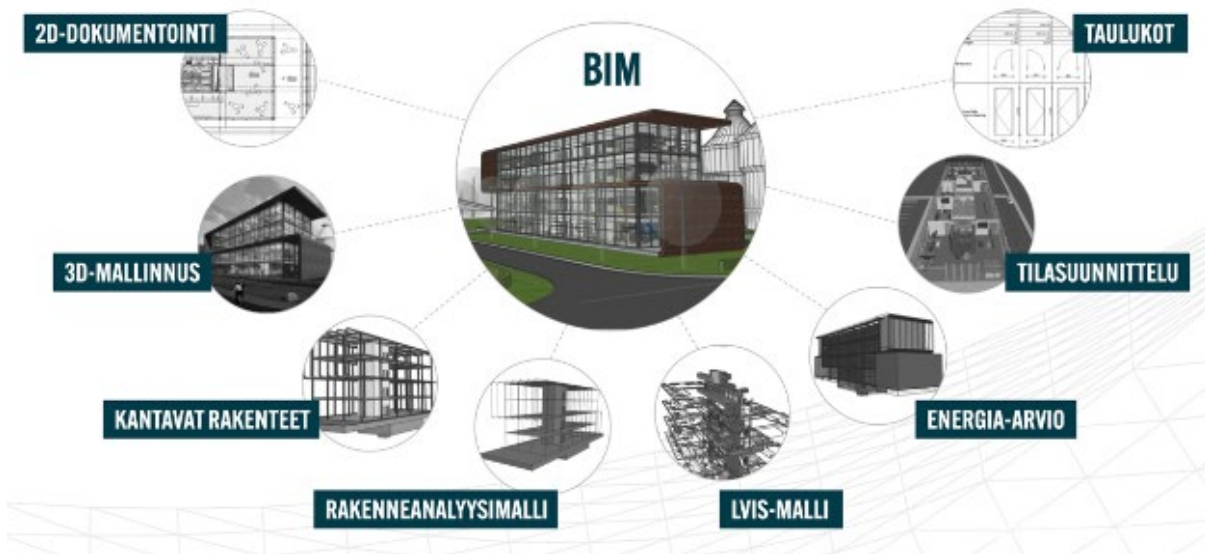
Kuva 3. Granlund Manager Metrix prototyyppi, jossa kerätään kiinteistöstä huoneiden lämpötilaa (Järvinen 2017)

Tässä artikkelissa keskitytään käsittelemään digitaalisia kaksosia rakennetun ympäristön saralla, vaikkakin digitaalisia kaksosia voi hyödyntää lähes kaikilla toimialoilla.

Digitaalisten kaksosten käyttökohteet rakennetussa ympäristössä

Digitaalisista kaksosista puhuttaessa rakennetun ympäristön kontekstissa ensimmäisenä alan ihmisiltä nousee esille tietomallit. Tietomallinnus (Building Information Modeling) tarkoittaa työskentelymenetelmää, jossa suunniteltavasta kohteesta luodaan digitaalinen malli, joka pitää sisällään kaiken tarvittavan tiedon koko rakennuksen elinkaaren ajalle. Kuvassa 4 esitellään tietomallien tietojen kokonaisuutta (Nordicbim 2023).

TIETO & YHTEISTYÖ SAMASSA MALLISSA



Kuva 4. Tietomallien tietosisältö (Nordicbim 2023)

Tietomallit itsessään ovat digitaalisia kaksosia todellisesta kohteesta, mutta lisäämällä kohteesta reaaliaikaista dataa erilaisten mittausjärjestelmien avulla on mahdollista luoda digitaalisesta kaksosesta arvokkaampi. Digitaalisten kaksosten hyötyjä voivat esimerkiksi olla seuraavat:

Suunnittelu ja simulointi. Tietomallit mahdollistavat eri tahojen suunnitelmien yhdistämisen sekä erilaisten simulaatioiden tekemisen ennen kohteen rakentamista. Simulointien avulla voidaan tutkia kohteen toimintaa erilaisissa skenaarioissa. Tarkasteltavia toimia voivat olla esimerkiksi kohteen energiatehokkuus, LVIS-järjestelmien toiminta ja elinkaariarvioinnit.

Käytön optimointi. Tiedonkeruujärjestelmien avulla voidaan todentaa kohteen järjestelmien toimintaa ja optimoida käyttöä. Esimerkiksi rakennuksen energiankulutusta, valaistusta ja sisäilman laatua.

Kunnossapito ja ennakoiva huolto. Digitaaliseen kaksoseen kerätyn tiedon avulla voidaan ennakoida rakennuksen huoltotarpeita, jonka avulla vähennetään odottamattomia vikoja ja laiterikkoja. Analysoimalla kerättyä dataa voidaan havaita poikkeuksia järjestelmien

toiminnassa, mikä mahdollistaa ennakoivan huollon ja korjaukset ennen isompien vahinkojen syntymistä.

Elinkaaren hallinta. Digitaaliseen kaksoseen voi tallentaa kaiken tiedon rakennuksen elinkaaren ajalta, suunnittelusta purkamiseen. Kaksoseen voidaan kerätä tieto rakenteista, materiaaleista, huoltohistoriasta ja tehdyistä muutostoimenpiteistä. Tiedon avulla voidaan optimoida rakennuksen käyttöikä ja seurata elinkaaren aikaisen hiilijalanjäljen toteutumista. (Sitowise 2022, Granlund 2020.)

Edellä mainitut esimerkit liittyvät lähinnä kaksosten hyödyntämiseen rakennuksissa, mutta rakennetussa ympäristössä kaksosia voi hyödyntää esimerkiksi kaupunkisuunnittelussa. Virtuaalisilla kaupunkimalleilla voidaan simuloida liikennettä, infrastruktuuria, energiaverkkoja ja muita kaupunkien järjestelmiä (Sitowise 2022). Mahdollisuuksia on lähes rajattomasti. Seuraavissa kappaleissa esitellään Lapin liiton EAKR-rahoitteisessa CoolBox-hankkeessa toteutetun mikrorakennuksen digitaalinen kaksonen, tekninen toteutus, toimintaperiaatteet ja käyttöliittymä.

CoolBox-käyttöliittymä

CoolBox-mikrorakennuksen digitaalisen kaksosen älyn perustana ovat Z-Wave-automaatiolaitteet. Z-Wave on yksi vaihtoehto älykotijärjestelmien langattomalle tiedonsiirrolle, muiden ollessa esimerkiksi Bluetooth, Zigbee tai Wi-Fi. Z-Wave toimii mesh-verkkona, jossa kiinteää sähköverkkoa käyttävät laitteet toimivat signaalinjatkajina laajentaen verkon kuuluvuutta. Laitteiden tiedonsiirron ei tarvitse tapahtua suoraan keskittimen kautta, vaan signaali voi etsiä vaihtoehtoisen reitin muiden laitteiden kautta keskittimelle. (Z-Wave 2023.)

Mikrorakennukseen on suunniteltu käyttöliittymä, jonka kautta rakennusta voidaan seurata ja hallita. Käyttöliittymä on toteutettu paikallisesti Raspberry Pi -tietokoneella, mutta se on mahdollista siirtää myös pilviympäristöön. Raspberry Pi toimii järjestelmän keskittimenä ja siinä on käytössä mm. valmis kotiautomaatio-ohjelmisto ja Node-RED-ohjelmointiympäristö.

ID	Power	Manufacturer	Product	Product code	Name	Location	Security	Beaming	Z-Wave+	FW	Status	Heal	Interview	Last Active
1	↓	Silicon Labs	700 Series-based Controller	ZST10-700						FW: v7.18.1 SDK: v7.18.1				19.6.2023 11.45.43
10	↓	Heatit	High power relay	ZM Single Relay 16A	technicalTerraceOutlet		✓	✓	⊘	FW: v1.0.23 SDK: v7.13.9	⊘		Complete	19.6.2023 0.01.43
20	68%	Fibargroup	Flood Sensor	FGFS101	greyWaterHalf		✓	✓	1	FW: v3.4	z+z		Complete	Never
22	100%	Fibargroup	Smoke Detector	FGSD002	CoolboxSmokeDetector		✓	✓	1	FW: v3.3	z+z		Complete	19.6.2023 10.09.02
29	100%	Fibargroup	Carbon Monoxide Sensor	FGCD001	TechnicalBoxCO		✓	✓	1	FW: v3.2	z+z		Complete	19.6.2023 11.10.51
33	↓	Fibargroup	Fibaro Walli Outlet type E/F	FGWDE-011	socket33		✓	✓	1	FW: v5.1	⊘		Complete	19.6.2023 0.01.47
35	↓	McoHome Technology Co., Ltd.	9 in 1 MULTI-SENSOR	A9-9	indoorAirMCOHome		✓	✓	1	FW: v6.4	⊘		Complete	19.6.2023 0.01.54
47	↓	Fibargroup	Double Switch 2	FGS223	floorHeating		✓	✓	1	FW: v3.3	⊘		Complete	19.6.2023 0.02.00
48	100%	Remotec	Scene Master 8 button remote	BW8510	remoteController		⊘	✓	1	FW: v3.3	z+z		Complete	Never
52	100%	Popp & Co	Z-Weather	005206	zWeather		⊘	✓	1	FW: v1.0	z+z		Complete	19.6.2023 11.45.42
53	↓	Heatit	High power relay	ZM Single Relay 16A	outletPump		✓	✓	⊘	FW: v1.0.23 SDK: v7.13.9	⊘		Complete	19.6.2023 0.02.04
54	↓	Heatit	High power relay	ZM Single Relay 16A	outletToilet		✓	✓	⊘	FW: v1.0.23 SDK: v7.13.9	⊘		Complete	19.6.2023 ...

Kuva 5. Z-Wave JS UI -web-näkymä

Mikrorakennuksen käyttöliittymän perustana on avoimeen lähdekoodiin perustuva Z-Wave JS UI -ohjelmisto, jolla Z-Wave-tekniikalla kommunikoivat laitteet paritetaan Raspberry Piin. Ohjelmisto toimii itsessään jo yhtenä vaihtoehtona käyttöliittymälle ja sen kautta voidaan lukea anturidataa ja säätää Z-Wave-laitteiden parametrejä, esimerkiksi, kuinka usein anturi lähettää tietoa. Käyttöliittymä on kuitenkin enemmän tekninen, eikä sen kautta kaikkia laitteita ja toimintoja ole mielekästä säätää manuaalisesti.

Z-Wave JS UI -ohjelmistossa on MQTT-rajapinta, jolla ohjelmistoa voidaan käyttää ketterämmin kuin sen omasta käyttöliittymästä. Rajapinnan kautta on mahdollista lukea tietoja ja lähettää komentoja Z-Wave-laitteille. Rajapinta on mahdollista myös kytkeä pois käytöstä, jolloin ohjelmisto toimii ainoastaan fyysisen käyttöliittymänsä kautta.

MQTT-yhteys tarvitsee toimiakseen viestinvälittäjän (broker). Välittäjänä CoolBoxissa toimii Eclipse Mosquitto, joka on asennettu Raspberry Piin. Kaikki MQTT-viestit kulkevat tämän välittäjän kautta.

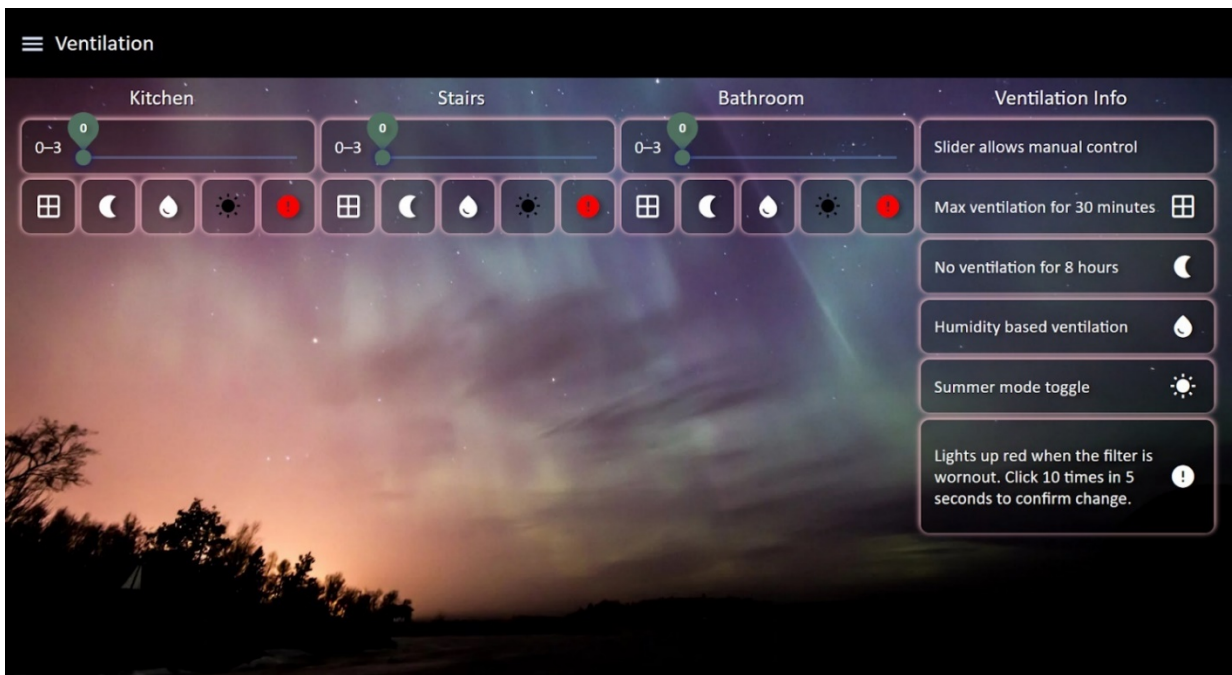
Varsinainen CoolBox-käyttöliittymä on toteutettu javascript-pohjaiseen Node-RED-ohjelmointiympäristöön. Ympäristöön voidaan itse ohjelmoida haluttu logiikka, mikä helpottaa useampien Z-Wave-laitteiden muodostamien kokonaisuuksien hallintaa. Tällaisia kokonaisuuksia mikrorakennuksessa ovat esimerkiksi revontulikatto ja ilmastointi. Ympäristöllä voidaan luoda juuri sen näköinen käyttöliittymä kuin tapauskohtaisesti halutaan.

Node-RED yhdistää MQTT-protokollalla Mosquitto-välittäjään, jolloin Z-Wave-laitteiden tiedot voidaan lukea ja komentoja lähettää. Kun Z-Wave-laite lähettää tiedon, se ohjautuu Node-REDissä Z-Wave-verkon laite-ID:n perustella oikeaan paikkaan käyttöliittymässä. Kun käyttöliittymästä tehdään säätöjä, esimerkiksi syytetään valo, Node-RED lähettää tietyllä ID:llä

MQTT-viestin välittäjän kautta Z-Wave-ohjelmistolle, joka lähettää viestin edelleen laitteelle, joka kytkee valon päälle.

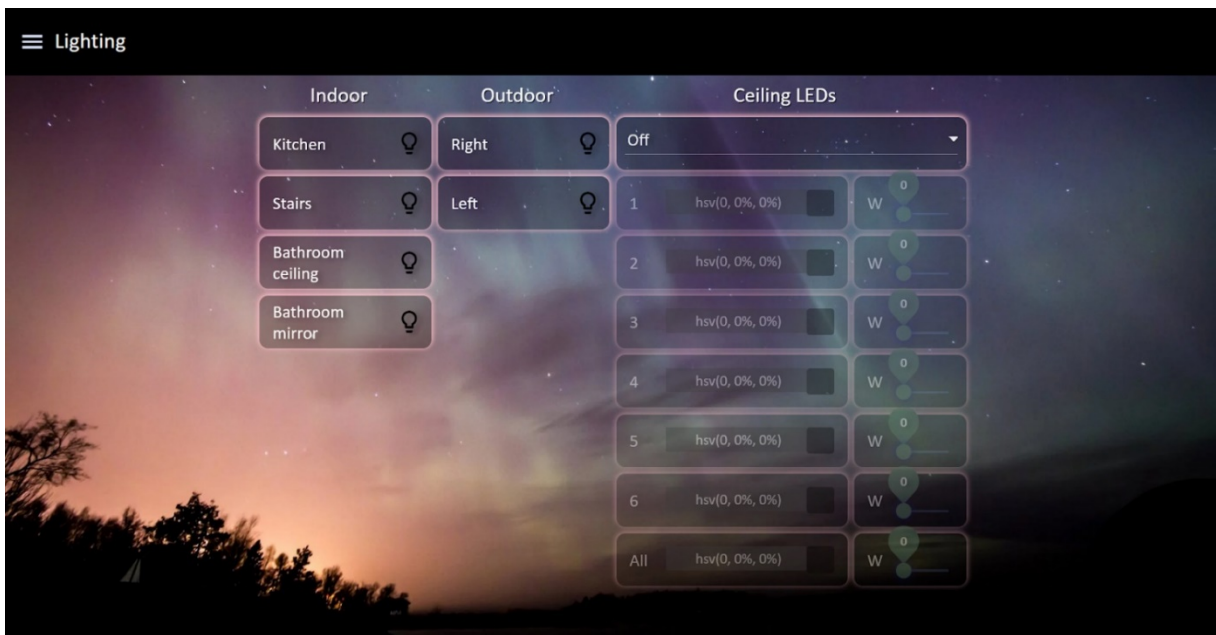
Z-Waven lisäksi käytössä on Bluetooth-pohjaiset älylukot, joita voi hallita joko puhelimella, numerokoodilla tai fyysisellä kulkukortilla. Lukot on myös mahdollista liittää samaan CoolBox-järjestelmään niiden rajapinnan kautta. Rajapinnan avulla kulunvalvontaa on mahdollista tehostaa mm. valvontakameran kanssa. Kameran voi esimerkiksi asettaa kuvaamaan, jos väärä numerokoodeja on näppäilty liikaa tai tapahtuu murtohälytys.

Käyttöliittymä on web-pohjainen ja toimii selaimessa. Käyttöliittymä on optimoitu puhelimen ruudulle pystyasentoon. Sitä on mahdollista käyttää myös muilla laitteilla ja ruutuko'illa, muttei skaalaudu näille automaattisesti. Käyttöliittymä sisältää erillisiä välilehtiä mikrorakennuksen eri toiminnoille. Näitä ovat esimerkiksi valaistus, ilmastointi ja pistorasioiden ohjaus. Siinä on myös yleistä anturidataa sisältävä välilehti sekä kameranhallintasivu.



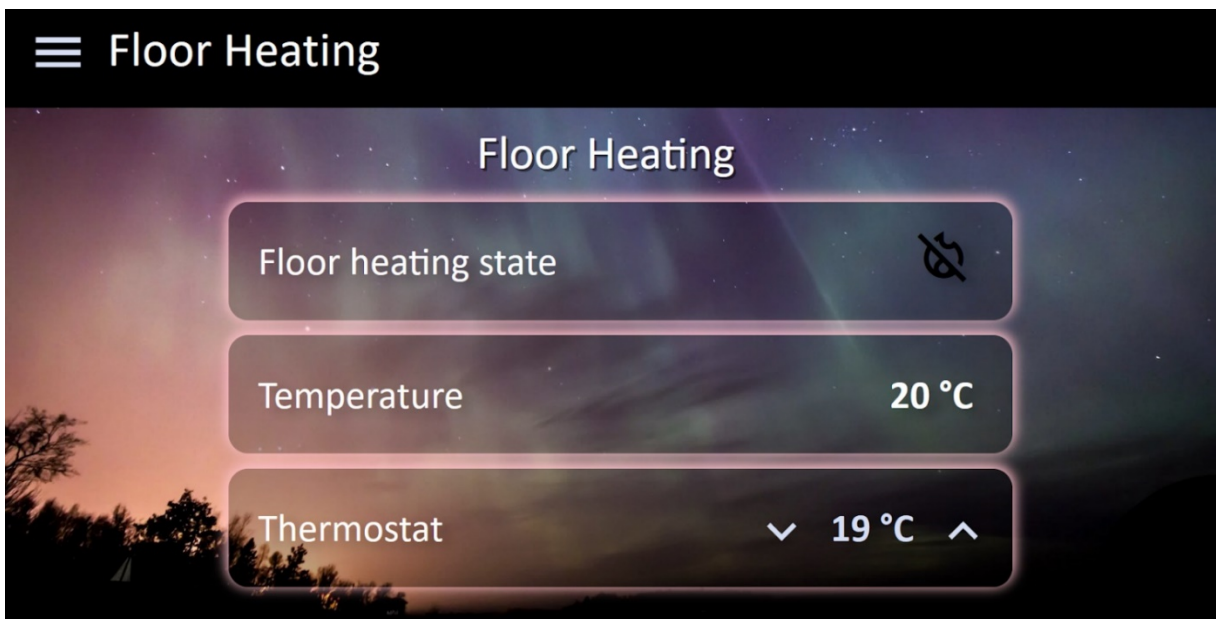
Kuva 6. Ilmastoinnin ohjaussivu

Ilmastoinnin hallintasivulla on mahdollisuus asettaa mikrorakennuksen ilmastointilaitteiden teho manuaalisesti tai käyttää ajastettuja asetuksia. Ilmastoinnin voi asettaa pikatuuletukselle puoleksi tunniksi tai kokonaan pois päältä kahdeksaksi tunniksi. Ilmanvaihdon voi myös kytkeä toimimaan ilmankosteuden mukaan. Lämmön talteenotto on mahdollista kytkeä päälle ja pois. Sivulla näkyy myös hälytys, kun suodatin on aika puhdistaa.



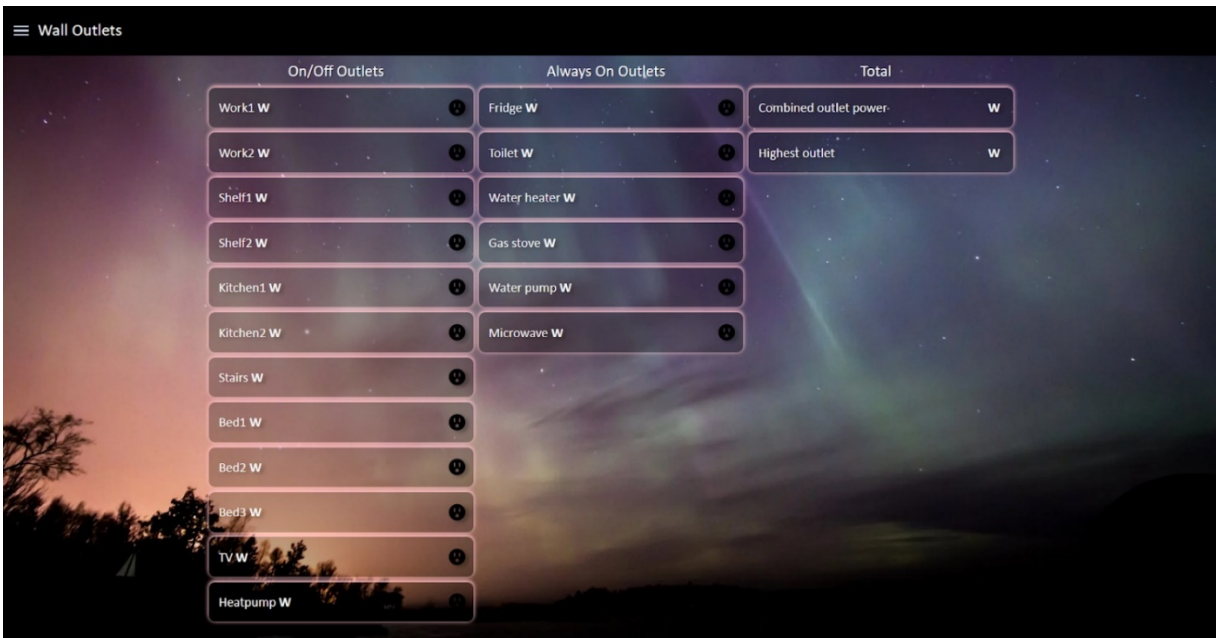
Kuva 7. Valaistuksen ohjaussivu

Valaistussivulla on mahdollista kytkeä sisä- ja ulkovaloja sekä katon efektejä. Kattoon on asennettu 19 riviä sekä valkoisia että RGB-LEDejä, joilla voidaan luoda uniikkeja valaistuksia. LED-rivit on kytketty kuuteen eri ryhmään, jotka ovat yksilöllisesti kontrolloitavissa. Ryhmiä on mahdollista säätää manuaalisesti tai käyttää valmiita ohjelmia. Näitä ovat mm. revontulet, takkaloimu ja sirkadiaaninen valaistus, jossa valaistus seuraa vuorokauden kulkua ja auringon asemaa taivaalla. Erikoisempina vaihtoehtoina on mahdollista käyttää esimerkiksi diskovaloa tai ukkosmyrskyä jäljittelevää salamointia.



Kuva 8. Lattialämmityksen ohjaussivu

Lattialämmityssivulla on mahdollista säätää lattialämmityksen termostaattia. Termostaatti on toteutettu ulkoisella lämpötila-anturilla ja releellä. Sivu kertoo nykyisen lämpötilan ja onko lattialämmitys sillä hetkellä päällä.



Kuva 9. Pistorasioiden ohjaussivu

Pistorasiasivulla on mahdollista kytkeä mikrorakennuksen pistorasioita päälle ja pois sekä seurata niiden sen hetkistä kulutusta. Osa pistorasioista kertoo ainoastaan kulutuksen eikä niitä voi kytkeä pois päältä. Tällaisia pistorasioita ovat esimerkiksi jääkaappi ja lämminvesivaraaja. Sivü kertoo myös suurimman kulutuksen omaavan pistorasian sekä kaikkien pistorasioiden tehon yhteensä.



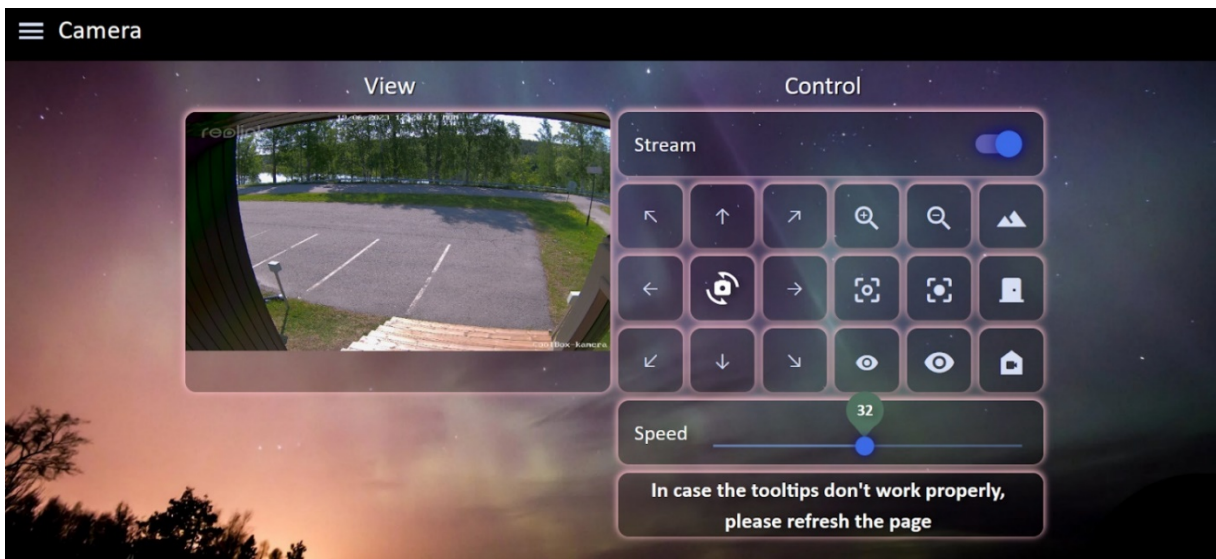
Kuva 10. Anturidatasivu

Anturidatasivulla on nähtävissä tärkeimpiä tietoja mikrorakennuksen eri antureista. Sivun kertoo mm. sisäilman laadun, ulkona vallitsevan sään ja mikrorakennuksen runkomateriaalina olevan CLT-levyn kosteuden. Sivulta löytyy myös kokonaissähköenergian kulutus, hetkellinen kaikkien laitteiden käyttämä sähköteho sekä harmaavesisäiliön pinnan taso. Sivun sisältää myös tietoa mm. Raspberry Pi -tietokoneen prosessorin käytöstä.



Kuva 11. Tekniikkarakennuksen hallintasivu

Tekniikka Box -sivu sisältää tietoa mikrorakennuksen off-grid järjestelmästä. Sivulla on mahdollista seurata mm. akuston varausta ja muita ominaisuuksia. Sivun sisältää myös ilmastoinnin, pistorasioiden sekä valaistuksen ohjauksen, jotka toimivat samoin kuin asuinrakennuksessa.



Kuva 12. Valvontakamerasivu

Kamerasivu sisältää näkymän mikrorakennuksen valvontakamerasta sekä sen hallintanäppäimistön. Kameraa voi kääntää manuaalisesti 360 astetta joka suuntaan, zoomata tai asettaa se kiertämään ennalta ohjelmoituja kuvausreittejä.

Käyttöliittymä sisältää lisäksi linkkejä ulkoisiin palveluihin. Näitä ovat mm. akustojärjestelmän oma laitevalmistajan hallintapaneeli, jossa akustojärjestelmään pääsee syvemmin käsiksi. CLT-kosteusantureiden data on ohjattu Node-RED-käyttöliittymään antureiden valmistajan omasta paneelista, jonne on myös linkki.

Kaikki mainitut ominaisuudet eivät välttämättä ole tarpeellisia loppukäyttäjälle. Tätä varten järjestelmästä voidaan luoda rinnakkainen toinen käyttöliittymä, joka sisältää ainoastaan perusominaisuudet, kuten valojen säätö. Ylläpitäjille tarkoitetut ominaisuudet, kuten off-grid-tekniikan säädöt, ovat tässä versiossa poistettu käytöstä.

Lähteet

Datacenter knowledge 2022. How to Secure Digital Twin Technology in Your Data Center. Viitattu 19.6.2023

<https://www.datacenterknowledge.com/security/how-secure-digital-twin-technology-your-data-center>

Granlund 2020. Building Digital Twins. Viitattu 19.6.2023

https://issuu.com/granlundoy/docs/building_digital_twins?fr=sZWU1YjI1ODIyNg

Järvinen, T. 2017. Digitaalinen kaksonen. Granlund Energistä rakentamista. Viitattu 19.6.2023

<https://energistarakentamista.com/2017/05/31/digitaalinen-kaksonen/>

Nordic BIM 2023. Tietomallinnuksen ABC. Viitattu 20.6.2023 <https://www.nordicbim.com/fi/bim-tietomallinnuksen-abc#tarkoitus>.

Sitowise 2022. Digitaalisten kaksosten avulla simuloidaan parhaimmillaan kokonaisia kaupunkeja. Viitattu 20.6.2023. <https://www.sitowise.com/fi/uutiset/digitaalisten-kaksosten-avulla-simuloidaan-parhaimmillaan-kokonaisia-kaupunkeja>

Uusi teknologia 2022. Digitaalinen kaksonen mullistaa laitesuunnittelun. Viitattu 19.6.2023 <https://www.uusiteknologia.fi/2022/08/12/digitaalinen-kaksonen-mullistaa-laitesuunnittelun/>

Z-Wave 2023. Learn about Z-Wave. Viitattu 19.6.2023 <https://www.z-wave.com/learn>

Opiskelijayhteistyö CoolBox-projektin aikana

Laura Vallinaho

Johdanto

CoolBox-hanke on antanut opiskelijoille mahdollisuuden olla mukana projektissa opinnäytetyön avulla. Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää kykyä soveltaa tutkinnon aikana kerättyä tietoa ja luoda yhteyttä työelämään. Opinnäytetyö kehittää opiskelijan ammatillista taitoa ja antaa hänelle valmiudet itsenäiseen asiantuntijatyöhön. (Lapin AMK 2023.)

Opinnäytetyöt ovat tutkimuksellisia ja kehittämispainotteisia teoksia, joiden tekeminen on opiskelijan näyttö opiskeluaikana hankitusta osaamisesta. Lopputyö vaatii perehtymistä käsiteltävään aiheeseen kirjallisuuskatsauksiin ja muihin tieteellisiin artikkeleihin pohjautuen.

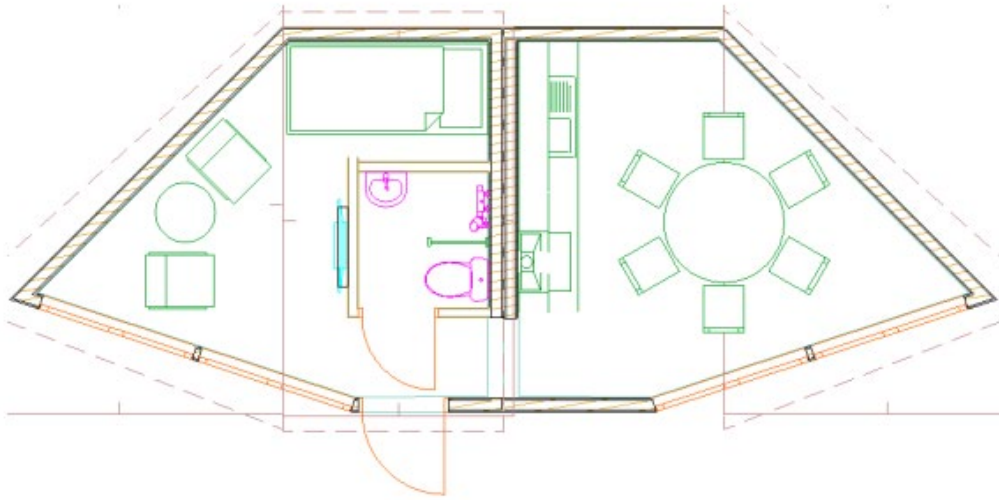
Tässä artikkelissa esittelen joitakin CoolBox-hankkeen toimeksiantamia opinnäytetöitä. Töitä on tehty tieto- ja viestintätekniiikan ja rakennus- ja yhdyskuntatekniiikan koulutusaloilta Lapin ammattikorkeakoulusta.

Luonnossuunnittelu

Rakennus- ja yhdyskuntatieteen opiskelija Petri Sassali kirjoitti vuonna 2021 opinnäytetyön aiheesta mikrorakennusten luonnossuunnittelu. Työn tuloksena syntyi kolme mikrorakennusta erilaisin käyttötarkoituksin, materiaalein ja rakennusteknisin toteutuksin. Sassali esittelee työssään mikrorakentamisen käsitteen ja erilaisia mikrorakennuksia muualta maailmasta. Työssä vertaillaan ja pohditaan toimeksiantajan pyynnöstä erilaisia runkomateriaaleja. Rakennusten runkomateriaaleina käytettiin CLT:tä, posi-palkkia ja puukomposiittia. (Sassali 2021.)

Sassalin opinnäytetyöprosessin aikana CoolBox-projekti oli vasta alkutekijöissään, joten Sassali sai melko vapaat kädet rakennusten suunnitteluun. Haasteena suunnittelussa oli se, että mikrorakentaminen on ainakin Suomessa melko uusi konsepti; suunnitteluohjeita ei ole vielä olemassa riittävästi. Sassali suunnitteli ja luonnosteli työssään neljän henkilön asuinrakennuksen, hotellihuoneen ja neuvottelutilat. Rakennukset sopivat ulkonäöltään Lapin luontoon, ja ovat perinteisiä mutta silti sopivan moderneja. (Sassali 2021.)

Hotellihuone suunniteltiin sijoitettavaksi näköalapaikkaan, esimerkiksi rinnetontille. Huoneen seinät ja lattiat taipuvat saranajärjestelmän avulla kuljetuskuntoon, ja hotellihuone ja keittiö on mahdollista yhdistää yhdeksi rakennukseksi ovien sijoittelulla. (Sassali 2021).



Kuva 1. Hotellihuoneen pohjapiirros (Sassali 2021)

Sassalin suunnittelemia asuinrakennuksia on mahdollista kasata päällekkäin ja vierekkäin muodostamaan kahdeksan asunnon korttelin. Off-grid-tekniikkaboxin ansiosta rakennus voidaan sijoittaa myös kauemmas sähkö- ja vesijakeluverkosta. Asuinrakennus on suunniteltu kahdelle aikuiselle ja kahdelle lapselle. (Sassali 2021.)



Kuva 2. Asuinrakennuksen 3D-malli (Sassali 2021)

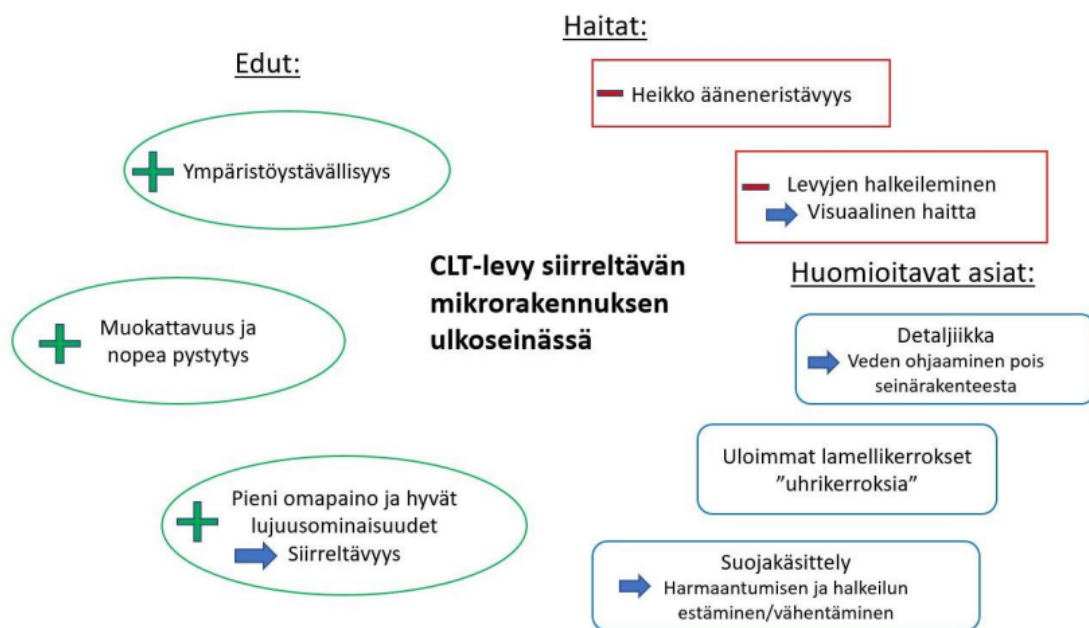
Sassalin suunnittelema neuvottelutila soveltuisi siirrettävyytensä takia esimerkiksi pienten kylien kokous- ja kesämajoitustiloiksi. Neuvottelutilat koostuvat neljästä eri elementistä, jotka toimivat yksittäin esimerkiksi pieninä kesämajoitustiloina. (Sassali 2021.)

CLT-levyn käyttö mikrorakennuksessa

Viljami Heikkilä, rakennus- ja yhdyskuntatekniikan opiskelija, kirjoitti vuonna 2021 opinnäytetyön CLT-levystä mikrorakennuksen ulkoseinämateriaalina. Heikkilän työn tarkoituksena oli antaa CoolBox-hankkeelle tietoa siitä, miten eri puulajien ominaisuudet, käytettävä liima ja valmistustapa vaikuttavat CLT-levyn (Cross Laminated Timber) ominaisuuksiin. Työssä pohditaan CLT-levyn kestävyyttä ja ulkonäköä Suomen ilmastossa. (Heikkilä 2021.)

CLT-levy koostuu useasta lautalevykerroksesta, jotka on pinottu päällekkäin. Opinnäytetyön tarkoituksena oli myös nostaa CLT:tä rakennusmateriaalina enemmän esille, sillä se on Suomessa verrattain melko tuntematon rakennusmateriaali. Koska rakennusmateriaalien ympäristöystävällisyys ja kierrätys ovat ajankohtaisia asioita, on Heikkilän opinnäytetyö polttava aihe 2020-luvulla. Työssä käydään läpi CLT-levyn ominaisuuksia, sen käyttötarkoituksia ja käyttäytymistä eri olosuhteissa. (Heikkilä 2021.)

CLT-levy ei välttämättä ole ideaali materiaali kosteassa ilmastossa. Varsinkin sadeveden ja lumen kosteuden imeytyminen levyyn voi ajan saatossa heikentää rakennetta. CLT-levy on herkkä kastumiselle ja sen kuivuminen kestää tavallista kauemmin sen massiivisuuden takia. Puulla on kuitenkin hyvä lämmönvaraamiskyky, jolloin se pystyy varastoimaan esimerkiksi auringon lämpösäteilyä tai huoneilman lämpöä. (Heikkilä 2021.)



Kuva 3. CLT-levyn edut ja haitat (Heikkilä 2021)

Heikkilä toteutti työssään myös teemahaastattelun, jossa kerättiin asiantuntijoiden mielipiteitä aiheesta. Esiin nousi huolenaiheita Lapin ilmastosta talvipakkasilla; CLT-levyt voivat halkeilla kuivan ilman takia. Toisaalta levy ei lahoa niin herkästi kuin etelämmässä. Esille nousi myös CLT-levyjen väliset saumat, joihin voi päästä kosteutta, mutta

pienessä mikrorakennuksessa saumoja on huomattavasti vähemmän kuin kerrostaloissa. Mikrorakennuksen seinärakenteena Heikkilä mainitsee eduiksi ympäristöystävällisyyden, muokattavuuden, pienen painon ja lujuusominaisuudet. Huonoina puolina on heikko äänieristävyys, ja levyjen mahdollinen halkeaminen. Heikkilä toteaa työn johtopäätöksissä, että männystä tai kuusesta valmistettu sahapuutavara on paras materiaali CLT-levyn valmistukseen. Puun eläminen, pienet halkeamat ja oksat tulee kuitenkin ottaa huomioon ja hyväksyä, kun käytetään puuta rakentamisessa. (Heikkilä 2021.)

IoT-ympäristön monistaminen

Sain itsekkin mahdollisuuden tehdä opinnäytetyöni CoolBox-projektille aiheenani IoT-ympäristön monistaminen mikrorakennuksissa. Työn tavoitteena oli selvittää, miten CoolBoxissa oleva IoT-ympäristö voitaisiin monistaa helposti mahdollisiin uusiin mikrorakennuksiin.

IoT eli Internet of things, esineiden internet, kuvaa maailmaa, jossa lähes kaikki laitteet voidaan yhdistää internetiin. IoT ja kotiautomaatio olivat keskeisessä roolissa työssä käsitteineen ja menetelmineen. Kävin työssäni läpi CoolBoxin kaikki IoT-ratkaisut ja esittelin niiden toimintatapoja, vahvuuksia ja heikkouksia. CoolBox IoT-ympäristöineen ovat ensimmäistä laatuaan, joten esittelin muutamia parannusehdotuksia ympäristön modulaarisuuden tukemiseksi.

Laitepuolella CoolBoxin IoT-ratkaisu on jo modulaarinen, sillä Z-Wave -laitteita on helppo yhdistää toisiinsa. Esittelin työssäni Z-Waven lisäksi muita kotiautomaatiossa usein käytettyjä langattomia tiedonsiirtomenetelmiä, kuten ZigBee ja WiFi. Z-Wave nousi kuitenkin vertailussa parhaaksi menetelmäksi sen helppokäyttöisyyden, edullisuuden ja suosion ansiosta. Z-Wave -yhteensopivia laitteita on paljon ja niiden määrä lisääntyy kotiautomaation yleistyessä.

Ratkaisuna modulaarisuuden parantamiseen CoolBoxin IoT-ratkaisuissa esitin, että käyttöliittymä siirretään täysin pilvipohjaiseksi ratkaisuksi. Nykyisellään node-red-pohjaiseen käyttöliittymään tulee manuaalisesti lisätä uudet laitteet graafiselle puolelle, mutta on olemassa myös valmiita ratkaisuja, joissa tämä on automatisoitu. Esimerkiksi Z-Wavella on omia käyttöliittymäsovelluksia, joihin on helppo lisätä uusia laitteita suoraan graafiseen näkymään ilman suurempaa ohjelmointia tai konfigurointia.

CoolBox-projektin aikana tehdyt opinnäytetyöt hyödyttävät sekä hanketta että opiskelijaa itseään. Prosessi antaa opiskelijalle ensimmäisiä mahdollisuuksia käyttää hyödyksi tutkinnon aikana karttunutta asiantuntijaosaamista ja antaa valmiudet työelämään. Projektiin saa uusia kehittämismahdollisuuksia tai syvempää analyysia projektin eri vaiheista. Opinnäytetyö tuottaa tietoa, joka on hyödyllinen toimeksiantajataholle tai sitä laajemmalle yleisölle. Työn tuloksia voi hyödyntää myös muut vastaavat toimijat tai työllä voi olla yhteiskunnallista merkittävyyttä. (Lapin AMK 2023.)

Opinnäytetöitä on tehty CoolBox-projektille useista eri aiheista. Varsinkin rakennus- ja tietotekniikan alan opiskelijoille on voitu tarjota mahdollisuuksia opinnäytetöistä, sillä CoolBox on älykäs, siirreltävä mikrorakennus, jonka rakentamisessa on ollut mukana useita tekniikan alan asiantuntijoita vuosien ajan.

Lähteet

Heikkilä, V. 2021. CLT-levy mikrorakennuksen ulkoseinässä: Valmistusmateriaalien, valmistustavan ja suojakäsittelyn vaikutukset CLT-levyn ominaisuuksiin. Opinnäytetyö: Lapin ammattikorkeakoulu. Viitattu 8.6.2023 <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2021100218249>

Lapin AMK 2023. Millainen on opinnäytetyö. Viitattu 8.6.2023 <https://www.lapinamk.fi/fi/Opiskelijalle/Oppaat-ja-ohjeet/Opinnaytetyo>

Sassali, P. 2021. Mikrorakennusten luonnossuunnittelu. Opinnäytetyö: Lapin ammattikorkeakoulu. Viitattu 8.6.2023 <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202105067331>

