

Perttu Linna

Puuelementtirakennuksien käyttö katastrofialueilla

Opinnäytetyö

Kevät 2014

Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Talonrakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Perttu Linna

Työn nimi: Puuelementtirakennuksien käyttö katastrofialueilla

Ohjaaja: Marita Viljanmaa

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 49

Liitteiden lukumäärä: 0

Tämä opinnäytetyö on tehty Puutalokymppi Oy:lle. Yrityksellä on halu kehittää pienelementtirakennuksia katastrofialueille sopiviksi väliaikaisiksi suojiksi. Opinnäytetyössä käsitellään konseptin toimivuutta, logistiikkaa, rakennuksen teknistä toteutusta, rahoitusta ja vaihtoehtoisia ratkaisuja.

Maailmalla on käytössä erilaisia väliaikaisia majoitusratkaisuja, jotka sopivat erilaisiin katastrofikohteisiin. Useimmat hyviksi ja edullisiksi havaitut ratkaisut on dokumentoitu ja suunnitelmat ovat kaikkien saatavilla. Opinnäytetyössä Puutalokymppin konseptia on verrattu muutamiin olemassa oleviin ja käytännössä testattuihin ratkaisuihin. Puutalokymppi olisi halukas toimittamaan pienelementtirakennuksia luonnonilmiöiden vahingoittamille katastrofialueille, humanitaarisena apuna pakolaisleireille tai ratkaisuksi slummien siistimiseen.

Opinnäytetyössä todetaan, että Suomessa paikallisilla palkkakustannuksilla valmistettava ja täältä maailmalle lähetettävä puuelementtirakennus on liian kallis ja jossain määrin turhan monimutkainen yleismaailmalliseksi ratkaisuksi.

Avainsanat: ulkomainen apu, elementtirakentaminen, sarjatuotanto, majoitus, kannattavuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Perttu Linna

Title of the thesis: Use of Timber Frame Buildings in Disaster Areas

Supervisor: Marita Viljanmaa

Year: 2014

Number of pages: 49

Number of appendices: 0

The thesis is made for Puutalokymppi Oy, a house manufacturing company, which aims to develop small-element buildings to be used as temporary shelters in disaster areas. The thesis addresses the functionality of the concept as well as logistics, funding, technical implementation and alternative solutions.

Different temporary housing solutions for various disaster zones are already available. Most of these good and affordable concepts are well documented and their designs are available for everyone. In the thesis, Puutalokymppi Oy's concept is compared to a few already existing concepts which have been tested in practice. Puutalokymppi is willing to supply small-element buildings to disaster areas caused by natural disasters, as humanitarian aid for refugee camps or as a means to clean slums.

The thesis notes that with Finnish wages, exporting timber element frame buildings is too expensive. Furthermore, the concept is in some parts too complicated to be a real global solution.

Keywords: humanitarian aid, construction with prefabricated units, serial production, lodging, cost-effectiveness

SISÄLTÖ

Kuva- ja taulukkoluettelo.....	6
1 JOHDANTO.....	8
2 ERILAISET KATASTROFIALUEET	9
2.1 Milloin kyseessä on katastrofi?.....	9
2.2 Maanjäristys	10
2.3 Hyökyaalto.....	11
2.4 Trooppinen hirmumyrsky.....	13
2.5 Tulva.....	14
2.6 Slummit ja pakolaisleirit.....	16
3 NYKYISIN KÄYTÖSSÄ OLEVAT RATKAISUT.....	19
3.1 Teltat	19
3.2 Hirsirakennukset.....	20
3.3 Väliaikaiset asumukset.....	21
3.3.1 Indonesia, Länsi-Jaava	21
3.3.2 Indonesia, Sumatra, Padang.....	22
3.3.3 Pakistan	23
3.3.4 Peru.....	24
3.3.5 Haiti	25
3.3.6 Indonesia, Aceh	26
3.3.7 Vietnam.....	27
4 PUUTALOKYMPIN RATKAISU.....	29
4.1 Tavoitteet.....	29
4.2 Pinta-ala määräytyy elementtien mukaan	29
4.3 Logistiikka ja asennuspaketti.....	30
4.4 Perustukset	31
4.5 Kattorakenne ja jäykisteet	34
4.6 Eristys.....	35
4.7 Talotekniikka	36
4.7.1 Vesi ja viemärointi.....	36
4.7.2 Valaistus.....	37

4.7.3 Ilmanvaihto.....	38
4.7.4 Lämmitys.....	38
4.8 Puutalokympin ratkaisun hinta	39
4.9 Millä hintaa saataisiin laskettua ja rakenteita yksinkertaistettua?	40
5 RAHOITUS JA YRITYSTEN YHTEISTYÖ	43
6 LOPPUPÄÄTELMÄ	44
7 LÄHTEET	45

Kuva- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Haitin maanjäristys muutti puolessa minuutissa miljoonien elämän (SearchAmelia, [viitattu 06.12.2013].).....	11
Kuva 2. Intian valtameren tsunamin tuhoja (SanAndreasFault, [viitattu 06.12.2013].).....	13
Kuva 3. Hurrikaani Katrina näytti voimansa Yhdysvalloissa (OperationHope, [viitattu 16.12.2013].).....	14
Kuva 4. Bangladeshin tulvan uhreja (CoolGeography, [viitattu 06.12.2013].).....	15
Kuva 5. Kiberan slummissa Keniassa olisi paljon siistittävää (OneGirl, [viitattu 06.12.2013].).....	17
Kuva 6. Za’atarin pakolaisleirin telttarivejä Jordaniassa (ActForPeace, [viitattu 06.12.2013].).....	18
Kuva 7. Mallitalo Länsi-Jaavalta (ShelterCluster 2011, 29–34).	21
Kuva 8. Väliaikaisratkaisu Sumatralta (ShelterCluster 2011, 35–40).....	22
Kuva 9. Pakistanissa käytettiin lämpöeristettyä telttamaista rakennusta (ShelterCluster 2011, 41–46).	23
Kuva 10. Perun väliaikainen ratkaisu oli tehty puusta (ShelterCluster 2011, 47–52).	24
Kuva 11. Teräsrunkoisia rakennuksia Haitissa (ShelterCluster 2011, 59–64).	25
Kuva 12. Indonesiassa käytössä oleva ratkaisu (ShelterCluster 2011, 65–70). ...	26

Kuva 13. Tältä näyttää väliaikaisrakennus Vietnamissa (ShelterCluster 2011, 71–76).....	27
Kuva 14. Puutalokymppin pienelementtiratkaisu (Puutalokymppi. Kuvakaappaus, [viitattu 08.12.2013].).....	30
Kuva 15. Porapaalun kiertämistä käsin rautakankea hyödyntämällä (Paalupiste. Kuvakaappaus, [viitattu 08.12.2013].).....	33
Kuva 16. Porapaalun hattu, johon perustusten puupalkit voidaan kiinnittää (Paalupiste. Kuvakaappaus, [viitattu 08.12.2013].).....	34
Kuva 17. Kattoristikot ja jäykistykset (Puutalokymppi. Kuvakaappaus, [viitattu 08.12.2013].).....	35
Kuva 18. Kuivakäymälä yksinkertaisimmillaan (Prisma, [viitattu 08.12.2013].).....	37
Kuva 19. Ikea-talo, joka koostuu yhdestä tai useammasta osasta (Huffington Post, 2012).....	42
Taulukko 1. Vertailu eri ratkaisujen välillä.	40

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä selvitetään, onko Puutalokymppi Oy:n järkevää lähettää katastrofialueille puuelementtirakennuksia Suomesta. Lisäksi pohditaan, mitä etuja puuelementtirakennukset tuovat verrattuna nykyisiin käytettyihin ratkaisuihin. Tämän opinnäytetyön on tarkoitus selvittää konseptin toimivuutta ja luoda mahdollisesti pohjaa tuleville opinnäytetöille. Elementtien liitoksia tai muita teknisiä yksityiskohtia ei käsitellä, vaan tarkoitus on kartoittaa karkeasti logistiikkaan liittyviä asioita ja esitellä hiukan muita puuelementtirakennukseen mahdollisesti liitettäviä suomalaisia tuotteita.

Opinnäytetyön aihe saatiin Seinäjoen ammattikorkeakoulun PuuHubi-projektin kautta. Kauhajoella sijaitseva Puutalokymppi Oy haluaisi kehittää ja laajentaa puuelementtirakennuksien käyttöä erilaisissa katastrofikohteissa. Lähtökohtaisesti yritys haluaa kehittää malliston, joka pohjautuu nykyisiin ratkaisuihin ja on toimiva erilaisissa katastrofikohteissa. Lisäksi opinnäytetyössä esitetään vaihtoehtoisia malleja Puutalokymppin konseptille.

Maailmalla on vuosien ajan rakennettu tilapäisiä asumuksia ennen varsinaista jälleerakentamista. Useimmat näistä projekteista on dokumentoitu ja Puutalokymppin konseptia verrataan jo käytössä oleviin ratkaisuihin.

Katastrofikohteet tuovat oman haasteensa rakentamiseen. Alueilla ei välttämättä ole luonnonilmiön tai muun syyn seurauksena infrastruktuuria lainkaan tai ainakin se on osittain tuhoutunut. Usein katastrofialueen ilmasto- ja ympäristöolosuhteet eroavat ratkaisevasti suomalaisesta ja kauhajokelaisesta ilmastosta. Herää kysymys, että millainen on globaalisti toimiva rakenneratkaisu. Kuinka rakenteet kestävät kosteutta ja toimivat pitkiäkin aikoja kriisialueilla? Kuinka yritys voi tehdä rahaa avustuskohteissa?

2 ERILAISET KATASTROFIALUEET

2.1 Milloin kyseessä on katastrofi?

Katastrofilla tarkoitetaan yleisesti suurta onnettomuutta. Maailmassa on koko ajan luonnonilmiöitä ilman, että ne johtaisivat katastrofiin. Esimerkiksi maanjäristys asumattomalla alueella ei aiheuta ihmisen näkökulmasta vahinkoa eikä ole katastrofi. Suomen Punainen Risti (myöhemmin tekstissä SPR) määritteleeekin katastrofin seuraavalla tavalla: *”Äkillinen, hitaasti kehittyvä tai ennustettava luonnonilmiö muuttuu katastrofiksi, ellei sitä hallita, ehkäistä tai siihen varauduta”* (SPR 2013). Usein tavalliset luonnonilmiöt muuttuvat SPR:n mukaan katastrofeiksi ihmisten toimien myötä. Tavallinen maanjäristys muuttuu katastrofiksi, kun ihmisten rakentamat rakennukset sortuvat aiheuttaen vahinkoa.

Tässä vaiheessa joku saattaa jo ajatella, miksi käsitellään katastrofityyppejä näin tarkasti. Lukijan on syytä ymmärtää, kuinka erilaisia katastrofialueet voivat olla ja minkälaisiin olosuhteisiin rakennuksia ollaan lähettämässä. Työssä käsitellään vain sellaisia katastrofityyppejä, joihin on löydettävissä ratkaisu Puutalokymppin puuelementtirakennuksesta. Katastrofialueiden nälänhätää ei rakennuksilla saada poistettua, mutta asuntopula on useimmiten ratkaistavissa, mikäli tahtoa ja rahaa löytyy.

Yleisesti seuraavaksi esiteltäviä katastrofityyppejä kutsutaan geologisiksi katastrofeiksi, koska ne johtuvat luonnonilmiöistä. Mukaan on otettu myös pari humanitaarisiin katastrofeihin luettavaa tapausta. Ulkoasianministeriön entinen humanitaarisen avun yksikön päällikkö Lars Backström (Backström 2005, 176) kertoo, että humanitaarisen avun eettisenä lähtökohtana on yhteisvastuu maailman hädänalaisista ihmisistä. Tähän yhteisvastuuseen on sitouduttu erilaisin kansainvälisin sopimuksin. Luonnononnettomuuksissa hätään joutuneista ihmisistä vastaa ensisijaisesti kunkin maan omat viranomaiset, mutta tarvittaessa paikalle hälytetään kansainvälistä apua (Kankaansivu 2007, 27).

Katastrofilla on useita eri vaiheita. Ensimmäisessä katastrofin vaiheessa aloitetaan loukkaantuneiden ja surmansa saaneiden etsintä paikallisin voimin. Ulkomaista apua aletaan koordinoita välittömästi, kun tieto katastrofista leviää. Katastrofialueella on tärkeintä järjestää ensiapu, väliaikaismajoitus, puhtaan veden saanti, käymälöiden toiminta ja perusterveydenhuolto (SPR 2013). Kun tämä vaihe on hallinnassa, aletaan ihmisille järjestää pysyvämpää majoitusta teltoissa tai muissa vastaavissa tilapäisasumuksissa, jotka on kuitenkin tarkoitettu väliaikaiseksi. Tässä vaiheessa aikaisintaan voidaan harkita puuelementtirakennuksien lähettämistä katastrofialueelle.

2.2 Maanjäristys

Usein puhuttaessa luonnonilmiöiden aiheuttamista katastrofeista mieleen tulee ensimmäiseksi maanjäristys. Maanjäristys on luonnonilmiönä varsin tavallinen ja sitä esiintyy kaikkialla maapallolla jonkinasteisena. Maanjäristys on Maan peruskallion tärähtelyä, joka voimakkaana aiheuttaa vahinkoa ihmisille ja rakennuksille. Useimmiten ihmishenkien menetykset johtuvat rakennusten sortumisesta ihmisten päälle. Maanjäristys aiheuttaa ihmisyhteisössä enemmän paniikkia kuin mikään muu luonnonilmiö ja aiheuttaa tuhoa ympäristölle pääosin neljällä eri tavalla: tärisyttämällä maaperää, rikkomalla kallioperää ja laukomalla maanvyöryjä sekä hyökyaaltoja (Kakkuri & Hjelt 2000, 157).

Viime vuosilta on tuoreessa muistissa Haitin maanjäristys vuodelta 2010 (Kuva 1). *"Maa järisi Haitissa tiistaina 12. tammikuuta 2010 tuhoisin seurauksin. Järistys alkoi paikallista aikaa kello 16.53 ja kesti 35 sekuntia. Pääjäristystä seurasi useita jälkijäristyksiä."* (Unicef 2013). Puolen minuutin maanjäristyksessä ja sitä seuranneissa jälkijäristyksissä kuoli 230 000 ihmistä ja yli miljoona ihmistä jäi kodittomaksi. (SPR 2013). Haitissa puhkesi lokakuussa 2012 koleraepidemia, joka vaikeutti osaltaan maan toipumista alkuvuoden järistyksestä (Unicef 2013).



Kuva 1. Haitin maanjäristys muutti puolessa minuutissa miljoonien elämän (SearchAmelia, [viitattu 06.12.2013].).

Maanjäristyksessä tuhoutuvat rakennukset usein laajalta alueelta, jolloin jälleenrakentaminen kestää useita vuosia tai jopa vuosikymmeniä. Asukkaat on syytä saada tilapäisrakennuksista nopeasti pysyviin koteihin, jotta teltta- tai mökkikylät eivät vakiinnu ja muutu slummeiksi. Slummeista ja niiden ongelmista lisää edempänä.

2.3 Hyökyaalto

Maanjäristyksen jälkeen on luontevaa siirtyä maanjäristyksen aiheuttamiin luonnonilmiöihin, joista yksi on hyökyaallot. Usein nämä luonnonilmiöt osuvat tiheään asutetuille alueille ja aiheuttavat siksi suurta vahinkoa ihmisille ja asutukselle. Hyökyaallosta käytetään monia nimityksiä eri puolilla maailmaa. Suomessa vuoden 2004 jälkeen aseman on vahvistanut tsunami-nimitys, jota käytetään nykyisin yleisesti puhuttaessa hyökyaallosta. Helsingin yliopiston seismologian instituutti geotieteiden ja maantieteen laitokselta selittää yksinkertaisesti, että tsunami syn-

tyy, kun merenpohjan pystysuuntainen liike saattaa vesipatsaan epätasapainoon (Helsingin yliopisto 2013). Tsunami voi syntyä maanjäristyksen, maanvyörymän tai vulkaanisen toiminnan johdosta. Koska tsunamin syntytapoja on monia, niitä esiintyy ympäri maailmaa. Tyynellä valtamerellä esiintyy Helsingin yliopiston mukaan tsunameja tavallista enemmän, koska alueella on useita mannerlaattojen liitoskoh-
tia ja vulkaanisia alueita. Usein hyökyaalto tuhoaa lähes kaiken asutuksen ranni-
kolta ja vain harvat rakennukset säilyvät. Jälleenrakentamisessa tulee huomioida
rakennusten sijoittaminen riittävän kauas rannikosta, jottei tuho toistu seuraavan
hyökyaallon iskiessä. Maanjäristyksiä ja niistä mahdollisesti johtuvien hyökyaalto-
jen ennustamista pidetään nykyisin mahdottomana tai ainakin hyvin vaikeana.

Suomalaisille on varmasti jäänyt mieleen 26.12.2004 tapahtunut Intian valtameren
maajäristys, jonka aiheuttamat tsunamit (Kuva 2) tappoivat 227 898 ihmistä (CNN
2013). Surmansa saaneiden joukossa oli 179 suomalaista, joten medianäkyvyys
oli suuri Suomessa (Poliisi 2006). Kiitos medianäkyvyydelle siitä, että avustusjär-
jestöt saivat kerättyä suuren summan rahaa hätäapuun ja jälleenrakentamiseen.
Näin meillä suomalaisilla ja muilla länsimaalaisilla on siistityt turistirannat Thai-
maassa jatkossakin.



Kuva 2. Intian valtameren tsunamin tuhoja (SanAndreasFault, [viitattu 06.12.2013].).

2.4 Trooppinen hirmumyrsky

Trooppisella hirmumyrskyllä on useita nimityksiä riippuen siitä, missä päin maailmaa niitä esiintyy. Hirmumyrskyjä kutsutaan hurrikaaneiksi, taifuuneiksi tai trooppisiksi sykloneiksi. Hirmumyrskyissä tyypillistä on kova tuuli, voimakas matalapaine ja myrskyn kierteinen rakenne. Trooppinen hirmumyrsky vaatii syntyäkseen juuri tietynlaiset olosuhteet. Näitä olosuhteita Ilmatieteen laitoksen mukaan ovat lämmin merivesi, pystysuuntainen tuuliväanne ja korkea ilmankosteus (Ilmatieteen laitos 2013). Trooppiselle hirmumyrskylle tyypillisen kovan tuulen (Kuva 3) lisäksi tuhoja tekevät rankkasateet, jotka voivat aiheuttaa tulvia ja mutavyöryjä (Andersen, Avnskjold & Dreyer. 2008, 60).

Viime aikoina olemme saaneet lukea Filippiineille iskeneestä Haiyan-taifuunista. Tätä hirmumyrskyä pidetään tilastoidun historian voimakkaimpana maalle iske-

neenä hirmumyrskynä (Yle. Taifuuni 2013). Taifuuni iski 8. marraskuuta Filippiineille ja sen epäillään tappaneen yli 10 000 ihmistä ja useita ihmisiä on vielä kaiteissa. (SPR 2013).



Kuva 3. Hurrikaani Katrina näytti voimansa Yhdysvalloissa (OperationHope, [viitattu 16.12.2013].).

2.5 Tulva

Tulva tarkoittaa maan tilapäistä peittymistä veden alle johtuen vesistön vedenpinnan noususta, meren pinnan noususta tai hulevesien kertymisestä. Tulvia aiheuttavat tulivuoren purkaukset, sadekaudet, rankkasateet, tsunamit, trooppiset hirmumyrskyt tai ihan vain lumen sulaminen keväisin. Meillä Suomessa tulva-alueet on melko hyvin tiedossa ja tulvavahinkoja voidaan estää erilaisin tulvariskien hallinnan toimenpitein (Ympäristö 2013). Kehittyvissä maissa on yleisenä ongelmana ihmisten asuminen jokien suistoalueilla. Vaikka tulvariskit ovat tiedossa, ei ihmisillä

usein ole parempaakaan paikkaa asua. Esimerkiksi Bangladeshin läpi virtaa kaksi suurta jokea, Brahmaputra ja Ganges. Suomen YK-liiton mukaan viime vuosikymmeninä tulvat ovat aiheuttaneet suuria ongelmia, koska alueella vallitsee trooppinen monsuuni-ilmastoa ja tämän takia kesäisin sataa varsin runsaasti. (Globalis 2013). Tulvat koettelevat sivuston mukaan etenkin köyhää väestöä (Kuva 4), joka useimmiten pakkautuu asumaan jokien suistoalueille.



Kuva 4. Bangladeshin tulvan uhreja (CoolGeography, [viitattu 06.12.2013].).

Tulvat tuhoavat vuosittain köyhälistöalueita Kaakkois-Aasiassa jokien suistoalueilla, vaikka tuhoilta voitaisiin välttyä etukäteissuunnitelmilla ja rakentamalla alueet kestävämmän vedenpinnan vaihtelua.

Joskus tulva nousee alueille, joilla ei tulvaan ole totuttu. Näin kävi esimerkiksi vuonna 2005 hurrikaani Katrinan nostaessa meriveden New Orleansin kaduille reunavallien sorruttua. Usein ns. rikkaissa maissa sattuneisiin katastrofeihin ei ulkopuolista apua niinkään tarvita, vaan maat selviävät pitkälti omillaan. Voisivatko Puutalokymppin puuelementtirakennukset ratkaista esimerkiksi Bangladeshin vuosittain toistuvan tulvakatastrofin?

2.6 Slummit ja pakolaisleirit

Siitä voidaan kiistellä, voidaanko slummit ja slummiutuminen niputtaa yhteen edellä mainittujen katastrofityyppien kanssa. Edellisten katastrofityyppien ollessa geologisia katastrofeja voidaan slummit ja pakolaisleirit lukea humanitaarisiin katastrofeihin. Nämä humanitaariset ongelmat otetaan mukaan opinnäytetyöhön, koska puuelementtirakennuksilla voidaan ehkä poistaa osa alueiden ongelmista.

Slummeilla tarkoitetaan suurkaupunkien köyhälistön asuma-alueita (Kuva 5). Useimpien maailman suurkaupunkien liepeiltä löytyy jonkinlaista slummi-asumista. Tällä hetkellä maailman 15 suurimmasta kaupungista 12 sijaitsee kehitysmaissa ja näiden kaupunkien ympäriltä löytyy pahimmat slummialueet. Slummeissa on usein puutteellinen sanitaatio, jätehuolto ja puhtaan veden saanti. Elinympäristö altistaa köyhälistön varsin alttiiksi luonnonuhkien vaikutuksille. (SPR 2013).

Yhdistyneiden kansakuntien (myöhemmin YK) mukaan väestö slummeissa kasvaa kahteen miljardiin vuoteen 2030 mennessä, ellei kasvun ehkäisemistä oteta vakavasti ja ongelmaan puututa (Yle. Slummit 2012). Slummit aiheuttavat monenlaisia ongelmia. Slummeissa ei usein ole puhdasta vettä riittävästi, viemärointi on puutteellista, elintila on rajoittunut ja asunnot voivat olla hylkymateriaalista rakennettuja hökkeleitä, jotka eivät kestä rankempia sääolosuhteita. Usein slummeissa sosiaaliset ongelmat kasvavat sellaisiksi, että voidaan sanoa slummien elävän omaa elämää omine lakeineen. Useimmissa slummeissa viranomaisilla ei ole mitään valvontaa ja poliisi uskaltautuu niihin vain pikaisille pidätys- tai rynnäkkövisiiteille (HS 2013).



Kuva 5. Kiberan slummissa Keniassa olisi paljon siistittävää (OneGirl, [viitattu 06.12.2013].).

Mikäli slummeja aletaan siistiä ja rahoitus halutaan järjestää, Puutalokymppin ratkaisu on varteenotettava vaihtoehto. Slummit eivät hetkessä lopu ja siistiydy, joten rahoituksen järjestyessä asiakaskuntaa tulee riittämään.

Vaikka väliaikaisiksi tarkoitettut pakolaisleirit eivät ole slummeja, pitkittyneissä konflikteissa leirit usein alkavat muistuttaa slummeja. Usein pakolaisleirit toimivat hättävun turvin ja aseistettuja vartijoita tarvitaan, jotta turhautuneet ihmiset eivät ala väkivaltaisiin tekoihin. Pakolaisleireillä käytetään usein asumuksina teltoja ja jonkin verran merikontteja, jotka on muutettu asuinkäyttöön soveltuviksi. Pakolaisleirit rakennetaan aina väliaikaisiksi, mutta usein odotusajat leireillä voivat olla useita vuosia (Pakolaisapu 2013).

Tällä hetkellä Syyrian sisällissotaa paenneet syyrialaiset asuttavat Jordaniassa olevaa Za'atarin (Kuva 6) pakolaisleiriä, jossa olosuhteet ovat jokseenkin kaoottiset. Toukokuulle päivätysssä uutisessa kerrotaan, kuinka pakolaisleirin asukkaat tappelevat asuinkonteista ja käyvät kauppaa YK:n riisisäkeillä (Yle. Za'atar 2013).

Artikkelin mukaan useat asukkaat jopa lähtevät leiriltä takaisin sotatilassa olevaan Syyriaan.



Kuva 6. Za'atarin pakolaisleirin telttarivejä Jordaniassa (ActForPeace, [viitattu 06.12.2013].).

3 NYKYISIN KÄYTÖSSÄ OLEVAT RATKAISUT

3.1 Teltat

Nykyisin katastrofialueille lähetetään telttoja nopeasti ja tukevampia rakennuksia tarpeen ja varastotilanteen mukaan muutamia päiviä myöhemmin. Usein paikalliset asukkaat alkavat rakentaa itselleen asumuksia ympäristöstä löytyvistä materiaaleista. Telttoja katastrofialuille lähettävät YK, erilaiset hyväntekeväisyys- ja avustusjärjestöt kuten SPR ja tietysti eri valtiot.

Telttoja voidaan toimittaa katastrofialueille nopeasti suuriakin määriä, koska ne mahtuvat rakenteensa ansiosta pieneen tilaan ja ovat kevyitä. Lähes jokaisessa maassa on jonkinlainen varmuusvarasto, mutta ison katastrofin iskiessä pitää materiaalia toimittaa myös ulkomailta. Telttakylät rakennetaan nopeasti, jotta ihmiset pääsevät suojaan. Usein väliaikaiseksi tarkoitettu ratkaisu muuttuu kuitenkin pysyväksi ja on suuri vaara, että telttakylät muuttuvat myöhemmin slummeiksi, ellei avustusoperaatiota johdeta asianmukaisesti loppuun saakka.

ShelterCluster-sivuston mukaan (ShelterCluster 2012, 32) telttoja on malliltaan useita, mutta esimerkiksi Haitissa toimitettiin ensin hätäsuojiksi yksinkertaisia telttasarjoja, jotka koostuivat pääasiassa pressuista ja kiinnikkeistä. Hätäpaketissa oli teltan lisäksi patjat, hygieniavälineitä ja keittiösarja. Hätäsuojat tarjoavat välittömän suojan esimerkiksi rankkasateita vastaan, mutta niiden käyttö on kuitenkin rajoituttu. Haitin tilanteessa hätäsuojat vaihdettiin kestävämpiin tilapäissuojiiin, joiden runkomateriaalina oli puu tai teräs ja niissä oli jopa ikkunoita muistuttavia valoaukkoja. Tilapäissuojat tarjoavat paremman suojan, enemmän yksityisyyttä ja tilaa. Haitissa käytetyn tilapäissuojan materiaalit maksoivat noin 1500 €. Näissä tilapäissuojissa käytetään usein betoniperustuksia, jotka kestävät vuosia ja joita voidaan käyttää jälleenrakennuksen yhteydessä myöhemmin. Tilapäissuojissa asutaan siihen asti, kunnes maa-alueita on raivattu ja pysyvät asunnot jälleenrakennettu. Kun ihmiset ovat rakentaneet pysyvät kodit, voidaan tilapäissuojat purkaa ja siirtää

muihin tarkoituksiin. Tilapäissuojat on hitaampi rakentaa, mutta ne kestävät hyvin ja voidaan tarvittaessa siirtää.

Telttojen ominaispiirteinä on keveys ja nopea siirrettävyys, joka toisaalta tarkoittaa heikkoa kestävyyttä luonnonvoimia vastaan. Pitkäaikaisessa käytössä telttakankaat kuluvat ja repeävät. Jos teltoista ei ole siirrytty pysyviin asumuksiin ennen seuraavaa luonnonilmiötä, kuten myrskyä tai sadekautta, voivat asukkaat olla ilman suojaa toistamiseen. Telttojen keveys ja rakenne ovat toisaalta eduksi maanjäristysalueilla jälkijärityksiä ajatellen, koska päälle kaatuva telttä ei useinkaan aiheuta vakavia loukkaantumisia tai kuolemantapauksia. Telttojen rakenne on kevyt eikä telttojen lämmöneristyskyky ole kovin hyvä. Mikäli katastrofialueella on kylmä eikä lämmitystä voida järjestää, teltassa on varsin viileä asua.

3.2 Hirsirakennukset

Suomessa on käynnissä joitakin projekteja, joiden avulla yritetään saada suomalaista hirsirakentamista tunnetuksi maailmalla. Hirsirakennuksia on viety esimerkiksi Kiinaan Sichuanin maanjäristysalueelle. Hätäavuksi hirsirakennukset eivät kelpaa, mutta toisessa vaiheessa, kun aluetta aletaan jälleenrakentaa, on hirsirakennus varteenotettava vaihtoehto. Tarkoituksena on käyttää ekologisia hirsirakennuksia jälleenrakennuksessa ja korvata Kiinassa perinteistä energiaintensiivistä tiiltä, betonia ja terästä puulla (Pohjois-Karjalan AMK 2012, 7).

Hirsitalot ovat omalla tavallaan elementtirakennuksia, jotka on helppo valmistaa täällä Suomessa ja pakata selkeiden ohjeiden kanssa konttiin. Paikan päällä pie-nehkön hirsirungon pystytys vie vain pari päivää, joten pystytys on varsin nopeaa ja asumaan pääsee muutamassa päivässä. Kysyin hintaa yhdeltä suomalaiselta hirsitaloja valmistavalta yritykseltä, joka ei halua nimeään julkisuuteen, ja sieltä kerrottiin, että Suomessa voidaan rakentaa 5x5 m pieni hirsimökin runko noin 4000 euron hintaan. Hirsimökki olisi varustettu yksinkertaisilla laseilla ja ilman yläpohjan eristeitä (Hirsivalmistaja, X 2013).

3.3 Väliaikaiset asumukset

Usein katastrofialueilla toimitetaan hätämajoitus ensimmäisten päivien aikana, mutta jo pian sen jälkeen alkaa tilapäissuojien rakentaminen. ShelterCluster-sivustolle on koottu useita toteutettuja tilapäissuojia erilaisiin kohteisiin rakennuspiirustuksineen, materiaaleineen ja kustannuksineen. Otan nyt esimerkiksi muutamia rakennustyyppiä, jotta voimme tarkastella hiukan, onko puuelementtirakennuksien lähettäminen Suomesta taloudellisesti järkevää.

3.3.1 Indonesia, Länsi-Jaava



Kuva 7. Mallitalo Länsi-Jaavalta (ShelterCluster 2011, 29–34).

Kuvassa 7 olevaa rakennustyyppiä käytettiin maajärityksen aiheuttamassa katastrofissa vuonna 2009. Kyseessä on 24 m²:n bamburunkoinen rakennus, betoni-perustuksilla ja tiilikatolla. Kuvasta puuttuvat vielä bambuseinät. Rakennusmateriaalit saatiin paikallisesti ja rakennusaika oli 4 päivää. Suunniteltu käyttöikä tälle rakennukselle on viisi vuotta ja näitä rakennettiin Länsi-Jaavalle yhteensä 430 kappaletta. Yhdelle rakennukselle kertyi hintaa 270 €. Kokemuksien perusteella

kyseessä on paikallisiin olosuhteisiin toimiva rakennus, jota voitaisiin parantaa pienillä asioilla. Runkorakenteiden toivottaisiin olevan vahvempia ja lattiapalkkeja enemmän, jotta rakennus kestäisi paremmin hyötykuormia (ShelterCluster 2011, 29–34).

3.3.2 Indonesia, Sumatra, Padang



Kuva 8. Väliaikaisratkaisu Sumatralta (ShelterCluster 2011, 35–40).

Indonesiassa sattuneessa maanjäristyksessä toisena rakennustyyppinä käytettiin kuvan 8 mukaista 18 m²:n puurunkoista rakennusta. Talossa on palmukuidusta tehty katto ja rakennus on perustettu betonipilareiden tai paremminkin betonikakkujen päälle. Ulkoseinien materiaalina on kasvikuitu, esimerkiksi palmukuitu. Rakennusmateriaalit on paikallisia ja rakennusaika oli kaksi päivää viiden miehen työporukalla. Rakennuksen käyttöäksi on suunniteltu 24 kuukautta. Näitä asumuksia rakennettiin 7000 ja kustannuksia yhtä rakennusta kohti kertyi 410 €. Rakennusmateriaalit olivat paikallisia, joten ne olivat rakentajille tuttuja eivätkä vaatineet erityisiä työkaluja tai koneita rakennusvaiheessa. Rakennus mukautuu asukkaiden tarpeisiin ja on helppo ylläpitää ja korjata. Rakennusta voitaisiin kokemuk-

sien perusteella parantaa korvaamalla katon materiaali pellillä ja rakentamalla tulisija sisälle, mutta nämä toimenpiteet vaatisivat rungon ja perustusten vahvistamista (ShelterCluster 2011, 35–40).

3.3.3 Pakistan



Kuva 9. Pakistanissa käytettiin lämpöeristettyä telttamaista rakennusta (ShelterCluster 2011, 41–46).

Telttamaista (Kuva 9) rakennustyyppiä käytettiin Pakistanissa heinäkuun 2010 tulvien jälkeisessä tilassa. Kyseessä on 16,5 m²:n puurunkoinen rakennus, jossa peltikatto ja päätyseinät ovat tiiltä ja telttakangasta. Peltikaton alla on aaltopahvista tehty lämmöneristys. Materiaalit ovat paikallisia peltikattoa lukuun ottamatta. Rakentamiseen kului aikaa vain päivä neljän hengen rakennusporukalta. Odotettavissa oleva käyttöikä tälle rakennustyyppille on 24 kk. Hintaa yhdelle rakennukselle kertyi noin 400 €.

Tämä vaihtoehto on yksinkertainen ja edullinen siirtymävaiheen rakennukseksi. Se on nopea rakentaa ja toimii myös Pakistanin kylmissä olosuhteissa. Tekemällä kiinteät perustukset rakennus kestäisi paremmin tuulikuormia ja maanjäristyksiä.

Materiaalit ovat paikallisia eikä rakentaessa tarvita erikoistyökaluja tai koneita. Osa rakennusmateriaaleista voidaan korvata vanereilla, joilla saadaan jäykistystä lisää. Mikäli rakennusta halutaan laajentaa, ei kattoa saa loiventaa, jotta lumikuormat eivät kasvaisi liian suuriksi (ShelterCluster 2011, 41–46).

3.3.4 Peru



Kuva 10. Perun väliaikainen ratkaisu oli tehty puusta (ShelterCluster 2011, 47–52).

Tätä puurunkoista (Kuva 10) rakennusta käytettiin Perussa vuoden 2007 maanjäristyksen jälkeen. Ulkoverhous on puuta ja katto aaltopeltiä. Rakennus on kooltaan 18 m². Rakennusmateriaalit ovat kaikki paikallisesti tuotettuja. Neljän hengen työryhmältä kului rakentamiseen aikaa vain yksi päivä ja odotettavissa oleva käyttöikä on 24 kk. Tällaisia rakennuksia rakennettiin yhteensä 2020 kappaletta ja kustannuksia kertyi noin 460 € yhtä rakennusta kohden.

Rakennus on hyvin yksinkertainen ja kevyt ja tarjoaakin siksi hyvän ratkaisun maanjäristysalueelle jälkijärityksiä ajatellen. Tuulikuormia kevyt rakennus ei kestä kovinkaan hyvin, mutta runkorakenteita ja perustuksia vahvistamalla tämä puute

saataisiin helposti korjattua. Rakennuksen puuosat tulisi suojata säätä, lahovaurioita ja tuholaisia vastaan, jos rakennusta aiotaan käyttää suunniteltua pidempään. Rakennus on helppo jäykistää väliseinillä ja tarvittaessa rakennuksia voidaan yhdistää ja saada niistä suurempia. Rakennuksia yhdistettäessä tulee huomioida, ettei seiniä saa purkaa, koska muutoin jäykistys menetetään. Jäykistyksen lisäämistä vanereilla suositellaan. Kyseisen rakennustyyppin lämmöneristys on helppo toteuttaa tarvittaessa eristyslevyillä (ShelterCluster 2011, 47–52).

3.3.5 Haiti



Kuva 11. Teräsrunkoisia rakennuksia Haitissa (ShelterCluster 2011, 59–64).

Haitissa käytettiin 18 m²:n teräsrunkoista rakennustyyppiä (Kuva 11) vuoden 2010 maanjäristyksen jälkeen. Runko on sinkittyä terästä ja rakennus on perustettu betonipaalujen päälle. Seinämateriaalina on muovipinnoitettu telttakangas ja katto on puupalkkien varassa oleva aaltopelti. Teräsrunko tuotiin Espanjasta, mutta muut materiaalit olivat paikallisesti hankittuja. Rakennusaika on kaksi päivää ja suunniteltu käyttöikä 24 kk. Näitä rakennuksia rakennettiin samoilla piirustuksilla 5100 kappaletta ja kustannuksia yhtä rakennusta kohti kertyi noin 3500 €.

Ulkomailta tuotu teräsrunko on ratkaisuna melko kallis, mutta rakennus on nopea rakentaa, kun rakennusmateriaali on saapunut maahan. Rakennuksista on melko helppo koota suurempia kokonaisuuksia. Teräsrunko oli väärin suunniteltu, koska ristituet puuttuivat kokonaan, jolloin tuulikuormat ja seismiset kuormat olivat liian suuret. Rakennus vaatii merkittäviä muutoksia runkoratkaisuun, jotta se toimisi oikein. Toinen ja ehkä helpompi vaihtoehto olisi korvata ulkoseinien materiaali jäykemmällä materiaalilla, kuten vanerilla tai teräslevyllä (ShelterCluster 2011, 59–64).

3.3.6 Indonesia, Aceh



Kuva 12. Indonesiassa käytössä oleva ratkaisu (ShelterCluster 2011, 65–70).

Kuvan 12 mukaista rakennustyyppiä käytettiin Indonesiassa vuoden 2004 tsunamin jälkeen. Rakennuksen pinta-ala on 25 m². Rakennusmateriaaleina on käytetty rungossa sinkittyä terästä, katto on aaltopeltiä ja seinät on verhottu puulla. Rakennus on perustettu teräslevyjen päälle, jotka on painettu maahan kiinni neljällä pitkällä naulalla. Teräsrunko on paikallisesti hankittu, mutta puutavara ja kattopellit on ulkomailta tuotu. Rakentamiseen kului 5 hengen työryhmältä aikaa 3 päivää ja

suunniteltu käyttöikä rakennukselle oli 5 vuotta. Tällaisia rakennuksia rakennettiin yhteensä 20 000 kappaletta ja kustannuksia yhtä rakennusta kohden kertyi 4170 €.

Kyseessä on varsin tukeva ja laadukas rakennus, joka on helppo skaalata isommaksi tarpeen vaatiessa. Rakennus voidaan myös käyttää uudelleen ja kierrättää tarvittaessa. Perustuksia voitaisiin helposti parantaa korvaamalla teräslevyt kierrepaluilla, jolloin rakennus kestäisi huomattavasti paremmin tuulikuormia ja maaperän elämistä. Seinän lautaverhous voidaan korvata vanerilla tai pellillä, jolloin vetoa rakennuksessa ei olisi niin paljon. Rakennuksen korkeahko laatu näkyy hinnassa, joka on avustusjärjestöille melko korkea (ShelterCluster 2011, 65–70).

3.3.7 Vietnam



Kuva 13. Tältä näyttää väliaikaisrakennus Vietnamissa (ShelterCluster 2011, 71–76).

Tämä on viimeinen esimerkkitalo väliaikaisesta suojasta. Kyseessä on 26 m²:n teräsrunkoinen rakennus (Kuva 13), jota käytettiin vuonna 1997 Vietnamissa taifuunien ja tulvien aiheuttaman katastrofin jälleenrakennuksessa. Teräsrunko on

sinkitty ja kattomateriaali on sinkittyä peltiä. Betoniperustukset ja seinät ovat tiilestä ja vanerista. Materiaalit hankittiin kaikki paikallisesti. Kuuden hengen rakennusporukalta kului kolme päivää rakentamiseen. Rakennuksen käyttöikä on 5 vuotta ja hintaa kertyi 1220 € yhdelle rakennukselle. Näitä on rakennettu 215 kappaletta.

Rakennus todettiin kestäväksi ja sopivaksi maanjäristysalueille. Teräsrunko on suhteellisen monimutkainen, mutta ei aivan mahdoton. Tämän tyyppisiä rakennuksia voidaan liittää yhteen, jotta saadaan suurempia kokonaisuuksia. Rakennus on melko tukeva jo sellaisenaan, mutta tuulikuormia vastaan voitaisiin rakenteita vahvistaa. Rakennus voidaan muuttaa pysyväksi asumukseksi rakenteita vahvistamalla. Vahvemmillä rakenteilla voitaisiin myös tehdä parvi tai nukkumataso, koska rakennus on malliltaan korkea (ShelterCluster 2011, 71–76).

4 PUUTALOKYMPIN RATKAISU

4.1 Tavoitteet

Puutalokymppi Oy on valmistanut useita vuosia omakotitaloja suurelementeistä ja autotalleja pienelementeistä (Kuva 14). Tarkoitus olisi tutkia, voiko autotalleissa käytettävää pienelementtiä käyttää katastrofialueille lähettävissä rakennuksissa. Hätäavuksi ei elementtirakennuksia voida lähettää, koska aikataulu ei sitä mahdollista, mutta katastrofin toisessa vaiheessa tilapäisratkaisuksi ne voisivat sopia hyvin. Myös pysyvä jälleenrakentaminen onnistuu puuelementtirakennuksilla.

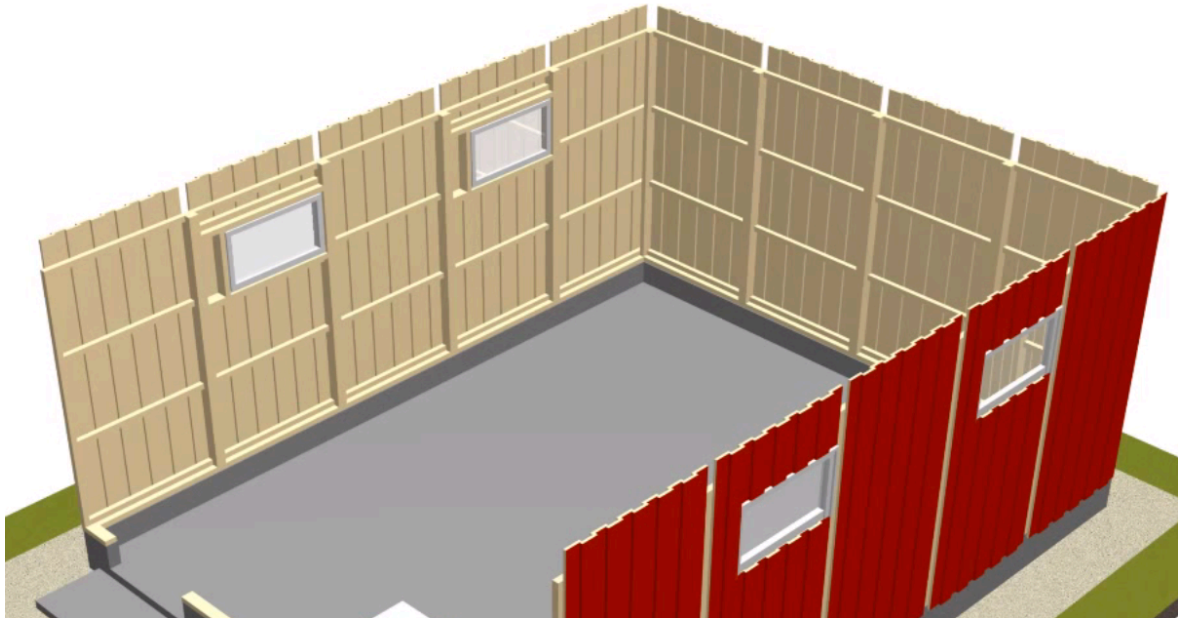
Elementin koko on nykyisellään 1200x2500 mm ja se painaa 80 kg. Tarkoituksena on suunnitella rakennus, joka voitaisiin koota katastrofialueella Suomessa tehdyistä elementeistä. Rakennus tulisi olla koottavissa ja purettavissa paikallisin voimin ilman erikoisia työkaluja ja koneita. Pitää huomioida, ettei kohdemaassa välttämättä ole lainkaan infrastruktuuria, vaan kaikki voi olla tuhoutunut.

4.2 Pinta-ala määräytyy elementtien mukaan

Edellä mainitut ja käytännössä toimiviksi havaitut väliaikaiseen asumiseen tarkoitettut talot ovat pinta-alaltaan 16,5–26 m². Miksi lähteä muuttamaan hyväksi todettua kokoa, joten olkoon Puutalokymppin rakennus pohjaltaan 4,8x4,8 m eli 23,04 m². Yksi seinä kostuu neljästä 1200 mm leveästä elementistä. Tämä kokoisessa rakennuksessa olisi jo helppo erottaa yksi tai jopa kaksi pientä erillistä huonetta muista tiloista. Rakennuksen kokoa olisi helppo muuttaa joko lisäämällä tai vähentämällä elementtejä. Esimerkiksi lisäämällä elementin jokaiselle seinälle saataisiin jo 36 m²:n rakennus, jossa voitaisiin erottaa helposti kaksi kohtuullisen kokoista huonetta muusta tilasta.

Nykyistä elementtiä voitaisiin lyhennetää 500 millia 2000 milliin, jottei huonekorkeudessa olisi turhaa tilaa. Näin elementtejä saataisiin 20% pienemmiksi ja samal-

la kevyemmiksi. Valmistuskustannukset tulisivat myös laskemaan pienemmän materiaalimenekin vuoksi, vaikka muutoksia Kauhajoen tehtaan tuotantolinjalla jouduttaisiinkin tekemään. Koska rakennus koostuu kokonaan elementeistä, voitaisiin ovet ja ikkunat asentaa jo Suomessa valmiiksi.



Kuva 14. Puutalokympin pienelementtiratkaisu (Puutalokymppi. Kuvakaappaus, [viitattu 08.12.2013].).

4.3 Logistiikka ja asennuspaketti

Pienelementit olisi tarkoitus valmistaa Kauhajoen tehtaalla, pakata hyvin ja lastata rekkaan. Rekka kuljettaisi elementit satamaan, jossa ne lastataan konttiin ja kuljetetaan laivalla kohdemaahan. Kohdemaassa kontit purettaisiin rekkoihin ja kuljetettaisiin mahdollisimmat lähelle katastrofialuetta ja rakennuskohdetta. Mikäli tiet ovat poikki, onnistuu pienelementtien kantaminen miesvoiminkin. Elementtipaketteihin olisi syytä liittää yksinkertaiset ohjekirjat, joissa opastetaan selkein kuvin, kuinka rakennus kootaan. Kuvien alle laitetaan selkeät ohjeet useammalla kielellä, jotta paikalla olisi edes joku, jolta onnistuu englanti, espanja, ranska, portugali, venäjä tai vaikka mandariinikiina.

Elementtien mukana olisi hyvä toimittaa myös asennuksessa tarvittava työkalut, koska niitä ei todennäköisesti löydy paikallisilta. Työkalut voisivat olla perinteisiä kirvesmiehen työkaluja lisättynä muutamalla erikoisuudella. Rakennuksen pystytyksessä tarvitaan esimerkiksi vasara, puukko, mitta, kyniä, käsisaha, käsipora, voimapihdit raudoittamiseen, peltisakset katon asennukseen, muutama lenkiavain elementtien liittämiseen, moska ja käsikäyttöinen betonimylly tai työkalut kierrepaalujen asennukseen.

Mikäli lähetettävät rakennusmäärät ovat suuria, on syytä harkita, että rakennusten mukana toimitettaisiin ohjekirjasein lisäksi konkreettista koulutusta. Puutalokymppi voisi kouluttaa paikallisista koostuvan kirvesmiesporukan, joka opettaisi rakennusten kokoamisen edelleen. Ohjekirjaseinissä olisi hyvä olla eri rakennusvaiheille tarkastuslistat, joita käyttämällä mahdolliset puutteet ja virheellisesti tehdyt asennukset minimoitaisiin.

4.4 Perustukset

Rakennuksen perustus tehdään tietysti kohteen mukaan, mutta maanvarainen (tarvittaessa reunavahvistettu) betonilaatta toimisi kovalla maaperällä hyvin (RT 81-10486, 4). Tällainen betonilaatta olisi helppo rakentaakin, koska alapuolista muottia ei tarvita. Kapillaarikatkot voidaan toteuttaa Suomessa hyväksi havaitulla 300 mm kerroksella (RT 81-11000, 4). Riippuen kohdemaasta voi sopivan soran löytäminen olla haasteellista, mutta nyrkisääntönä voidaan pitää, että karkea sora tai sepeli toimii kohtuullisen hyvin kapillaarikatkona. Eristeitä laatan alle ei useinkaan tarvita, mutta tarvittaessa eristys olisi toteutettavissa, jos kohdemaan olosuhteet sitä vaativat.

Raudoitukset maanvaraisessa betonilaatassa ovat melko yksinkertaisia ja helppoja toteuttaa. Raudoitusta ei kuitenkaan missään tapauksessa voi jättää pois, jotta betonilaatta kestäisi mahdolliset jälkijäritykset ja muut rasitukset halkeamatta. Raudoitus tulee nostaa maanvaraisessa laatasta irti pohjasta muutaman sentin, jotta saataisiin suojaetäisyydestä riittävä. Betonilaatasta jätetään tartuntateräks

näkyviin, jotta alapuu saadaan kiinnitettyä. Alapuu irrotetaan betonista huopakais-talla, jotta kosteus ei nouse runkorakenteeseen. Alapuuhun elementit voidaan kiinnittää naulaamalla. Vaihtoehtoisesti betonilaatasta voidaan tuoda kierretanko ylös, johon kiinnitetään samalla mutterilla ja prikalla alapuu ja elementti. Maapallon joka kolkassa osataan betonin valmistus jollain tasolla, mutta ohjekirjaseen on tärkeää laittaa betonin suhteutus, jotta betonista tulisi edes suurin piirtein halutun lujista.

Pehmeämmällä maaperällä teräksinen porapaalu toimii hyvin. Porapaalu voidaan kiertää maahan miesvoimin (Kuva 15) ja paalujen päälle teräksistä hattua (Kuva 16) käyttämällä asentaa puiset liimapuupalkit tai hyödyntää paikallista puutava-
raa. Porapaalu on lisäksi edullisempi ratkaisu kuin betoniperustus, mutta kovaan maaperän se on lähes mahdoton ruuvata käsin ilman konetta. Kaikki puutavara, joka on lähellä maata, tulee suojata asiaankuuluvilla kyllästeaineilla, jotta lahovaurioita ei synny.

Tulvaherkillä mailla teräksistä porapaalua voitaisiin hyvin käyttää. Maaperä jokien suistoalueilla on hyvin pehmeä ja kostea. Nykyisin porapaalujen päälle voidaan rakentaa laitureita, joten uskoisin, että porapaalujen ollessa riittävän isoja ja riittä-
vän pitkiä, voisivat ne kantaa myös kevyehkön puurakennuksen. Asiaa olisi kii-
tenkin hyvä pohtia ja suorittaa muutamia tarkastuslaskelmia ennen kuin Puutalo-
kymppi alkaa lähettää elementtirakennuksiaan Bangladeshin suistoalueille.

Mikäli perustustavaksi valitaan teräksiset porapaalut ja puupalkit, voidaan lattiama-
terialina käyttää ponttilautaa tai vastaavaa paikallista materiaalia. Olosuhteiden
salliessa lattia voidaan tehdä rakolattiana (hyönteisverkko tarvittaessa), jolloin il-
manvaihto rakennuksessa on vähintäänkin riittävä.



Kuva 15. Porapaalun kiertämistä käsin rautakankea hyödyntämällä (Paalupiste. Kuvakaappaus, [viitattu 08.12.2013].).



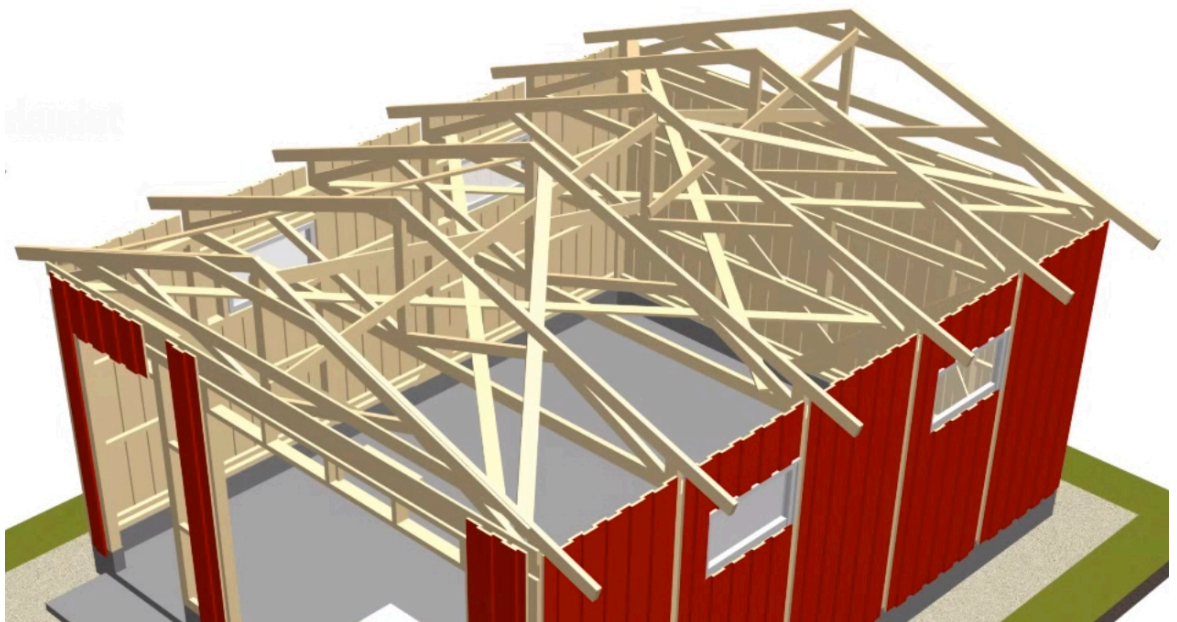
Kuva 16. Porapaalun hattu, johon perustusten puupalkit voidaan kiinnittää (Paalupiste. Kuvakaappaus, [viitattu 08.12.2013].).

4.5 Kattorakenne ja jäykisteet

Kattorakenteen olisi hyvä olla mahdollisimman yksinkertainen, jotta se olisi helppo toteuttaa vaativissa olosuhteissa puutteellisillakin rakennustaidoilla. Kattona voisi toimia suomalaisille tuttu harjakatto, tai vaihtoehtoisesti yksinkertaisempi pulpettikatto, ristikkorakenteella asiaankuuluvine jäykistyksineen kohdemaan olosuhteisiin sovellettuna (RT 83-11010, 21). Ristikot voisi jättää asuintilaan näkyviin, jolloin rakennuksen sisälle jäisi ilmatilaa riittävästi. Ristikoiden päälle asennetaan aluskate ja tuuletusrimat. Aluskate voidaan jättää harkinnan jälkeen pois, jos kohdemaan olosuhteet eivät sitä välttämättä vaadi. Tämän jälkeen katolle naulataan ruoteet ja tarvittaessa otsalaudat. Katemateriaalina olisi paras pelti, mutta miksei paikallistakin materiaalitarjoitusta voisi hyödyntää. Mikäli materiaaliksi halutaan tiilikate, tulee

se huomioida katon rakenteita suunnitellessa. Kattorakenteet on syytä suunnitella muutenkin kohdemaan mukaan. Ristikkorakenne on toimiva ja kestävä, mutta se voi olla monimutkainen ja vaikea toteuttaa kohdemaassa, vaikka selkeät ohjeet olisivatkin mukana.

Katon jäykistyksessä voitaisiin hyvin käyttää suomalaista rakentamistapaa, jossa jäykisteet lisätään alapaarteiden päälle ja asentamalla pystyvinoreevaukset katto-
tuoleihin (Kuva 17). Seinät saataisiin jäykäksi vinotuilla tai budjetin salliessa verhoilemalla sisäseinät vanerilla. Puuelementeistä tehdyllä rakennuksella on luonnostaan joitain etuja järistystilanteessa verrattuna kokonaan muurattuun rakennukseen. Rakennuksen nurkkiin voisi asentaa metallista valmistetut kolmiot tai vastaavanlaiset.



Kuva 17. Kattoristikot ja jäykistykset (Puutalokymppi. Kuvakaappaus, [viitattu 08.12.2013].).

4.6 Eristys

Seinäelementtien eristys on helppoa, koska elementit ovat moduulimittaisia. Runkotolpat on asennettu elementteihin k600 jaolla, joten eristelevyt on helppo asen-

taa runkotolppien väliin. Puutalokympiltä löytyy tällä hetkellä valmiit ratkaisut käyttää Parocin vuorivillaa ja SPU:n polyuretaanieristeitä, mutta muutkaan eristysvaihtoehdot eivät ole poissuljettuja (Puutalokymppi. Eristys, 2013). Kattorakenne voidaan eristää tarvittaessa joko alapaarteiden kohdalta tai vaihtoehtoisesti yläpaarteiden kohdalta.

Kun tarkoitus on rakentaa yksi toimiva rakennustyyppi, jota voidaan käyttää pienillä muutoksilla kaikkialla maailmassa, on syytä huomioida rakennuksen tekninen toimivuus. Suomessa on tunnetusti haasteelliset olosuhteet rakennuksille. Onneksi olemme vuosisatojen aikana kehittäneet rakennustyyppejä, jotka toimivat meidän vaihtelevissa olosuhteissa. Lähtökohtaisesti suomalaisia ratkaisuja voidaan hyödyntää yleismaailmallisesti. Puutalokymppin puuelementtirakennus toimii kosteissa olosuhteissa, koska ulkoverhouksen ja vesikatteen alla on tuuletusväli. Puutalokymppin elementit toimivat eristettyinäkin kosteusteknisesti oikein. Perustukset voidaan tehdä suomalaisen hyvän rakennustavan mukaan ja näin tehtynä ne ovat toimivia yleismaailmallisesti. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että rakennuksesta on poistuttava enemmän kosteutta kuin siihen kertyy. Trooppiset olosuhteet ovat omalukunsa ja rakenteiden on oltava siellä hyvin yksinkertaisia, jotta kosteus ei pääse kertymään rakennekerrokseen.

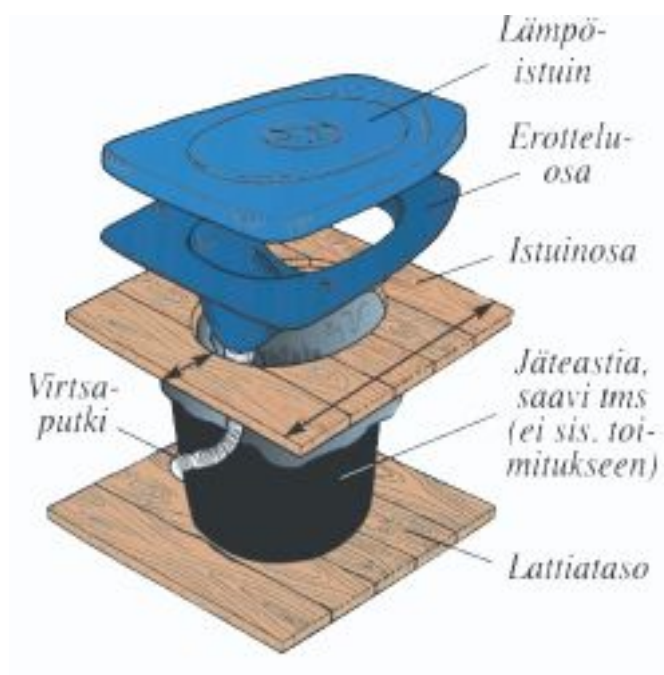
4.7 Talotekniikka

4.7.1 Vesi ja viemäröinti

Katastrofialueilla ei välttämättä ole ollut kunnollista vesihuoltoa edes ennen katastrofia puhumattakaan katastrofin jälkeisestä tilasta. Puuelementeistä tehtyyn rakennukseen voisi varsin pienillä kustannuksilla tuoda juoksevan veden sisään, mutta usein tämä ei ole mahdollista. Usein katastrofialueilla on vesijakelu järjestetty keskitetysti. Asumismukavuutta voidaan kuitenkin lisätä varsin pienillä kustannuksilla. Rakennuksesta voidaan helposti viemäröidä ns. harmaa-vesi, jolloin esi-

merkiksi keittiön talousvesi johdettaisiin suoraan ulos eikä vettä tarvitse kantaa kahteen suuntaan.

Varsinaisia vesivessoja rakennuksissa ei useinkaan ole eikä ihan hetkessä tulekaan. Suomessa toimii useampikin yritys, jotka valmistavat kuivakäymälöitä. Nämä käymälät ovat ympäristöystävällisiä, joten tämänkin takia niiden käyttö on vesivesää suotavampaa. Kuivakäymälän toimintaperiaate ja rakenne (Kuva 18) on hyvin yksinkertainen: kuivakäymälässä erotellaan virtsa ja uloste, jolloin käymälä on lähes hajuton ja uloste kompostoituu luonnollisesti. Jos jokaiseen rakennukseen ei ole mahdollista asentaa omaa kuivakäymälää, voidaan käymälä rakentaa muuttaman talon yhteiskäyttöön. Käymälöitä on useita eri kokoja ja isommat sopisivat hyvin yhteiskäyttöön.



Kuva 18. Kuivakäymälä yksinkertaisimmillaan (Prisma, [viitattu 08.12.2013]).

4.7.2 Valaistus

Valaistus on nykytekniikalla helppo toteuttaa. Katolle asennetaan pieni aurinkopaneeli ja sisätiloihin aurinkoenergian varastoiva akku. Akusta voidaan johtaa päi-

vällä varastoitunut energia energiapihille led-valaisimelle illan hämärtyessä. Tämä on aurinkoenergialla kohtuuhintaista ja helppoa. Nykyisellä hintatasolla tarkoituksenmukainen järjestelmä maksaisi Puutalokymppin hinnastosta noin 250 €. Puutalokymppi tarjoaa valmiita valaistuspaketteja autotalleihinsa, joten niitä voitaisiin hyödyntää suoraan myös katastrofialueille lähetettävissä rakennuksissa. Pienillä kustannuksilla saadaan asuinviihtyvyyteen huomattavaa parannusta ja ovathan valaisimet turvallisempia kuin perinteisesti käytetyt öljylamput tai -lyhdyt. Isommilla aurinkopaneeleilla ja akuilla saadaan jo jääkaappiinkin tarvittava virta, mutta silloin myös kustannukset kasvavat.

4.7.3 Ilmanvaihto

Rakennusten ilmanvaihto on helpoin toteuttaa painovoimaisella ilmanvaihdolla. Rakennuksen vastakkaisille sivuille tehdään kaksi ilmastointiaukkoa, toinen lattian rajaan ja toinen ylös kattoon. Ilmastointiaukot on syytä varustaa hyönteisverkoilla, jotta trooppisia tauteja levittävät hyönteiset eivät pääse tätä kautta rakennuksiin. Useimmissa tapauksissa tällä yksinkertaisella ratkaisulla saavutetaan riittävä ilmanvaihto. Ilmanvaihtotarve riippuu pitkälti ilmasto-olosuhteista ja ihmisten tottumuksista, mutta perusilmanvaihto pitää jokaisessa rakennuksessa olla, jotta rakennus toimisi kosteusteknisesti oikein. Tapauskohtaisesti voidaan rakennuksiin asentaa avattavat ikkunat varustettuna hyönteisverkoilla, jotta ilmanvaihto ja tuuletus olisi tehokkaampaa.

4.7.4 Lämmitys

ShelterCluster-sivustolla esitellyissä väliaikaisissa majoitusratkaisuissa ei ollut missään tulisijaa tai muutakaan lämmönlähdettä. Usein katastrofit tapahtuvat alueilla, jossa erillistä lämmitystä ei tarvita. Tarvittavana lämmönlähteenä toimivat asunnossa oleskelevat ihmiset. Rakennusten eristyksellä saadaan kylmissä olosuhteissa minimoitua lämpöhäviöt. Tapauskohtaisesti voidaan harkita hormin ja tulisijan asentamista, jos paikalliset olosuhteet sitä vaativat. Mikäli Puutalokymppin

puuelementtirakennuksia tilataan pysyviksi asumuksiksi on kannattavaa pakata konttiin mukaan tulisija ja hormi asennusohjeineen ja -tarvikkeineen.

Kaikki maailman kansat tuntevat nuotion ja sen kuinka se tehdään. Yleisesti tunnustetaan nuotion ja tulen rauhoittava vaikutus ihmiseen. Ihmiset tekevät tulet illan hämärtyessä, mikäli muita lämmön- tai valonlähteitä ei ole. Katastrofialueella nuotion ympärille kokoontuva yhteisö voi valmistaa ruokaa ja nuotiolla on myös sosiaalinen vaikutus. Mikäli rakennuksissa ei ole tulisijaa sisällä, on nuotio todennäköisesti jokaisen rakennuksen edessä.

4.8 Puutalokymppin ratkaisun hinta

Edellä esiteltäisiin ShelterClusterin väliaikaisiin rakennuksiin suoraan vertaamalla Puutalokymppin ratkaisu on kallis (Taulukko 1). Puutalokymppin hinta alhaisen varustelutason 4,8x4,8m kokoiselle puelementtirakennukselle on noin 5000 € (Nokso 2013). Hinta sisältää vain itse rakennuksen, joten logistiset kustannukset ja perustusten hinta tulevat tämän lisäksi.

Hinta on vain yksi mittari ja tällä puuelementtirakennuksella on varmasti ominaisuuksia, jotka ovat ylivoimaisia halvempiin ratkaisuihin verrattuna. Puuelementtitalot ovat kevyitä ja tukevia, joten perustusten ei välttämättä tarvitse olla kovin järeitä ja maanjäristystilanteessa puurakennus pysyy todennäköisemmin pystyssä kuin muuratut kivitallot. Maanjäristyksessä maa heiluu vispaamalla, jolloin muuratut rakenteet sortuvat halkeilemalla. Puu on materiaalina joustavampaa, joten se ottaa heilahduksesta johtuvia rasituksia paremmin vastaan. Liitoskohdat ovat puurakennuksissa heikoimpia.

Taulukko 1. Vertailu eri ratkaisujen välillä.

Rak.tyyppi	Pinta-ala (m ²)	Rak.ryhmä (hlö)	Rak.aika (d)	Käyttöikä (a)	Raken. (kpl)	Hinta (€)
Teltta+varusteet	10-20	2	1	1	>100000	n.1500
hirsirakennus	25	5	5	20	muutamia	väh.4000
Indonesia, Länsi-J	24	4	4	5	430	270
Indonesia, Su-matra	18	5	2	2	7000	410
Pakistan	16,5	4	1	2	10000	400
Peru	18	4	1	2	2020	460
Haiti	18	4	2	2	5100	3500
Indonesia, Aceh	25	5	3	>5	20000	4170
Vietnam	26	6	3	5	215	1220
Puutalokymppi	23	5	4	5	0	väh.5000

4.9 Millä hintaa saataisiin laskettua ja rakenteita yksinkertaistettua?

Puutalokymppin pienelementtirakennus on nykyisellään rakennusteknisesti toimiva, helposti tehtaalla muunneltavissa ja sen varustelutasoa voidaan nostaa asiakkaan toiveiden mukaan. Nämä ominaisuudet myös nostavat rakennuksen hinnan niin korkeaksi, että osa kiinnostuneista asiakkaista karsiutuu. Hinta on korkeahko niin kauan kuin rakennukset valmistetaan Suomessa, koska korkeita palkkakuluja ja materiaalien hintaa ei saada poljettua alas ja tehdas tarvitsee myös katetta toimiakseen. Ainoina keinoina on rakennuksen yksinkertaistaminen ja rakennuksen kehittäminen siten, että kohdemaassa pystytys sujuisi mahdollisimman nopeasti ja helposti. Näin rakennuksen korkeahko hinta ei välttämättä tulisi esteeksi, jos pystytyskuluissa ja ajassa säästetään. Lisäksi rakennuksessa on joitain rakenneratkaisuja, jotka voivat olla kohdemaassa liian monimutkaisia toteuttaa. Esimerkiksi katon ristikkorakenne jäykistyksineen ei välttämättä onnistu ensikertalaiselta helposti.

Rakennuksen konseptia voitaisiin kehittää enemmän konttirakentamisen suuntaan, jossa valmiista paloista voidaan koota suurempia kokonaisuuksia. Tämä veisittäisi kuitenkin Puutalokymppin alkuperäisen liikeidean, jossa hyödynnettäisiin jo valmiina olevia elementtisuunnitelmia ja tuotantolinjoja. Suurelementtejä ei voi kuljettua kohdemaassa miesvoimin, joten ainakin tiestön pitäisi olla ajokunnossa sa-

tamasta rakennuspaikalle. Lisäksi rakennuspaikalla tarvittaisiin nosturi, jotta suurelementit voitaisiin purkaa rekkojen kyydistä ja nostaa paikoilleen. Tämä uusi rakennustapa myös vaatisi huomattavia investointeja Kauhajoen tehtaalle.

Rakennus voitaisiin tehdä tilaelementeistä, jotka toimisivat kuin suuret rakennuspalikat. Palikat sisustettaisiin ja koottaisiin Suomessa mahdollisimman valmiiksi, jolloin kohdemaahan jäisi vain perustusten ja rakennuspalikoiden liittäminen toisiinsa. Tämän suuntaisia projekteja on jo markkinoilla, mutta ne on toistaiseksi suunnattu normaaliin länsimaiseen asuinrakentamiseen. Esimerkiksi voisi ottaa ruotsalaisen huonekalujätti Ikean ja arkkitehtitoimisto Ideaboxin suunnitteleman talomalliston (Kuva 12), joka voidaan tuoda tontille rekalla joko yhtenä tai useampana palana riippuen rakennuksen koosta (The Huffington Post 2012). Erikoisuutena konseptissa on sisustus, jonka Ikea on suunnitellut ja laittanut rakennuksiin valmiiksi.

Voisiko yhteistyö kahden yhtiön välillä olla ratkaisu? Ikean sisustuksen voisi katastrofialueilla unohtaa, mutta Ideaboxilla olisi valmiit suunnitelmat rakennuksista olemassa. Puutalokymppi saisi pienillä muutoksilla tehtyä Ideaboxin suunnitelmista katastrofialueille soveltuvan rakennustyyppin tai useitakin erilaisia. Tällä rakennustavalla voitaisiin Puutalokymppin tehtaalla tehdä vaikeahkot rakenteet valmiiksi ja toimittaa joko kokonaiset tai puolikkaat rakennukset katastrofialueille. Paikallisille ihmisille jäisi vain perustusten tekeminen ja suurelementtien liittäminen toisiinsa. Ei ole olemassa vielä laskelmia siitä, olisiko tämä rakennustapa yhtään edullisempi, mutta ainakin sen toteuttaminen katastrofialueella olisi yksinkertaisempaa ja helpompaa.



Kuva 19. Ikea-talo, joka koostuu yhdestä tai useammasta osasta (Huffington Post, 2012).

5 RAHOITUS JA YRITYSTEN YHTEISTYÖ

Kuten arvata saattaa, on katastrofialueilla usein pulaa kaikesta ja erityisesti rahasta. Jälleenrakentaminen vaatii paljon rahaa eikä Puutalokymppi todennäköisesti halua yrityksenä lähteä tekemään hyväntekeväisyyttä näin suuressa mittakaavassa. Tämän opinnäytetyön lukijat varmasti ymmärtävät, ettei yhden suomalaisen talotehtaan voimavarat ja resurssit riitä kovin kauan, mikäli ulkopuolista rahoitusta ei järjesty. Usein jälleenrakentamista rahoittavat Maailmanpankki, YK-järjestöt, EU-komissio ja suomalaisista järjestöistä Kirkon Ulkomaanapu ja SPR. Haitin maanjäristyksen jälkeisessä jälleenrakentamisessa oli suuressa roolissa Latinalaisen Amerikan kehityspankki (Ulkoasianministeriö 2010).

Helena Sarén Finprosta kertoo, että yrityksen, joka haluaa osallistua YK:n hankkeisiin, on ensin rekisteröidyttävä tavarantoimittajaksi ja opeteltava kunkin katastrofialueen liike-elämän käytännöt ja hankittava paikallinen yhteistyökumppani (Ulkoasianministeriö 2010). Finpro on suomalaisyritysten kansainvälistymistä ja vientiä edistävä organisaatio, jonka tavoitteena on hankkia ulkomaisia investointeja Suomeen (Finpro 2013). Sarénin mielestä suomalaisten yritysten, jotka haluavat lähteä avustustoimintaan, kannattaisi perustaa yhteenliittymä, joka kriisitilanteissa helpottaisi toimintaa (Ulkoasianministeriö, 2010). Sarén jatkaa toteamalla, että näin suomalaisilla yrityksillä olisi valmiit kanavat tarjota tuotteitaan kriisitilanteissa. Suomalaiset hirsitalotoimittajat ovat olleet innokkaita lähtemään Ulkoasianministeriön mukaan Haitiin avustamaan, mutta Sarén painottaa, että ensin on kuitenkin saatava haitilaiset innostumaan hirsitaloista, sillä he tekevät hankinnat itse kehityspankeilta saamallaan rahoituksella.

Puutalokymppin olisi hyvä ottaa yhteyttä työ- ja elinkeinoministeriöön, jossa jo alustavasti on suunniteltu suomalaisten yritysten yhteenliittymää. Suuremmalla joukolla yrityksiä saataisiin asiat kuntoon kerralla ja suuremmalla tuotantomäärällä saataisiin isompia tilauksia, josta jokaiselle toimijalla riittäisi varmasti oma osuutensa. Toki puuelementtirakennukset ja hirsitalot kilpailevat osittain samoilla asiakkailta, mutta suurissa jälleenrakennusprojekteissa kummallekin tuotteelle riittää varmasti asiakkaita, jos vain kustannukset saadaan riittävän mataliksi.

6 LOPPUPÄÄTELMÄ

Mikäli asiakkaana on varakas taho, voidaan katastrofialueille lähettää puuelementtirakennuksia Suomesta. Yleiseksi majoitusratkaisuksi ja maailmanlaajuisesti käytettäväksi hätäavuksi niistä ei ole, sillä rakennukset eivät ehdi paikalle riittävän nopeasti, Kauhajoen tehtaan tuotantovolyymi ei riitä tositilanteessa vaadittaviin tilausmääriin ja hintaakaan ei saada poljettua riittävän alas. Hinta on merkittävin tekijä, kun aletaan etsiä toimittajaa tilapäisrakennuksille. Logistisesti Suomi on maailman laidalla, joten kuljetuskustannukset ovat huomattavasti kalliimmat täältä kuin vaikkapa Etelä-Euroopasta. Suomessa rakennuksen hintaan vaikuttavat myös työvoiman palkkakulujen ja yleisten rakennuskustannusten korkea taso.

Puuelementtirakennukset toimivat jälleenrakennushankkeissa, mikäli aikataulu ei ole kireä eikä pikkurahasta ole puutetta. Puutalokymppin toimitusjohtaja Harri Nokso kertoo, että Puutalokymppin tuotantokapasiteetti pienelementtirakennuksille on tällä hetkellä 800 rakennusta vuodessa (Nokso 2013). Nokso uskoo, että työskentelemällä kolmessa vuorossa ja investoimalla automatisointiin voidaan tuotantokapasiteetti nostaa vuositasolla jopa 3000 pienelementtirakennukseen.

Puutalokymppin on syytä pohtia, onko taloudellisesti järkevää lähteä kehittämään alkuperäisen suunnitelman mukaista katastrofirakentamista, joka on varsin kallis ja osittain monimutkainenkin vai olisiko olemassa jokin helpompi ja ennen kaikkea halvempi tapa ratkaista katastrofialueiden asuntopula.

Loppusanoiksi haluan siteerata SPR:n kansainvälisen avustustoiminnan johtajan Kalle Löövin (Löövi 2013) sähköpostivastausta: ”Pysyvämmät asumukset rakennetaan paikan päällä paikallisen kulttuurin mukaisesti paikallisista aineista. Kuluneen 30 vuoden aikana olen nähnyt paljon aihepiiriisi liittyviä tutkimuksia ja selvityksiä sekä lanseerattuja tuotteita. Valitettavasti mikään niistä ei ole kyennyt hätämajoituksen nopeuteen ja määrään eikä hartiapankkirakentamisen hyväksyttävään hintatasoon ja kulttuuriseen hyväksyttävyyteen.”

7 LÄHTEET

ActForPeace. Ei päiväystä. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana: <http://www.actforpeace.org.au/site/DefaultSite/filesystem/images/blog/syria-blog-04a.jpg>

Andersen, K., Avnskjold, R. & Dreyer, JK., 2008. Luonnon voimat, Contextus Oy. Kööpenhamina: Bonnier Publications. Tiedon maailma osa 3.

Backström, L. 2005. Katastrofin Kasvot: seitsemän vuotta humanitaarisen avun parissa. Helsinki: Edita Publishing Oy

CNN. 23.8.2013. [www-sivu]. [viitattu 15.12.2013] Saatavana: <http://edition.cnn.com/2013/08/23/world/tsunami-of-2004-fast-facts/>

CoolGeography 2013. Ei päiväystä. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana: http://www.coolgeography.co.uk/A-level/AQA/Year%2012/Rivers,%20Floods/Flooding/bangladesh_floods_3column00_nospace_landscape.jpg

Finpro. Ei päiväystä. [www-sivu]. [viitattu 08.12.2013] Saatavana: <http://www.finpro.fi/finpro;jsessionid=0A558B7CF6D492DF22A62D6F9FD8B901.w ebapp2>

Globalis. 06.11.2006. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana: <http://www.globalis.fi/Maat/Bangladesh>

Helsingin Sanomat. 23.7.2013. [www-sivu]. [viitattu 08.12.2013] Saatavana: http://yle.fi/uutiset/pahamaineiset_lahiot_huumejengeilta_vietin_rio_de_janeiron_p arhaat_nakoalat/6724052

Helsingin yliopisto. Ei päiväystä. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana: <http://www.helsinki.fi/geo/seismo/tsunamit/tsunaminsyntu.html>

Hirsivalmistaja, X 09.12.2013 Vastaus kyselyyn. [henkilökohtainen sähköposti]. Vastaanottaja: ei halua oikeaa nimeään julkisuuteen. [Viitattu 12.12.2013]

Huffington Post. 03.02.2012. [www-sivu]. [viitattu 15.12.2013] Saatavana: http://www.huffingtonpost.com/2012/03/01/ikea-house_n_1314356.html?ref=business#s747761title=IKEA_house

Ilmatieteen laitos. Ei päiväystä. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana: <http://ilmatieteenlaitos.fi/736>

Kankaansivu, K. 2007. Punainen Risti. 1. painos. Kuopio: Oy UNIPress Ab

Löövi, K <xxx.xxx@xxx.fi> 25.11.2013 Vastaus kyselyyn. [henkilökohtainen sähköposti]. Vastaanottaja: Kalle Löövi. [Viitattu 08.12.2013]

Nokso, H <xxx.xxx@xxx.fi> 12.12.2013 Vastaus kyselyyn. [henkilökohtainen sähköposti]. Vastaanottaja: Harri Nokso. [Viitattu 12.12.2013]

OneGirl. Ei päiväystä. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana: http://www.onegirl.org.au/wp-content/uploads/2011/01/blog_Kibera.jpg

OperationHope. Ei päiväystä. [www-sivu]. [viitattu 16.12.2013] Saatavana: <http://blog.operationhope.org/home/wp-content/uploads/2012/10/3-hurricane-katrina-625x450.jpeg>

Paalupiste. Kuvakaappaus PaaluPiste Oy:n esittelyvideolta. Ei päiväystä. [www-sivu]. [viitattu 08.12.2013] Saatavana: <http://paalupiste.com>)

Pakolaisapu. Ei päiväystä. [www-sivu]. [viitattu 08.12.2013] Saatavana: <http://www.pakolaisapu.fi/fi/osallistu/odotus-kampanja/tiedae.html>

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. 18.09.2012. [www-sivu]. [viitattu 08.12.2013] Saatavana:

http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.carelian.fi%2Ffile.php%3Ffid%3D113&ei=JnSkUtS_Clav4ASt8IAg&usg=AFQjCNH2j-lz92hjlf5ivPwxYdsbxUKKgA&bvm=bv.57752919,d.bGE

Poliisi. 01.02.2006. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana:

<http://www.poliisi.fi/poliisi/bulletin.nsf/PFBDArch/8B1403DA6A5B810BC2257108003E0D2E?opendocument>

Prisma. Ei päiväystä. [www-sivu]. [viitattu 08.12.2013] Saatavana:

<http://www.prisma.fi/tuotekuvat//originals/82/f2jgyfmnzyvqn08u.jpg>

Puutalokymppi. Eristys. Ei päiväystä. [www-sivu]. [viitattu 08.12.2013] Saatavana:

<http://pt10.fi/kymppitallin-eristaminen>

Puutalokymppi. Kuvakaappaus Puutalokymppi Oy:n esittelyvideolta. Ei päiväystä.

[www-sivu]. [viitattu 08.12.2013] Saatavana: <http://pt10.fi/kymppitallit>

RT 81-10486. 1992. Pientalon perustustavan valinta. Helsinki: Rakennustieto Oy

RT 81-11000. 2010. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Helsinki: Rakennustieto Oy

SanAndreasFault. Ei päiväystä. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana:

<http://www.sanandreasfault.org/Sumatra1.jpg>

SearchAmelia. Ei päiväystä. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana:

<http://www.searchamelia.com/wp-content/uploads/2011/01/haiti-earthquake-pic-reuters-581841911.jpg>

ShelterCluster. 2011. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana: <https://www.sheltercluster.org/References/Documents/Transitional%20Shelters%20-%20Eight%20Designs.pdf>

ShelterCluster. 2012. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana: <https://www.sheltercluster.org/References/Documents/Shelter%20Projects%202010.pdf>

Suomen Punainen Risti. Katastrofityypit. Ei päivystä. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana: <http://www.punainenristi.fi/tutustu-punaiseen-ristiin/tyomme-maailmalla/avun-muodot/katastrofityo/katastrofityypit>

Suomen Punainen Risti. Haiti. Ei päivystä. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana: <http://www.punainenristi.fi/node/3991/haiti>

Suomen Punainen Risti. Maanjäristys. Ei päivystä. [www-sivu]. [viitattu 08.12.2013] Saatavana: <http://www.punainenristi.fi/node/2145>

Suomen Punainen Risti. Taifuuni Haiyan. Ei päivystä. [www-sivu]. [viitattu 15.12.2013] Saatavana: <http://www.punainenristi.fi/uutiset/20131108/punainen-risti-auttaa-haiyan-taifuunin-uhreja-filippiineilla>

Suomen Punainen Risti. Slummielämää. Ei päivystä. [www-sivu]. [viitattu 15.12.2013] Saatavana: <http://www.punainenristi.fi/node/3064>

Ulkoasianministeriö. 25.02.2010. [www-sivu]. [viitattu 08.12.2013] Saatavana: <http://formin.finland.fi/public/default.aspx?contentid=187055>

Unicef. 10.01.2013. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana: <http://www.unicef.fi/haitin-maanjaristys>

Yle. Slummit 22.05.2012. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana: http://yle.fi/uutiset/yk_slummien_kasvu_saatava_kuriin/5149310

Yle. Taifuuni. 10.11.2013. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana:
http://yle.fi/uutiset/lammin_merivesi_synnyttaa_taifuunin/6926754

Yle. Za'atar. 26.05.2013. [www-sivu]. [viitattu 06.12.2013] Saatavana:
<http://www.hs.fi/ulkomaat/a1369451239046>

Ympäristö. 01.07.2013. [www-sivu]. [viitattu 15.12.2013] Saatavana:
<http://www.ymparisto.fi/tulvat>