

Virpi Palomäki, Mari-Sohvi Miettinen & Ari Hynynen

ARBO SHELTER

-TILAKONSEPTI PAKOLAISLEIREILLE
JA JÄLLEENRAKENNUSALUEILLE



© Mari-Sohvi Miettinen / Kerake

KERAKE – KESTÄVÄÄ RAKENTAMISTA KEHITTYVIIN MAIHIN

ARBO SHELTER -TILAKONSEPTI PAKOLAISLEIREILLE JA JÄLLEENRAKENNUSALUEILLE

KERAKE – kestäväää rakentamista kehittyviin maihin
Loppuraportti 15.2.2022

Etelä-Pohjanmaan liiton Euroopan aluekehitysrahastosta
(EAKR) rahoittama hanke
Hankenro A75623

Virpi Palomäki, Mari-Sohvi Miettinen & Ari Hynynen
Tampereen yliopisto
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Arkkitehtuurin yksikkö / Seinäjoen kaupunkilaboratorio

ISBN: 978-952-03-2306-6

Kannen kuva: Mari-Sohvi Miettinen / KERAKE



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

TIIVISTELMÄ

KERAKE-hankkeen tavoitteena oli laatia humanitaariseen, tilapäiseen asumiseen soveltuvan siirrettävän, muuntojoustavan puurakennuksen konseptisuunnitelma, joka perustuu vähähiilisiin rakennus- ja materiaaliratkaisuihin. Puu valikoitui runkomateriaaliksi sen hiiltä sitovien ja varastoivien ominaisuuksien ansiosta. Myös puun kiertotalousominaisuudet ovat erinomaiset. Puusta rakennettu asuinympäristö luo kodinomaista atmosfääriä olosuhteisiin, joissa ihmiset kokevat voimakasta stressiä. Lisäksi pitkälle jalostetut, ulkomaan vientiin tarkoitetut puutuotteet parantavat maamme vaihtotasetta.

Hankkeessa koottiin toimijaryhmä, johon kuului puurakentamiseen ja puutuotealaan, sekä energia- ja sanitaatoratkaisuihin erikoistuneita yrityksiä. Lisäksi hankittiin ostopalveluna asiantuntijaosaimista liittyen humanitaariseen rakentamiseen ja vastaaviin kansainvälisiin markkinoihin. Hankkeessa työskentelevä tutkija keräsi runsaasti alaa koskevaa tutkimustietoa ja laati asuinyksikön

konseptisuunnitelman, jota esiteltiin luonnosten ja virtuaalimallien avulla. Suunnitellusta asuinyksiköstä laskettiin arviot hiilijalanjäljestä ja hiilikädenjäljestä.

Hankkeen tuloksena syntyi poikkeusoloihin soveltuvan, siirrettävän modulaarisen puurakennuksen konseptisuunnitelma, joka on sovellettavissa erityyppisiin runkojärjestelmiin, erilaisiin ilmast-olosuhteisiin, sekä vaihteleviin paikallisiin olosuhteisiin. Joustava konseptisuunnitelma mahdollistaa kiertotalouden periaatteiden mukaisen pitkän elinkaaren valmistuksesta alkuperäisen käytön jälkeiseen purkamiseen ja uudelleen koaamiseen, tai vastaavasti puuelementtien uusiokäytön suuremmissa asumisyksiköissä tai esimerkiksi koulurakennuksissa. Konseptin tila- ja materiaaliratkaisut mahdollistavat rakennuksen omatoimisen muokkaamisen asumistarpeita paremmin vastaavaksi asumisen pitkittyessä.

ENGLISH SUMMARY

The aim of the KERAKE project was to develop a flexible and portable housing concept for humanitarian purposes. The concept design was based on low-carbon wooden structures. Wood was chosen as construction material due to its excellent ability to capture and store carbon dioxide. In addition to that, wooden structures are favourable from the standpoint of circular economy. Living environments built of wood create warm and homelike atmosphere in circumstances where people suffer serious stress. Finally, highly processed wooden products for export will improve our national current account balance.

In the project, an actor group was formed up for developing the concept collaboratively. The group consisted of companies from different industries, like wood product companies, as well as firms specialised on energy and sanitation technologies. Special expertise on humanitarian housing and

related markets was acquired as outsourced services. KERAKE project researcher went through a great deal of reports and articles of recent studies and designed several drafts and virtual models for the concept. Calculations of carbon dioxide footprint and handprint were prepared based upon the concept design.

The project resulted in a small modular housing solution to be adapted to different systems of wooden frameworks, different climate conditions and varying local circumstances. The flexible concept design enables a long lifecycle from production to housing, and further to subsequent stages of disassembling and reuse, or circulating the elements in new housing units or, for example, in school buildings. The spatial and material solutions of the concept enable independent reworking and repairing of the building in case the dwelling will be prolonged.

SISÄLLYSLUETTELO

Tiivistelmä

English summary

1 Johdanto	1
2 Pakolaisleirit ja katastrofialueiden jälleenrakentaminen	6
2.1 Humanitaarinen asuinrakentaminen	7
2.2 Sanastoa, suosituksia ja käytäntöjä	9
2.3 Näkemyksiä esivalmistetuista suojusta	11
2.4 Minkä täytyy muuttua?	13
3 Toimintatavat ja menetelmät KERAKE-hankkeessa	16
3.1 Konseptin kehittämisestä	18
3.2 Yritysryhmä suunnittelun tukena	20
3.3 Asiantuntijatietoa pakolaisvirroista ja leirien hankinnoista	21
4 Arbo Shelter -tilakonsepti	22
4.1 Mitoitus, rakenne ja muunneltavuus	24
4.2 Materiaalivaihtoehdot	30
4.3 Aluesuunnittelu	39
4.4 Energia- ja sanitaatoratkaisut	45
5 Hiilijalanjälkilaskenta	50
5.1 Hiilijalanjälkilaskentamenetelmä	52
5.2 Arbo Shelter -konseptin hiilijalanjälki	53
5.3 Kate- ja perustusmateriaalien vertailua	56
5.4 Erityyppisten suojien vertailua	59
6 Markkinat ja vientimahdollisuudet	61
6.1 Konseptista tuotteeksi	62
6.2 MT Xport Consultants Oy:n markkinaselvitys	64
7 Johtopäätökset	66

Lähteet

Liitteet



Kuva 1: Havainnekuva KERAKE-hankkeessa kehitetystä puurakenteisesta Arbo Shelter -konseptista.

1 JOHDANTO

Hyvinvointi ja vakaat olot ovat jakautuneet maailmassa epätasaisesti. Ne kehittyneet yhteiskunnat, jotka kykenevät tarjoamaan kansalaisilleen jonkinlaista suojaa poliittisia konflikteja ja luonnon katastrofeja vastaan, kattavat vain osan planeettastamme. Valtava määrä ihmisiä joutuu pakemaan vuosittain kotiseudultaan hakemaan turvaa itselleen ja perheelleen. Konfliktien ohella yhtenä syynä muuttoliikkeille ovat aina olleet ympäristöongelmat. Ympäristöpakolaisuutta on siis ollut kautta ihmiskunnan historian, mutta nykytilanteessa on uusiakin piirteitä.

Kun muuttovirtoja aiheuttavat ympäristöongelmat olivat aikaisemmin pääasiassa paikallisia ja alueellisia, nyt ne ovat luonteeltaan globaaleja ja ihmisen omasta toiminnasta aiheutuneita (Boano & al. 2007). Ilmastonmuutoksen vaikutukset pakolaisuuteen tulevat useiden arvioiden mukaan vain voimistumaan tulevaisuudessa. Ongelma on suuri, ja siihen liittyvä ongelmakenttä hyvin monitahoinen. Sään ääri-ilmiöiden ja muiden ilmastonmuutokseen liittyvien uhkien yleistyessä pakolaisuuden muut juurisyyt eivät ole kadonneet minnekään, vaan ihmiset joutuvat edelleen lähtemään kodeistaan myös muun muassa poliittisten ja uskonnollisten vainojen vuoksi.

Kyynisyyteen ei kuitenkaan ole varaa. Voidaan

ajatella, että juuri me, joille planeetan hyvinvointi ja resurssit ovat kasautuneet, kannamme myös valtaosan vastuusta planeettamme tulevaisuudesta. Länsimaiset elämäntavat ja kulutustottumukset kuuluvat ongelman aiheuttajiin, sillä kehittyneet teollisuusmaat ovat pääosin vastuussa ilmastopäästöistä ja niiden aiheuttamista ympäristöongelmista. Kannamme vastuuta myös siitä, että luomamme talouden ja politiikan järjestelmät eivät mahdollista tasaisempaa resurssien jakautumista globaalitasolla.

Menemättä tämän syvemmälle itse pakolaisongelman syihin, meidän on tartuttava toimeen sellaisilla keinoilla, joiden soveltamiseen omat paikalliset resurssimme ja osaamisemme riittävät. Ongelmaa voi yrittää hoitaa kahdella taholla. Voimme osallistua lähtömaiden kehittämiseen pyrkimällä kohentamaan niiden oloja ja järjestelmiä kohti parempaa resilienssiä – tai sitten voimme yrittää tarjota suojaa jo vaeltamaan lähteneille ihmisille. Kun lähtökohdaksi otetaan oman tutkimusryhmämme asema ja osaaminen suomalaisessa innovaatiojärjestelmässä, on lähdettävä liikkeelle jälkimmäisestä vaihtoehdosta. Arkkitehtuurin ja ympäristötieteiden osaamis pohjalta ponnistettaessa linjaksemme valikoitui suojan järjestäminen. Tarkemmin sanoen otimme tehtäväksemme kehittää pienen, väliaikaisena kotina toimivan rakennuksen

konseptisuunnitelman, josta syntyisi yritysveoilla jatkotyöstämällä suomalainen vientituote.

Jälkikäteen arvioiden tämäkin etenemistie osoittautui yllättävän mutkikkaaksi. Ryhdyttyämme työhön huomasimme pian, ettemme suinkaan olleet pioneereja tällä alalla, vaan paljon on jo tehty, ja kaiken kaikkiaan kenttä on hyvin kilpailtu. Saimme kuulla jopa omalla toimialueellamme vastaavista aiemmista yrityksistä ja näiden kohtaamista vastuksista. Ideointi, tilakonseptin kehittäminen ja teknisten ratkaisujen löytäminen sujivat helposti, sillä kaikki tarvittava teknologia on jo olemassa. Sen sijaan suurimmat hankaluudet löytyivät institutionaaliselta puolelta, sillä markkinointi- ja vientikanavat rahoituskuvioineen ovat varsin kiemuraisia. Samoin Suomessa valmistetun tuotteen hinta nousee korkeaksi pystyäkseen kilpailemaan kansainvälisillä markkinoilla.

Taustatutkimusta tehdessämme yllätyimme huomattavasti, miten vähän pakolaisleirien rakentamisessa on kiinnitetty huomiota ympäristöasioihin. Tämä on merkittävää siksi, että nykyisillä kansainvaelluksilla on kaksoisluonne, eli niitä aiheuttavat pääasiassa juuri ympäristöongelmat. Jos ja kun väliaikainen leiri on pakko pystyttää, se ei saisi enää lisätä ympäristön tuhoa – edes paikallisesti. Leirit eivät tietenkään ole mikään ideaaliratkaisu ongelmaan, jossa ihmiset joutuvat muuttamaan pois kodeistaan ja siirtymään satojen tai jopa tuhansien kilometrien päähän kotiseudultaan. Toteutuessaan leirit saattavat kuitenkin muodostaa laajoja yhdyskuntia, jotka ilman kunnollista energiahuoltoa, sanitaatiota tai paloturvallisuuden

huomiointia voivat aiheuttaa pahoja ongelmia asukkaidensa ja ympäröivän luonnon terveydelle ja turvallisuudelle.

Ongelmakenttä on tätäkin laajempi, jos mukaan otetaan sosiaaliset ja kulttuuriset ongelmat. Kei-notekoinen, nopeasti ja halvalla rakennettu väliaikainen yhdyskunta ei vastaa lähimainkaan oman kodin, kotiseudun ja sen yhteisöjen tarjoamaa suojaa, lämpöä ja turvaverkkoja. Hätätilanteeseen tarkoitettu asumisratkaisu ei yleensä vastaa paikallisia kulttuurisia tai sosiaalisia normeja, tai tue asukkaiden omanarvontuntoa ja toimijuutta. On jopa paradoksaalista puhua tässä yhteydessä kodista tai kodinomaisuudesta, kun asumus on tarkoitettu väliaikaiseksi ja siirtolaisten varsinainen määränpää on jossakin kauempana. Käytännössä väliaikaisiksi aiotuilla yhdyskunnilla on taipumus jäädä monille jopa vuosien mittaisiksi asuinpaikoiksi, ja hätäsuojista muodostuu pitkäaikaisia asumuksia. Aikajänteen arviointi onkin yksi humanitaarisen rakentamisen keskeisistä haasteista. Oletuksille perustuvilla ratkaisuilla voi olla kauaskantoisia vaikutuksia asukkaiden hyvinvointiin ja esimerkiksi mielenterveyteen.

Konseptimme materiaalivalinnoissa päädyimme puuhun ja puutuotteisiin. Puun käyttö tarjoaa ratkaisuja monenlaisiin vaatimuksiin ja ongelmiin, eikä vähiten edellä mainittuun kodinomaisuuteen. Puiset pinnat ja rakenteet huokuvat jo sinällään kodinomaista lämpöä ja pehmeyttä – ainakin jos verrataan teräsrakenteisiin konttiratkaisuihin, joita käytetään esimerkiksi Turkin pakolaisleireillä. Puu on haptinen, miellyttäväksi

koettu materiaali, jolla on myös hyvät akustiset ominaisuudet. Mutta puuhun päädyttiin muistakin syistä. Useimmat yleisesti käytetyt rakennusmateriaalit eivät juuri voi kilpailla puurakentamisen hiilijalanjäljen ja kiertotalousominaisuuksien kanssa. Puisia rakenteita on myös suhteellisen helppo työstää leiriolosuhteissa omin voimin yksinkertaisilla työvälineillä. Lisäksi toimialueellamme Etelä-Pohjanmaalla sijaitsee useita puutuotealan yrityksiä, joiden kanssa tutkimusryhmämme on tehnyt yhteistyötä ja vuosien ajan.

Hankkeessa käytettyä toimintamenetelmää voisi hyvin kuvata termillä *research-by-design*, joka on 2000-luvulla tullut tutuksi arkkitehtitutkimuksen piirissä. Menetelmän täsmällinen sisältö hakee vielä muotoaan, mutta perusajatuksena oli käyttää suunnittelua tutkimusmenetelmänä. Käytännössä tämä toimi niin, että tutkijamme tuottamia idea-aihioita ja luonnoksia annettiin tiuhaan tahtiin asiantuntevien hankekumppaniemme kommentoitavaksi. Uutta tietoa esimerkiksi rakennuksen muuntautumiskyvystä ja kiertotalousominaisuuksista syntyi, kun kaikki osallistujat toivat prosessiin oman luovan asiantuntemuksensa.

Monien vaiheiden jälkeen konsepti sai tässä raportissa esitetyn muodon ja ominaisuudet. Konsepti ei ole vielä valmiin rakennuksen toteutussuunnitelma, vaan eräänlainen joustava luonnos, jonka on kyettävä mahdollistamaan erilaiset yritys- ja tuotekohtaiset ratkaisut, sekä rakennuspaikan vaihtelevat vaatimukset. Kun konseptin

nimeksi annettiin *Arbo Shelter*, siihen haluttiin kuitenkin kiteyttää sen muuttumaton peruslähtökohta: ”*Arbo*” tarkoittaa latinan kielellä puuta.

Hanketta alettiin valmistella kesällä 2019 otsikolla ”Kestävää rakentamista kehittyviin maihin – KERAKE”. Otsikkoa ei tarvinnut myöhemminkään enää muuttaa. Alkuvaiheen pohdintoihin osallistui AGM Finlandin toiminnanjohtaja Heljä Brita Repo. AGM voitti myöhemmin myös tarjouskilpailun, kun hankimme projektillämme humanitaarisen rakentamisen asiantuntijaosaamista ostopalveluna. Hankkeen suunnittelu- vaiheessa olimme yhteydessä eteläpohjalaisiin puutuotealan yrityksiin, jotka osoittivat aitoa kiinnostusta ideaamme kohtaan. Näistä yrityksistä muodostui myöhemmin konseptin kehittämiseen osallistunut yritysryhmä. Yritysryhmään kuuluivat Aalto Haitek, Alavus Ikkunat, CLT Finland eli Hoisko, CLT Plant, GR Group, Kestopalkki ja Luoman puutuote. Lisäksi energia- ja sanitaatoratkaisuja kommentoivat Afstor ja DTS Finland.

Kaksivuotiselle projektille (2020–2021) haettiin ja saatiin EAKR-rahoitus Etelä-Pohjanmaan liitosta, jossa hakemustamme käsitteli kehittämisasiantuntija Outi Mäki. Hän seurasi hankkeemme etenemistä lähietäisyydeltä alusta loppuun saakka. Rahoitukseen osallistuivat myös Seinäjoen kaupunki, Tampereen yliopisto ja Seinäjoen yliopistokeskus. Hankkeeseen palkattiin tutkijaksi arkkitehti Mari-Sohvi Miettinen. Projektipäällikkönä toimi FT Virpi Palomäki ja vastuullisena johtajana professori Ari Hynynen.

Hankkeen loppuvaiheessa teetettiin markkina-tutkimus, jonka suoritti Seinäjoella toimiva MT Xport Consultants Oy. Työryhmään kuuluivat Marko Luoma, Marja Sulkakoski ja Fredrik Jir-low.

Työ suoritettiin Seinäjoen kaupunkilaboratoriossa, joka toimii Tampereen yliopiston rakennetun ympäristön tiedekunnan alaisuudessa. Laboratorio on käytännössä pieni tutkimusyksikkö, joka on osa Seinäjoen yliopistokeskuksessa toimivaa Epanet-tutkijaverkostoa, johon kuuluu parikymmentä professorien vetämää tutkimusyksikköä

viidestä yliopistosta. Epanet-verkoston erityispiirteitä ovat monitieteinen yhteistyö, sekä tiiviit kytkennät eteläpohjalaiseen yrityskenttään, kuntiin ja muihin organisaatioihin. Yliopistokeskus tarjosi KERAKE-hankkeelle kaiken mahdollisen tuen, ja toimi erinomaisesti hankkeen kotipesänä koko sen keston ajan.

Projektiryhmämme haluaa kiittää lämpimästi kaikkia tässä raportissa mainittuja henkilöitä ja tahoja, jotka osallistuivat Arbo Shelter -konseptin kehittämiseen.



Kuva 2: Kehitysvaiheen havainnekuva Arbo Shelter -konseptista. Aluksi pohdinnassa oli myös konseptin toteuttaminen rankarunkoisena, jolloin siihen olisi tullut kuvan mukainen ulkoverhouslaudoitus. Sekä yhteistyöyritykset, että hankkeen ohjausryhmä totesivat, että tällaisena konsepti saattaa herättää mahdollisissa ostajissa liian hinnakkaita mielikuvia, joten ulkoasua yksinkertaistettiin. Ikkunoita pienennettiin myös turvallisuussyistä.

2 PAKOLAISLEIRIT JA KATASTROFIALUEIDEN JÄLLEENRAKENTAMINEN

Vuoden 2020 lopulla maailmassa oli noin 84,2 miljoonaa ihmistä, jotka olivat joutuneet jättämään kotinsa vasten tahtoaan. Pakolaisten määrä maailmassa on ollut tasaisessa kasvussa 1990-luvulta lähtien (UNHCR 2021). Meneillään olevan ilmastokriisin ja siitä johtuvien sään ääri-ilmiöiden, kuten kuivuuden ja tulvien, sekä näistä ilmiöistä aiheutuvien poliittisten konfliktien vuoksi pakolaisten määrä tuskin tulee vähenemään lähivuosikymmeninä.

Asumisen ratkaisut ovat pakolaiskysymyksen ytimessä. Koti on elinehto ja ihmisoikeus, joka luo perustan terveydelle, turvallisuudelle ja perheiden ja yhteiskuntien pysyvyydelle. Koti mahdollistaa elämisen perustarpeet, kuten suojan ja hyvät hygieniatilat, ja muodostaa pohjan yksityisyydelle, omanarvontunnolle ja kulttuurilliselle identiteetille. (UNHCR Handbook for Emergencies 2007, 207; Barakat 2003, 1–2)

2.1 HUMANITAARINEN ASUINRAKENTAMINEN

KERAKE-hankkeen konsulttina toimineen AGM:n tekemän selvityksen (2021) mukaan pakolaisia on väkilukuun suhteutettuna eniten Libanonissa. Määrällisesti eniten pakolaisia on Turkissa. Kotimaansa sisällä paenneita on eniten Kolumbiassa, Syyriassa, Kongossa ja Irakissa. Merkittävää on, että suurin osa (61 %) on paennut luonnonkatastrofeja. Maailman pakolaisten kokonaismäärästä Suomessa on 0,04 % ja EU:ssa 5,4 %. Kaksi kolmasosaa maailman kaikista pakolaisista on kotoisin Syyriasta, Afganistanista, Etelä-Sudanista, Myanmarista ja Somaliasta. Suurimmat vastaanottajamaat ovat Turkki, Pakistan, Uganda ja Sudan. Neljä viidestä pakolaisesta jää kotimaansa naapurivaltioon. Noin kolme miljoonaa pakolaista pääsi vuonna 2018 palaamaan takaisin kotiseudulleen, mutta pakoon lähtevien määrä on edelleen suurempi kuin palaavien määrä. Pakolaisista yli puolet on lapsia, mutta huolestuttavaa on, että määrä on nousussa. Miehiä ja naisia pakolaisista on lähes saman verran. Luvut perustuvat UNHCR:n tietoihin.

Vaikka perustarpeet täyttävä suoja ja koti on perustavanlaatuisen ihmisoikeus, on asuntojen rakentaminen poikkeusoloissa monimutkainen

aihepiiri, johon ei ole olemassa yksinkertaisia ratkaisuja. Katastrofeihin tai konflikteihin liittyvää muuttoliikettä ja kansainvälistä politiikkaa värittävät erilaiset risteävät arvot ja intressit. Lisäksi sosiaalisesti, taloudellisesti ja ympäristön kannalta kestävä kehityksen mukaiset tavoitteet näyttelevät tulevaisuudessa entistä suurempaa roolia myös humanitaarisessa rakentamisessa, ja edellyttävät uusia ratkaisuja.

Suuret kansainväliset organisaatiot, kuten YK:n pakolaisjärjestö UNHCR, Punainen Risti ja kansainvälinen siirtolaisjärjestö IOM tekevät jatkuvasti töitä pakolaisten elinolojen parantamiseksi, ja ovat julkaisseet erilaisia ohjeistuksia, käsikirjoja ja katalogeja humanitaarisen asuinrakentamisen reunaehtojen määrittelemiseksi. Tästä huolimatta humanitaariselle asuinrakentamiselle ei ole olemassa yhtenäisiä, kansainvälisiä standardeja, tai edes yhteneväistä sanastoa. Jopa aihetta kuvaavan, sopivan kattotermin löytäminen on vaikeaa, sillä käsitteiden tulkinta vaihtelee tahosta riippuen. Tässä raportissa käytetään käsitettä humanitaarinen asuinrakentaminen: humanitaarisuus viittaa avun antamiseen sitä tarvitseville, olipa kodin menettämisen taustalla luonnonkatastrofi

tai konflikti. Asuinrakentaminen puolestaan viittaa riittävän väljästi erilaisiin rakentamisen tapoihin ja vaiheisiin, pois lukien akuutin kriisivaiheen, jossa suojaa tarjotaan yleensä teltojen tai muiden väliaikaisratkaisuiden muodossa.

Varsinkin kestävän kehityksen mukainen humanitaarinen rakentaminen on toistaiseksi jäänyt vähälle huomiolle myös akateemisessa maailmassa. Vaikka kestävän kehityksen mukaisten toimien tarpeellisuus on laajasti tunnustettua, ja niiden huomiotta jättäminen vaikuttaa niin ihmisiin, ympäristöön kuin humanitaaristen operaatioiden kokonaiskustannuksiin, aihetta käsitteleviä julkaisuja on toistaiseksi ilmestynyt vähän (Alshawwreh et al. 2019, 1–2). Albadran, Coleyn ja Hartin tekemä kirjallisuuskatsaus vuodelta 2018

osoittaa, että katastrofien ja konfliktien jälkeistä rakentamista käsitteleviä akateemisia artikkeleita löytyi yhteensä vain 60 kappaletta, ja vain yhdeksän niistä käsitteli nimenomaan asumusten ympäristövaikutusta tai elinkaarta (Albadra et al. 2018, 116).

KERAKE-hankkeen lähtökohtana oli kehittää pakolaisleireille ja jälleenrakentamiseen kestävän kehityksen mukainen asuinkonsepti hyödyntämällä puumateriaalia sen vähähiilisyyden vuoksi. Kehitystyö osoitti, että puun käyttö rakentamisessa voi tukea myös sosiaalista ja taloudellista kestävyyttä. Työn tuloksena syntynyt tilakonsepti pyrkii huomioimaan kokonaisvaltaisesti kestävän kehityksen eri osa-alueet.

2.2 SANASTOA, SUOSITUKSIA JA KÄYTÄNTÖJÄ

Humanitaariselle asuinrakentamiselle ei ole olemassa vakiintuneita, kansainvälisiä standardeja, ja asumisratkaisut ja niiden taustalla vaikuttavat periaatteet vaihtelevat runsaasti sijainnista riippuen. Kansalaisjärjestöt, kuten YK:n pakolaisjärjestö UNHCR, esittelevät julkaisuissaan toteutuneita ja hyväksi havaittuja ratkaisuja. Ne perustuvat usein paikallisiin rakennusmenetelmiin ja materiaaleihin, esimerkiksi nopeasti kasvaviin puulajeihin, olkeen ja savirappaukseen. Paikallisista materiaaleista tehtyihin runkoihin voidaan yhdistää muualta tuotuja katemateriaaleja, kuten peltiä tai muovipressuja. Näiden ratkaisujen tavoitteena on tarjota asukkaille mahdollisuus vaikuttaa mahdollisimman paljon omiin koteihinsa, ja toteuttaa asumukset niin, että ne muistuttavat paikallista, pysyvää rakennuskantaa. Lisäksi paikallisille materiaaleille ja työlle perustuvat ratkaisut ovat usein edullisempia. Humanitaarisen asuinrakentamisen laajaan kirjoon mahtuu kuitenkin monenlaisia luovia ratkaisuja, esimerkiksi hiekkasäkeistä tai hiekalla täytetyistä muovipulloista rakennettuja koteja, tai erityisesti väliaikaiseen asumiseen suunniteltuja, työmaakontteja muistuttavia asuntoja. Varsinkin monilla pakolaisleireillä olosuhteet ovat kurjat, ja ihmiset sinnittelevät puutteelli-

sisä oloissa teltoissa tai hökkelimäisissä kylissä, joissa elinoloihin liittyy suuria riskejä esimerkiksi puutteellisen hygienian tai tulipalovaaran vuoksi.

Kansalaisjärjestöt suhtautuvat esivalmistettuihin suojiin pääosin kriittisesti, ja niitä näkyy niukasti järjestöjen julkaisemissa oppaissa ja muissa materiaaleissa. Kuitenkin metallisia työmaakontteja muistuttavia, esivalmistettuja suojia käytetään laajasti esimerkiksi Turkin ja Jordanian alueella. Nämä asumukset ovat usein laadultaan ja varustelultaan korkeatasoisia: esimerkiksi turkkilaisen, siirrettäviä kontteja valmistavan Karmod-yrityksen sivuilla esitellyissä konttikodeissa on useampi huone, oma kylpyhuone ja wc, keittiö, hyvä eristys ja ilmastointi (Karmod 2021). Toisaalta asumusten ulkomuoto muistuttaa tilanteen väliaikaisuudesta ja tekee selvän eron paikallisten ja leirillä asuvien ihmisten välille. Myös YK on ollut kehittämässä esivalmistettua, Refugee Housing Unit -nimistä suojaratkaisua yhdessä ruotsalaisen Better Shelterin ja Ikea-säätiön kanssa. Neljän hengen muovitalon suunnittelun keskeisiä tavoitteita ovat olleet alhaiset kuljetuskustannukset, edullinen hinta (vain vähän yli tuhat dollaria) ja nopea pystytettävyyttä (UNHCR 2016, 19).

Humanitaariseen rakentamiseen liittyvä sanasto on kirjavaa. Kansainvälisestä kirjallisuudesta ja kansalaisjärjestöjen julkaisuista löytyy monenlaisia termejä, jotka lisäävät väärinkäsitysten vaaraa. Jopa se, mitä ymmärretään käsitteillä ”asuinrakentaminen” (*housing*) tai ”suoja” (*shelter*), voi vaihdella kirjoittajasta riippuen. Barakat’n (2003, 15) mukaan suoja on väliaikainen, yleensä esivalmistettu ja muualta tuotu, ja sen tarkoitus on auttaa asukkaita selviämään muutamista kuukausista poikkeusolojen alkamisen jälkeen. Sen sijaan asunto ja asuinrakentaminen viittaavat pysyviin rakennuksiin tai sellaisiin ratkaisuihin, joiden tarkoitus on tukea asukkaita pysyvän kodin rakentamisessa. Barakat’n mukaan kaikki väliaikaisiksi aiotut ratkaisut ovat suojia, riippumatta niiden todellisesta elinkaaresta tai kestävyydestä (Barakat 2003, 15).

Asumusten oletettu aikajänne onkin tavanomaisin piirre, jota käytetään erilaisten ratkaisujen tyypittelyssä. Tyypillisiä, ajalliseen keston viittaavia käsitteitä ovat esimerkiksi poikkeusolosuojat, (*emergency shelters*) tai siirtymävaiheen suojat (*transitional shelters*). Poikkeusolosuoja viittaa lyhytaikaiseen ratkaisuun, joka pyritään tarjoamaan mahdollisimman nopeasti poikkeusolojen alettua. Sellaisia ovat esimerkiksi teltat tai muoviset pressut. Siirtymävaiheen suojat on puolestaan

tarkoitettu tukemaan siirtymävaihetta kohti kestävämpiä tai pysyviä asumuksia, ja niissä on suositeltavaa käyttää sellaisia materiaaleja, joita voidaan parantaa tai käyttää uudelleen (IFRC 2013, 8). UNHCR (2016) käyttää myös termejä globaali suoja, joka viittaa esivalmistettuihin, muualla tuotettuihin ratkaisuihin, joissa on hyödynnetty niin sanottuja globaaleja, teollisesti tuotettuja materiaaleja kuten muovia tai metallia, sekä kestävä suoja (*durable shelter*), joka viittaa pysyvämpiin ratkaisuihin. Punainen risti painottaa termejä väliaikainen, kehittyvä ja ydinosuoja (*core shelter*). Järjestö muistuttaa, että poikkeusolojen asumisen typologiat tulisi mieltää erilaisiin konteksteihin sopivina lähestymistapoina, ja on ongelmallista, jos hätätilanteen eri vaiheisiin vastataan toisistaan irrallisilla ratkaisuilla (IFRC 2013, 8). Samaa painottaa Kansainvälinen siirtolaisuusjärjestö IOM. Sen mukaan siirtymävaiheen suojan voi määrittellä seuraavasti: sen voi muuntaa osaksi pysyvää taloa, uudelleenkäyttää toiseen tarkoitukseen, siirtää, myydä eteenpäin tai kierrättää jälleenrakentamiseen. IOM:n mukaan siirtymävaiheen suojan rakentaminen on vaiheittainen prosessi, joka hyödyntää aiempien vaiheiden materiaaleja ja rakenteita sen sijaan, että aiemmat suojat korvattaisiin uusilla, väliaikaisilla ratkaisuilla (IOM 2012).

2.3 NÄKEMYKSIÄ ESIVALMISTETUISTA SUOJISTA

Kansainväliset järjestöt suosittelevat vahvasti sitä, että paikalliset yhteisöt osallistuvat kotien suunnitteluun ja rakentamiseen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa rakennusprosessia (UNHCR 2007; IFRC 2013; IOM 2011). Esivalmistettujen suojien käyttö nähdään usein ongelmallisena, koska se voi vähentää asukkaiden mahdollisuutta osallistua ja vaikuttaa kotiensa suunnitteluun. UNHCR mainitsee esivalmistettujen suojien ongelmiksi myös muun muassa korkeat yksikkö- ja kuljetuskustannukset ja viilentämisen haasteet kuumissa oloissa, ja lisäksi esivalmistetut ratkaisut taipuvat hankalasti paikallisiin kulttuurisiin normeihin (UNHCR 2007, 222). Valmiiden ratkaisujen tarjoaminen saattaa heikentää paikallisten yhteisöjen pitkän aikavälin elpymistä, ja väliaikaisten ratkaisujen kustannukset saattavat viivästyttää pysyvää rakentamista, kun rakentamiseen kohdistettavat varat on käytetty jo väliaikaisratkaisuun (Barakat 2003, 16).

Paikallisten yhteisöjen osallistaminen voi olla kuitenkin vaativa tehtävä silloin, kun kriisitilanne on akuutti. Myös traumatisoiva tilanne tai haastava maantieteellinen sijoittuminen voivat hankaloittaa yhteisön osallistumista rakentami-

seen. Paikallisista materiaaleista ja paikallisin menetelmin rakennetut suojat vastaavat yleensä paremmin paikallisiin kulttuurisiin normeihin ja asumisen typologioihin, kuin esivalmistetut vaihtoehdot. Toisaalta viimeksi mainitut ovat yleensä rakennusteknisesti korkealaatuisempia ja kestävätkin paremmin esimerkiksi maanjäristyksiä tai muita luonnonmullistuksia. Joskus voi myös olla perusteltua investoida korkealaatuisiin, esivalmistettuihin rakenteisiin, koska on tavallista, että suojat ovat käytössä pidempään kuin alun perin arvioidaan. (Alshawawreh et al. 2020, 4–5)

Kirjallisuudesta löytyy myös varovaisen positiivisia asenteita esivalmistettuja ratkaisuja kohtaan, tietyin varauksin. Ydinasuojan (*core shelter* tai *core house*) ideana on tarjota nopeasti lähtökohta pysyvän kodin rakentamiseen. Itse ydin on usein yksittäinen huonetila, joka voi olla massatuotettu – olennaista on, että asukkailla on mahdollisuus laajentaa ja muokata suojaa, jolloin siitä muodostuu ajan myötä pysyvä koti (Barakat 2003, 22). Esivalmistettujen suojien käyttö voi toisaalta myös tukea paikallisten yhteisöjen toipumista. Modulaariset tai valmiista elementeistä koostuvat rakenteet ovat nopeita pystyttää, ja niitä hyödyntämällä

kotinsa menettäneet yhteisöt pääsevät nopeammin poikkeusoloista tavalliseen elämään (Gunawardena et al. 2014, 60).

Poikkeusolojen asuinrakentamisen taustalla vaikuttavat siis monenlaiset arvot, näkemykset ja tavoitteet. Sekä aiheeseen liittyvä sanasto, että käytännössä toteutetut ratkaisut ovat moninaisia. Poikkeusoloissa käytettyjen suojaratkaisujen kirjo ulottuu pressukyhäelmistä täysin varusteltua pientaloa muistuttaviin ratkaisuihin.

Hankkeen alusta asti oli selvää, ettei puurakenteinen ratkaisu voisi kilpailla hinnassa tai nopeudes-

sa akuuttivaiheen suojien, kuten teltojen kanssa. Siksi suojaa lähdettiin kehittämään erityisesti siirtymävaiheeseen. Konseptin kehittämisessä myös huomioitiin esivalmistettuja ratkaisuja kohtaan osoitettu kritiikki ja pyrittiin vastaamaan siihen. Hankkeessa kehitetty Arbo Shelter -konsepti sisältää piirteitä siirtymävaiheen suojista ja ydinasuojista, mutta ei näkökulmasta riippuen välttämättä täysin täytä näitä määritelmiä. Vaikka Arbo on sellaisenaan väliaikaiseen tilanteeseen suunnattu suoja, mahdollisuus kehittää väliaikaisesta asumisesta pysyvää muodostui keskeiseksi tavoitteeksi suunnittelussa.

2.4 MINKÄ TÄYTYY MUUTTUA?

Rakentaminen ja rakennukset tuottavat jopa 39 % maailman hiilipäästöistä (YK:n Ympäristöohjelma 2017, 14). Vaikka suurin osa päästöistä on käytönaikaista, myös rakentamisessa tarvitaan uusia lähestymistapoja. Esimerkiksi rakennusosien ja –elementtien uudelleenkäyttöä niiden alkuperäiseen tarkoitukseen tulisi lisätä tulevaisuudessa (DG Environment 2021). Ilmastonmuutoksen aiheuttamat säiden ääri-ilmiöt ja niistä juontuvat konfliktit todennäköisesti kasvattavat pakolaisvirtoja myös tulevina vuosikymmeninä. Siksi kestävä kehityksen näkökulmien huomioiminen tulee olemaan entistä tärkeämmässä roolissa myös humanitaarisessa rakentamisessa.

Alexander Petts ja Paul Collier (2017a ja b) ovat ehdottaneet pakolaisleirien kohentamista ”kehityskeskukseksi”. Collier on toiminut mm. Maailmanpankin kehitystutkimuksen osaston johtajana 1998–2003. Heidän mukaansa leirien ongelma on pakolaisten passivoiminen. Valtion, liike-elämän ja kolmannen sektorin yhteistyö on tärkeää, ja sen avulla voitaisiin luoda edellytykset koulutukseen, työntekoon ja inhimilliseen elämään. Kansainväliset toimintatavat ja järjestelmät muuttuvat hitaasti. Hyviä esimerkkejä uudenaikaisista toimin-

tatavoista on kuitenkin olemassa. Esimerkiksi Jordaniaan on perustettu erityistalousoalue, jossa pakolaisleirin asukkailla on mahdollisuus tehdä työtä. (AGM 2021)

Epävarman aikajänteen hyväksyminen ja sen edellyttämät joustavat ratkaisut ovat avain kestävä kehityksen mukaiseen rakentamiseen pakolaisleireillä ja muissa poikkeusoloissa. Jotkut kriisit väistyvät nopeasti, ja akuuttiin tarpeeseen tarjotut väliaikaisratkaisut voivat jäädä tarpeettomiksi. Toisaalta väliaikaiseksi aiottu pakolaisasutus voi toimia asukkaidensa kotina vuosien ajan, ja hätäsuojista voi muodostua osa pysyvää infrastruktuuria. Epävarmuus leimaa pakolaistilanteita, ja niiden kehitystä on vaikea ennustaa. Joustamattomat, tiettyyn tilanteeseen tai vaiheeseen tarkoitetut asumisen ratkaisut vastaavat heikosti niin asukkaiden kuin viranomaisten tarpeisiin, tarkastelipa niitä sosiaalisen, taloudellisen tai ympäristön kannalta kestävä kehityksen näkökulmasta.

Sosiaalisesti kestävä kehitys edellyttää asumukselta sopeutumista paikalliseen kulttuuriin, sosiaalisiin rakenteisiin ja ilmastoon. Universaalia,

kaikkiin maantieteellisiin sijainteihin sopivaa ratkaisua ei ole olemassa. Paikallisten ihmisten mahdollisuus osallistua kotiensa suunnitteluun ja rakentamiseen on huomioitava aina, kun mahdollista. Nopeasti etenevissä tilanteissa myös esivalmistetuilla ratkaisuilla on paikkansa. Esivalmistettujen asuntojen tulee kuitenkin olla muunneltavissa ja laajennettavissa, ja niiden tulisi mahdollistaa myös rakennusta ympäröivän ulkotilan hyödyntäminen asumisen eri toiminnoille.

Taloudellinen näkökulma on tärkeä osa humanitaarista asuinrakentamista, sillä maltilliset kustannukset mahdollistavat isompien ihmisjoukkojen auttamisen (Alshawwreh et al. 2019, 14). Taloudellisen kestävyuden tukemiseksi humanitaarista rakentamista tulisi tarkastella kehittyvänä prosessina, ja rakennusosien uudelleenkäyttö tulisi huomioida osana rakennusten elinkaarta jo suunnitteluvaiheessa. Rakennusmateriaalit tulisi mieltää varantona, jonka käytölle on monenlaisia mahdollisuuksia myös ensisijaisen tarpeen väistyessä.

Sanitaatio ja kestävästi tuotettu energia ovat keskeinen osa kestäväen kehityksen mukaista rakentamista myös poikkeusoloissa, ja toimivilla ratkaisuilla on suora vaikutus asukkaiden hyvinvointiin. Tutkimusprofessori, WHO:n asiantuntija Merja Roivaisen mukaan tarttuvien tautien leviämisen estämisen tulisi olla tärkeä osa leirin ja rakennusten suunnittelua. Kuivakäymälän yhteydessä tulisi olla mahdollisuus käsienpesuun sekä viemärointi. Pesuvatien käyttö sisään kannettavalla vedellä ei ole bakteerien ja tarttuvien tautien leviämisen vuoksi suositeltavaa, ja muo-

viämpäreissä tai vesikanistereissa seisova vesi voi olla iso terveystarve. Myös suihkun sijoittaminen asuutiloihin lisää erityisesti naisten ja tyttöjen turvallisuutta, ja vähentää heihin kohdistuvaa väkivaltaa. (AGM 2021)

Brittiläinen Chatman House -ajatushautomo on tehnyt globaalin analyysin pakolaisten energi-ansaanista. Noin 90 prosenttia maailman pakolaisleirien asukkaista elää ilman sähköä, ja käyttää polttoaineina puuta, puuhiiltä ja nestekaasua, jotka aiheuttavat terveys- ja ympäristöongelmia. Vaikka energiankulutus leireillä on pientä, sen aiheuttamat päästöt ovat suhteessa isot. Metsäkattoon vaikuttaa se, että pakolaisleireillä poltetaan vuosittain noin 49 000 jalkapallokentällistä metsää. Paremmat liedet ja aurinkolamput voisivat säästää tutkimuksen mukaan vuosittain 323 miljoonaa dollaria, ja hiilipäästöt vähenisivät 6,85 miljoonaa tonnia. (Chatman House 2015)

Tutkijoiden mukaan energian saantiin ei satsata riittävästi. Ongelma on asiantuntemuksen puute suunnittelussa, ei teknologiassa. Uuden teknologian mahdollistamat ratkaisut energiatuotannossa eivät ole käytössä, ja aurinkoenergian käyttö on valitettavan vähäistä. Uusia energiajärjestelmiä kuitenkin kehitetään, myös Suomessa. Esimerkiksi LUT, Aalto-yliopisto, Green Energy Finland ja Suomen yliopistokiinteistöt toteuttavat Namibiassa pilottihanketta ”Itsenäisesti toimiva älykäs sähköverkko – Fusion Grid”. Verkossa on sähkö, tietoliikenne ja digitaaliset palvelut samassa paketissa, joten ratkaisu eroaa monesta muusta tämänkaltaisesta hankkeesta. Omavaraiseen

energiajärjestelmään kuuluvat aurinkopaneelit, akusto ja tukiasema. LUT:n mukaan järjestelmä voi mullistaa tulevaisuudessa miljardien ihmisten elämän. Sähkön avulla saadaan toteutettua ruokahuoltoon liittyviä perustarpeita. Pääsy internetiin mahdollistaa esimerkiksi käsityöverkkokaupan ylläpitämisen ja kouluille digitaaliset oppimisympäristöt. (LUT 2018)

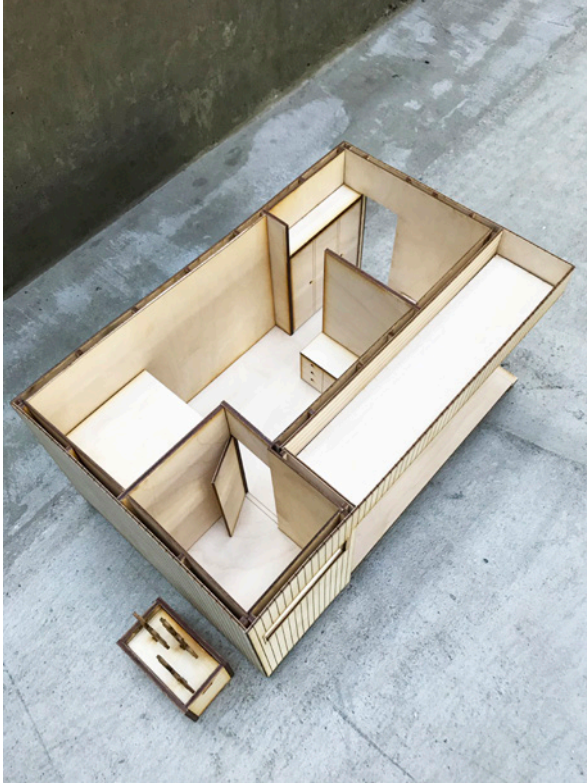
AGM:n tekemässä selvityksessä todetaan, että

rakennusten tulisi olla osa laajempaa aluesuunnitelmaa ja infrastuktuurin ratkaisuja. Rakennuksessa tulisi olla kuivakäymälä, mahdollisuus ruoanvalmistukseen, ja energiantuotanto tulisi toteuttaa päästöttömästi aurinkoenergialla. Myös ruoantuotanto tulisi mahdollistaa asukkaille, ja viheralueet tulisi ottaa tärkeäksi osaksi alueen suunnitelmaa. Lisäksi rakennuksen suunnittelussa tulisi huomioida asukkaiden turvallisuus. (AGM Finland 2021)

3 TOIMINTATAVAT JA MENETELMÄT KERAKE-HANKKEESSA

Konseptin suunnittelun tavoitteena oli luoda kehittyviin maihin jälleenrakennusalueille ja pakolaisleireille soveltuva siirrettävä, muuntojoustava puurakennus, jossa on käytetty hiilivapaita rakentamisen ratkaisuja. Konseptin suunnittelu tehtiin KERAKE-hankkeen omana työnä siten, että suunnittelu kytkeytyi vahvasti yhteistyöhön

hankkeessa mukana olleen yritysryhmän kanssa. Tavoitteena oli myös laskea suunnitellun asuinyksikön rakennusmateriaalien ja rakentamisen hiilijalanjälki, ja löytää mahdollisimman vähähiilisiä materiaaleja ja hiiltä sitovia rakentamisen ratkaisuja. Hiilijalanjälki- ja elinkaarilaskenta tehtiin hankkeen omana työnä.



Kuvat 3–5: Yhtenä konseptin havainnevälineenä toimi vanerista valmistettu pienoismalli mittakaavassa 1:20. Sittemmin asuinyksikköä kehitettiin edelleen massiivirakenteiseksi ja harjakattoiseksi, mutta tilasuunnitelma säilyi lähes muuttumattomana. Niukoista neliöistään huolimatta asuinyksikkö jakautuu erillisiin tiloihin: keitto- ja oleskelutilan lisäksi siitä löytyy kaksi alkuvia, parvi ja käymälä, sekä terassi.

3.1 KONSEPTIN KEHITTÄMISESTÄ

Tässä yhteydessä konseptisuunnittelulla tarkoitetaan sellaista suunnittelu- ja kehittämistapaa, jossa lähestytään toteutusta vähitellen iteroimalla ja kokeilemalla. Konseptoinnilla testataan ideoita, jotka hahmottavat tavoiteltavaa toteutusta monelta suunnalta: toiminnallisesti, teknisesti, esteettisesti, taloudellisesti ja niin edelleen. Tavoitteet voivat olla keskenään hyvinkin ristiriitaisia. Siksi konseptoinnin tehtävänä on saavuttaa vaihe, jossa mahdollisimman monet tavoitteet saadaan toteutumaan tyydyttävästi niin, että projektiryhmä ja kumppanit voivat hyväksyä kokonaisuuden. Näin päästään vaiheeseen, josta voidaan siirtyä kohti varsinaista toteutussuunnittelua. Konseptin erityisominaisuus on pyrkimys pitää se tietoisesti avoimena, ”virtaavassa” tilassa, niin pitkään kuin mahdollista, jotta siihen saadaan liitettyä mahdollisimman paljon vaadittuja ominaisuuksia. Konsepti ei siis ole valmis suunnitelma, vaan tärkeä välivaihe kohti toteutusta. Konseptisuunnitelma on myös laajempi kuin perinteinen luonnossuunnitelma. Erona on se, että konsepti on valmistuessaankin avoin, mahdollistaen erilaisia toteutustapoja ja teknologioita. Lisäksi konsepti kuljettaa mukanaan runsaasti tietoa esimerkiksi paikallisesta kontekstista, logistiikasta tai toteutuvien yh-

dyskuntien rakennemalleista, ja luotaa näin erilaisia väyliä kohti toteuttamista.

Suunnittelun ja luovien prosessien liittäminen osaksi tieteellisiä hankkeita on vielä uusi ja kehittyvä tutkimuksen muoto. Kuitenkin esimerkiksi Rittel ja Webber arvioivat jo lähes 50 vuotta sitten, että suunnittelu voi osoittautua hyödylliseksi työkaluksi niin sanottujen monitahoisten ongelmien (*wicked problems*) ratkaisemisessa. Toisin kuin klassiset luonnontieteelliset ongelmat, jotka on helppo määritellä ja siten myös ratkaista, kompleksiset poliittiset ongelmat on hankala määritellä selvärajaisesti, ja siksi niihin on myös hankala löytää yksittäistä, selkeää vastausta (Rittel & Webber 1973, 155; 160). Myös Roggema (2016, 1) toteaa, että nykypäivän monitahoiset ongelmat vaativat uudenlaisia lähestymistapoja ja ajattelua, koska itse ongelma on harvoin lopullisesti määriteltä ennen hyväksyttyä ratkaisua, ja vastaus on parhaimmillaankin erilaisten intressien ja arvojen välillä tasapainotteleva kompromissi. Roggeman mukaan suunnittelu voi osoittautua arvokkaaksi välineeksi näiden kysymysten ratkaisemisessa, sillä se mahdollistaa ajattelun luovat hyppyt ja voi auttaa uusien innovaatioiden esiin tuomisessa.

Tiedon keräämisen ja ominaisuuksien määrittelyn ohella konseptia lähdettiin kehittämään arkkitehtisuunnittelun keinoin. Tilasuunniteluun, mitoitukseen, varusteisiin, materiaaleihin ja muodonantoon liittyvät yksityiskohdat kiteytettiin yhden perheen asuinyksikön hahmoon, joka mallinnettiin 3D-mallinnusohjelmalla. 3D-mallin avulla tarkasteltiin asuinyksikön erilaisia variaatioita, laajennusmahdollisuuksia ja useista yksiköistä muodostuvia aluerakenteita, sekä tuotettiin

läpi hankkeen uutta kuvamateriaalia, video sekä konkreettinen pienoismalli. Havainnemateriaalit tarjosivat konkreettisia työkaluja konseptin kommentointiin ja kehittämiseen yhteistyötahojen kanssa, yli ammattilaisrajojen. Konsepti sai jo kehittämistyön alkuvaiheessa nimen “Arbo Shelter”. Nimi ja sen pohjalta laadittu logo (kuva 6) auttoivat luomaan mielikuvia ja hahmottamaan vielä keskeneräisen konseptin luonnetta.



Kuva 6: Arbo Shelter -konseptille suunniteltu logo. Sana ”arbo” on latinaa ja tarkoittaa puuta.

3.2 YRITYSRYHMÄ SUUNNITTELUN TUKENA

Arbo Shelter -konseptin kehittämisen tukena toimi puu- ja rakennusalan yrityksistä koostuva yritysryhmä, joka kokoontui kuusi kertaa hankkeen aikana. Ryhmän toimintaan osallistui 10 yritystä, joista suurin osa oli massiivipuisia rakennusmateriaaleja valmistavia tai rakentamiseen käyttäviä yrityksiä. Myös ikkunoita ja ovia sekä pilareita ja palkkeja valmistavia yrityksiä sekä saniteetti- ja energiaratkaisuja tuottavia yrityksiä osallistui ryhmän toimintaan. Ryhmän tavoitteena oli tuoda toimivia konkreettisia ratkaisuja suunnittelun tueksi, kommentoida konseptia eri vaiheissa sekä nostaa esiin alan ajankohtaisia näkymiä. Tavoit-

teena oli myös, että yksi tai useampi yritys voisi jatkaa konseptin kehittämistä tuotteeksi oman yrityksensä puitteissa.

Ryhmä otti aktiivisesti kantaa konseptin suunnitteluun ja eri materiaalien sovittamiseen konseptiin. Erityisesti uusista saniteetti- ja energiaratkaisuista saatiin yrityksiltä uutta tietoa. Myös CLT-levyn sopivuudesta pintakäsiteltynä katto-materiaaliksi saatiin uusia näkökulmia. Ryhmä keskusteli myös aktiivisesti markkinanäkymistä ja vientimahdollisuuksista.

3.3 ASiantuntijatietoa Pakolaisvirroista ja leirien hankinnoista

Pakolaisleirien ja kriisialueiden toiminnasta hankittiin tietoa ja osaamista käyttäen ulkopuolisia asiantuntijoita. AGM Finland toimi hankkeen asiantuntijana tuoden tietoa keskeisistä pakolaisvirroista, kohdemaista ja volyymeistä. Myös pakolaisleirien olosuhteista tarvittiin tietoa suunnittelun tueksi varmistamaan, että suunniteltava konsepti sopii leirien ja kriisialueiden tarpeisiin.

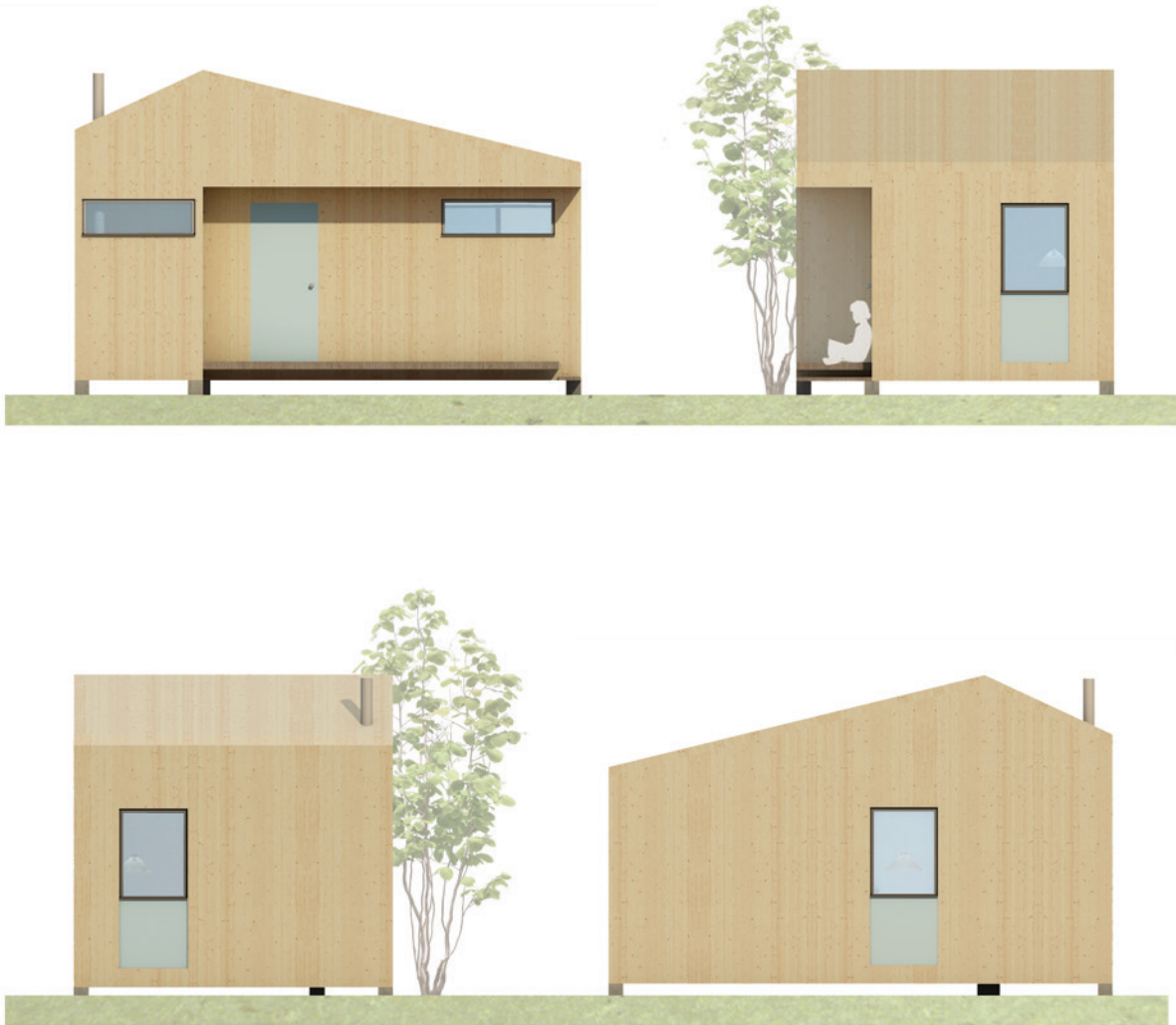
Sekä AGM Finland, että MT Xport Consultants Oy tuottivat laajasti tietoa pakolaisleirien rakentamiseen liittyvistä hankinnoista ja markkinoista sekä toimijoista, jotka organisoivat ja hoitavat hankintoja käytännössä. Asiantuntijoiden tuottamat tiedot esiteltiin ja välitettiin yritysryhmälle.

4 ARBO SHELTER -TILAKONSEPTI

KERAKE-hankkeen tuloksena kehitettiin konsepti puurakenteiselle yhden perheen asuinyksikölle, joka on tarkoitettu luonnonkatastrofin tai konfliktin jälkeisiin poikkeusoloihin, esimerkiksi pakolaisleirille. Puu valittiin asuinyksikön materiaaliksi sen vähähiilisyyden vuoksi. Suunnittelun edetessä paljastui, että puumateriaalilla on konseptin kannalta hyviä ominaisuuksia myös sosiaalisen ja taloudellisen, ei ainoastaan ympäristön kannalta kestävän kehityksen näkökulmasta. Konseptin nimeksi annettiin Arbo, mikä on latinaa ja merkitsee puuta. Nimi on kansainvälinen, mutta helppo lausua myös suomeksi.

Puumateriaalin lisäksi suunnittelun tärkeänä lähtökohtana oli huomioida poikkeusolojen asumiseen tarkoitettujen asuinyksikön epävarma aikajänne. Arbo on tarkoitettu niin sanottuun siirtymävaiheeseen (*transitional shelter*), kun akuutin

kriisivaiheen hätämajoitusratkaisut, kuten teltat ja pressut, eivät enää riitä suojaksi, mutta asumisen kestosta ei ole varmaa tietoa. Vastauksena ajalliseen epävarmuuteen muotoutui ”yksi suoja, kaksi strategiaa” -periaate: jos poikkeustilanne ja asukkaiden oleskelu alueella osoittautuu lyhyehköksi ja väliaikaiseksi, Arbo voidaan purkaa ja siirtää toiseen paikkaan joko sellaisenaan, tai käyttäen rakennuselementtejä uusiin rakennustyyppeihin. Jos taas oleskelu pitkittyy tai muuttuu pysyväksi, voidaan siirtymävaiheen suojaa muunnella, täydentää ja laajentaa pysyvään asumiseen sopivaksi. Poliittinen paine ja toiveet siitä, että esimerkiksi pakolaistilanne ratkeaa nopeammin kuin todellisuudessa on odotettavissa, voivat helposti johtaa lyhytikäisten väliaikaisratkaisujen hankintaan. Arbo-konseptissa suojia hankkivan tahon ei tarvitsisi etukäteen tietää tai olettaa, mikä asumisen aikajänne todellisuudessa on.



Kuva 7: Arbo Shelter -asuiyksikön julkisivukuvat.

4.1 MITOITUS, VARUSTEET JA MUUNNELTAVUUS

Arbo-asuinyksikön mitoituksen apuna käytettiin UNHCR:n suosituksia. Poikkeusolojen järjestämistä varten laaditun *Handbook for emergencies* -opaskirjan mukaan perhekunnalle suunnitellussa suojassa tulisi olla makuupaikat 4–6 henkilölle, ja jokaiselle asukkaalle tulisi varata vähintään 3,5 neliometriä tilaa asunnosta. Lisäksi rakennuksesta löytyy ruuanlaittomahdollisuus ja perhekohtainen käymälä, jota UNHCR suosittelee sekä hygienia-, että turvallisuussyistä. (UNHCR 2007, 219; 221)

UNHCR ohjeistaa myös laajempaa aluesuunnittelua ja palveluiden mitoitusta. Näitä tarkastellaan tarkemmin kohdassa 4.3. Aluesuunnittelu. Aluesuunnitteluosuoksilla on kuitenkin ollut vaikutusta myös yksittäisen rakennuksen hahmoon. UNHCR suosittelee suunnittelemaan suuret, satojen tai tuhansien ihmisten asutuskeskukset siten, että suunnittelu lähtee pienestä, yhden perheen muodostamasta yksiköstä, joista puolestaan muodostuu yhteisöjä, kortteleita ja niin edelleen (UNHCR 2007, 216). Siksi myös Arbosta löytyy pieni katettu ulkotila, patio, joka muodostaa rakennuksen edustalle luontevan oleskelupaikan ja pyrkii näin osaltaan tukemaan asukkaiden yhteisöllisyyttä ja vuorovaikutusta.



Kuva 8: Aksonometrinen, leikattu havainnekuva tilakonseptista näyttää, miten asumisen eri toiminnot sijoittuisivat suojan sisälle.

Tilasuunnittelun lähtökohtana on ollut jakaa niu-
kat neliöt erillisiin tiloihin ja mahdollistaa näin
asukkaille yksityisyyttä myös poikkeusoloissa.
Esimerkiksi Alshawawreh'n ja kumppaneiden
artikkelissa, joka vertailee kestävän kehityksen
periaatteiden toteutumista poikkeusoloihin tar-
koitetuissa suojissa, on useampi huonetilalla mai-
nittu yhtenä sosiaalisen kestävyuden kannalta
olennaisena ominaisuutena (Alshawawreh et al.
2020, 7–8). Arbossa on seinäkkeellä ja säilytys-
kalusteella muusta tilasta rajattu alkovi, joka voi-
si toimia esimerkiksi vanhempien makuutilana.
Katonharjan korkeimman kohdan alla on parvi,
joka on luonteva paikka perheen lasten makuu-
sijaksi (kuva 9). Parven alle muodostuvaan sy-
vennykseen voidaan sijoittaa esimerkiksi työpiste
perheen koululaisille, tai tarvittaessa lisämakuu-
paikkoja lapsille tai perheeseen mahdollisesti
kuuluville isovanhemmille. Noin 21-neliöiseen,
kompaktiin asuntoon syntyy näin luontevat paik-
kansa eri toiminnoille (kuva 10). Arbon perusrat-
kaisussa perhekohtainen kuivakäymälä on varsi-
naisen asuintilan yhteydessä, ja sinne on käynti
huonetilasta. Niissä kulttuureissa, joissa käymä-

län ei ole soveliaista olla asunnon yhteydessä, voi-
daan käymälä sijoittaa erilliseen rakennukseen, ja
käymälältä vapautuva tila toimii toisena makuual-
kovina. Käymälävaihtoehtoja esitellään tarkem-
min kohdassa 4.4 Energia- ja sanitaatoratkaisut.

Poikkeusolojen asumisen epävarman aikajänteen
vuoksi muunneltavuus oli yksi suunnittelun tär-
keimmistä lähtökohdista. Kahden strategian mu-
kaisesti muunneltavuus tarkoittaa Arbon kohdalla
joko mahdollisuutta purkaa ja siirtää rakennus ja
käyttää rakennuselementit uudelleen, tai mahdol-
lisuutta laajentaa ja täydentää siirtymävaiheen
asumusta pitkäaikaiseen tai pysyvään asumiseen.
Ajatuksena on, että suojia hankkiva taho – oli se
sitten pakolaisleiriä hallinnoiva valtio tai kriisia-
pua tarjoava järjestö – voisi ajatella suojia materi-
aalivarantona, eikä ainoastaan yhteen tilanteeseen
ja tietylle ajanjaksolle soveltuvana, kertakäyt-
töisenä kulueränä. Samalla asukkailla on mah-
dollisuus kehittää esivalmistettua suojaa omia
tarpeitaan, kulttuuriaan ja paikallisia olosuhteita
vastaavaksi, jos oleskelu pitkittyy.



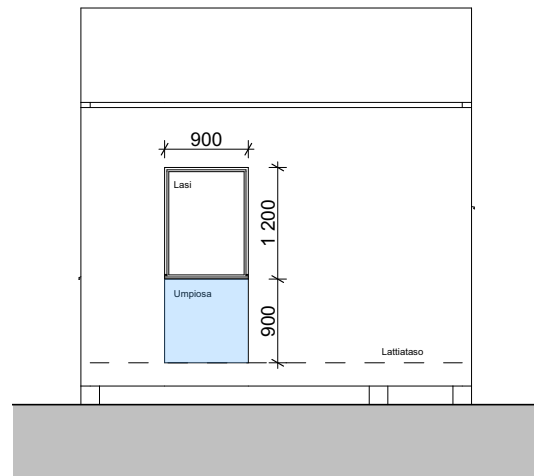
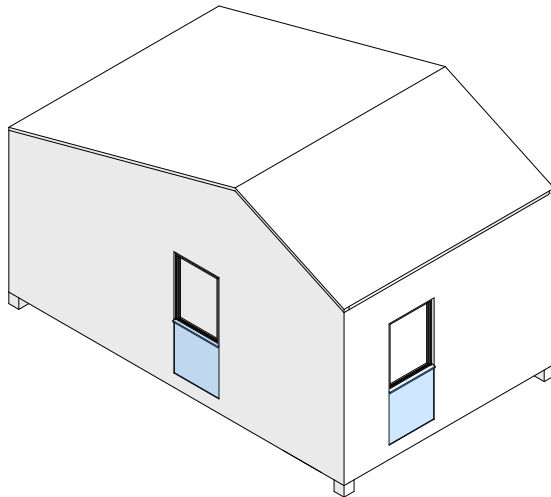
Kuva 9 (yllä): leikkauskuva Arbo Shelteristä. Harjakatto antaa lisätilaa pienemmän alkovin päälle sijoittuvalle parvelle. Käytettäessä massiivipuuta, kuten CLT:tä tai kevythirttä, voidaan puupinta jättää näkyviin myös sisätiloissa. Puu on miellyttäväksi koettu materiaali, jonka terveystaikutuksia tutkitaan aktiivisesti.

Kuva 10 (alla): pohjapiirros. 100 mm vahvuinen massiivipuuseinä riittää hyvin pienen rakennuksen kantavaksi seinäksi.

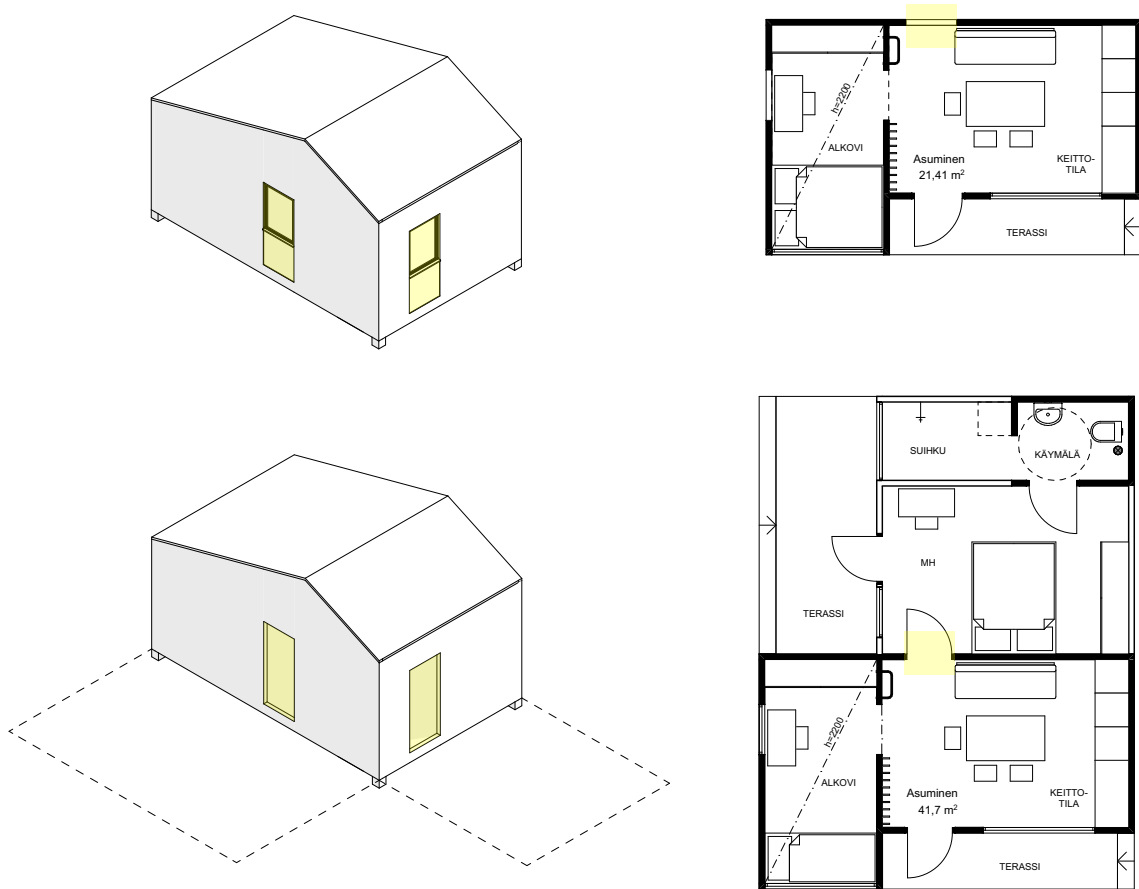
Helposti työstettävä puumateriaali on avain siihen, että Arboa on mahdollista muunnella erilaisilla pintakäsittelyillä tai verhoiluilla, mutta myös laajentamalla. Asumisen pitkittyessä rakennusta voitaisiin laajentaa paikallisilla rakennustarvikkeilla ja -materiaaleilla. Yksi vaihtoehto on laajentaa asuntoa yhdistämällä pienistä asuinyksiköistä suurempia. Näin voitaisiin toimia esimerkiksi sellaisessa tilanteessa, jossa esimerkiksi pakolaisleiri ajan myötä muuntuu pysyväksi asuinalueeksi. Pieniä Arbo-yksiköitä voisi yhdistellä joko laajentamalla tai korottamalla.

Laajentamismahdollisuudet on huomioitu rakennuksen tilasuunnittelussa, sekä ikkunaelementtien periaatesuunnittelussa. Ikkunaelementtien

toimintaperiaatetta hankkeessa kommentoi Juha Äijänaho yhteistyöyrityksiin kuuluneesta Alavus ikkunat -yrityksestä. Arbon ulkoseinissä olevat ikkuna-aukot vastaavat mitoiltaan standardikoista ovea, jonka leveys on 900 mm ja korkeus 2100 mm. Niihin sijoitetaan avattavasta lasiosasta sekä umpinaisesta, kiinteästä levyosasta koostuvat ikkunaelementit. Jos asuntoa tulee tarve laajentaa, voidaan ruuvikiinnitteiset ikkunaelementit irrottaa kokonaisina ja käyttää rakennuksen laajennusosissa. Ikkunoiden paikalle muodostuu näin kulkutie laajennusosiin. Ikkuna-aukot on sommiteltu laajentamisen kannalta olennaisiin kohtiin, ja osana suunnittelua on tehty luonnoksia laajennusmahdollisuuksista (kuvat 11–12).



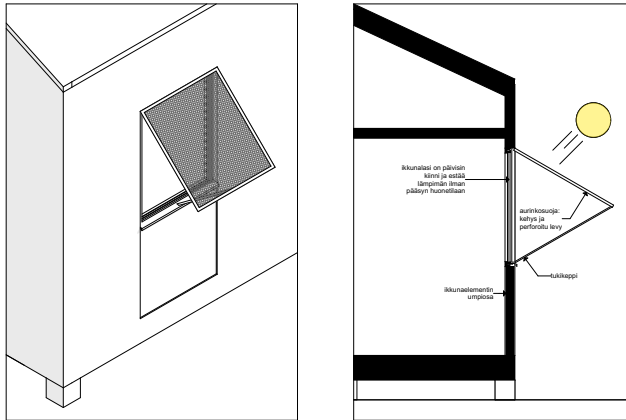
Kuvat 11–12: Ikkunaelementtien mitoitus ja toimintaperiaate. Ikkunaelementti koostuu lasi- ja umpiosasta, jotka on irrotettavissa ehjänä kokonaisuutena niin, että ne voidaan käyttää uudelleen.



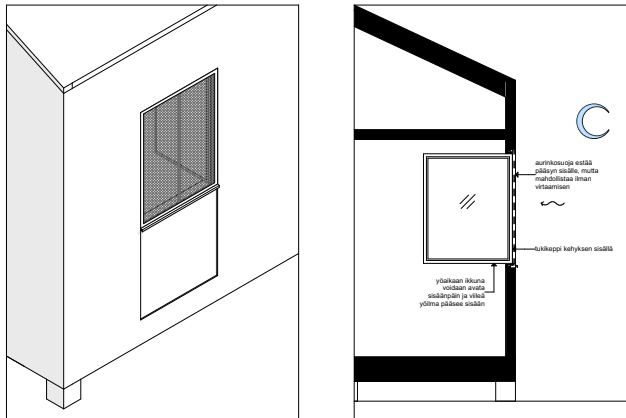
Kuva 13: Arbo Shelterin laajentumisperiaate ja esimerkkipohjapiirros laajennetusta suojasta. Ikkunaelementti irrotetaan ja sen paikalle muodostuu kulkuaukko laajennusosaan ilman, että seinärakenteita tarvitsee rikkoa. Laajennusosa voidaan rakentaa paikallisesti saatavilla olevista materiaaleista, tai yhdistelemällä käytöstä poistettuja suoja. Tässä esimerkissä alkuperäisessä suojassa on erillinen käymälä. Laajentamisen yhteydessä se yhdistyisi osaksi asuinrakennusta. Samassa yhteydessä käymälän yhteyteen rakennettaisiin suihku.

Osana ikkunoiden suunnittelua tehtiin myös periaatekuva ikkunoihin liitettävästä lisävarusteesta, joka parantaisi asumismukavuutta erityisesti kuumissa olosuhteissa. Esimerkiksi perforoidusta metallilevystä tai tiheästä verkosta valmistettava yksinkertainen, saranalla ja tukikepillä varustettu lisäosa toimisi päiväsaikaan markiisimaisena lip-

pana, joka suojaisi sisätiloja auringon paahteelta. Kuumimpaan aikaan lasi-ikkunat kannattaa pitää suljettuina. Yöaikaan lippeä voitaisiin laskea alas ja lukita sisältä käsin. Tällöin lasi-ikkuna voitaisiin avata sisäänpäin tuuletusta varten, ja viileämpi yöilma pääsisi virtaamaan rakennukseen turvallisesti (kuvat 14–15).



Kuva 14: Ikkunan lisävaruste päiväasennossa. Ohut metallilevy tai -verkko toimii markiisintavoin ja suojaa asumusta paahteelta.



Kuva 15: Ikkunan lisävaruste yöasennossa. Metalliosa lasketaan alas ja lukitaan sisäpuolelta. Lasi-ikkuna voidaan avata sisään päin, jolloin viileämpi yöilma pääsee virtaamaan asuntoon.

4.2 MATERIAALIVAIHTOEHDOT

Puu on rakennusmateriaalina kestävän kehityksen kannalta luonteva valinta pienen hiilijalanjälkensä ansiosta, mutta sillä on myös muita ominaisuuksia, jotka ovat tukeneet konseptille asetettuja tavoitteita. Muunneltavuus ja uudelleenkäytön huomiointi on tärkeää taloudellisen kestävyuden näkökulmasta. Tuotteiden elinkaaren huomiointi jo suunnitteluvaiheessa on olennainen osa kiertotalouden ja kestävän kehityksen tavoitteita. Jätelaki 2011/646 ohjeistaa tuotteiden valmistajia huolehtimaan, että tuote on elinkaareltaan ja käyttöältään kestävä, ja sitä on mahdollista korjata, päivittää ja käyttää uudelleen. Kestävän kehityksen kannalta on olennaista, että rakennusmateriaalit käytetään uudelleen niiden alkuperäistä käyttötarkoitusta vastaavalla tavalla, eli rakentamiseen, eikä esimerkiksi kierrätetä energiaksi polttamalla. Monipuolisena rakennusmateriaalina puu tarjoaa tähän hyviä mahdollisuuksia, sillä rakentamisessa puulla on erilaisia sovelluksia, se on helposti työstettävää eikä uudelleenkäytön tarvitse rajoittaa alkuperäisiin käyttötapoihin (Huuhka et al. 2018, 54).

Arbo-asuinyksikön toteuttamista on tarkasteltu

kolmella eri rakennevaihtoehdolla. Yksityiskoh- taisimmin on tarkasteltu yksikön toteuttamista CLT:stä (*cross-laminated timber*) eli ristiinlaminoidusta puusta. Lisäksi tarkastelussa ovat olleet WLT (*wave layered timber*, aaltokerrostettu puu) eli aaltopuu ja kevythirsi. Kaikilla näillä materiaaleilla on yhtäläisyyksiä, jotka mahdollistavat Arbo-konseptin soveltamisen mihin tahansa niistä, mutta myös eroavaisuuksia, joiden myötä eri materiaalit soveltuvat paremmin erilaisiin tarpeisiin ja sijainteihin. Hiilijalanjälkilaskenta toteutettiin CLT- ja kevythirsirakenteisista vaihtoehdoista.

Kaikki tarkastellut rakennevaihtoehdot ovat niin sanottuja massiivirakenteita. Niissä ei siis ole eri materiaaleista koostuvia rakennekerroksia, vaan kaikki rakennevaihtoehdot ovat yksiaineisia. CLT on puulevyä, jossa ohuet lautakerrokset on liimattu yhteen toisiinsa nähden ristikkäin (Puuinfo 2021a). Lopputuloksena on kookas levy, josta rakennuselementit, kuten seinät, voidaan leikata valmiiksi oikeaan kokoon. Elementteihin jyrstään valmiiksi aukot ja erilaisten taloteknisten asennusten vaatimat lovet.



*Kuva 16: Havainnekuva suojan sisätiloista, isommasta makuu-alkovista keittiöön, pienempään alko-
viin ja parvelle. Tilasuunnittelussa on pyritty kiinnittämään huomiota asukkaiden yksityisyyteen.*

Kevythirsi ja WLT poikkeavat CLT:stä siten, että niiden rakennusperiaate perustuu levymäisten elementtien sijaan palikkamaisille, ladottaville kappaleille. Molemmista voidaan kuitenkin tarvittaessa valmistaa myös valmiita elementtejä. Kevythirsi koostuu toisiinsa liimatuista, samansuuntaisista puusoiroista (Puuinfo 2021b). Muodoltaan ja rakenneperiaatteeltaan kevyet lamelli-hirret muistuttavat perinteisiä hirsiiä, eli ne ovat pitkänomaisia, ristikkäin koottavia kappaleita, joiden mitoituksessa tulee huomioida puun kosteuseläminen ja mahdollinen painuminen. WLT poikkeaa edellä mainituista tuotteista siten, että sen valmistuksessa ei käytetä liimaa. WLT on tuotteena verrattain uusi ja vielä konseptikehitysvaiheessa. WLT:ssä puulankkujen pintaan höylätään aallon muotoinen profiili, ja komponentit asennetaan yhteen kiristämällä ne metalli- tai puutapeilla (Aalto Haitek 2021).

Näille yksiaineisille puumateriaaleille yhteistä – ja Arbo-konseptin kannalta keskeistä – on mahdollisuus uudelleenkäyttöön tai muokkaamiseen. Kaikki edellä mainitut rakennevaihtoehdot mahdollistavat rakennusosien tai seinäelementtien liittämisen niin, että rakennus voidaan purkaa ja siirtää toiseen paikkaan, tai rakennusosista voidaan koota uusia rakennuksia, jos tarve väliaikaisille kriisiasumuksille poistuu. Toisaalta kaikki kolme rakennetta mahdollistavat myös asuinyksikön muokkaamisen ja varustelutason parantamisen ajan myötä, jos oleskelu pitkittyy tai muuttuu pysyväksi. Puurakenteinen rakennus on helppo maalata tai verhoilla paikalliseen kulttuuriin sopivaksi. Se voidaan myös esimerkiksi lisäeristää ja

parantaa näin rakennuksen energiatehokkuutta ja asumismukavuutta.

Eri materiaalivaihtoehtojen sovittamista Arbo-konseptiin on tarkasteltu yhdessä Kerake-hankkeeseen osallistuneiden yhteistyöyritysten kanssa. Näkemykset eri materiaalien soveltamisesta perustuvat yritysten edustajien kanssa käytyihin keskusteluihin niin KERAKE-hankkeen yritystapaamisissa, kuin kahdenkeskisissä puhelin- ja sähköpostikeskusteluissa. CLT-materiaalin sovittamista ovat kommentoineet ja ideoineet Tero Yli-Sikkilä CLT-Finlandilta eli Hoiskosta, sekä Olli Ala-Kojola GR-Groupilta. WLT:n sovittamista konseptiin on kommentoinut arkkitehti Richard Sirén Make a Place -yrityksestä ja hankkeen alkuvaiheessa myös sittemmin lopetetun Aalto Haitek-yrityksen edustajat. Kevythirren osalta konseptia on kommentoinut Luoman puutuotteen Samuli Franke. Tuotteita koskevat tiedot perustuvat näihin keskusteluihin, ellei toisin mainita.

Arbo-asuinkonsepti CLT-materiaalista

CLT-materiaalin etuna humanitaarisessa asuinrakentamisessa on rakentamisen nopeus. Pitkälle esivalmistettujen rakennuselementtien käyttö voi lyhentää katastrofin tai konfliktin jälkeistä väliaikaisen asumisen aikaa ja auttaa ihmisiä pääsemään nopeammin pysyviin koteihin (Gunawardena et al. 2014, 59). Lisäksi hallituissa tehdasoloissa tuotettu ja koordinoitua rakennusprosessia edellyttävä tuote on todennäköisesti tasalaatuinen ja rakennusteknisesti korkeatasoinen, mikä lisää asumismukavuutta (Gunawardena et al. 2014, 67). Järeytensä ansiosta CLT soveltuu parhaiten

jälleenrakennusalueille ja sellaisiin kohteisiin, joissa asuminen on selvästi pitkittynyttä. CLT-elementit ovat painavia, joten edellytyksenä niiden käyttämiselle on sellainen sijainti, joka on kuorma-autojen saavutettavissa. Rakentamisessa tarvitaan nosturia ja ammattimaista, koulutettua työvoimaa. KERAKE-hankkeen yhteistyöyritysten mukaan paikallisia ihmisiä voidaan helposti kouluttaa CLT-rakentajiksi, jolloin rakentamisella voisi olla ainakin hetkellinen, paikallisesti työllistävä vaikutus. Varsinaisten asukkaiden mahdollisuus osallistua omien kotiensa rakentamiseen olisi kuitenkin rajallinen ja painottuisi enemmän kodin viimeistelyyn, esimerkiksi pintakäsittelyyn.

Rakennuksen seinäpinnat voidaan jättää käsittelemättömiksi, tai käsitellä tarpeen mukaan jo tehtaalla. Pintakäsittely parantaa pintojen säikestävyyttä. Hankkeessa tuli esille, että kehitteillä on pintakäsittelyvaihtoehtoja rakennuksen vesikattopinnalle, jolloin rakennuksen vesikatto voitaisiin toteuttaa yksiaineisena puuelementtinä ilman erillistä pelti- tai bitumiverhousta. Tällä olisi merkittävä vaikutus rakennuksen hiilijalanjälkeen, jota erilaiset katemateriaalit helposti kasvattavat. Kuumissa olosuhteissa on suositeltavaa käsitellä kattopinta mahdollisimman vaaleaksi, mikä edesauttaa rakennuksen sisälämpötilan pysymistä maltillisena. CLT-rakenteiset seinät eivät välttämättä tarvitse ulkoverhousta, mutta niihin on mahdollista lisätä verhous ja myös lisäeristystä jälkikäteen. Tämä parantaisi rakennuksen energiatehokkuutta ja asumisviihtyvyyttä. Tämä tuo myös asukkaille yhden mahdollisuuden vaikuttaa kotinsa ulkoasuun ja muokata sitä omaan kulttuu-

riin sopivaksi.

CLT:tä tuotetaan levyinä, joista sitten leikataan oikean kokoiset seinä- ja muut elementit. Myös aukotukset ja tarvittaessa paikat erilaisille asennuksille jyrksitään elementteihin valmiiksi tehtaalla. CLT-levyn mitat vaihtelevat valmistajittain. Yleensä levyt ovat paksuudeltaan 60–400 mm, leveydeltään 2450–3500 mm ja pituudeltaan 12–16 metriä (Puuinfo 2021a). Suunnittelussa on tärkeää optimoida CLT-levyn ja siitä leikattavien elementtien koko niin, että leikattaessa syntyy mahdollisimman vähän materiaalihävikkiä.

KERAKE-hankkeen yritysryhmässä mukana ollut Hoisko eli CLT Finland Oy tuottaa CLT-levyä ja CLT-elementtisuunnittelua Etelä-Pohjanmaalla, Alajärven Hoiskon kylässä. Hoiskon tehtaalla CLT-levyn maksimipituus on 12 metriä ja leveys minimissään 2,4 metriä. Levyn pintaviimeistelyyn on kolme eri vaihtoehtoa. Raakalevypintaa käytetään yleensä silloin, jos tiedetään, että levy tullaan verhoilemaan. Plaanaus eli työstökonepinta vastaa viimeistelyltään höylätyn ja hienosahatun puun välimaastoon jäävää pintaa. Se on hieinan karhea, nopea ja edullinen vaihtoehto, johon myös erilaiset pintakäsittelyt tarttuvat hyvin. Viimeistellyin vaihtoehto on hieno pinta, joka toteutetaan käytännössä käsityönä hiomakoneella.

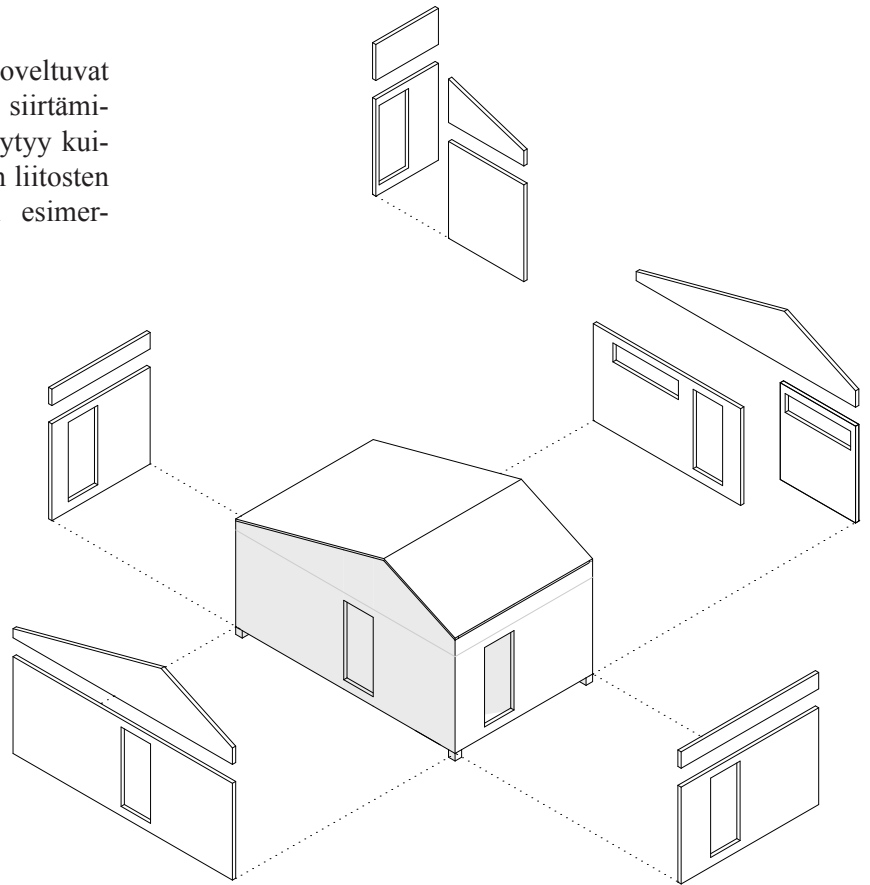
Arbon kaltaiseen pieneen rakennukseen sopii hyvin 100 mm paksuinen CLT-levy. Pintaviimeistelyvaihtoehtoista tarkoituksenmukaisin on työstökonepinta, joka on kustannuksiltaan edullinen, mutta kuitenkin sellaisenaan sopiva myös

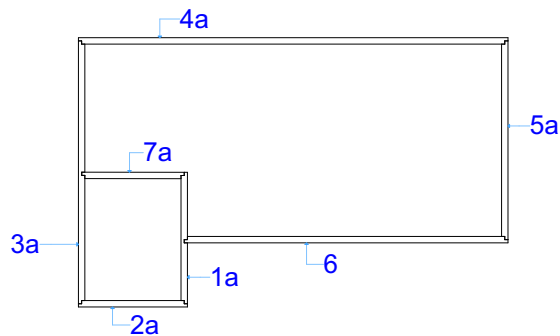
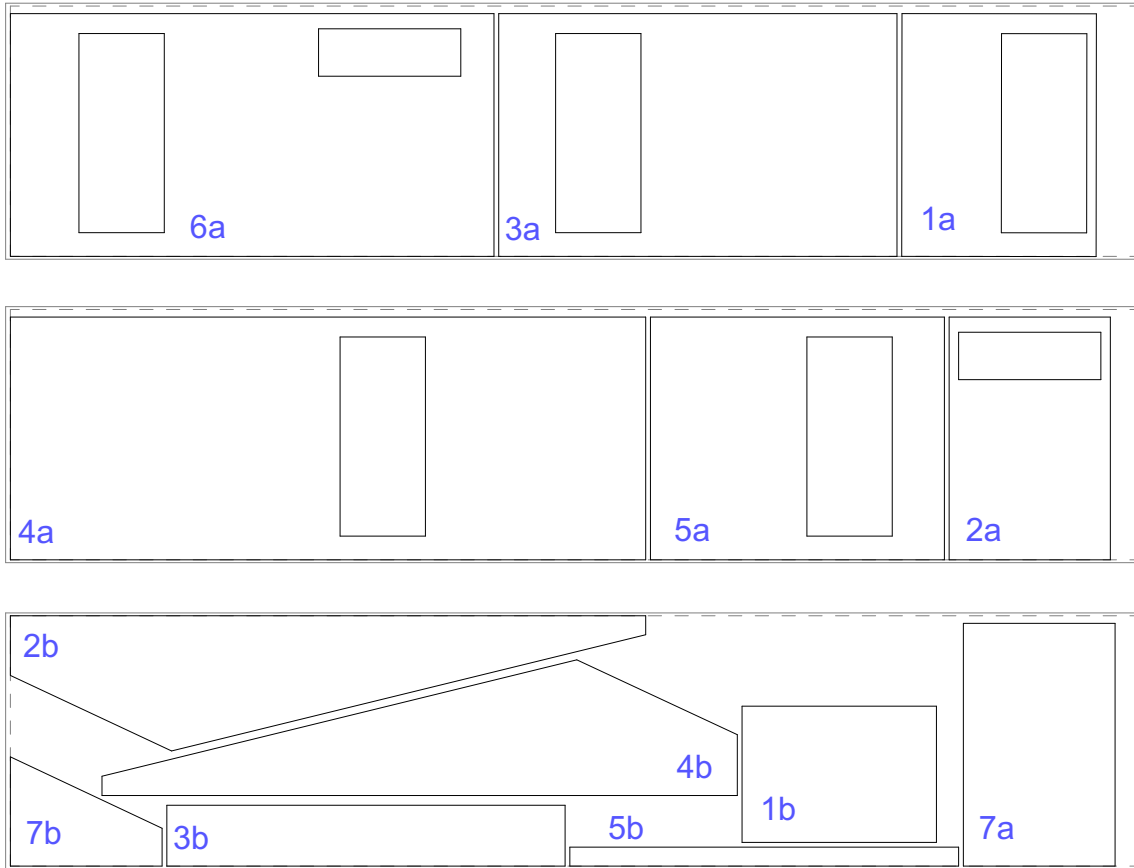
sisätiloihin. Kun levyn molempien puolten työstöpinta on samanlainen, voidaan leikattavia elementtejä tarvittaessa peilata, jotta ne saadaan sommiteltua optimaalisesti levyille ja näin vähentää materiaalihukkaa. Oheisessa periaatekuvassa (kuva 18) elementit on soviteltu CLT-levyille, joiden leveys on 2700 mm ja pituus 12 000 mm. CLT-levyihin leikattujen aukkojen kohdat aiheuttavat materiaalihävikkiä, mutta jatkokehittelyssä voisi tutkia niiden hyödyntämistä esimerkiksi kalustesuunnittelussa.

Kestävyytensä vuoksi CLT-elementit soveltuvat hyvin uudelleenkäyttöön. Purkamisen, siirtämisen ja uudelleenkäytön mahdollisuus täytyy kuitenkin huomioida alusta asti elementtien liitosten suunnittelussa. Elementteihin voidaan esimer-

kiksi jyrsiä valmiiksi niin sanotut puoliponttiliitokset, jotka yhdistetään ruuvi kiinnityksellä. Jos uudelleenkäytössä halutaan liittää vierekkäin sellaisia elementtejä, joiden liitokset eivät kohtaa, voidaan liitoskappaleena käyttää sopivan kokoista puupilaria (kuva 21). Jos elementeistä halutaan rakentaa uusia, alkuperäistä rakennusta suurempia kokonaisuuksia, tulee rakentamisessa huomioida riittävät jännevälit ja tarvittaessa tukirakenteet.

Kuva 17: Aksonometrinen räjäytyskuva rakennuselementeistä. Saman kokoisia seinäelementtejä on helpompi yhdistellä, jos niitä halutaan uudelleenkäyttää erilaisiin rakennuksiin.

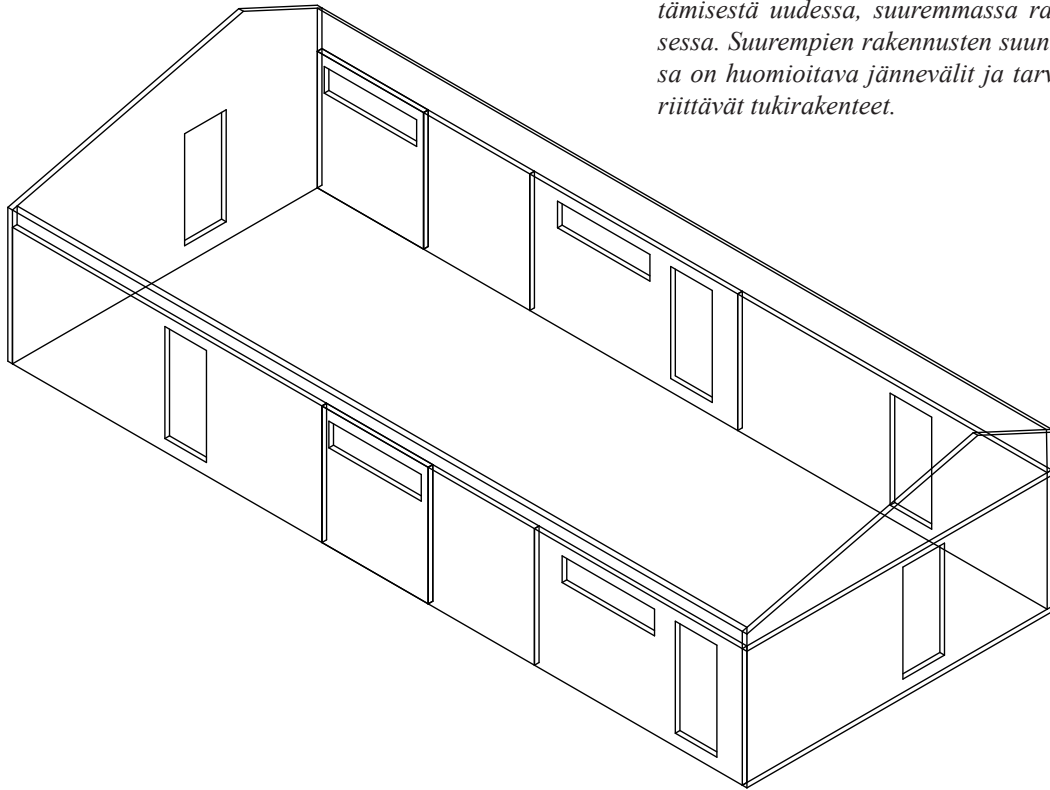




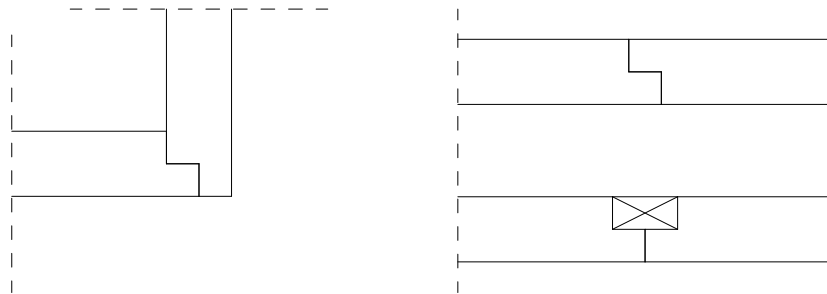
Kuva 18 (yllä): Rakennuselementtien sommittelu CLT-levylle. Elementit pyritään sommittelemaan niin, että materiaalihävikkiä syntyisi mahdollisimman vähän. Käytetyn CLT-levyn mitat ovat 2,7 m x 12 m ja sommittelussa on huomioitu riittävät työstövarat.

Kuva 19 (vasemmalla): Pohjakaavio elementtien sijoittumisesta rakennukseen.

Kuva 20: Periaatekuva elementtien hyödyntämisestä uudessa, suuremmissa rakennuksessa. Suurempien rakennusten suunnittelussa on huomioitava jännevälit ja tarvittaessa riittävät tukirakenteet.



Kuva 21 (oikealla): Periaatekuva, CLT-elementtien puoliponttiliitos alkuperäisessä yhteydessä ja uudelleenkäytössä. Tarvittaessa elementit voidaan yhdistää käyttämällä liitoskohdassa 50 x 100 mm:n pystypilaria liitoskappaleena.

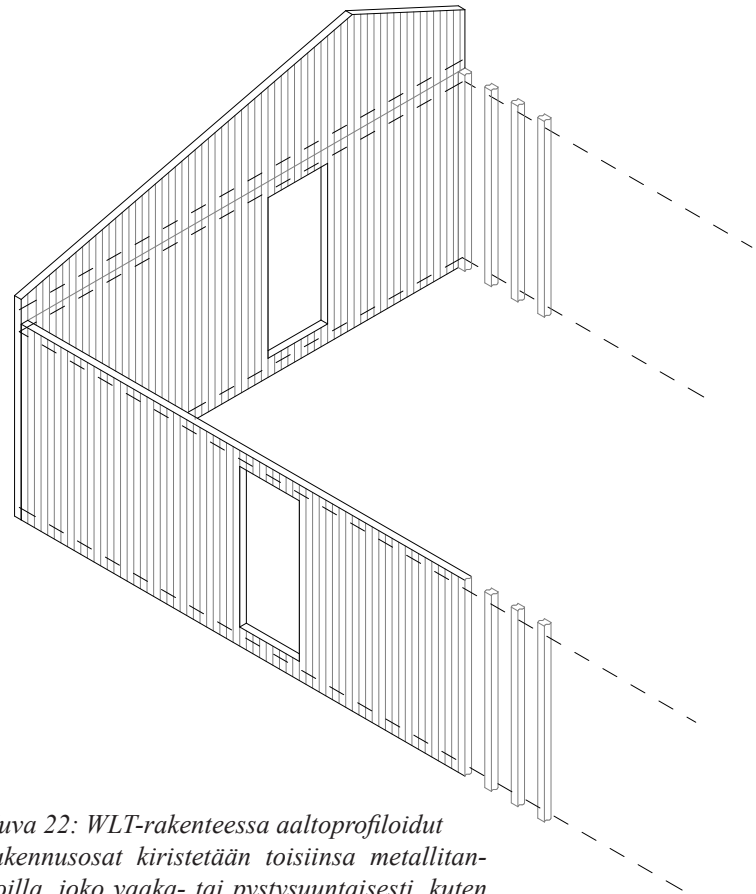


Arbo ja kevythirsi tai aaltopuu

CLT:n lisäksi Arbo-konseptin toteuttamista tarkasteltiin myös kevythirren sekä konseptivaiheessa olevan uuden puutuotteen, WLT:n kautta. Arbo-konseptin kannalta keskeiset ominaisuudet, eli purettavuus, siirrettävyys ja muokattavuus, toteutuvat kaikilla materiaalivaihtoehdoilla. Kevythirren ja WLT:n keskeinen ero CLT:hen on rakennusosien koko. Rakennusosat ovat kevyitä ja ne on mahdollista jakaa pieniin pakkauksiin ja täten kuljettaa myös sellaisiin kohteisiin, joihin ei pääse autolla. Paikallisen työvoiman tai asukkaiden olisi mahdollista osallistua kotien rakentamiseen. Haasteina näissä vaihtoehdoissa ovat rakentamisen organisointi ja hitaus.

Kevythirsi on lamellihirttä, jossa samansuuntaiset puulamellit liimataan kiinni toisiinsa. Näin hirsien mitat eivät ole sidoksissa puutavaran kokoon, ja lamellihirret eivät myöskään ole niin alttiita kosteusmuodonmuutoksille, kuten halkeilulle ja kiertymiselle (Puuinfo 2021b). KERAKE-hankkeen yhteistyöyritys Luoman Puutuote Oy tuottaa kevythirsirakennuksia suurella volyymilla niin kotimaan, kuin kansainvälisille markkinoille. Kevythirsirakennuksia käytetään esimerkiksi vapaa-ajan asuntoina, vierasmajoina ja kesäkeittiöinä. Tuotteet toimitetaan pääosin siten, että rungossa käytettävät hirsiosat tulevat irtohirsinä ja mahdolliset päätykolmiot tai vastaavat osat valmiiksi koottuina. Myynti- ja markkinointijohtaja Samuli Franken mukaan kaksi kokematontakin rakentajaa pystyttää pienen kevythirsirakennuksen päivässä, kokeneet rakentajat pystyvät jopa

kahden tai kolmen rakennuksen päivävauhtiin. Kevythirrestä toteutettua Arbo-suojaa voisi kehittää vaiheittain pysyvämmäksi esimerkiksi niin kutsutulla double skin -tekniikalla, jossa kevythirsiseinän ulkopuolelle lisätään eristekerros ja toinen hirsikerros.



Kuva 22: WLT-rakenteessa aaltoprofiloidut rakennusosat kiristetään toisiinsa metallitangoilla, joko vaaka- tai pystysuuntaisesti, kuten tässä periaatekuvassa.

Aaltopuu eli WLT perustuu puuseppä Tapani Honkalan innovaatioon, jossa kuivatun puulankun leveisiin pintoihin höylätään aallonmuotoinen profiili. Honkala kehitti keksintöään 1970-luvulta asti, ja vuonna 2017 perustettiin Aalto Haitek-niminen yritys kehittämään innovaatiota edelleen tuotteeksi, ja WLT-tuotemerkki rekisteröitiin ja patentoitiin (Aalto Haitek 2019). Vuonna 2021 patentit myytiin eteenpäin ja toiminta on jatkumassa uudessa muodossa.

Aaltopuu toimii siten, että syvyysmitan kutistuksessa sen harjamuodostelmat tiivistyvät ja komponentit kiristyvät toisiinsa. Tämän ansiosta rakenne toimii erityisen hyvin äärimmäisissä ilmasto-olosuhteissa, esimerkiksi hyvin kosteissa oloissa. Pakkamaainen rakenne mahdollistaa sen, että WLT:stä voidaan rakentaa ilman erityisosaamista ja pienet rakennusosat voidaan kuljettaa myös vaikeasti saavutettaviin oloihin. (Aalto Haitek 2019)

Arbo-suojan toteuttamisessa WLT vastaisi siinä mielessä kevythirttä, että myös WLT voitaisiin kuljettaa rakennuspaikalle tarvittaessa pieninä osina (kuva 22) ja pystyttää paikallisin voimin. Hyvä kosteuskestävyys voi myös olla tärkeä ominaisuus joitakin olosuhteita harkitessa. WLT:n toiminta perustuu aaltoprofiiliin, eikä ole materiaalisidonnainen: siksi WLT:stä toteutettu konsepti voisi pidemmälle vietyinä tarjota kiinnostavia mahdollisuuksia asuinyksikön laajentamiseen paikallisin materiaalein: aaltoprofiilille perustuvaa modulaarista kappaletta lisäosien rakentamiseen voitaisiin tuottaa esimerkiksi savesta tai bambusta, kun asuinyksiköiden mukana vietäisiin tarvittavat välineet ja tietotaito. Aaltopuurakenteisen suojan varjopuolena on, että puuosat kasataan terästankojen varaan, mikä kasvattaa rakennuksen hiilijalanjälkeä. Myös puutangoille perustuvia rakenteita on kuitenkin kehitelty.

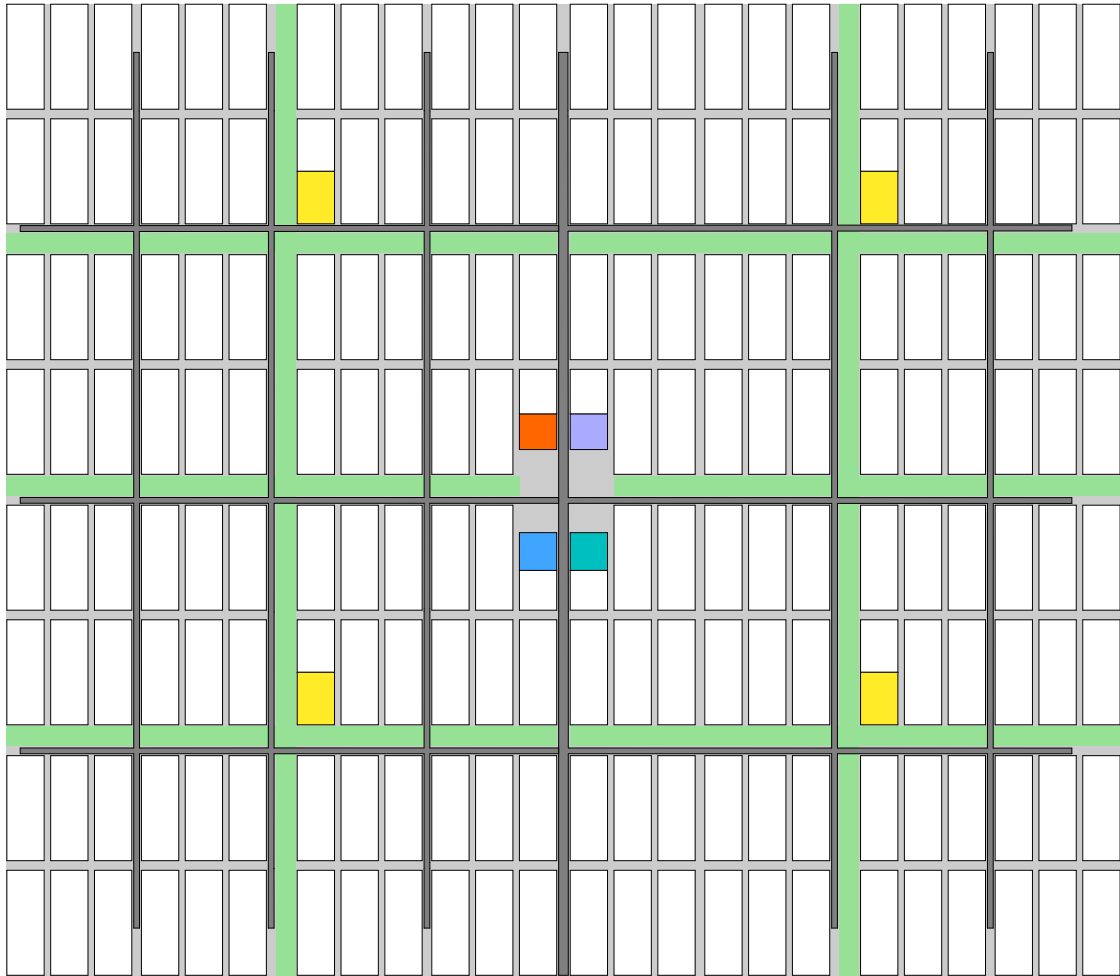
4.3 ALUESUUNNITTELU

Osana konseptisuunnittelua tutkittiin viitteellisesti myös laajempien alueiden rakentamista Arbo-yksiköistä, sekä visioitiin alueiden mahdollista ajallista kehitystä kriisitilanteesta kohti pysyvää asutusta. Aluesuunnittelu ilman tietoa varsinaisesta kohteesta ja siellä vallitsevista maantieteellisistä olosuhteista on haastavaa, koska esimerkiksi paikalliset maastonmuodot, kasvillisuus ja ilmasto-olot vaativat asutuksen huolellista sovitamista. Aluesuunnittelu vailla paikkaa jää siis väistämättä viitteelliseksi, mutta kaaviokuvissa on mahdollista osoittaa ja hahmotella aluesuunnittelun yleisiä periaatteita.

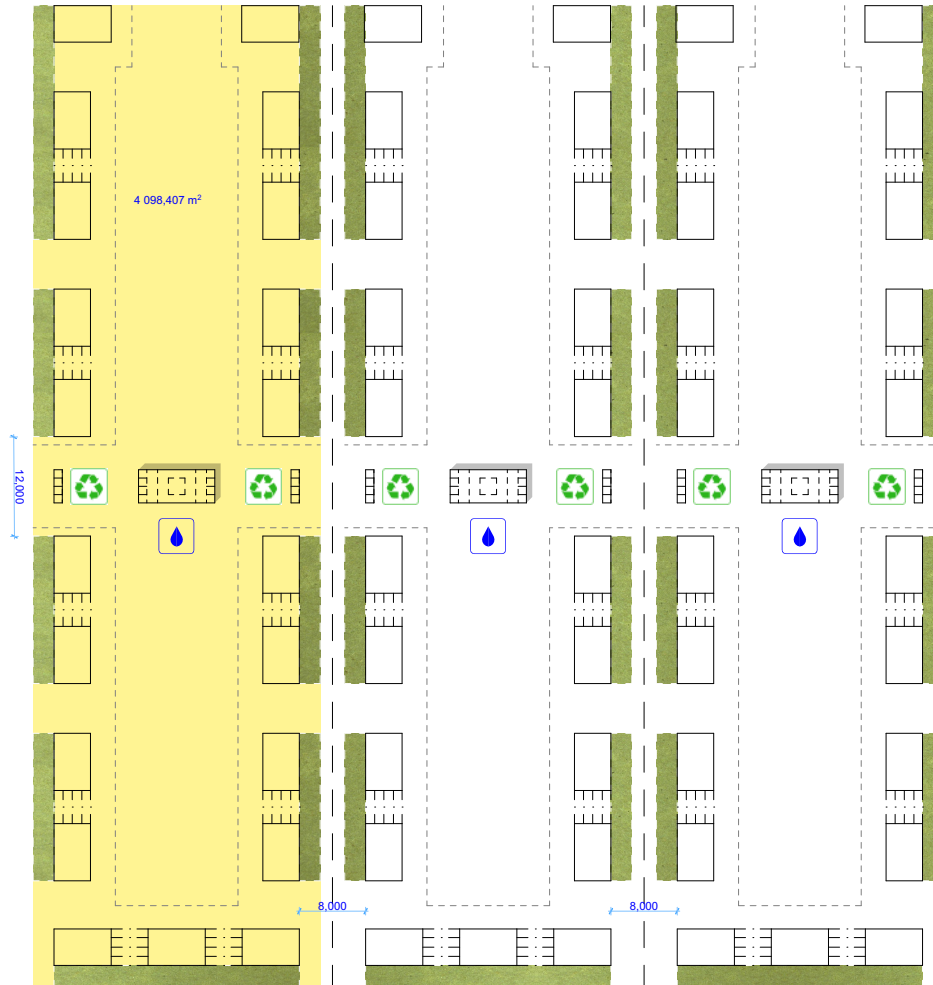
Myös aluesuunnittelun pohjana käytettiin UNHCR:n suosituksia ja mitoitusohjeita. UNHCR suosittelee suunnittelemaan laajatkin asutusalueet niin, että lähtökohtana ovat perheet ja niistä muodostuvat pienemmät yhteisöt. Kullakin noin sadan hengen yhteisöllä tulisi olla oma vesipiste, suihkut ja jätehuolto. Sadan hengen yhteisöistä muodostuu edelleen kortteleita ja niistä sektoreita. Asuinrakennukset tulisi mahdollisuuksien mukaan sijoitella niin, että asuntojen keskelle muodostuu yhteinen oleskelualue. Tällainen sijoittelu tukee ja mahdollistaa asukkaiden yhteisöllisyyttä

paremmin kuin asumusten sijoittaminen armeijamaisiin riveihin kapeiden kulkuväylien varrelle. Pakolaisleirin maksimikooksi UNHCR ohjeistaa 20 000 henkeä. Alueella tulisi olla 45 m² elintilaa kutakin asukasta kohti. (UNHCR 2007, 213–215)

Kuvassa 23 on kaaviomaisesti esitetty suuren, 20 000 hengen asutuskeskuksen rakentuminen. Valkoiset alueet kuvassa ovat 80–100 hengen yhteisöjä, joista kussakin on noin 20 asuinyksikköä. Alue jakautuu edelleen kortteleihin ja 5000 hengen sektoreihin, joista jokaisella on oma koulu. Koulujen sijainti on merkitty kaavioon keltaisella. Alueen keskelle taas sijoittuvat huoltoon ja hallintoon liittyvät toiminnot, kuten terveyskeskus, jakelupiste, ruokatori jne. Kaaviokuvassa pääliikenneväylät on osoitettu tummalla harmaalla ja vähemmän liikennöidyt vaalealla harmaalla. Vihervyöhykkeet kortteleiden välissä sekä lisäävät alueen paloturvallisuutta, että mahdollistavat ruuan viljelyn asumusten läheisyydessä. Ne voivat myös parantaa alueen viihtyvyyttä ja auttaa esimerkiksi hulevesien hallinnassa.



Kuva 23: Kaaviomainen esitys ison pakolaisleirin aluesuunnittelusta UNHCR:n ohjeiden pohjalta. Valkoiset suorakaiteet ovat sadan hengen asuinyhteisöjä. Keltaisten merkintöjen kohdalla sijaitsee koulu ja alueen keskellä muita yleisiä toimintoja, kuten terveyskeskus ja tori. Vihervyöhykkeet tuovat alueelle viihtyisyyttä, mahdollistavat pienimuotoisen viljelyn asukkaille ja parantavat alueen paloturvallisuutta.



Kuva 24: Asuinyhteisöjen rakentuminen pakolaisleireillä UNHCR:n ohjeiden mukaan. Kullakin sadan hengen yhteisöllä on jaettu oleskelualue, jolla sijaitsee yhteisiä toimintoja, kuten vesi- ja kierrätyspiste. Pienimuotoista laatikkoviljelyä on sijoitettu myös asuntojen läheisyyteen. Rakennusten välille rakennetut pergolat muodostavat miellyttäviä ulko-oleskelupaikkoja.

Kuvassa 24 on tarkasteltu lähemmin asuinyhteisöjen koostumista. Rakennusten väliin jäävällä yhteisellä alueella on palveluja, kuten vesipiste ja kierrätys. Rakennusten välillä on huolehdittu riittävästä väljyydestä paloturvallisuuden toteutumi-

seksi. Rakennusten yhteydessä olevat pienviljely-alueet ja pergolat synnyttävät luontevia paikkoja ulko-oleskeluun ja tukevat yhteisöllisyyttä. Näitä ratkaisuja on visioitu myös oheisessa havainneku-
vassa (kuva 25).



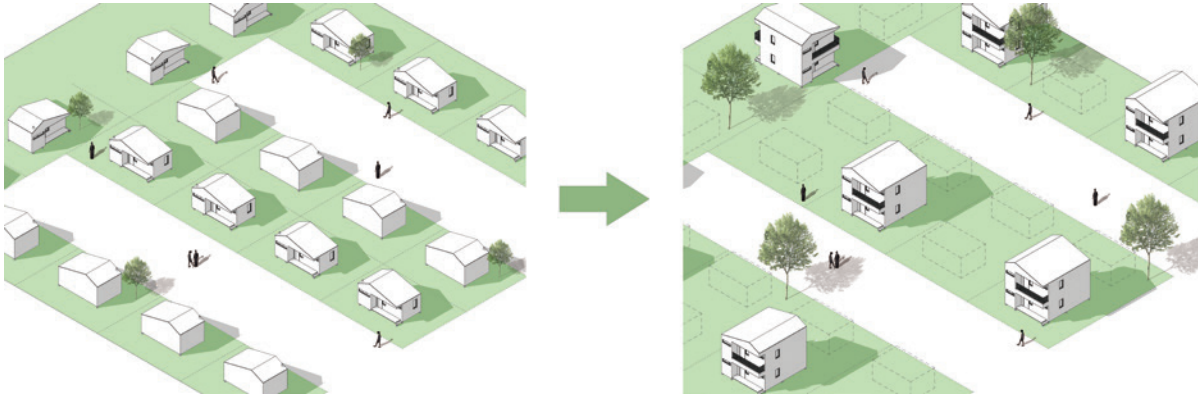
Kuva 25: Havainnekuva laatikkoviljelystä ja pergoloiden muodostamista ulko-oleskelutiloista asuinyhteisöissä.

Palveluiden ja infrastruktuurin taso pakolaisleireillä vaihtelee suuresti. Monilla leireillä olot ovat karut ja alkeelliset, mutta joukkoon mahtuu poikkeuksiakin. Esimerkiksi maailman suurimmalla pakolaisleirillä, Jordaniassa sijaitsevalla Zaatarilla, asukkaille tarjottiin aluksi yhteisöllisiä peseytymis- ja wc-tiloja. Aukkaat kuitenkin ottivat ohjat omiin käsiinsä ja alkoivat rakentaa perhekohtaisia fasiliteetteja omiin asumuksiinsa. Näistä ratkaisuksista tuli lopulta valtavirtaa, ja niin-pä koko leirin infrastruktuuri päätettiin yhtenäistää, ja kaikille perheille rakennettiin omat suihkut ja wc:t käyttäen kevennettyä viemäri-infraa. (Van der Helm et al. 2017)

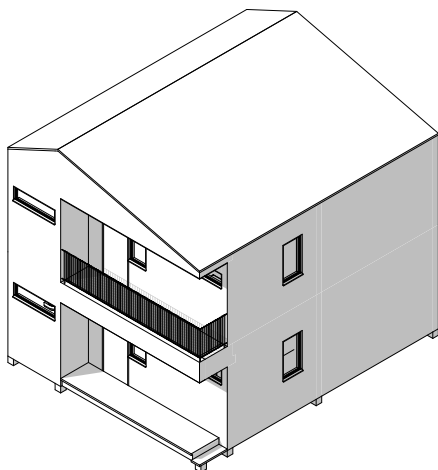
Myös Arbon tapauksessa peseytymisratkaisun voisi toteuttaa ajallisesti porrastaen: aluksi alueel-

la voisi olla yhteinen suihkuyksikkö, mutta asuminen pitkittyessä asukkaille voisi rakentaa oman suihkun asuinyksikköön tai sen laajennusosaan.

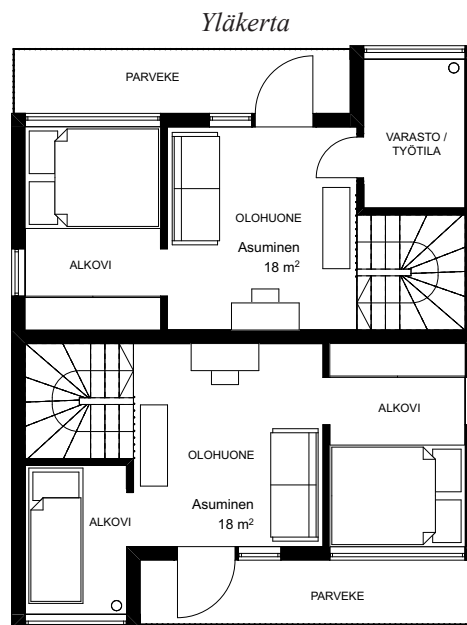
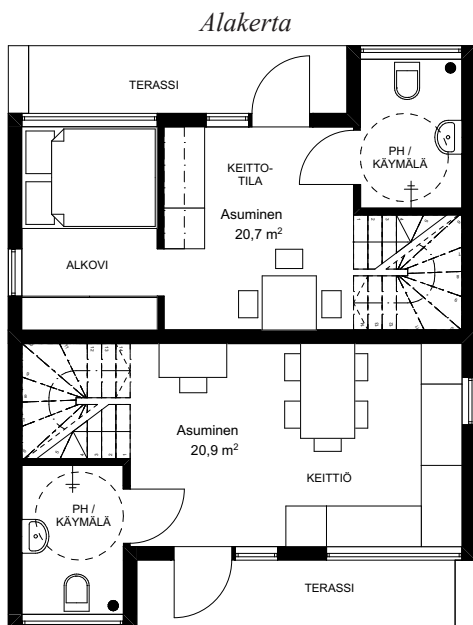
Osana konseptisuunnittelua ja erityisesti sen kiertotalousnäkökulmaa hahmoteltiin myös alueen ajallista muuntumista. Kuvassa 26 on hahmoteltu ajallista kehitystä kriisiasumisesta kohti pidempiaikaista asutusta. Kriisitilanteen helpottuessa tiivis pakolaisleiri voisi ajan myötä muuntautua pysyväksi, väljemmäksi asuinalueeksi. Yhdistelemällä vapautuvista suojista saatavia rakennuselementtejä voidaan rakentaa suurempia taloja, jotka sopivat paremmin pitkäaikaiseen asumiseen. Esimerkkejä näiden kaksikerroksisten paritalojen pohjaratkaisuista on esitetty kuvassa 28.



Kuva 26: Periaatekuva asuinalueen kehityksestä kriisivaiheesta kohti pysyvää asumista. Konfliktien ja katastrofi-jälkeisten asuinalueiden aikajänne on usein epävarma, mutta yleensä niistä muodostuu arvioitua pitkäkestoisempia. Siksi mahdollinen pidempiaikainen oleskelu tulisi ottaa huomioon jo aluetta suunniteltaessa.



Kuvat 27–28: Osana konseptisuunnittelua visioitiin mahdollisuutta muodostaa isompia asuinrakennuksia yhdistelemällä pieniä Arbo-suojia. Tässä kaksikerroksisessa rakennuksessa on esitetty kaksi eri pohjavaihtoehtoa. Vaihtoehto A:ssa alakerran pohjaratkaisu on entisellään, mutta parven paikalle on sijoitettu porras. Vaihtoehto B:ssä alakerta on avarrettu tupa-keittiöksi, ja makuupaikat on sijoitettu yläkertaan.



4.4 ENERGIA- JA SANITEETTIRATKAISUT

Sanitaatio- ja energiaratkaisut ovat keskeinen osa onnistunutta, kestäväen kehityksen mukaista asu- mista myös poikkeusoloissa. AGM Finland esitti Arbo-konseptiin uusia, suomalaisia keksintöjä: Afstor Oy:n aurinkoenergialla toimivaa keitto- ja energiajärjestelmää sekä DTS Finland Oy:n mikro- termistä kuivakäymälämenetelmää.

Afstor Oy:n Ari Piispanen on kehittänyt yhdessä LUT:n energiatehokkuuden professori Jero Arolan kanssa aurinkosähköllä toimivan keittimen ja va- laistusratkaisun. Pakettiin kuuluu aurinkopaneelit, akusto ja induktiokeitin. Keittimiin on asennettu käyttötuntilaskuri, jonka avulla sen käyttöä ja syn- tyviä päästövähennyksiä voidaan mitata. Mittaus tapahtuu myöhemmin keittimiin asennetun etämit- tarin avulla. Afrikassa viiden hengen perhe polttaa vuodessa keskimäärin noin 4000 kiloa puuta. Siit- tä syntyy 6,4 tonnia hiilidioksidipäästöjä. Nämä voidaan välttää käyttämällä Afstorin keitintä, joka vähentää globaalisti enemmän hiilidioksidipäästö- jä kuin sähköauto, jolla ajetaan vuodessa 50 000 kilometriä. (AGM 2021)

Tällä hetkellä keitintä toimitetaan kompensatioope- riaatteella, eli länsimaalaiset yritykset voivat ostaa

keittimen Afrikassa sijaitsevaan kohdemaahan kompensoidakseen omia hiilidioksidipäästöjään. Aurinkoenergiaan perustuva järjestelmä vähentää puun käyttöä, mikä puolestaan vähentää paikal- lista eroosiota. Päivittäinen puun poltto heikentää myös ilmanlaatua ja aiheuttaa terveydelle vaaralli- sia pienhiukkasia, joten järjestelmällä on välillinen vaikutus myös ihmisten terveyteen. Ruuan valmis- tuksen lisäksi keittimen tuottama energia riittää esimerkiksi led-valaistukseen tai matkapuhelimen lataukseen. Sen etuna on myös riippumattomuus sähköverkosta, joka voi olla altis erilaisille häiriöil- le. (Afstor 2022)

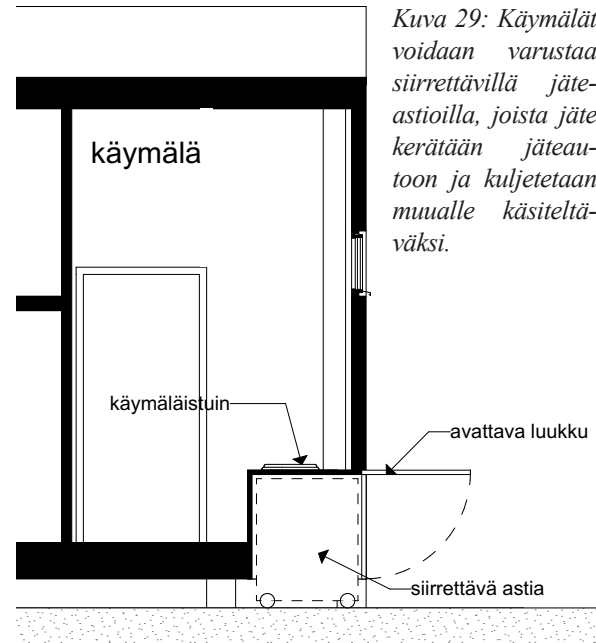
Vesa Korhonen Afstor Oy:ltä osallistui KERAKEN yritystapaamiseen ja kertoi keittimen toimintape- riaatteista. Kompaktin kokoisen (85 x 45 x 50 cm), akun ja lieden sisältävän keitinyksikön sijoittamises- sa sisätilaan ei ole erityistä huomioitavaa. Päivänta- saajan tuntumassa aurinkoa riittää niin paljon, ettei esimerkiksi kattolappeiden kulmilla tai rakennuk- sen suuntaamisella etelään ole merkitystä aurinko- paneelien sijoittelun kannalta. Korhonen kuitenkin huomautti, että mikäli järjestelmää haluttaisiin hyö- dyntää kauempana päiväntasaajasta, esimerkiksi Eu- roopassa, ei laitteistolta voi odottaa niin hyvää tehoa.

Sanitaatiota ja mahdollisia kuivakäymäläratkaisuja hankkeessa kommentoi DTS Finland Oy:n perustaja Raini Kiukas, joka osallistui myös yritystapaamisiin. Kiukas on kehittänyt mikrotermisen menetelmän, jonka avulla orgaaninen jäte voidaan käsitellä hyötykäyttöön lannoitteeksi. Menetelmä perustuu tunnettujen mikrobien hyödyntämiseen. Biomikseri-laitteiston optimoidussa oloissa orgaaninen jäte muuttuu vuorokaudessa kuivaksi, hienojakoiseksi ja tiivistyneeksi lopputuotteeksi. (DTS 2022)

Arbo Shelter -konseptin kannalta kuivakäymäläratkaisussa on kaksi merkittävää etua. Lähtökohtaisesti jokaiseen asuinyksikköön haluttiin perhekohtainen käymälä hygieniasyistä, mutta myös siksi, että yhteiskäymälät ovat epävakaisissa oloissa varsinkin naisille ja lapsille merkittävä turvallisuusriski. Kuivakäymäläratkaisulla perhekohtaisten käymälöiden toteuttaminen on edullisempaa kuin vesiklosettien, jotka vaativat raskasta putkistoinfraa. Lisäksi kuivakäymälät tarjoavat mahdollisuuden hyödyntää syntyvä käymäläjäte lannoitteena, jota puolestaan voisi hyödyntää paikallisessa ruuantuotannossa.

DTS-menetelmän soveltamisesta Arbo-konseptiin hahmoteltiin kaksi ratkaisua. DTS:n pilottikohteet, kuten Tampereen Hiedanrannassa sijaitseva kuivakäymäläkontti, perustuvat sille ajatukselle, että jätettä kerätään useammasta käymälästä yhteen biomikseriin. Oman biomikserilaitteiston sijoittaminen jokaiseen yksittäiseen asuinyksikköön esimerkiksi pakolaisleirillä nostaisi kustannuksia. Yksi vaihtoehto olisi toteuttaa käymäläratkaisu

niin, että jäte kerättäisiin yksittäisistä käymälöistä jätekeskukseen, jossa jäte jalostetaan valvotusti lopputuotteeksi. Arbon kahdesta strategiasta tämä toimisi erityisesti väliaikaisessa siirtymävaiheessa. Arbo-yksiköiden käymälät suunniteltaisiin niin, että käymäläistuimen kohdalla olisi ulkoa avattava luukku, jonka kautta jäteastia voitaisiin tyhjentää (kuva 29). Raini Kiukaksen mukaan jäte kannattaisi kerätä standardien mukaiseen astiaan, joka olisi todennäköisimmin yhteensopiva jäteautojen kippausmekanismien kanssa. Hajunpoistoa varten käymälässä tulee olla tuuletusputki. Mahdollisuus käymälöiden tyhjentämiseen keräysautolla tulee huomioida aluesuunnittelussa, käytännössä riittävän väljinä kulkuväylinä.

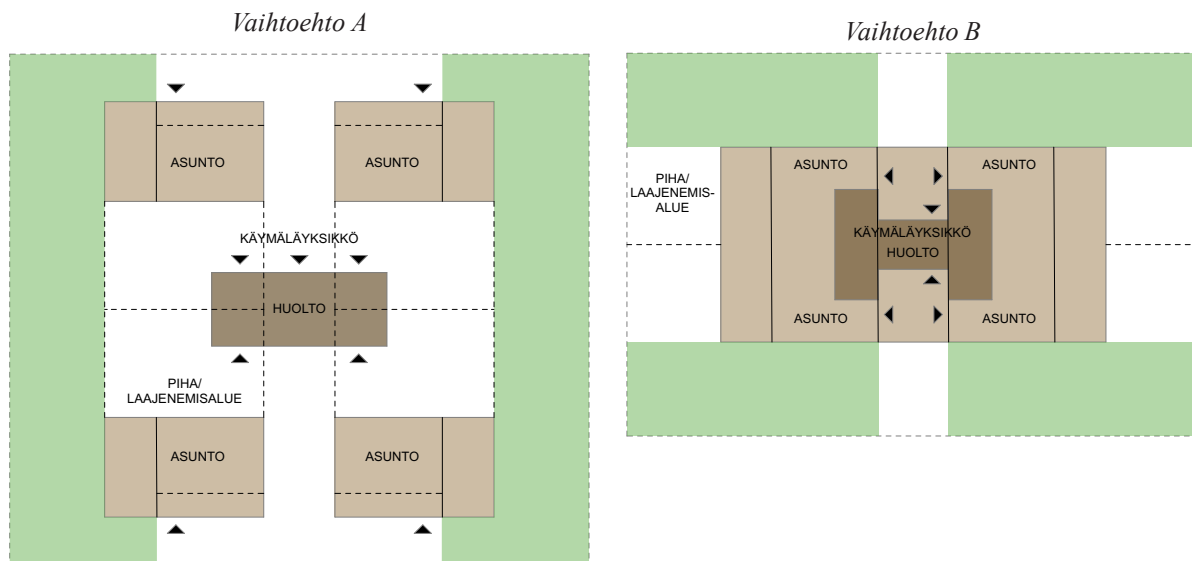


Kuva 29: Käymälät voidaan varustaa siirrettävillä jäteastioilla, joista jäte kerätään jäteautoon ja kuljetetaan muualle käsiteltäväksi.

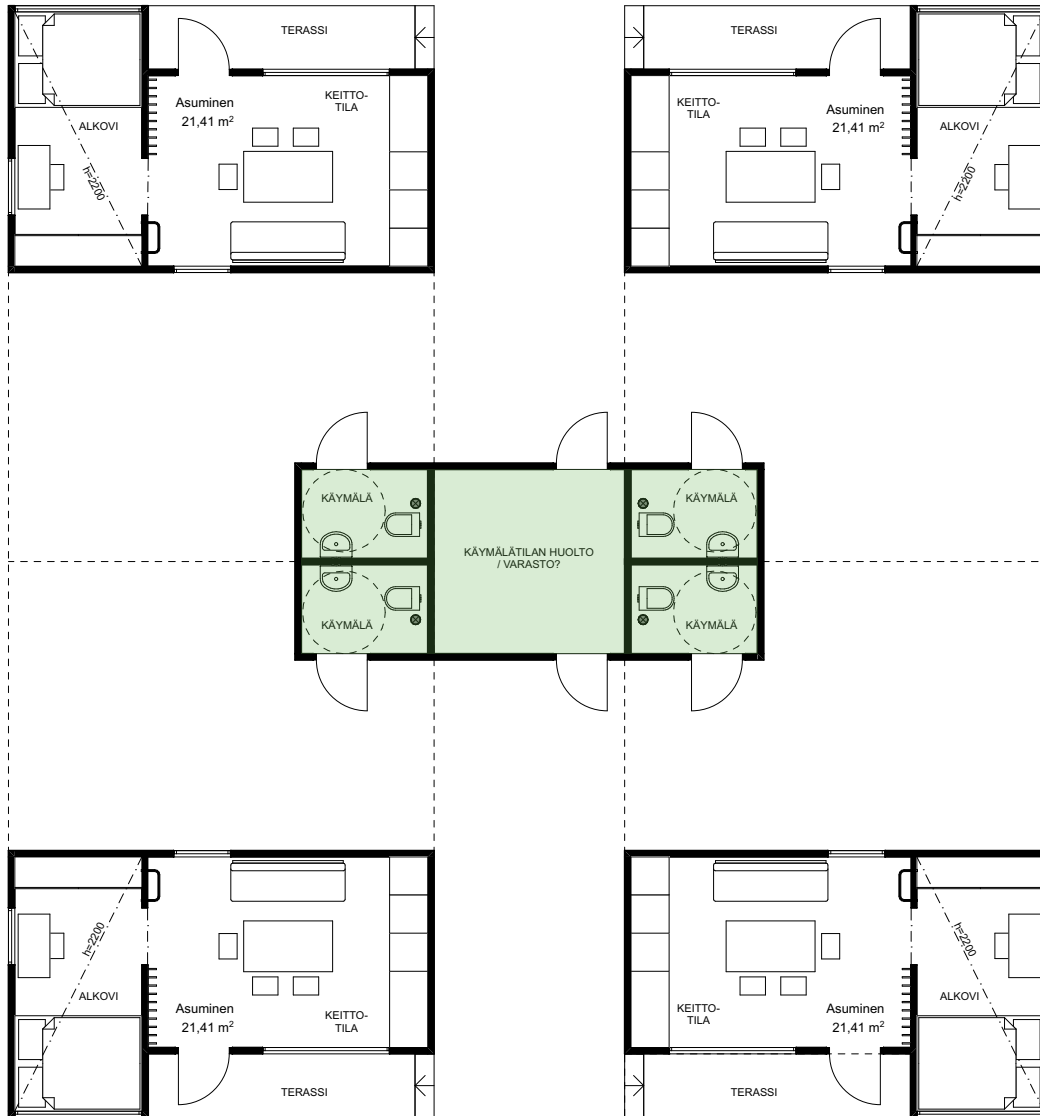
Toinen vaihtoehto olisi koota perhekohtaisia käymälöitä yhteen niin, että esimerkiksi neljällä perhekunnalla olisi yhteinen käsittely-yksikkö (kuvat 30–31). Tämä vaihtoehto edellyttäisi asukailta sitoutumista, ja toimisi parhaiten pitkittyneessä asumisessa. Käymäläjätteen lisäksi järjestelmässä voitaisiin kierrättää kotitalouksien biojätteet. Jätejakeen sisällön tulisi kuitenkin pysyä jotta-kuinkin samanlaisena, että sille optimoidut mikrobit toimivat parhaiten. Tällä käymäläperiaatteella hahmoteltiin kaksi eri pohjavaihtoehtoa: ensimmäisessä vaihtoehdossa (kuva 30) neljällä perhekunnalla olisi omat asuinyksiköt, ja niiden takapihalla yhteinen käymälärakennus, jossa on kuitenkin jokaiselle oma käymälä. Toisessa vaih-

toehdossa (kuva 31) neljä asuinyksikköä muodostaa yhden rakennuksen. Käymälöihin pääsee suoraan asunnoista ja ne on yhdessä huoltotilan kanssa keskitetty rakennuksen keskelle.

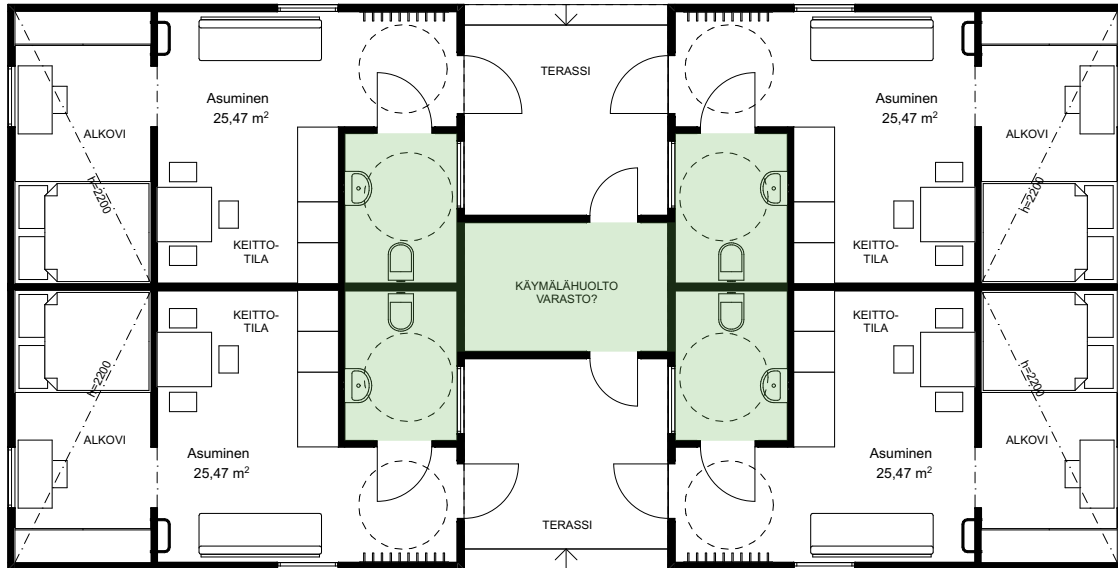
Käymälä on vahvasti kulttuurisidonnainen asia, ja käymäläratkaisu tulee aina huomioida tapauskohtaisesti paikallisen kulttuurin mukaan. Joissakin kulttuureissa esimerkiksi naisten tulee päästä käymälään miesten näkemättä – tällöin käymälän sijoittaminen pieneen asuinrakennukseen voi olla mahdoton vaihtoehto. Myös Raini Kiukas totesi, ettei ratkaisua ole järkevää kehitellä periaatekuvia pidemmälle, ennen kuin kohdamaa ja sen kulttuuri ovat selvillä.



Kuvat 30–31: Käymälät voisi myös keskittää niin, että jäte kerättäisiin useammasta käymälästä yhteiseen käsittely-yksikköön. Tällöin jokaiseen asuntoon ei tarvitsisi asentaa omaa käsittelylaitteistoa, joka nostaisi kustannuksia. Vaihtoehdossa A on esitetty asunnoille erillinen, yhteinen käymälärakennus, jossa jokaiselle perhekunnalle on oma käymälä. Vaihtoehdossa B on yhdistetty neljä asuntoa, ja käymälät on keskitetty rakennuksen keskelle.



Kuva 32: Tarkempi pohjapiirros vaihtoehdosta, jossa käymälät sijaitsevat erillisessä rakennuksessaan. Katkoviivat merkitsevät asuntojen omia piha-alueita tai mahdollista laajentumisaluetta.



Kuva 33: Tarkempi pohjapiirros vaihtoehdosta, jossa käymälät on keskitetty neljästä asunnosta muodostuvan rakennuksen keskelle.

5 HIILIJALANJÄLKILASKENTA

Rakennusmateriaalien osuus rakennuksen elinkaaren aikaisista kasvihuonekaasupäästöistä on merkittävä, ja sen suhteellinen merkitys kasvaa rakennusten energiatehokkuuden parantuessa ja rakennuksen käytön aikaisten kasvihuonekaasupäästöjen vähentyessä. Pääosa rakennusmateriaalien ja -tuotteiden aiheuttamista päästöistä syntyy valmistusvaiheessa. Energiatehokkaissa pohjoismaisissa rakennuksissa tuotesidonnaisten päästöjen osuus onkin jo, rakennuksesta riippuen, 30–80 prosenttia rakennuksen elinkaaren kokonaispäästöistä (A-insinöörit 2021). Tuote- ja rakentamisvaiheesta aiheutuu sekä korjaustoimenpiteiden että uudisrakennuksen kohdalla merkittävästi päästöjä lyhyellä aikavälillä tarkastelujakson alkupuolella. Tämä niin sanottu hiilipiikki koostuu pääsääntöisesti rakennusmateriaalien valmistuksesta aiheutuvista päästöistä, joihin verrattuna itse rakennustyön päästöt ovat pienet (Huuhka ym. 2021).

Moision ja Huuhkan (2021) tekemässä puisen ja betonisen koulun hiilijalanjälkivertailussa betonikoulussa energiankulutus tarkastelujakson aikana muodostaa hiilijalanjäljestä hieman yli puolet, rakentaminen vajaan toisen puolen ja purkaminen

lopun. Puukoulussa energiankulutus tarkastelujakson aikana muodostaa hiilijalanjäljestä noin 2/3, rakentaminen 1/3 ja purkaminen lopun. Tutkimuksessa tarkastellun kahden vertailukelpoisen tapauksen perusteella voidaan todeta, että hiilijalanjäljen näkökulmasta puurakennus on betonirakennusta parempi vaihtoehto. Puukoululla on noin 10 % betonikoulua pienempi hiilijalanjälki sekä lisäksi merkittävästi suurempi hiilikädenjälki.

Ympäristöministeriö teetti vuonna 2017 selvityksen tiekartasta, jolla vähennetään rakentamisen ja erityisesti rakennusmateriaalien hiilijalanjälkeä sekä edistetään Suomen rakennus- ja kiinteistöalaa koskevia ilmastotavoitteita. Laaditun selvityksen pohjalta ympäristöministeriö julkisti kolmivaiheisen tiekartan rakennuksen elinkaaren CO₂-päästöjen ohjaukseen, johon on tarkoitus siirtyä vuoteen 2025 mennessä. (Ympäristöministeriö 2017, Bionova 2017).

Rakennusten elinkaaren aikaisia päästöjä tai rakennusmateriaalien päästöjä säännellään useissa Euroopan maissa. Hollannissa ohjaus astui voimaan jo vuoden 2018 alussa. Ranskassa sitova

päästöohjaus astui voimaan vuoteen 2020 mennessä. Saksassa hiilijalanjäljen laskemiseen ja rakennuksen ympäristövaikutusten arvioimiseen on kehitetty arviointimenetelmä BNB, jonka pohjalle on luotu ilmainen, internetpohjainen laskuri, joka kytkeytyy kansalliseen materiaalitietokantaan. Ruotsissa rakennuksilta tullaan vaatimaan niin sanottua ilmastotodistusta vuoden 2021 jälkeen. Norjassa rakennusten hiilijalanjäljen laskenta on pakollista valtiollisissa rakennushankkeissa. (Lindgren 2019, Ympäristöministeriö 2017).

Euroopan unionissa on EU-standardeihin perustuva raportointikehys LEVEL(s), jonka tarkoituksena on kehittää rakennusten ympäristöystävällisyyttä, energiatehokkuutta, terveellisyyttä ja kestävyyttä. LEVEL(s) tarjoaa laskentaan kolme oletustyökäluä, 1. rakennuksen ja elementtien käyttöiän suunnitteluun, 2. muuntojoustavuuden ja korjaamisen suunnitteluun ja 3. purkamiseen ja uudelleenkäyttöön (Lindgren 2019).

5.1 HIILIJALANJÄLKILASKENTAMENETELMÄ

KERAKE-hankkeen yhtenä tavoitteena oli laskea rakennusmateriaalien ja rakentamisen hiilijalanjälki ajatuksena, että konseptin suunnittelussa käytetään mahdollisimman vähähiilisiä materiaaleja ja hiiltä sitovia rakentamisen ratkaisuja. Hankkeessa tehdyt hiilijalanjälkilaskelmat on tehty ympäristöministeriön kehittämällä hiilijalanjäljen arviointityökalulla, joka on tarkoitettu rakennusten hiilijalanjäljen laskennan testausta varten. Työkalun tarkoituksena on tukea ja edistää elinkaarilaskennan käyttöä rakennushankkeen valmistelussa, suunnittelussa, rakentamisessa sekä rakennuksen käytön aikana. Ympäristöministeriön työkalu on tarkoitettu rakennusten elinkaaren hiilijalanjäljen arviointiin ensisijaisesti silloin, kun käytetään ympäristöministeriön yksinkertaistettua arviointimenetelmää, mutta työkalua voidaan käyttää myös tarkennetulla arviointimenetelmällä tehtyjen laskelmien raportointiin. (Ympäristöministeriö 2019 ja 2021, Kuittinen 2019)

Työkalussa kerätään tietoa rakennuskohteen perustiedoista, käytetyistä materiaaleista, valmistuksen, kuljetuksen ja rakentamisen päästöistä, korjauksesta ja energiankulutuksesta sekä purkamisesta ja jätteiden käsittelystä.

Arbo Shelter -konseptin osalta korjauksen ja energiankulutuksen vaikutukset on jätetty arviomatta, sillä niitä on vaikea arvioida, koska rakennusta on mahdollista käyttää hyvin vaihtelevissa olosuhteissa ja vaihtelevilla tavoilla. Rakennusta ei todennäköisesti lämmitetä kuumissa olosuhteissa, ja energiantuotanto pyritään ratkaisemaan esimerkiksi aurinkoenergialla. Korjaamisen kustannuksia on myös vaikea arvioida, jos rakennus sijoitetaan esimerkiksi pakolaisleirille. Purkamisessa ja jätteiden käsittelyssä on käytetty laskurin antamia yksinkertaistettuja arvoja. Laskennassa on arvioitu sekä rakennuksen koko elinkaaren hiilijalanjälkeä että pelkästään rakennusmateriaalien aiheuttamaa hiilijalanjälkeä, jolloin eri materiaali- vaihtoehtojen vaikutus saadaan paremmin esiin.

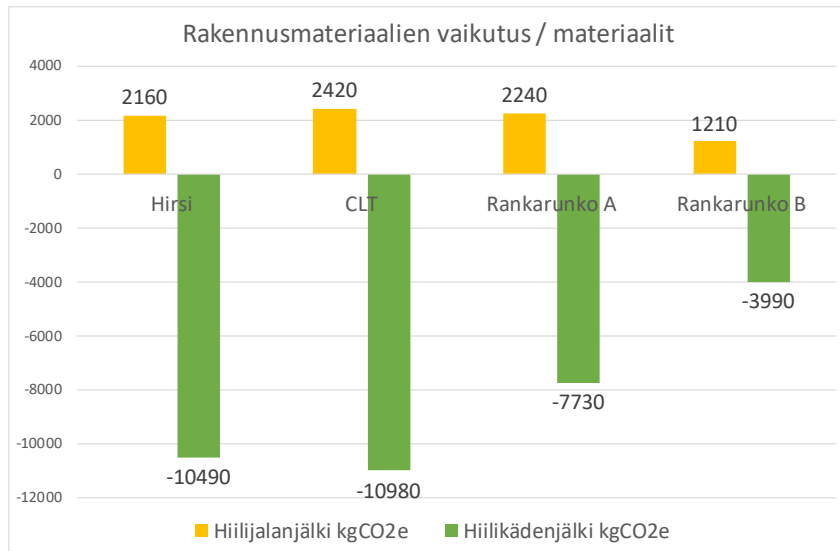
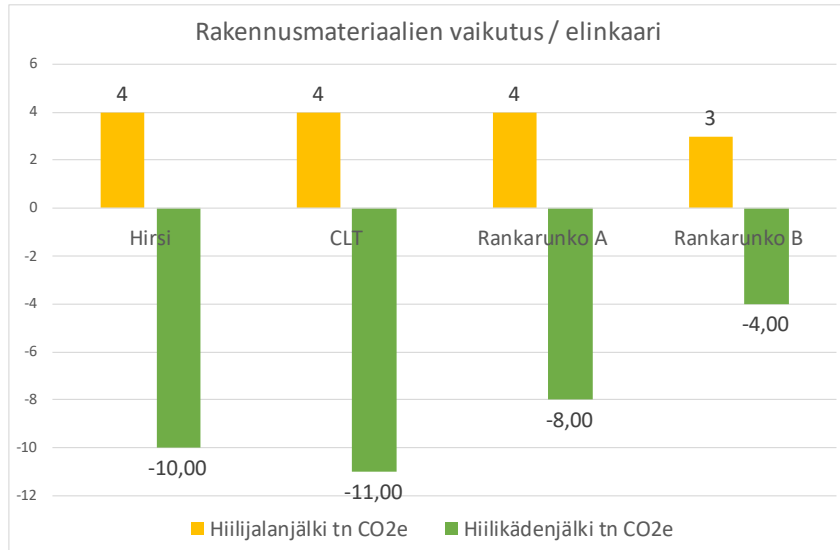
5.2 ARBO SHELTER -KONSEPTIN HIILIJALANJÄLKI

Hiilijalanjätkilaskennassa on käytetty hankkeessa suunnitellun Arbo Shelter -konseptin todellisia materiaalmääriä seinien, parven sekä katto- ja lattiarakenteiden osalta. Myös ovien ja ikkunoiden määrät ja pinta-alat perustuvat suunniteltuun konseptiin. Ulkoseinien paksuudet ovat samat kaikissa vertailtavissa vaihtoehdoissa. Perustusten ja katteen materiaalien määrät on laskettu perustuen yleisiin käytössä oleviin rakennusratkaisuihin. Vertailussa on käytetty harkkoperustusta ja bitumikatetta kaikissa eri materiaalivaihtoehdoissa. Laskennassa on käytetty harjakattoista versiota konseptista. Käytetyt materiaalit ja niiden määrät on kuvattu tarkemmin liitteessä 1.

Rakennusmateriaalien vertailussa haluttiin saada esiin massiivipuisten ja rankarunkoisten ratkaisujen erot hiilijalanjätkilaskennassa, vaikka konseptin suunnittelussa ei sovellettukaan rankarunkoista ratkaisua. Hiilijalanjätkilaskennassa erot ovat selkeät ja vertailu kuvaa hyvin eri ratkaisujen ympäristövaikutuksia. Konseptisuunnittelussa käytetyn kolmannen massiivipuukurakenteen WLT:n hiilijalanjälkeä ei laskettu. Puuosat vastaavat hirsirakennetta, ja eroa ei siten synny. Rakenteessa käytetyt teräksiset kiinnitysraudat nostavat hiili-

jalanjälkeä. Materiaalmäärästä ei ole tarkkaa tietoa, ja sitä ei alettu arvioimaan.

Elinkaarilaskenta antaa yhtä suuren hiilijalanjäljen lamellihirsi-, CLT- ja rankarunkoratkaisu A:ssa (kuva 34). Ulko- ja sisäseinäratkaisut vaihtelevat näissä ratkaisuissa, mutta kaikissa vaihtoehdoissa on CLT-levystä tehdyt katto- ja lattiarakenteet. Rankarunkoratkaisussa A on eriste ulkoseinissä ja puupaneeli sekä ulko- että sisäseinissä. Hiilikädenjälki, joka muodostuu tässä puun varastovaikutuksesta, vaihtelee siten, että CLT:n hiilikädenjälki on suurin. Tähän vaikuttaa laskennassa käytetty materiaalin massa/kuutio. Lamellihirren on arvioitu olevan vähän kevyempää kuin CLT-levyn. Rankarunkoratkaisu B:ssä ei ole eristettä ulkoseinissä, ja lattia- ja kattorakenteissa on käytetty sahatavaraa CLT-levyn sijaan. Sen elinkaaren hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki ovat selkeästi pienemmät. Kaikki vaihtoehdot ovat kuitenkin hiilitaseeltaan positiivisia, sillä puun varastovaikutus on suurempi kuin tuotteen valmistamisen aiheuttamat päästöt.



Kuvat 34–35: Arbo Shelter -konseptin hiilijalanjälki- ja -kädenjälkilaskennan vertailu perustuen elinkaarilaskentaan (34) ja konseptin rakennusmateriaalien päästöihin (35).

Vertailtaessa rakennusmateriaalien vaikutusta todetaan, että lamellihirsiseinien päästöt ovat hieman pienemmät kuin CLT-levyseinien (kuva 35). CLT-levyn valmistus tuottaa hieman enemmän päästöjä kuin lamellihirren valmistus. Samoin hiilikädenjälki on CLT-levyllä hieman suurempi, joka johtuu materiaalin painosta. Rankarunkoratkaisussa A hiilijalanjälki on hieman suurempi kuin lamellihirsiratkaisussa. Tähän vaikuttaa ulkoseinissä käytetty villaeriste ja tuulensuojalevy. Hiilikädenjälki sen sijaan on huomattavasti pienempi, joka myös johtuu eristeestä, josta ei synny hiilivarastoa kuten puumateriaalista. Kaikissa näissä ratkaisuissa on samat lattia- ja kattorakenteet.

Rankarunkoisen rakennuksen A hiilijalanjälki on hyvin lähellä hirsirakenteen hiilijalanjälkeä. Hiilikädenjälki on kuitenkin pienempi, sillä rankarakenteisessa rakennuksessa on vähemmän puuta,

ja siten varastovaikutus on pienempi. Rankarunkoratkaisussa B hiilijalanjälki on selkeästi pienempi, mikä johtuu eristemateriaalien puuttumisesta. Myös hiilikädenjälki on pienempi johtuen pienemmästä puumateriaalin määrästä. Tässä ratkaisussa myös lattia- ja kattorakenteet ovat sahatavaraa.

Kaikki vaihtoehdot ovat hiilitaseeltaan positiivisia. Voidaan todeta, että materiaalien hiilijalanjälki on lamellihirsi-, CLT ja eristetyssä rankarunkoratkaisussa A hyvin lähellä toisiaan. Selkeä ero syntyy, kun verrataan niitä eristämättömään vaihtoehtoon. Eri vaihtoehtojen välillä merkittävin ero on hiilikädenjäljessä. Niissä vaihtoehtoissa, joissa on massiivipuiset seinät, hiilikädenjälki on selkeästi suurempi. Valittaessa hyvää vaihtoehtoa perustuen hiilitaseeseen, massiivipuiset vaihtoehdot antavat parhaan tuloksen.

5.3 KATE- JA PERUSTUS- MATERIAALIEN VERTAILUA

Hiilijalanjälkilaskennassa verrattiin kate- ja perustusmateriaalien vaikutusta hiilijalanjälkeen. Kaikki muut laskennassa käytetyt materiaalit olivat samoja. Vertailussa käytettiin CLT-levystä valmistettua konseptia. Katemateriaaleina käytettiin teräs- ja bitumikatetta, ja perustusmateriaaleina teräspaaluja ja harkkoperustusta. Molemmissa perustusratkaisuissa lattian tukipisteitä oli sama määrä.

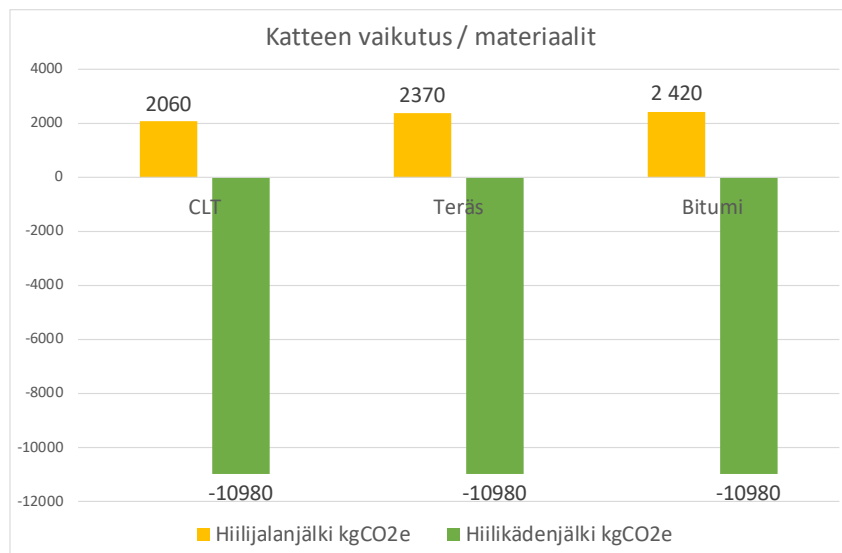
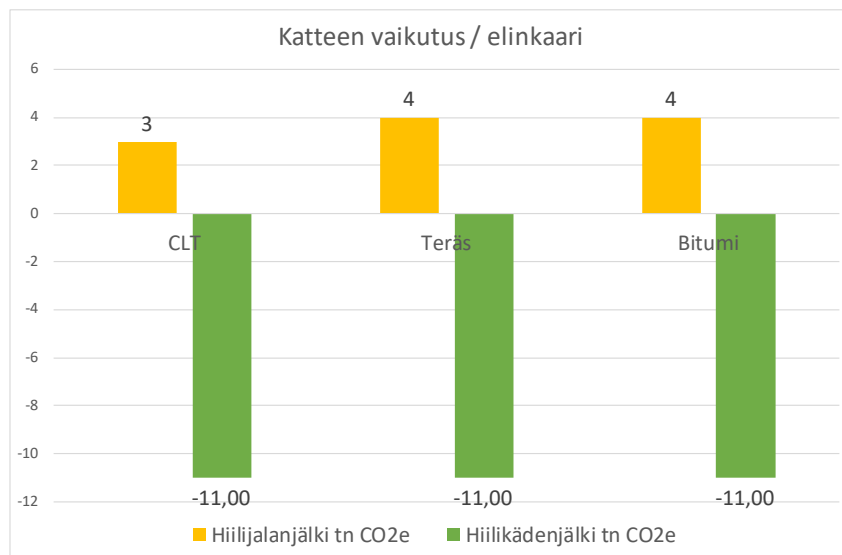
Teräskate ja bitumikate antavat elinkaarilaskennassa saman hiilijalanjäljen arvon (kuva 36). Rakennusmateriaalien laskennassa bitumikatella on hieman pienempi hiilijalanjälki (kuva 37). CLT-vaihtoehdossa ei ole erillistä katetta, ja konseptin hiilijalanjälki on siksi pienempi. Vedenpitävyys saadaan pintakäsittelyllä. Pintakäsittelyaineita ei normaalisti huomioida hiilijalanjälkilaskennassa, sillä niiden vaikutus on hyvin pieni.

Teräskatteen ja bitumikatteen päästöihin vaikuttaa käytetäänkö aluskatetta tai minkä tyyppistä bitumikatetta käytetään. Esimerkiksi palahuopa tuottaa suuremman hiilijalanjäljen, kuin rullalla myytävä huopakate. Tässä laskelmassa on käytetty aluskatetta bitumikatossa. Jos aluskatetta ei käytet-

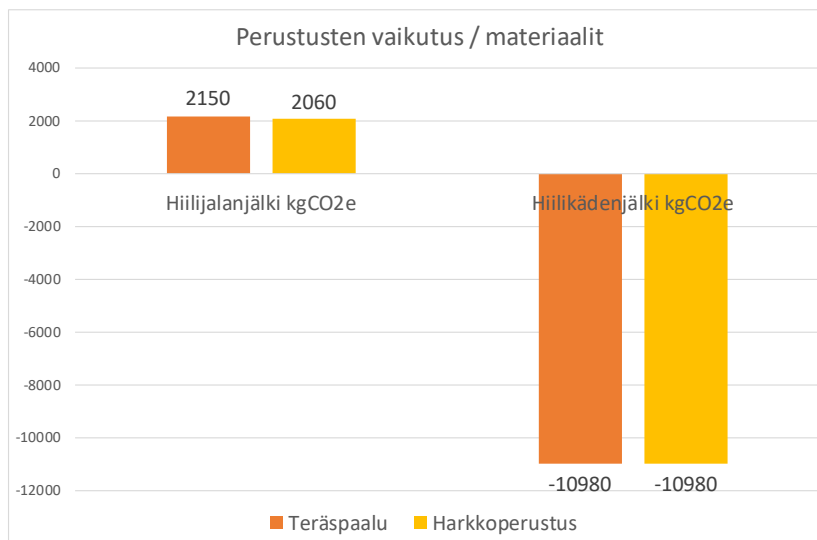
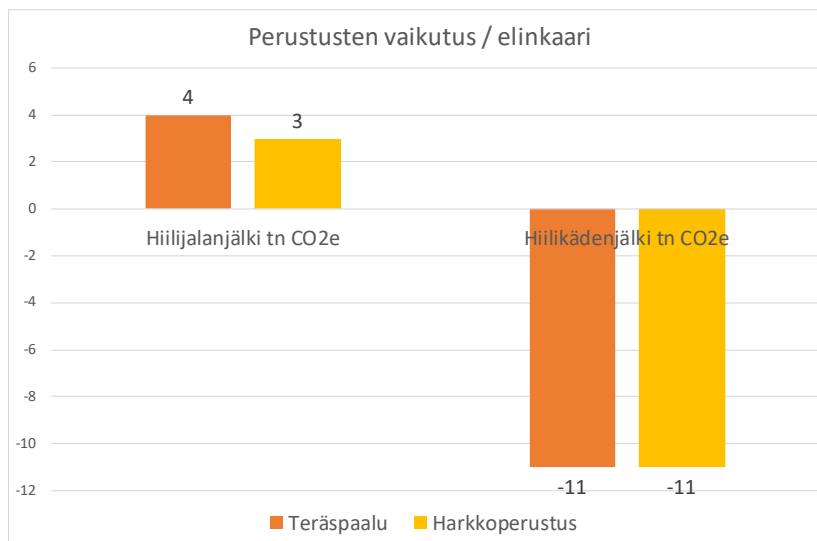
tä, bitumikatteen hiilijalanjälki on pienempi kuin teräskatteen. Hiilikädenjälki on kaikilla sama, koska se muodostuu puumateriaalin varastovaikutuksesta, ja määrä on kaikilla sama. CLT-katto, jossa vedenpitävyys on ratkaistu pintakäsittelyaineella, on hiilitaseeltaan selkeästi parempi kuin eri katevaihtoehdot. Elinkaarilaskenta antaa suuren eron hiilijalanjälkeen.

Perustusten vaikutusten laskennassa käytettiin CLT-levystä valmistettua konseptia. Kaikki muut materiaalit lukuun ottamatta perustusmateriaalia olivat samoja.

Teräspaaluperustuksen elinkaaren hiilijalanjälki on suurempi kuin harkkoperustuksen (kuva 38), vaikka harkkoperustuksessa on käytetty harkkojen lisäksi anturalaattoja. Elinkaarilaskennassa ero on huomattava, mutta materiaalien vertailussa melko pieni (kuva 39). Lopputulokseen vaikuttaa se, miten kantavia rakenteita tarvitaan, mikä riippuu rakennuksen painosta ja maaperän kantavuudesta. Tässä esimerkissä on käytetty mahdollisimman kevyitä perustuksia, mutta huonosti kantavalla maapohjalla tarvitaan massiivisempaa ratkaisua, joka suurentaa hiilijalanjälkeä.



Kuvat 36–37. Katemateriaalin vaikutus konseptin elinkaaren (36) hiilijalanjälkeen ja rakennusmateriaalien hiilijalanjälkeen (37).



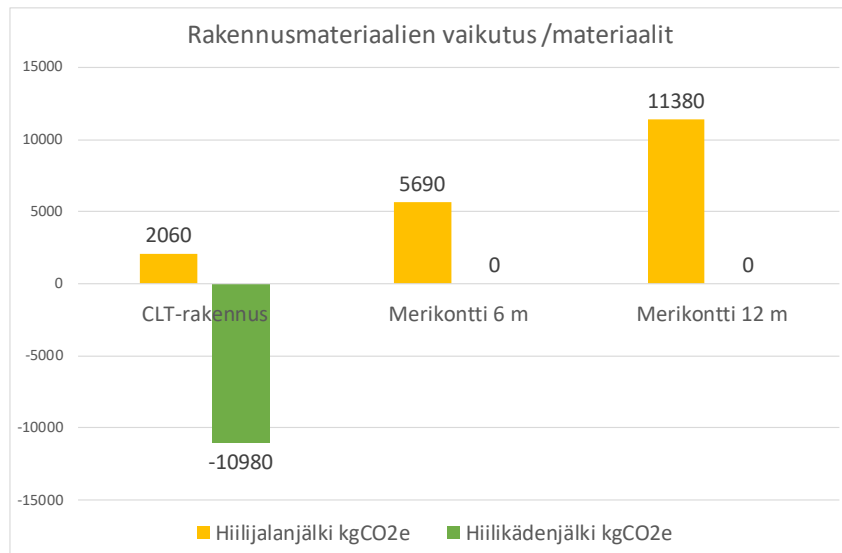
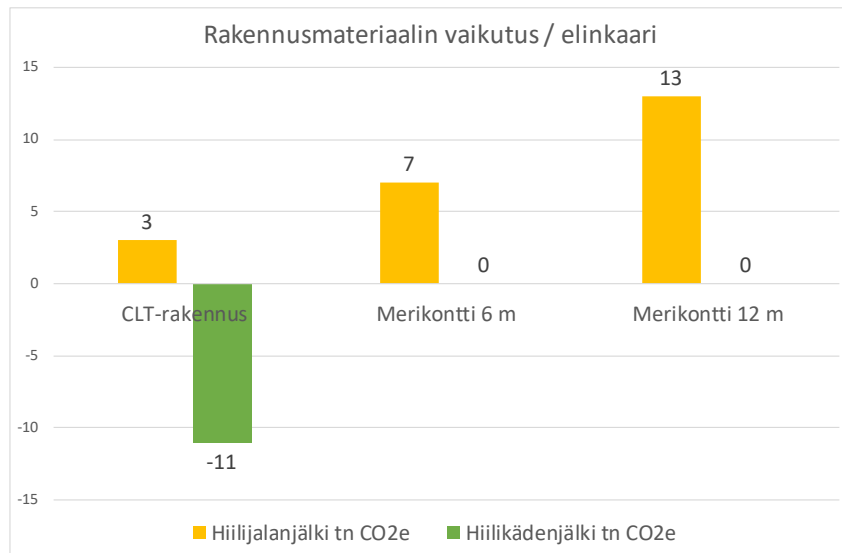
Kuvat 38–39. Perustusten vaikutus konseptin elinkaaren (38) ja materiaalien (39) hiilijalanjälkeen.

5.4 ERITYYPPISTEN SUOJIENTA VERTAILUA

CLT-levystä rakennettua suojaa verrattiin metallisiin kontteihin tarkoituksena saada mittakaavaa puisten ja metallisten rakennusten kestävästä kehityksen mukaisista ominaisuuksista. Konttien hiilijalanjälkeä laskettaessa on huomioitu vain niiden paino, joka muodostuu seinistä, katosta ja lattiasta. Mahdollisia ovia tai ikkunoita ei ole huomioitu. Vertailuun valitut merikontit eivät vastaa pohja-alaltaan Arbo Shelter -konseptia. Toinen on pienempi (13,7 m²) ja toinen suurempi (28,1 m²). Arbo Shelter:n sisäpohja on 21 m². Kontit antavat

kuitenkin hyvän käsityksen materiaalivalinnan vaikutuksesta hiilijalan- ja hiilikädenjälkeen.

Merikontin hiilijalanjälki on sekä elinkaarivertailussa että verrattaessa materiaaleja selkeästi eri mittaluokkaa (kuvat 40–41). Hiilitaseeltaan positiivista rakennetta ei pystytä saavuttamaan, sillä hiilikädenjälkeä ei muodostu käytettäessä metallirakennetta. Mikäli kestävä rakentaminen on perusteena suojan valinnalle, puurakennus on ehdoton valinta.



Kuvat 40–41. Puijen Arbo Shelter -konseptin elinkaaren hiilijalanjäljen (40) ja materiaalien (41) päästöjen vertailua teräskontteihin

6 MARKKINAT JA VIENTIMAHDOLLISUUDET

AGM Finland ja MT Xport Consultants Oy tuottivat hankkeeseen tietoa pakolaisleirien rakentamiseen liittyvistä hankintaprosesseista ja markkinoista. AGM Finlandin mukaan markkinoilla on kova kilpailu kestävästä tuotteista ja rakentamisen radikaaleista ratkaisuista. Tällä hetkellä on kiinnostavaa nähdä, mitä ostajat vaativat rakentamiselta ja rakennusmateriaaleilta koronan jälkeisessä maailmassa. Tuleeko pandemia vaikuttamaan ostokriteereihin pakolaisleirien rakentamisessa, ja tullaanko myös terveysvaikuttavuus, asumisen viihtyvyys, tai esteettiset tekijät huomioimaan ostopäätöksissä? (AGM Finland 2021)

Globalissa maailmassa tapahtuu nopeita muutoksia, joihin joudutaan reagoimaan nopeasti myös suunnittelussa ja rakentamisessa. Tämä on haaste myös suunnittelutyölle. Tulevaisuudessa nähdään, miten puurakentaminen asemituu tulevassa rakentamisen murroksessa, ja syntykö markkinaetu ympäristövaikutuksista muun muassa puun hiilivarastovaikutuksesta, jolla päästään hiilineutraaliin rakentamiseen, vai kehittykö hintataso siten, että puurakentamisessa päästään edullisemmalle tasolle.

6.1. KONSEPTISTA TUOTTEEKSI

AGM Finland kuvasi työssään, miten konsepti voisi kehittyä myytäväksi tuotteeksi, ja millainen yrityskonsortio tuotteen takana pitäisi olla. (AGM Finland 2021)

Konsortion yrityksellä tulee olla:

- henkilö- ja taloudelliset resurssit osallistua konseptista syntyvän rakennuksen tuotekehitykseen.
- teollinen valmistusprosessi ja tarvittava kapasiteetti kohdemarkkinaa vasten.
- kokemusta liiketoiminnasta markkina-alueella.
- henkilö- ja taloudellisia resursseja vientiä varten seuraavat 5–10 vuotta.
- partnereita ja kontaktiverkostoa markkina-alueella, tai valmiutta rekrytoida henkilökuntaa.

Kun yritykset ovat valinneet keskuudestaan veturiyrityksen, konsortion tulee löytää yhteiset realistiset tavoitteet, resurssit ja aikataulut:

- konseptin jatkotyöhön ja prototyypin valmistamiseen.
- pilotointiin esim. kohdemaassa.
- markkina-analyysin tekemiseen.
- kilpailevien tuotteiden ja yritysten kartoittamiseen.
- riittävän teollisen kapasiteetin varmistamiseen

tuotteiden valmistamiseksi.

- markkinointiin potentiaalisille ostajille kohdemaassa, tai kv. organisaatioille.

Veturiyritys vai vientijohtaja

Yhteistyö konsortion kanssa, ja veturiyrityksenä toimiminen vaatii siihen sitoutuneelta yritykseltä resursseja. Tehokkaasti johdettu tiimityö, ja osamisen kohdentaminen säästää tuotekehityksessä. Yritys on oman tuotteen paras asiantuntija. Jos veturia ei löydy, tai työ osoittautuu liian haastavaksi, konsortio voi palkata ulkopuolisen vientijohtajan, joka vastaa myös tuotteen markkinoinnista. Tämä vaatii konsortiolta taloudellisia resursseja ja perehdyttämistä yritysten vientistrategioihin ja tuotteisiin. Vaihtoehtoisia liiketoimintamalleja on konsortion kaupallinen yhteistyö paikallisen partneriyrityksen kanssa, tai markkinointi suoraan kansainväliselle organisaatiolle kuten YK:lle.

Vientihankkeet vaativat aina pitkäaikaisen läsnäolon markkina-alueella, ja hyvän verkoston. Kun yritys hakee tuotteelleen markkina-asemaa kansainvälisillä markkinoilla, on ehdottoman tärkeää, että yrityksen johto on mukana kohdemaassa.

On hyvä myös huomata, että monissa Euroopan ulkopuolisissa maissa yrityksen omistajien henkilökohtaisella tapaamisella on erittäin suuri merkitys, eikä neuvotteluja voi ulkoistaa.

AGM Finlandin suosituksia

Humanitaarisen rakentamisen markkinat ovat monella tavalla haastavat suomalaisille yrityksille, mutta samalla ne myös avaavat isoja vientimahdollisuuksia. Uusia rakentamisen ratkaisuja ja materiaalien tuotekehitystä tarvitaan erityisesti kehittyvien markkinoiden erityiskohteisiin. (AGM Finland 2021)

YK:n ostopäätöksiin ei vaikuta ainoastaan hinta, vaan myös kestävän kehityksen periaatteiden toteutuminen. YK suosii avaimet käteen -hankkeita, yrityskonsortiota, ja onnistuessaan yrityksellä on mahdollisuus saada YK:n kanssa pitkäaikainen

yhteistyösopimus. Viime kädessä tärkeintä on kuitenkin yrityksen rohkeus kehittää uusia tuotteita, ja olla läsnä kohdemaassa.

Yrityskonsortiolle suositeltavat askeleet:

- Yrityskonsortion kannatta olla yhteydessä erityisesti Business Finland Developing Markets Platformin palveluihin, sillä he ovat kehittyvien markkinoiden asiantuntijoita, ja rahoittavat hankkeita, sekä auttavat markkinoiden analysoinnissa ja kontakteissa.
- Yrityskonsortion kannattaa hakea riittävän iso rakentajapartneri kohdealueelta, ja markkinoida tuotetta yhdessä partnerin kanssa kohdemaassa, tai vaihtoehtoisesti markkinoida tuotetta suoraan kansainväliselle organisaatiolle, kuten YK.
- Yrityskonsortion kannatta hakea tuotteelle kansainvälistä näkyvyyttä mediassa, ja olla mukana YK:n järjestämällä messuilla, tai esimerkiksi rakentamisen alan messuilla.

6.2 MT XPORT CONSULTANTS OY:N MARKKINASELVITYS

Arbo Shelter -konseptin vientimahdollisuuksien selvittämiseksi teetettiin markkinaselvitys, jonka tavoitteena oli kirkastaa kohdemaita ja organisaatioita, joita kannattaa lähestyä pyrittäessä pääsemään humanitaarisen rakentamisen markkinoille. Tavoitteena oli saada konkreettinen ehdotus, miten tuotetta voisi lähteä viemään markkinoille, tunnistaa kohdemaat tai organisaatiot sekä selvittää miten markkinat toimivat ja mitkä tahot vastaavat ostoista ja yhteistyöstä.

Tutkimuksessa tuli esiin, että kansainväliset avustusjärjestöt, humanitaariset avustusjärjestöt, kansalaisjärjestöt sekä taloudelliset järjestöt ovat parhaita kohteita lähestyä. Sekä rahoitus että humanitaarinen avustustyö toimivat kansainvälisenä yhteistyönä. Avustusjärjestöjen partnereita ovat operatiivisen tason järjestöt, kuten WHO tai Punainen Risti. Erilaisia avustusorganisaatioita on tuhansia, ja avuntarpeet ovat hyvin monimuotoisia. Pääsääntöisesti humanitaariset organisaatiot vastaavat kuitenkin tavaroiden ja niihin liittyvien palveluiden hankinnoista. (MT Xport Consultants 2021)

Tehdyn selvityksen mukaan tietyt maailman

alueet, kuten Keski-Amerikka, Lähi-Itä ja Afriikka, kärsivät muita enemmän katastrofeista, jotka johtavat kiireelliseen humanitaarisen avun tarpeeseen. Tämä on tärkeä huomioida, kun valitaan kohdemaita, sillä näillä alueilla myös kansainväliset avustusjärjestöt toimivat kaikkein tehokkaimmin.

Tuotteita hankkivilla organisaatioilla on usein vaatimuksena standardoidut ja suhteellisen edulliset tuotteet tai jopa komponentit. Vaatimukset on hyvä selvittää aikaisessa vaiheessa, että muutosten tekeminen on mahdollista. Tietoa tarjolla olevista tuotteista haetaan usein messuilta ja konferensseista.

Selvityksessä käsiteltiin tarkemmin muutamia keskeisiä organisaatioita, joihin kannattaa olla yhteydessä markkinoille pyrittäessä. Niistä suomalaiselle yritykselle on ehkä tärkein UNOPS (United Nations Office for Project Services). Se tarjoaa infrastruktuuri-, hankinta- ja projektinhallintapalveluja huomioiden kestävä kehityksen. Sen tehtävänä on auttaa ihmisiä rakentamaan parempaa elämää ja valtioita saavuttamaan rauha ja kestävä kehitys. Se on ainoa YK-järjestö, jolla on

päämaja Pohjois-Euroopassa, Kööpenhaminassa. Avoimet hankinnat ovat esillä YK:n hankintaportaalissa (UN Procurement Division).

Markkinaselvityksessä esitetään toimenpide-ehdotus markkinoille etenemisen vaiheista. Ensimmäinen vaihe on selvityksessä listattuihin organisaatioihin perehtyminen ja arviointi sekä yhteydenotto tärkeimpiin organisaatioihin. Tuotekonsepti esitellään, ja selvitetään organisaatiokohtaiset hankintoihin liittyvät vaatimukset. Organisaatiot on listattu ja esitelty liitteessä 2.

Toisessa vaiheessa kartoitetaan eri käyttövaihtoehtojen potentiaali; onko tarvetta siirrettävälle ja

väliaikaiselle vai pysyvälle ja täydennettävälle suojalle. Siirrettävän ja väliaikaisen osalta potentiaalisia järjestöjä ovat YK-järjestöt ja erityisesti IAPSO, UNICEF, UNOPS, mutta myös muut, kuten Punainen Risti, Care ja Lääkärit ilman rajoja. Pysyvän ja täydennettävän suojan osalta kysymykseen voivat tulla mm. UN Habitat ja Habitat for humanity.

Kolmannessa vaiheessa, kun vaadittavat tuotetiedot, reunaehdot ja kriisialueiden rakentamisen tarpeet ovat tiedossa, valitaan mihin tarkoitukseen konseptia halutaan kehittää eteenpäin ja mihin konseptin saisi esille.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

KERAKE-hankkeen tuloksena valmistui humanitaarisen asuinrakentamisen konseptisuunnitelma, jolla on nimi, hahmo ja tilallinen ratkaisu, ja johon sitoutuu monenlaista tietoa esimerkiksi muunneltavuuteen, hiilijalanjälkeen ja markkinointiin liittyen. Konseptin kehittäminen oli vaativa ja aikaa vievä tehtävä, joka edellytti monialaista osaamista. Arkkitehtisuunnittelun ja hiilijalanjäljen laskennan osaaminen täydentyi hankkeessa muun muassa humanitaarista asuinrakentamista, markkinointia ja ulkomaanvientiä koskevalla asiantuntijatiedolla. Myös itse konseptin kehittäminen vaati erilaisten tekniikoiden osaamista liittyen esimerkiksi teollisiin massiivipuorakenteisiin, aurinkoenergiaan tai sanitaatioon. Näihin tarpeisiin saimme korvaamatonta apua yrityskumppaneiltamme. Tulevaisuudessa suunnitelma voi jatkaa elämäänsä joidenkin yritysten tuotekehitysprojektina ja lopulta liiketoimintana.

Hankkeen nyt päättyessä käsissämme on siis pienen, tilapäiseen asumiseen tarkoitetun rakennuksen konseptisuunnitelma, joka on kaikkien halukkaiden käytettävissä. Konsepti on käynyt läpi useita arviointikierroksia ja jokaisen jälkeen sitä on parannettu vastaamaan teknisiä, logistisia

tai visuaalisia vaatimuksia. Olisimme mielellämme testanneet myös rakennuksen asuttavuuden, pintakäsittelyjen kestävyuden, sekä monet yksityiskohdat. Tähän oli tarjolla jo mahdollisuuskin pilottirakennuksen muodossa, mutta erilaiset hallinnolliset vaikeudet estivät yrityksen – siitäkin huolimatta, että rahoittajamme Etelä-Pohjanmaan liitossa teki kaikkensa pilotin mahdollistamiseksi.

Pilottirakennuksen pystyttäminen ja tuotekehityksen viimeistely ovat edelleen mahdollisia ja toivottavia jatkotoimia. Konsepti on kehitetty puurakentamista silmällä pitäen, ja se mahdollistaa monenlaiset puiset rakennevaihtoehdot erilaisista massiivipuulementeistä rankarakenteisiin. Toki kyseeseen voivat tulla sellaisetkin rakenneinnovaatiot, joita projektissamme ei tunnustettu. EAKR-rahoituksen luonteesta johtuen keskityimme pääasiassa eteläpohjalaisiin yrityksiin, joten tällä saattoi olla jonkin verran rajaavaa vaikutusta. Sanitaatio- ja energiaratkaisuissa päädyttiin Etelä-Pohjanmaan ulkopuolisiin kumppaneihin, sillä emme löytäneet vastaavia yrityksiä omalta alueeltamme.

Hankkeen kohokohtia olivat yritystapaamiset. Niissä käytiin innostunutta ja asiantuntevaa keskustelua, jonka pohjalta konsepti kehittyi nykyiseen muotoonsa. Yritysyhteistyö oli olennainen osa hankkeen toimintaa, sillä ajatuksena oli siirtää viestikapula vähitellen teollisuuden kuljetettavaksi. Yliopiston liikkumavara varsinaisen tuotekehityksen, markkinoinnin ja valmistuksen suuntaan on varsin kapea. Mutta vaikka konseptoinnissa ollaankin vasta puolimatassa kohti valmista vientituotetta, uskomme kuitenkin, että jo tässä vaiheessa on tapahtunut monenlaista oppimista puolin ja toisin. Yhteinen työskentely konseptikehityksen parissa on tuottanut kaikille osapuolille uutta ja hyödyllistä tietoa, joka on sovellettavissa joko Arbo Shelterin jatkovaiheissa tai jossakin muussa hankkeessa. Konsepti on toiminut eräänlaisena rajakohtena (*boundary object*, ks. Star & Griesemer 1989, Whyte & al. 2007), johon on hankkeen edetessä kytkeytynyt runsaasti uusinta teknistä tietoa, mutta myös tietoa humanitaarisesta rakentamisesta yleensä, alan markkinoista ja vientimahdollisuuksista, sekä myös ymmärrystä erilaisten organisaatioiden, yritysten, ja jopa arkkitehtisuunnittelun toimintatavoista. Tässä mielessä konseptimme on paljon laajempi kuin pelkkä luonnossuunnitelma. Siksi nyt käsillä oleva raportti ei ole pelkkä kuvaus tähän saakka teh-

dystä työstä, vaan se muodostaa juuri tuon edellä mainitun konseptin.

Kuten jo tämän raportin johdantoluvussa tuotiin esiin, keskeinen osa konseptia on sen jättämä pieni hiilijalanjälki. Tähän liittyviä laskelmia on tehty hankkeen eri kehitysvaiheissa. Vertailut teräsrakenteisiin merikontteihin, joita esimerkiksi Turkissa käytetään väliaikaisina suojina, osoittavat selvästi massiivipuorakenteen edut. Laskelmien osoittamien etujen lisäksi tulevat vaikeammin mitattavat laadulliset edut. Puurakenteiset, kodinomaiset pikku asunnot tarjoavat jo itsessään lämpöä ja pehmeämpää atmosfääriä kodeistaan paenneille ihmisille. Jos väliaikainen asuminen pitkittyy, kuten usein käy, on puurakenteita helppo työstää edelleen vastaamaan paremmin perheen yksilöllisiä tarpeita. Kun asuntoa ei enää tarvita, on puiset rakennukset helppo purkaa, siirtää ja koota uudelleen joko alkuperäiseen tai aivan uuteen muotoon, käyttötarkoituksesta riippuen. Vastaavia etuja voisi luetella enemmänkin, mutta taustalla on kuitenkin näkemys, josta lähdimme liikkeelle hanketta suunnitellessamme: jos väliaikainen yhdyskunta on pakko rakentaa, se ei saa olla osa sitä ongelmaa, jonka vuoksi ihmiset joutuvat lähtemään kodeistaan.



Kuva 42: Luonnosvaiheen havainnekuva asuinyksikön sisätilasta, keittiöstä isompaan alkoviin päin. Ikkunoita päädyttiin pienentämään sekä kustannus-, että turvallisuussyistä.

LÄHTEET

Aalto Haitek (2019). Wawe Layered Timber (esite)

Afstor Oy (2022). <https://www.afstor.com>

AGM Finland (2021). KERAKE - Kestävää rakentamista kehittyviin maihin 2020–2021 –raportti. 15 s. Saatavissa: <https://projects.tuni.fi/uploads/2022/01/2e8eb145-kerake-2021.pdf>

A-Insinöörit (2021). Opas vähähiiliseen rakennuttamiseen. Saatavissa: https://www.ains.fi/hubfs/Oppaat%20ja%20ladattavat%20materiaalit/A-Insinöörit_Vahahiilinen-rakennuttaminen-Opas_2021.pdf?hsCtaTracking=f07fee04-a9e2-4d09-ac33-380affe0b003%7Ccfcdcd0c3-2200-4c3b-93e9-2fa6cb-bd98c7

Barakat, S. (2003). Housing Reconstruction after Conflict and Disaster. Network Paper, 43, 1–37.

Bionova (2017). Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. Saatavissa: <https://ym.fi/vahahiilisen-rakentamisen-tiekartta>

Betts A. & Collier P. (2017a). Refuge: Rethinking Refugee Policy in a Changing World. New York: Oxford University Press. 288 pp.

Betts A. & Collier P. (2017b). Refuge: Transforming a Brogen Refugee System. Penguin Random House. 257 pp.

Boano, C., Zetter, R. & Morris, T. (2007). Environmentally Displaced People: Understanding the Linkages Between Environmental Change, Livelihoods and Forced Migration. A Policy Briefing by the Refugee Studies Centre, University of Oxford. 35 pp.

Chatman House (2015). Sustainable energy for refugees. Global Power Dynamics Interdependence and Insecurity Sustainable and Inclusive Growth. Annual Review 2015–16 Navigating the New Geopolitics. Saatavissa: https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/AR15-16-HIGH-RES_0.pdf

DTS Finland Oy (2022). <https://www.dtso.fi>

Gunawardena, T., Ngo, T., Mendis, P., Aye, L. & Crawford, R. (2014). Time-efficient post-disaster housing reconstruction with prefabricated modular structures. (Open house international, Vol.39, No.3. 59–69.)

Van der Helm, A., Bhai, A., Coloni, F., Koning, W. & de Bakker, P. (2017). Developing water and sanitation services in refugee settings from emergency to sustainability – the case of Zaatari Camp in Jordan. (Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development, 07.3.) IWA Publishing.

Huuhka, S., Köliö, A., Annila, P., & Poti, A. (2018). Puurakenteiden uudelleenkäyttömahdollisuudet. (Muuttuva rakennettu ympäristö; Nro 4), (Rakennetekniikka. Tutkimusraportti.; Nro 165). Tampere: Tampere University of Technology.

Huuhka, S., Vainio, T., Moisio, M., Lampinen, E., Knuutinen, M., Bashmakov, S., Köliö, A., Lahdensivu, J., Ala-Kotila, P. & Lahdenperä, P. (2021). Purkaa vai korjata? Hiilijalanjälkivaikutukset, elinkaarikustannukset ja ohjauskeinot (Ympäristöministeriön julkaisuja 2021:9). Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-221-1>

IFRC (2013). Post-disaster shelter: Ten designs. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. Geneva, Switzerland. Saatavissa: <http://unhabitat.org/ir/wp-content/uploads/2019/04/ten-designs-IFRC.pdf>

IOM (2011). Transitional Shelter Guidelines. International Organization for Migration. Geneva, Switzerland. Saatavissa: https://www.iom.int/sites/default/files/our_work/Shelter/documents/Transitional%20Shelter%20Guidelines%20-%202012.pdf

Jätelaki 2011/646. Annettu Helsingissä 17.6.2011. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646#L2P9>

Karmod (2021). Refugee Housing Unit. <https://karmod.com/en/page/refugee-housing-unit>

Kuittinen, M. (Toim.). (2019). Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä (Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22). Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-029-3>

Lindgren, S. (2019). Hiilijalanjäljen laskentaa Euroopassa – tarkastelussa yleiseurooppalainen LE-VEL(s) sekä Hollannin, Ruotsin, Ranskan ja Saksan mallit. Tulevaisuuden rakentaminen -blogi. Saatavissa: <https://tulevaisuudenrakentaminen.samk.fi/2019/05/24/hiilijalanjaljen-laskentaa-euroopassa-tarkastelussa-yleiseurooppalainen-levels-seka-hollannin-ruotsin-ranskan-ja-saksan-mallit/>

LUT (2018). Fusion Grid vie tietoliikenneyhteydet ja sähköt kehittyvien maiden koteihin. Saatavissa: https://www.lut.fi/uutiset/-/asset_publisher/h33vOeufOQWn/content/fusion-grid-vie-tietoliikenneyhteydet-ja-sahkot-kehittyvien-maiden-koteihin

Moisio, M ja Huuhka, S. (2021). Betonikoulun ja puukoulun vertailu – tarkasteluja hiilijalanjäljen näkökulmasta. Kiertotalous – uusia mahdollisuuksia puurakennusteollisuudelle – CE Wood -projektin raportti. Tampereen yliopisto. 22 s.

MT Xport Consultants (2021). Markkinaselvitys. Arbo Shelter –konsepti, kriisialueiden rakentaminen. 21 s. Saatavissa: https://projects.tuni.fi/uploads/2022/01/da3f2690-fi-markkinaselvitys-_arbo-shelter-_xport.pdf

Puuinfo (2021a). CLT (Cross Laminated Timber). Saatavissa: <https://puuinfo.fi/rakenteet/massiivipuulevyrakenteet/materiaalivaihtoehdot/>

Puuinfo (2021b). Hirsityypit ja perusprofiilit. Saatavissa: <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/materiaalivaihtoehdot/>

Rittel, H. W. J. & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a General Theory of Planning. Policy Sciences 4 (pp. 155–169). Amsterdam, Alankomaat. Elsevier.

Roggema, R. (2016). Research by Design: Proposition for a Methodological Approach. Urban Science 2017, 1, 2. MDPI, Basel, Sveitsi.

Star, S. & Griesemer, J. (1989). Institutional Ecology, “Translations” and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Merkeley’s Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. Social Studies of Science, Vol 19, No. 3. Sage Publications, Ltd. DOI: 10.1177/030631289019003001.

UN Environment and International Energy Agency (2017). Global Status report 2017.
Saatavissa: https://www.worldgbc.org/sites/default/files/UNEP%20188_GABC_en%20%28web%29.pdf

UNHCR (2007). Handbook for Emergencies. United Nations High Commissioner for Refugees. Geneva, Sveitsi. Saatavissa: https://www.ifrc.org/PageFiles/95884/D.01.03.%20Handbook%20for%20Emergencies_UNHCR.pdf

UNHCR (2016). Shelter Design Catalogue. United Nations High Commissioner for Refugees. Geneva, Sveitsi. Saatavissa: <https://cms.emergency.unhcr.org/documents/11982/57181/Shelter+Design+Catalogue+January+2016/a891fdb2-4ef9-42d9-bf0f-c12002b3652e>

Whyte, J., Ewenstein, B., Hales, M. & Tidd, J. (2007). Visual practices and the objects used in design. *Building Research & Information*, 35:1. DOI: 10.1080/09613210601036697.

Ympäristöministeriö (2017). Vähähiilisen rakentamisen tiekartta.
Saatavissa: <https://ym.fi/vahahiilisen-rakentamisen-tiekartta>

Ympäristöministeriö (2019 ja 2021). Vähähiilisen rakentamisen neuvontapalvelu.
Saatavissa: <https://elinkaarilaskenta.fi/>

Kuvat:

Kuvat 1–33 & 42: Mari-Sohvi Miettinen / KERAKE

Kuvat 34–41: Virpi Palomäki / KERAKE

LIITE 1. Arbo Shelter -konseptin pinta-alat ja rakennusmateriaalien määrät, 1/2

Kerake-hanke, yhden perheen asuinyksikkö "Arbo"
Pinta-ala ja määrätietoa 1/2021

Rakennusosa	Yksikkö	
	Tasakattoinen vaihtoehto	Lapekattoinen vaihtoehto
Alapohja (sisätila, esim. 140 mm clt)	21 m ²	21 m ²
Alapohja (terassi)	5 m ²	5 m ²
Yht.	26 m ²	26 m ²
Alapohja		26 m ²
Ulkoseinät m2: 100 mm clt		
Etelä	22,60 m ²	25,20 m ²
Länsi	12,4 m ²	12,4 m ²
Pohjoinen	20,46 m ²	22,10 m ²
Itä	13,46 m ²	11,29 m ²
Yht.	68,92 m ²	70,98 m ²
Väliseinät 70 mm clt	9,17 m ²	15,48 m ²
Parven pohja 100 mm clt	3,2 m ²	3,2 m ²

LIITE 1. Arbo Shelter -konseptin pinta-alat ja rakennusmateriaalien määrät, 2/2

Vesikatto, esim. 100 mm clt.

Lape 1 / m ²	21 m ²	21,62 m ²
Lape 2 / m ²	m ²	6,08 m ²
Yht.	21 m ²	27,70 m ²

Terassin alakatto laudoitus 22 mm	5 m ²	5 m ²
-----------------------------------	------------------	------------------

Aukkojen pinta-ala (3 ikkunaa, 1 ovi)

Yht.	6,74 m ²	6,74 m ²
------	---------------------	---------------------

Alapohja, liimapuupalkki 90 x 225 mm

27,24 m	27,24 m
---------	---------

Perustusanturat	8 kpl	8 kpl
-----------------	-------	-------

Katemateriaali vaihtelee

LIITE 2. Organisaatiolista humanitääristä työtä tekevästä organisaatioista MT Xport Consultants Oy:n selvityksen mukaan. 1/2

Org name	web	Location
ADB (Asian Development Bank)	https://www.adb.org/	Manila, Philippines
AFDB (African Development Bank)	https://www.afdb.org/en	Abidjan
CARE (Cooperative for Assistance and Relief Everywhere)	https://www.care.org/	Atlanta
CRS (Catholic Relief Services)	https://www.crs.org/publication-tags/humanitarian-assistance	USA
Deployed Resources	https://www.deployedresources.com/	USA
DRC (Danish Refugee Council)	https://drc.ngo	Copenhagen
ECHO (European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations, ECC)	https://ec.europa.eu/echo/	Brussels
EIB European Invest Bank	https://www.eib.org/en/index.htm	Luxemburg
Germany´s Federal foreign office	https://www.auswaertiges-amt.de/en/aussenpolitik/themen/humanitaerehilfe	Germany
Global Shelter Cluster	https://www.sheltercluster.org/working-group/shelter-projects	
Habitat for humanity	https://www.habitat.org/emea	Bratislava, Europe, Middle East and Africa Area Office
IAPSO - UNDP (Inter-Agency Procurement Services Office)	http://www.iapso.org/supplying/subscription.asp	Copenhagen
IDB (Inter American Development Bank)	https://www.iadb.org/en	Washington, D.C (HQs)
IMF (International Monetary Fund)	https://www.imf.org/en/Home	Washington DC
InterAction	https://www.interaction.org/topics/shelter/	

LIITE 2. Organisaatiolista humanitääristä työtä tekevästä organisaatioista MT Xport Consultants Oy:n selvityksen mukaan. 2/2

IOM (UN International Organization for Migration)	https://www.iom.int/countries/netherlands	Geneva, Philippines
IRC (International Rescue Committee)	https://www.rescue.org/	New York
Médecins Sans Frontières	https://www.msf.org/ https://www.msfsupply.be/	Geneva
NRC (Norwegian Refugee Council)	https://www.nrc.no/	Oslo
OCHA (UN Office for the coordination of humanitarian affairs)	https://www.unocha.org/	Geneva
Red Cross ICRC	https://www.icrc.org/en/what-we-do/water-habitat	Geneva
The New Humanitarian	https://www.thenewhumanitarian.org/content/about-us	
UN Habitat	https://unhabitat.org/	Kenya
UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction)	https://www.undrr.org/	Geneva
UNHCR (United Nations High Commissioner for Refugees)	https://www.ohchr.org/EN/AboutUs/Pages/ContactUs.aspx	Geneva
UNICEF (United Nations International Children's Emergency Fund)	https://www.unicef.org/	Copenhagen, supply organization (New York HQs)
UNIDO (United Nations Industrial Development Organization)	https://www.unido.org/	Vienna, Austria
UNOPS (United Nations Office for Project Services)	https://www.unops.org/contact-us	Copenhagen
USAID's Bureau for Humanitarian Assistance	https://www.usaid.gov/humanitarian-assistance	USA
WB World Bank	https://www.worldbank.org/en/home	Washington DC
World Vision International	https://www.wvi.org/	