

Petteri Välimäki

Pientalo rahtikonteista

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

28.4.2015

| | |
|--|---|
| Tekijä Otsikko | Petteri Välimäki Pientalo rahtikonteista |
| Sivumäärä Aika | 44 sivua 28.4.2015 |
| Tutkinto | Insinööri (AMK) |
| Koulutusohjelma | Rakennustekniikka |
| Suuntautumisvaihtoehto | Rakennesuunnittelu |
| Ohjaaja | Yliopettaja Päivi Jäväjä |
| <p>Viime vuosisadan lopulla syntyi ajatus käyttää säilyttämiseen ja kuljettamiseen suunniteltuja kestäviä rahtikontteja myös rakentamisen runkorakenteina. Nettisivustoilla konttitalojen rakentamisen väitetään olevan halpaa, helppoa, ekologista ja luovaa, ja monet arkkitehditkin ovat innostuneet konttirakentamisesta.</p> <p>Melko edullisten rahtikonttien lisäksi konttirakentamisessa kuluja syntyy paljon myös rahtikontin muuntamisesta asumiskelpoiseksi. Metallin hankala työstettävyys lisää kustannuksia merkittävästi ja vaikeuttaa rakentamista. Koska rungon ja vesikaton osuus pientalon materiaaleista ja kokonaiskustannuksista on suhteellisen pieni, paikallarakennettu konttitalo ei voi olla radikaalisti muita taloja halvempi tai ekologisempi. Konttien liikuteltavuutta hyödyntämällä voidaan kuitenkin saavuttaa lisäetuja. Pientalorakentaminen ei ole optimaalisinta konttirakentamista, sillä konttirakentaminen on taloudellisesti sitä edullisempää, mitä useampia kontteja liitetään yhteen. Konttien liittäminen vaakatasossa on edullisempää kuin pystytasossa, ja luovuus tulee usein kalliiksi. Asunnon rakentaminen rahtikonteista on mahdollista rakentamismääräysten mukaisesti myös Suomessa. Suomen olosuhteissa erityisesti konttien lämmöneristysratkaisut korostuvat.</p> <p>Konttirakentaminen on ajatuksena vielä melko uusi, joten tutkittua tietoa ja kokemusta konttitaloprojekteista on vähemmän kuin kritiikitöntä innostusta. Konttirakentamisen kustannuksista ja kokemuksista tarvittaisiin tarkempia ja laajempia analyysejä.</p> | |
| Avainsanat | rahtikontit, pientalot, teräsrakentaminen |

| | |
|--|--|
| Author Title | Petteri Välimäki Detached House From Cargo Containers |
| Number of Pages Date | 44 pages 28 April 2015 |
| Degree | Bachelor of Engineering |
| Degree Programme | Civil Engineering |
| Specialisation option | Structural Engineering |
| Instructor | Päivi Jäväjä, Principal Lecturer |
| <p>Robust cargo containers are designed for storage and transport. At the end of the last century an idea to use them as a construction material came out. In several Internet sites constructing with containers is stated to be cheap, easy, ecological and creative.</p> <p>In addition to rather inexpensive containers there are costs from converting the steel containers to inhabitable rooms. Working with steel is particularly laborious. Because the percentage of the body and the roof is a relatively small part of the costs and the materials of the house constructing a container house on-site cannot be radically cheaper or more ecological than constructing standard houses. However, by utilizing the inherent mobility of the containers it is possible to achieve some further advantages. Detached house construction is not the most optimal domain of the containers because economically the most rational path is to attach together as many containers and apartments as possible. To attach containers horizontally is cheaper than vertically and creative compositions often end up being expensive. It is possible to build with containers according to the regulations in Finland but especially decisions on insulation of the containers have large impacts on the costs in the Finnish climate.</p> <p>Container construction is still a rather new idea accompanied by little research data and much uncritical enthusiasm. A need for more accurate and comprehensive analyses of the container construction is obvious.</p> | |
| Keywords | cargo containers, detached houses, steel construction |

Sisällys

Lyhenteet ja yksiköt

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Rahtikontin rakenne | 2 |
| 2.1 | Rahtikontin teräsmateriaali | 2 |
| 2.2 | Rahtikonttien mitat | 3 |
| 2.3 | Rahtikonttien tukirakenteet | 4 |
| 2.4 | Rahtikonttien seinät ja katot | 5 |
| 2.5 | Rahtikonttien lattiat | 6 |
| 2.6 | Rahtikonttien rakenteen laatu | 6 |
| 3 | Konttitalojen tutkimus-, suunnittelu- ja rakentamistoiminta | 7 |
| 3.1 | Konttirakentamiseen liittyvä toiminta ulkomailla | 7 |
| 3.2 | Konttirakentamiseen liittyvä toiminta Suomessa | 8 |
| 4 | Näkemyksiä konttitalorakentamisesta | 10 |
| 4.1 | Arkkitehtuurinen asenneilmasto | 10 |
| 4.2 | Taloudellinen kannattavuus | 13 |
| 4.2.1 | Rahtikonttien hinnanmuodostus | 13 |
| 4.2.2 | Maantiede ja konttirakentamisen hinta | 14 |
| 4.2.3 | Työn hinta konttirakentamisessa | 14 |
| 4.2.4 | Konttirakentamisen kustannusedut | 16 |
| 4.2.5 | Esimerkkejä konttirakennusten kokonaishinnoista | 17 |
| 4.3 | Konttitalojen ekologisuus | 24 |
| 4.4 | Konttitalojen lämmöneristys | 25 |
| 4.4.1 | Lämmöneristyksen perusratkaisut | 25 |
| 4.4.2 | Konttitalojen lämmöneristysmateriaalit | 27 |
| 4.5 | Konttitalojen paloturvallisuus | 29 |
| 4.6 | Konttitalojen rakenteiden lujuus | 29 |
| 4.7 | Konttitalojen liikuteltavuus | 31 |
| 4.8 | Konttitalojen lattioiden kemiallinen turvallisuus | 32 |
| 4.9 | Muut konttitaloissa asumisen edellytykset | 33 |

| | | |
|---|----------------|----|
| 5 | Keskustelu | 34 |
| 6 | Johtopäätökset | 36 |
| | Lähteet | 39 |

Lyhenteet ja yksiköt

| | |
|--------|---|
| corten | Säänkestävä teräs, jonka nimi on syntynyt sen hyvien ruosteenkestävyyden (<i>corrosion resistance</i>) ja vetolujuusominaisuuksien (<i>tensile strength</i>) yhdistelmästä. |
| HC | <i>High Cube</i> . Standardinmukaisten rahtikonttien korkeampi malli, jonka ulkoinen korkeus on noin 2,6 m. |
| ISO | <i>International Organization for Standardization</i> . Vuonna 1947 perustettu kansainvälinen standardisoimisjärjestö, johon kuuluu 163 maata. |
| K | <i>Kelvin</i> . Lämpötilan mittayksikkö, jonka asteväli on sama kuin Celsius-asteikolla. |
| SC | <i>Standard Cube</i> . Standardinmukaisten rahtikonttien normaalinkorkuinen malli, jonka ulkoinen korkeus on noin 2,6 m. |
| SPU | <i>Super-Polyurethane</i> . Superpolyuretaani. Levymäinen lämmöneriste, jonka lämmöneristyskyky perustuu polyuretaanin suljettuun solurakenteeseen. |

1 Johdanto

Rahtikontti on tavaroiden ja materiaalien säilyttämiseen ja kuljettamiseen tarkoitettu standardimittainen teräslaatikko. Rahtikontit mahdollistavat turvallisen ja tehokkaan kuljettamisen konttien siirtämiseen suunnitelluilla kurottajilla, nostureilla, rekoilla, junilla ja laivoilla. Vaikka kuljetusväline vaihtuisi kesken kuljetuksen, konttien lastia ei tarvitse purkaa konteista. Vielä 1960-luvulla tavaroiden ja materiaalien purkaminen ja lastaaminen seisotti laivoja pitkään satamissa. Konttien käyttö vähensi kuormaamiseen käytettävää aikaa radikaalisti ja mullisti vähitellen koko globaalin talouden. Maailmassa arviointiin vuonna 2012 olleen noin 20,5 miljoonaa rahtikonttia [1].

Isot konttipinot tuontivoittoisissa satamissa synnyttivät 1980-luvun lopulla ajatuksen konttien lujuuden ja valmiiden runkorakenteiden hyödyntämisestä rakentamisessa. Erityisesti Yhdysvalloissa on siitä lähtien harvakseltaan pystytetty arkkitehtuurisesti eritasoisia konttitaloja, joiden kuvilla täytetyt nettisivustot ovat saavuttaneet suomalaisetkin erityisesti sosiaalisen median kautta ja herättäneet ihastusta ja mielenkiintoa (kuva 1). Sivustoilla konttitalojen rakentamisen väitetään olevan halpaa, helppoa, ekologista ja luovaa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella tätä konttitaloihin liitettyä väitettä ja arvioida, miten rahtikonttipientalojen rakentaminen onnistuisi Suomen olosuhteissa ja Suomessa voimassa olevien rakentamismääräysten mukaan.

You Can Turn A \$2000 Shipping Container Into An Epic Off-Grid Home

June 1, 2014 by True Activist (<http://www.trueactivist.com/author/trueadmin777/>)

Valitse kieli

Palvelun tarjoaa Google: Kääntäjä (<https://translate.google.com>)

All you need is around \$2000 to begin building one of these epic homes – made from recycled shipping containers! Check out some of these amazing creations!

A luxury home doesn't always necessarily mean thousands of square footage, towering great rooms and gilded toilets. Take these homes for example: to begin building one of these epic houses, all you need is \$2,000. That \$2,000 will buy you a shipping container. What you do with that shipping container... well, that's completely up to you. Some creative people have found a way to transform this rudimentary "room" with metal siding into luxury housing that blows us away. These homes are epic.

1.) A shipping container doesn't have to be a closed space.



Follow us!

Like 1m Seuraa 8 856 Follow

Subscribe via Email

Subscription is FREE and you will receive our awesome content via email.

Email Address

Subscribe

Featured Articles



(http://www.trueactivist.com/your-lifestyle-has-already-been-designed-the-real-reason-for-the-forty-hour-workweek/?utm_source=sidebar&utm_medium=banner&utm_campaign=40hourweek)



Kuva 1. Yksi esimerkki sosiaalisessa mediassa kiertävistä konttirakentamista yleistävistä artikkeleista [2].

2 Rahtikontin rakenne

2.1 Rahtikontin teräsmateriaali

Tyypillinen ISO-standardin (*International Organization for Standardization*) mukainen rahtikontti on valmistettu säänkestävästä teräksestä standardin BS EN 10025-5:2004 mukaisesti. Teräs tunnetaan yleisesti myös corten-teräksenä. Corten-teräksen nimi on johdettu sen hyvistä ruosteenkestävyyden- (*corrosion resistance*) ja vetolujuusominaisuuksista (*tensile strength*), ja sitä käytetään monilla sellaisilla teollisuuden aloilla, joissa teräkset joutuvat kestäämään ulkoilman rasituksia. Käyttökohteita ovat esimerkiksi rakennusten julkisivupaneelit ja julkisivut sekä ulkoilmaveistokset (kuva 2). Säänkestä-

vät teräkset määrittelevässä standardissa BS EN 10025-5:2004 corten on oma, hyvin tunnettu luokkansa. Luokan terästen ominaisuudet ovat samanlaisia kuin saman standardin S355-teräksillä.[3.]



Kuva 2. Helsingin yliopisto tilasi 350-vuotisjuhlansa kunniaksi espanjalaiselta kuvanveistäjä Eduardo Chillidalta teoksen Porthania-talon eteen. Corten-teräksestä muotoillun Helsinki 1992 -teoksen pintaan on syntynyt materiaalille ominainen suojaava ruostekerros, minkä vuoksi teos tunnettiin 1990-luvulla opiskelijoiden keskuudessa lempinimellä ”ruostenyrykki”.

Corten-teräksen pinnan äärimmäisen sään- ja ruosteenkestävyyden salaisuus on teräksen pinnalle ruostumalla syntyvä rautaoksidikerros. Käsittelemättömälle teräspinnalle syntyvä rautaoksidikerros ei kuitenkaan ole luonnostaan täysin pysyvä. Jos pintaan ei lisätä ylimääräistä pinnoitetta, rautaoksidipartikkelit irtoavat vähitellen ruostekerroksesta, mikä altistaa kontin vaurioille. Tämän vuoksi kontit suojataan erittäin kestäväällä kolmikerroksisella epoksipohjaisella ruosteenesto- ja maalipinnoitteella. Pinnoitteen vauriot ovat väistämättömiä konttia käytettäessä, mutta pinnoitteen alla olevan kestävä teräksen vuoksi ne eivät ole kohtalokkaita kontin rakenteille. [4, s. 28.]

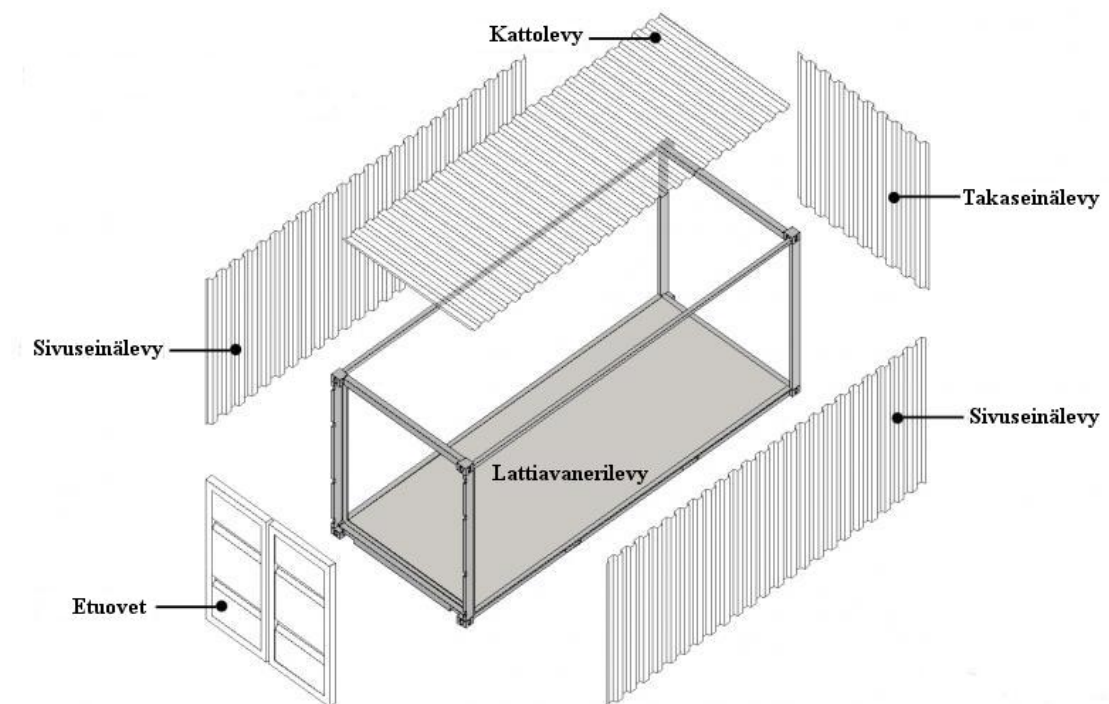
2.2 Rahtikonttien mitat

Yleisin rahtikonttikoko on ulkomitaltaan 20 jalan (noin 6,06 m) pituinen kontti. Toinen yleisimmin käytetty konttikoko on 40 jalkaa. Myös 10, 30, 45, 48, 49 ja 53 jalan kontteja valmistetaan. Konttien ulkoinen perusleveys on noin 2,44 m. Vastaava sisätilan leveys on 11 cm pienempi. Jotta rahtikonttiin mahtuisi kaksi jonoa eurooppalaisia kuormalavoja, konteista on saatavana myös *Pallet Wide* (PW) -versio, joka on 9 cm muita kontteja

leveämpi [5, s. 8]. *Standard Cube* (SC) -mallisen kontin ulkoinen korkeus on noin 2,6 m. Suurempaa korkeutta vaativiin tarpeisiin on kehitetty *High Cube* (HC) -malli, jonka ulkoinen korkeus on noin 2,9 m. Sisäinen korkeus on 24 cm pienempi.

2.3 Rahtikonttien tukirakenteet

Useista erilaisista teräsprofiileista yhteenhitsattu kehikko on rahtikontin pääasiallinen tukirakenne. Profiileina käytetään sijainnista ja rasituksesta riippuen kulma-, C-, suora-kaide- ja erikoisprofiileja 4,5 mm:n ainepaksuuteen asti (kuva 3) [4, s.27].



Kuva 3. Räjätyskuva 20 jalan kontista ja sen kehikosta ja suurimmista peruskomponenteista [6].

Ns. kulmakiinnikkeet (kuva 4) ovat yleinen komponentti rahtikonteissa. Lastaamisen, kiinnittämisen ja pinoamisen kiinnityspisteinä ne ovat konttikuljetussysteemin perusta. Tämän vuoksi niille on oma standardinsa ISO 1161. Kulmakiinnikkeet on valettu teräksestä, ja ne muodostavat kontin kahdeksan kulmaa. Kussakin kulmakiinnikkeessä on aukot kolmeen suuntaan. Aukot ylhäällä ja alhaalla on suunniteltu konttien pinoamista varten. Aukot sivuilla on tarkoitettu nostolaitteita ja kiinnityksiä varten. [4, ss. 27–28.]



Kuva 4. Rahtikontin kulmakiinnike ja konttien pinoamiseen, nostamiseen ja kiinnittämiseen tarkoitetut aukot [7]

2.4 Rahtikonttien seinät ja katot

Rahtikontin seinät on valmistettu 2 mm:n paksuisesta poimutetusta teräslevystä, jonka vertikaalisuuntaisten poimujen poikkileikkaukset ovat puolisuunnikkaan muotoisia (kuva 5) ja joka on katon tavoin hitsattu kiinni kontin kehikkoon kaikilta sivuiltaan. Kattolevy on prässättyä teräslevyä. Konttitilavuuden rajaamisen lisäksi kontin seinien ja katon tehtävänä on stabiloida ja vahvistaa kehikkoa ja kantaa kuormia yhdessä kehon kanssa. Jos kontissa ei ole ilmanvaihtoaukkoja, kontti on teräsvaippansa ansiosta täysin vesihöyrytiivis.



Kuva 5. Taivutuslujuutta parantavilla puolisuunnikkaan muotoisilla poimuilla varustettu teräslevy, josta rahtikonttien seinät on valmistettu [8].

Konttien seiniä valmistetaan vähäisessä määrin myös vanerista, alumiinista ja muovista. Vaneri- ja muoviseinät eivät ole konteissa kantavia rakenteita. Vaneriseinien kosteudensietokyky on teräseinien kosteudensietokykyä huonompi. Alumiiniseinät ovat massaltaan puolet teräskontin seinien massasta, mutta kaksinkertaisia hinnaltaan ja epästabiilempia lujudeltaan. Lisäksi alumiiniseiniä on hankalampaa korjata ja muuntaa, koska alumiinin hitsaaminen on vaikeampaa kuin teräksen. [4, s. 8, 27.]

Rahtikonttien päissä käytetään kaksilehtisiä ovia, joiden kumpikin lehti voidaan kääntää 270 astetta ulospäin kontin pitkien seinien kanssa samansuuntaiseksi. Ovien tiivisteet ovat synteettistä EPDM-kumia (*Ethylene Propylene Diene Monomer*), joka on hyvin elastista, sään- ja otsoninkestävää, kosteutta hylkivää ja kestää hyvin kuumuutta ja kemiallista rasitusta.

2.5 Rahtikonttien lattiat

Rahtikonttien lattiat ovat yleensä 28 mm paksuja ja valmistettu 19-kerroksisesta vanerilevystä. Lattiavaneri on ruuvattu kiinni konttikehikon alapohjan poikkiteräksiin ja voidaan helposti korvata uudella. Vanerin paksuus voi vaihdella halutun kuormituskestävyyden mukaan. [4, s. 28.]

Paine- ja kosteuskestävyyksien parantamiseksi vaneri on käsitelty fenolihartsilla. Vanerilevyt eivät kuitenkaan täysin siedä eivätkä hylji kosteutta tämän käsittelyn jälkeen. Käytetyn kontin lattian saastumista kemikaaleista, polttoaineista tai höyrystyneistä aineista ei voida täten sulkea pois. [4, s. 28.]

2.6 Rahtikonttien rakenteen laatu

Konttitehtaiden tuotantolaadun vaihtelujen vuoksi jokainen kontti tarkastetaan useilla toiminnallisilla testeillä, joissa varmistetaan kontin stabiilisuus, kuormankantokyky, vedenpitävyys ja massa [4, s. 26]. Standardoinnista huolimatta eri valmistajien konteissa on käytännössä havaittu mittapoikkeamia, jotka saattavat vaikeuttaa konttien yhdistämistä rakennuskäytössä [9].

3 Konttitalojen tutkimus-, suunnittelu- ja rakentamistoiminta

3.1 Konttirakentamiseen liittyvä toiminta ulkomailla

Phillip C. Clark haki marraskuussa 1987 patenttia menetelmälle yhden tai useamman teräksisen rahtikontin muuntamiseksi asuinrakennukseksi. Patentti myönnettiin elokuussa 1989, ja sen sisältämät piirustukset ja tiedot loivat pohjan monille nykyisille rahtikonttirakentamisessa käytetyille ideoille. [10.] Vuonna 2006 eteläkalifornialainen arkkitehti Peter DeMaria suunnitteli Kalifornian Redondo Beachiin ensimmäisen rahtikontti-asuintalon, jonka rakenteet täyttivät Yhdysvaltojen tiukat kansalliset rakennusmääräykset (kuva 8) [10].

Professori Han Slawikin ryhmä oli vuoteen 2010 mennessä keskittynyt jo vuosia konttirakentamisen tutkimiseen Hannoverin Leibniz-yliopistossa. Slawik kertoo havainneensa, että konttiprojektit ovat lisääntyneet räjähdysmäisesti viime aikoina ja kontit ovat iso teema rakennusalalla [11]. Slawikin toimittama Container Atlas -kirja on yksi merkittävimmistä konttirakentamisesta kirjoitetuista teoksista. Useimmat aiheesta kirjoitetusta muutamasta kymmenestä teoksesta käsittelevät pelkästään arkkitehtuuria, mutta Slawikin kirjassa on myös hollantilaisen insinööri Douwe de Jongin kirjoittama vierasartikkeli rakennesuunnittelusta [4, s. 3].

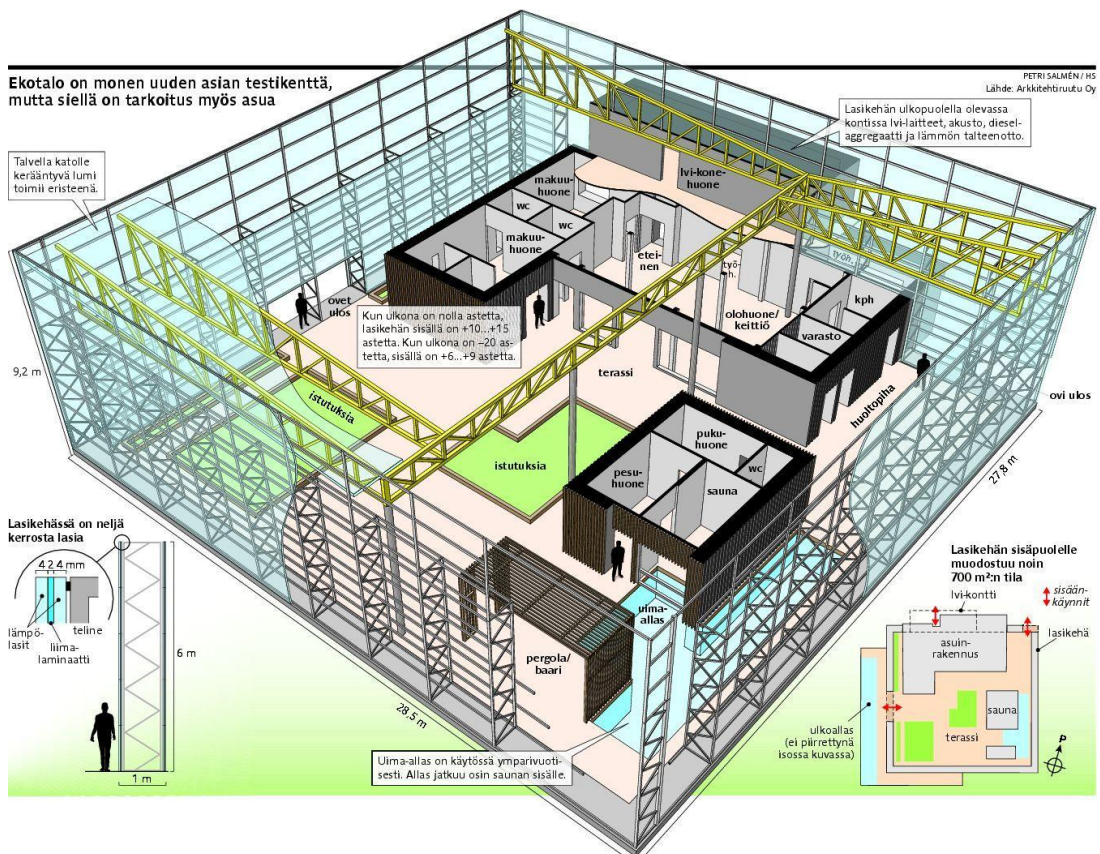
Ulkomaisia konttitaloprojekteja on dokumentoitu julkisesti hyvin vähän. Ainoa kattavalla nettihauulla löytynyt melko perusteellisesti dokumentoitu rakennusprojekti on ohjelmistoinsinööri Steven Schneiderin metsästysmaja, jonka rakennusvaiheista ja -ratkaisuista Schneider on kirjoittanut blogia verkkosivustolleen [12].

Internetissä on paljon konttirakentamisesta eri tavoin innostuneiden fanien, järjestöjen ja yritysten sivuja, joiden luotettavuus näyttää lähemmässä tarkastelussa kyseenalaiselta. Näiden lisäksi verkosta löytyy ainakin kaksi hyvin kriittistä sivustoa: edellä mainittu Steven Schneiderin blogisivusto ja rakennusinsinööri George Runklen blogisivusto [13].

3.2 Konttirakentamiseen liittyvä toiminta Suomessa

Suomessa on julkisuudessa esitelty lähinnä vain kaksi rakennusprojektia, joiden tavoitteena on ollut rakentaa rakennusluvan mukainen omakotitalo rahtikonteista: Lempäälän Ekotalo ja Elämän tähden ry:n Duo-koti. Näiden lisäksi Suomessa on suunniteltu yhden kontin väliaikaisasuntoja ja usean kontin kerrostaloja.

Lempäälän Ekotaloksi nimetyssä noin miljoonan euron projektissa on tavoitteena pystyttää konttirakennukset kierrätyslasista rakennettavan 900 m²:n lasisärmiön alle (kuva 6). Lasisärmiö luo konttirakennusten ympärille puolilämpimän tilan, joka pienentää huomattavasti konttien lämmöneristysvaatimuksia. Konttien eristeeksi on suunniteltu 400 mm:n kerrosta puhallettavaa ekovillaa. [14.] Suunnitelmien mukaan puolilämpimää tilaa tarvitsisi lämmittää vain kolmena kylmimpänä talvikuukautena [15]. Kontteihin leikataan tehtaalla plasmaleikkurilla tarvittavat aukot, ja konttien runkoja vahvistetaan RHS-teräsprofileilla (*Rectangular Hollow Section*, neliöputkipalkki) [16].



Kuva 6. Lempäälään suunnitellussa Ekotalossa rahtikontit on tarkoitus sijoittaa suuren jätelasista rakennetun särmiön alle. Lasisärmiö mahdollistaisi leudon ilmaston sisäpihalle talvelakin [15].

Ekotalon rakentaminen aloitettiin vuonna 2008, ja talon oli alun perin määrä valmistua seuraavan vuoden kesällä. Vaikeudet maanrakennusurakoitsijan kanssa siirsivät kuitenkin valmistumista, ja oletettavasti muitakin vaikeuksia on ilmaantunut, sillä talo ei ole vielä kukaan valmistunut. Se aiottiin saada valmiiksi myös Vuoreksen asuntomessuille 2012 sekä kesäksi 2013 [17]. Projektin nettisivuja ei ole päivitetty kahteen vuoteen [18].

Duo-koti on sosiaalinen Jorma Soinin ja hänen puolisonsa Päivi Strandénin vetämä Elämän tähden ry:n hanke. Duo-koti on muodostettu kahdesta 40 jalan HC-kontista, jotka on liitetty pulteilla pitkistä sivuistaan tiiviisti kiinni toisiinsa. Näin on syntynyt noin 50 m²:n asunto (kuva 7). Kontteihin on asennettu kuusi erilaista ikkunaa sekä kolme lasista ulko-ovea. Duo-kodissa on myös varaava injektoritakka ja lämmön talteenottojärjestelmä. Soini ja Strandén ovat saaneet Duo-kodille viiden vuoden määräaikaisen rakennusluvan Tuusulan Myllykylän haja-asutusalueelle, jossa koti toimii asunnon ohella näyttely- ja testipaikkana, jossa testataan ja tutkitaan erilaisia asumisen käytäntöjä, lämmitystapoja, ekokäymäläratkaisuja, jätteiden kierrätystä, kompostointia, lämmöneristysvaihtoehtoja, ilmanvaihtoa, kondensio- ja kylmäsiltaongelmia sekä sisustusratkaisuja. Duo-koti voidaan joko liittää kunnallistekniikkaan tai varustaa omilla talous-, juoma- ja jäteveisesäiliöillä. Jälkimmäisessä tapauksessa asunto toimii täysin itsenäisesti kaikilla mukavuuksilla, kun sähköenergiaa on saatavilla. Duo-kodista on suunniteltu myös puolet pienempi versio Sinkkukoti, joka on käytännössä Duo-kodin se kontti, jossa on kaikki asunnon olennainen tekninen varustus. Tuusulan Duo-kodin rinnalla valmistui yksi Sinkkukoti, joka on Järvenpään Mestariasunnot Oy:n omistuksessa ja käytössä. [19.]



Kuva 7. Duo-koti nykyisessä sijoituspaikassaan Tuusulan Myllykylässä, jossa sillä on tilapäinen rakennuslupa kaavoittamattomalla tontilla.

Suomessa on aiemmin tehty rahtikonttirakentamisesta tiettävästi vain kaksi teknillisen alan opinnäytetyötä. STX Finland Cabins Oy:n tilaamassa tutkimuksessa Ville Kivimäki etsi Turun Ammattikorkeakoulun insinööriyössään erilaisia rakentamismääräykset täyttäviä rakenneratkaisuja yhdestä rahtikontista rakennettaviin asuntoihin [5]. Aaltoyliopiston arkkitehtuurin laitoksen diplomityössä Päivi Aaltio pyrki selvittämään, miksi Suomessa on vain vähän konttirakennuksia ja olisiko Suomessa mahdollista käyttää kontteja laajemmin väliaikaisessa asuntorakentamisessa. Työn rakennetekniikkaa käsittelevä osuus seurailee pitkälti Container Atlas -kirjaa. [20.]

4 Näkemyksiä konttitalorakentamisesta

4.1 Arkkitehtuurinen asenneilmasto

Konttirakennusten arkkitehtuurinen imago on perinteisesti ollut melko negatiivinen, koska kontteja on käytetty lähinnä tilapäis- ja hätämajoitusratkaisuissa, joissa arkkiteh-

tuurinen näkökulma on usein jätetty vähälle huomiolle. Taitamattomasti suunniteltuina rahtikonttitaloista voi syntyä monotoninen ja slummimainen vaikutelma [20, s. 7]. Myös konttitalojen huoltojen laiminlyönnit ovat vahvistaneet negatiivista kuvaa. Uudemmat konttirakennukset ovat kuitenkin osoittaneet korkeiden arkkitehtuuristen standardien olevan saavutettavissa myös konttirakenteilla. [4, s.11.] Esimerkiksi Peter Demarille myönnettiin Redondo Beachin konttitalosta (kuva 8) AIA:n (*American Institute of Architects*) ”*Honor in Excellence*”-innovaatiopalkinto ja Yhdysvaltain kansallinen metalliarkkitehtuuripalkinto vuonna 2007 [21]. Tempohouse-yrityksen perustajan Mathijs Resnikin mukaan kontissa asumisella on negatiivinen imago, vaikka konttirakentaminen on hänen mielestään tosiasiaa hyvin trendikästä teräs- ja lasirakentamista [22].



Kuva 8. Arkkitehti Peter DeMaria suunnitteli Redondo Beachiin Kaliforniaan ensimmäisen Yhdysvaltojen tiukat rakentamismääräykset täyttäneen asuintalon. [23].

Jorma Soinin kokemusten mukaan konttiasunnoilla on Suomessa yhä huono maine, ja ne käsitetään päättäjien ja virkamiesten mielissä usein ”laitapuolen kulkijoiden” peltihökkeleiksi [24]. Potentiaaliset rahoittajatkin ovat nähneet konttitaloissa vain Aki Kaurismäen Mies vailla menneisyyttä -elokuvan maisemia (kuva 9), eikä mikään puhe ole Soinin mukaan kääntänyt heidän päitään. Sen sijaan monet tavalliset Hyvinkään Asun-

tomessujen (2013) vieraat alkoivat ajatuksissaan nähdä itsensä asumassa Duo-talossa "laitapuolen kulkijoiden" sijaan. [25.]



Kuva 9. Aki Kaurismäen ohjaamassa Mies vailla menneisyyttä -elokuvassa väkivaltaisen ryöstön uhriksi joutunut päähenkilö joutuu turvautumaan alkeelliseen konttimajoitukseen Sompasaaren satama-alueen jättömailla [26]. Kuvan näyttelijät Juhani Niemelä ja Kaija Pakarinen esittävät elokuvassa hylättyssä satamakontissa asuvan Niemisen perheen isää ja äitiä.

Arkkitehtuurisesti rahtikontit voivat olla myös houkuttelevia, koska niiden visuaalisen olemuksen avulla rakennuksiin voidaan luoda tietty esteettinen vaikutelma ja niiden legopalikkamainen muoto inspiroi monien ihmisten luovuutta [4, s. 21]. Konttien esteetiikka viittaa satamiin ja niiden teollisen rosoiseen ympäristöön. Karhea ilme on verrattavissa esimerkiksi loft-arkkitehtuuriin. [20, s. 12.] Toisaalta sisustussuunnittelua on pidetty hankalampana rahtikonttirakennuksessa, jos konttien sivuseiniä ei leikata auki. Umpinaisen kontin dimensiot rajoittavat ankarasti käytettävissä olevaa tilaa [9].

George Runklen kokemusten mukaan konttitalon suunnitteleminen saa liian monen arkkitehdin luulemaan itseään uudeksi Frank Lloyd Wrightiksi, maailmankuuluksi amerikkalaiseksi arkkitehdiksi. Runkle kehottaa arkkitehteja unohtamaan kuuluisuuden ja suunnittelemaan jotain käytännöllistä ja tilaajan taloudellisten resurssien mukaista. [27.] Innostus konttirakentamiseen on synnyttänyt jopa oman erityisen arkkitehtuurisen

suuntauksensa, kontti-lookin, jossa perinteisillä rakentamismenetelmillä pyritään matkimaan konttirakenteiden visuaalista ilmettä (kuva 10). [4, s.11.]



Kuva 10. Konttirakenteiden visuaalista ilmettä matkivaa kontti-lookia Jätkäsaaren Tyynenmerenkadulta. Matkiminen lienee ollut tarkoituksellista alueen historiallisen hengen vaalimista, sillä Jätkäsaaren alue on suurelta osin entinen konttisatama.

4.2 Taloudellinen kannattavuus

4.2.1 Rahtikonttien hinnanmuodostus

Viimeisen kymmenen vuoden aikana rahtikonttien valmistus on siirtynyt lähes yksinomaan Aasiaan, lähinnä Kiinaan, Intiaan ja Indonesiaan. Merkittävimmät syyt tuotantopaikkojen siirtymiseen ovat alhaiset palkka- ja tuotantokustannukset sekä Aasian suurten viennin läheisyys. [4, s, 26.]

Rahtikonttien paikallinen hinta on hyvin riippuvainen valtion ulkomaankaupan viennin ja tuonnin tasapainosta. Esimerkiksi Yhdysvaltoihin tuodaan rahtikonteissa tavaraa paljon enemmän kuin sieltä viedään muihin maihin. Tämän vuoksi Yhdysvaltojen konttitermiinaaleissa on ylitarjontaa konteista ja niiden hinta on suhteellisen alhainen. Lisäksi talouskriisit saattavat vähentää ulkomaankauppaa ja konttien käyttöä, lisätä konttien ylitarjontaa ja pudottaa hintaa entisestään. Myös teräksen maailmanmarkkinahinnan vaihtelut ja valuuttakurssien heilahtelut vaikuttavat konttien valmistuskustannuksiin ja hintoihin. [4, s. 19.] Isojen kuljetusyhtiöiden osto- ja myyntipäätöksetkin vaikuttavat huomattavasti konttien kysyntään ja tarjontaan ja voivat vahvistaa tai vaimentaa konttien hintojen heilahteluja. Myös konttien varastoinnin ja logistiikan kustannusten vaikutus heijastuu konttien tarjontaan ja hintoihin. Lisäksi poliittiset kriisit voivat vaikuttaa konttien hintoihin kasvattamalla konttien kysyntää esimerkiksi sotilaallisten kuljetustarpeiden lisääntymisen vuoksi. Vuoden 2008 aikana uusien rahtikonttien hinnat nousivat noin 300 € ja käytettyjen hinnat nousivat noin 150 €. [4, s. 25.]

Euroopassa on lähes mahdotonta ostaa suoraan tehtaalta tullutta rahtikonttia, koska kontit valmistetaan Kauko-Idässä ja ne ovat yleensä tehneet ainakin yhden kuljetusmatkan Eurooppaan. Yksi käyttökerta ei kuitenkaan pudota kontin hintaa merkittävästi. [4, s. 25.] Käytöstä poistuneiden konttien saatavuus on Containerships Ltd:n Tomi Inveniuksen mukaan ollut Suomessa melko heikkoa verrattuna esimerkiksi Benelux-maihin (*Belgium, the Netherlands, Luxembourg, Belgian*, Alankomaiden ja Luxemburgin talousliitto) Suomessa käytöstä poistuvat kontit yleensä myydään kierrätysromuksi, varaosiksi tai varastokäyttöön [28].

4.2.2 Maantiede ja konttirakentamisen hinta

Konttirakentamisen kustannukset verrattuna perinteiseen rakentamiseen riippuvat rakennuspaikasta. Esimerkiksi puumateriaalin hinnat vaihtelevat maantieteellisesti hyvin paljon, ja monissa ympäristöissä talon rakentaminen on halvempaa puusta kuin uusista konteista. Rahtikonttirakentaminen on taloudellisesti optimaalisinta alueilla, joissa luonnonvarat ovat niukat ja joissa rahtikontteja on runsaasti tarjolla. [10.]

Konttirakentamisen hinta riippuu paljon myös paikallisesta ilmastosta. Vaadittavat paksumat lämmöneristyskerrokset ja mahdollinen lisäkaton tarve suurilla lumikuormia varten nostavat kustannuksia. Taloudellisesti kannattavimpia olosuhteita pysyväälle konttirakentamiselle ovat paikat, joissa on leuto ja kuiva ilmasto ja joissa suojautuminen lämpöhäviöiltä ja kosteudelta ei ole kovin tärkeää [4, s.11]. Containerships Ltd:n Tomi Invenius arvelee Suomen kylmän talven olleen usein liian haasteellinen kontin kaltaisen metallilaatikon muuttamiseksi asuinkelpoiseksi [28].

Teräksen lujuuden vuoksi teräsrakentaminen soveltuu erityisen hyvin maanjäristysherkille alueille Aasiassa ja Amerikassa [4, s. 19]. Esimerkiksi ARQ-tainer-projektissa on rakennettu Chilen Santiagoon maanjäristyksenkestävä asunto viidestä rahtikontista [29].

4.2.3 Työn hinta konttirakentamisessa

Nettisivustoilla konttirakentamisen edullisuutta perustellaan usein vetoamalla pelkääntään rahtikonttien hintaan. Materiaalikustannuksien lisäksi kuluja aiheutuu kuitenkin paljon myös rahtikontin työstämisestä asumiskelpoiseksi, jos työ teetetään ulkopuolisella ammattilaisella tai jos rakennuttaja laskee omalle työlleen markkinahinnan. Rahti-

konttien tiivis vaippa tarjoaa tietyn minimisääsuojan, mutta se ei täytä rakennusteknisiä perusvaatimuksia riittävän luonnonvalon, lämmöneristyksen, kosteudensuojan, melun-
torjunnan ja paloturvallisuuden suhteen ilman muuntamis- ja laajennustoimenpiteitä. [4,
s. 21.]

Kontin muuntaminen rakennuksen osaksi vaatii pääasiassa manuaalista työtä: metallin leikkaus- ja poraustyötä ja hitsausta aukkojen ja lisävahvistusten luomiseksi sekä kirvesmies- ja eristystyötä sisä- tai ulkoseinien rakentamiseksi. Työn hinta vaihtelee suuresti muuntotyön asteen ja luonteen mukaan, ja työn kokonaishinta voi helposti ylittää kontin hankintahinnan. Saksalaisten asiantuntijoiden arviot töiden hinnoista vuonna 2009 olivat seuraavat:

- oviaukon leikkaus ja lisävahvistukset sekä standardioven asennus noin 550 €
- ikkuna-aukon leikkaus ja lisävahvistukset sekä standardi-ikkunan asennus noin 480 €
- 50 mm paksun eristyksen asennus lastulevyverhouksella 20 jalan kontin sisäpintaan noin 1 800 €
- väliseinä kontin sisälle noin 200 €
- 20 jalan ovettoman ja ikkunattoman kontin ulkomaalaus RAL-maalilla noin 600 €. [4, s. 26.]

Toisaalta standardoituun konttijärjestelmään liittyy monia etuja, joita voidaan hyödyntää myös rakentamisessa ja asumisessa, kuten teollinen esivalmistus, liikuteltavuus, modulaarisuus ja hyvä maailmanlaajuinen saatavuus. Esimerkiksi hitsaustyö voi olla hyvin kallista erityisesti rakennustyömaalla. Lähtökohtaisesti hyvä strategia on tehdä mahdollisimman suuri osa rahtikontin muutostöistä valmiiksi ennen kontin siirtämistä rakennuspaikalle. [6.]

Rahtikonttirakenteiden pystyttäminen vaatii yleisesti merkittävästi lyhyemmän ajan kuin vastaavan perinteisen rakenteen. Container Atlas -kirjan mukaan lyhyemmät suunnittelu- ja toteutusvaiheet voivat vähentää investointikustannuksia, ja tämä hyöty voi kallistaa valinnan rahtikonttirakentamisen eduksi. [4, s. 18.] Sen sijaan George Runklen mukaan konttitalon rakentaminen kokonaisuudessaan ei ole lopulta perinteistä taloa nopeampaa, sillä kontille pitää rakentaa perustus, eristeille täytyy pystyttää koolaukset ja

pinnat täytyy viimeistellä. Kontin rungon muokkaamiseen kuluu Runklen mukaan aikaa noin 4–5 päivää [30].

Konttirakennuksen perustukset ovat usein perinteisten rakennusten perustuksia edullisempia ja vaivattomampia rakentaa, sillä konttirakennukset ovat massaltaan suhteellisen keveitä [4, s. 18]. Väliaikaiselle, liikuteltavalle konttiasunnolle ei Ville Kivimäen mukaan ole taloudellisesti kannattavaa rakentaa kiinteitä perustuksia tai tehdä suuria massanvaihtoja perustusten alle. Maanvaraisessa perustamistavassa jouduttaisiin talotekniikka rakentamaan maan alle, mikä tulisi kalliiksi. Ville Kivimäki väittää opinnäytetyössään tuulettuvan alapohjan olevan käytännössä ainoa taloudellisesti järkevä perustamistapa väliaikaiselle konttiasunnolle. [5, s. 7.]

4.2.4 Konttirakentamisen kustannusedut

Mathijs Resnik arvelee, että perinteiset rakennusliikkeet eivät ole iloisia konttirakentajien saapumisesta rakennusmarkkinoille. Konttirakentajat voivat hänen mukaansa aloittaa suoraan viimeistelyvaiheesta, koska runko on valmiiksi pystyssä. Lisäksi kontit voidaan esivalmistaa halvan työvoiman Kiinassa, mikä ei ole mahdollista perinteisessä rakentamisessa, joka vaatii paljon työvoimaa rakennuspaikalla. Resnikin mukaan konttirakentaminen voi täten aiheuttaa painetta alentaa kiinteistöjen hintoja. [22.]

Konttirakentamisesta innostunut norjalainen arkkitehti Magne Magler Wiggenkin väittää konttirakentamisen olevan halvempaa kuin lähes kaikki muut ratkaisut. Ne eivät Wiggenin mukaan pysty kilpailemaan konttirakentamisen joustavan suunnitteluprosessin kanssa. [31.]

Container Atlas -kirjan mukaan rahtikonteista rakentamalla saadaan kantava rakenne ja säänkestävä vaippa noin 200 €:n neliö- ja 60 €:n kuutiohintaan. Perinteisillä rakentamismenetelmillä ei kirjan mukaan päästä vastaaviin lukuihin. [4, s. 9.] Steven Schneider on tästä jyrkästi eri mieltä. Omaan metsästyskonttimajaansa liittyvissä laskelmissa hän arvioi vastaavan puurakenteisen majan materiaalikustannukset selkeästi pienemmiksi [9]. Lisäksi täytyy huomioida, että rungon osuus rakennuksen kokonaiskustannuksista on kuitenkin vain noin 15 prosenttia [32, 33].

Päivi Aaltion diplomityössä on vertailtu rahtikontin hankintahintoja perinteisen rakennuksen rungon hintaan. Aaltion laskelmassa käytettiin uuden 20 jalan kontin hintana

3 000 – 3 200 € ja 40 jalan kontin hintana 4 000 – 4 400 €. Kantava ja säänkestävä vaippa ilman lämmöneristeitä saadaan täten hintaan 210 – 220 €/m² (20 jalan kontti) tai 140 – 150 €/m² (40 jalan kontti). Duo-kodin lämmöneristäminen maksoi 8 000 € eli 138 €/m², joten runko- ja vesikattorakenteiden osuudeksi saataisiin yhteensä arviolta 278 – 288 €/m². Pienrakentamisen kehittämiskeskuksen julkaisun kustannusarvioiden pohjalta perinteisen rakennuksen runko- ja vesikattorakenteiden hinnaksi saadaan 317 €/m². [20, s. 12.] Perinteisen rakennuksen kustannusarviot oli kuitenkin laadittu keskimääräisen, ei halvimman rakennuksen mukaan. Toisaalta Duo-kodin kontit olivat uusia, ja sen sisäpuolinen lämmöneristysratkaisu on melko kallis vaihtoehtoiseen ulkopuoliseen eristysratkaisuun verrattuna.

Vaikka rahtikonttirakennuksista on sävähdyttäviä ja innovatiivisia esimerkkejä, se ei monien mielestä silti ole yleensä paras eikä usein edes taloudellisesti edullisin tapa suunnitella ja rakentaa asunto [10]. Steven Schneider ei näe taloudellista järkeä konttien käyttämisessä, elleivät ne tarjoa sellaisia ominaisuuksia, joihin perinteiset rakennusten rungot eivät kykene [9]. Schneider myöntää, että jos rakentaja haluaa asua maassa makaavassa metallilaatikossa, rahtikontti voi olla helppo ja halpa ratkaisu. Yhdysvaltojen pohjoisosien asukkaaana hän myös myöntää lämpimien ilmastojen konttirakentajien pääsevän taloudellisesti helpommalla. [9.]

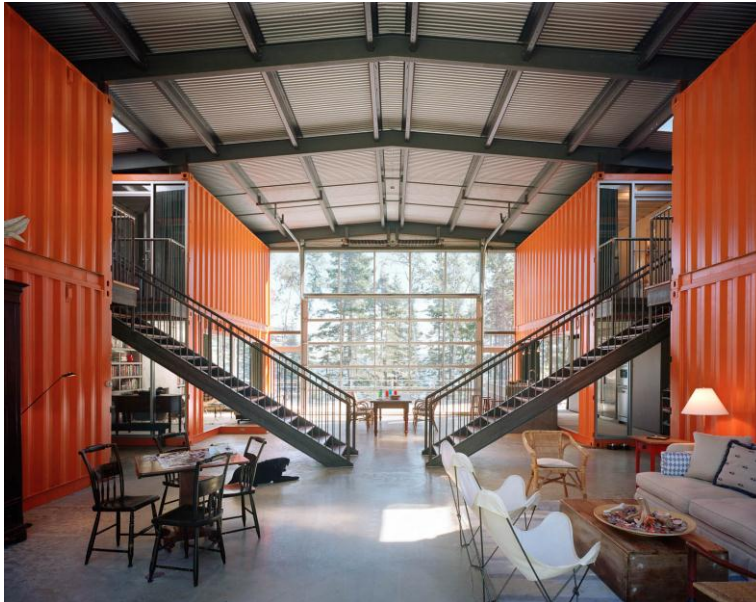
4.2.5 Esimerkkejä konttirakennusten kokonaishinnoista

Amerikkalainen arkkitehti Adam Kalkin rakensi vuonna 2003 Mainen osavaltion Brookliniin 12 rahtikontista villan, jossa on kolme makuuhuonetta, kaksi kylpyhuonetta ja sisäpiha (kuva 11). Erään sivuston mukaan hän rakensi villansa romukontteja käyttämällä pienen asunnon hinnalla, alle 60 000 €:lla [22]. Saman sivuston mukaan espanjalainen arkkitehti Santiago Cirugeda pystytti käytetyistä konteista ja muusta jättemateriaalista 500 m²:n talon viikossa alle 23 000 €:n hintaan vuonna 2005. Kummallakaan hintatiedolla ei näytä olevan todellisuuspohjaa.



Kuva 11. Arkkitehti Adam Kalkinin Yhdysvaltojen Mainen osavaltioon 12 rahtikontista suunnittelema villa ulkopuolelta kuvattuna [34].

Adam Kalkinin itsensä mukaan talo maksoi noin 250 000 €. Kontit maksoivat noin 26 000 €, mutta sen lisäksi kustannuksia tuli lämmöneristyksestä, sähkötoimesta, viemäroinnistä, lämmitys- ja viilennysratkaisuista sekä korkealaatuisesta viimeistelystä (kuva 12). [35.] Santiago Cirugedan talosta ei löydy muuta tietoa kuin edellä mainitun lähteen kertomus.



Kuva 12. Adam Kalkinin Yhdysvaltojen Maineen suunnitteleman villan sisätilat.

Adam Kalkinin Quick Build -yrityksen sivusto lupaa yksikerroksisen, esivalmistetun Quick-House-konttitalon perille toimitettuna ja ”avaimet käteen” -periaatteella 100 000 – 150 000 €:n hintaan (noin 1 150 €/m²). Yritys oli oman ilmoituksensa mukaan saanut

vuoteen 2011 mennessä yli 2 000 kyselyä asiakkailta. Eräs sivusto on kuitenkin syyttänyt Kalkinin yrityksen markkinointia harhaanjohtavasta epätasällisuudesta. Sivuston mukaan yhtään taloa ei ole toimitettu asiakkaalle eikä Kalkinin yrityksellä ole konttien esivalmistukseen tarvittavaa tehdasta. Sivuston mukaan todellisuudessa vain kaksi Quick-House-talon prototyyppiä on rakennettu samalle tontille New Jerseyhin ja ne maksoivat noin 3 200 €/m² ilman tonttia. [36.] Saksalaisen konttimoduulirakentamiseen erikoistuneen Conhouse-yhtiön omistajan Peter Dusslin mukaan he ovat halvimmillaan toimittaneet valmiin omakotitalon asiakkaalle 1 000 €:n neliöhintaan [37].



Kuva 13. Konttien pystytys käynnissä Martin Hollinetzin konttitalotyömaalla Pohjois-Itävallassa [38].

Sosiaali- ja yrityspedagogi Martin Hollinetzin perhe rakensi konttitalon perinteisten kivitalojen keskelle pieneen Vorchdorfin kylään Pohjois-Itävallassa (kuvat 13 ja 14). Hollinetzin mukaan konttitalo tuli noin kolmasosan halvemmaksi kuin kivitalo. Toiseksi konttirakentamisen hyödyksi Hollinetz näkee suuremmat mahdollisuudet omatoimirakentamiseen. Lisäksi perhe säästi Hollinetzin mukaan myös aikaa: konttien pystytys kesti vain kaksi päivää. [37.]



Kuva 14. Martin Hollinetzin Pohjois-Itävaltaan rakennuttama konttitalo valmiina pihatöitä lukuun ottamatta [38].

Steven Schneiderin täysin kalustettu metsästysmaja (kuvat 15 ja 16) maksoi 28 000 € (650 €/m²). Uusia kontteja ja ylimitoitettua, järeää nauha-anturaperustusta lukuun ottamatta hän pyrki rakentamaan edullisesti.



Kuva 15. Steven Schneiderin Yhdysvaltojen Wisconsinin osavaltioon kolmesta 20 jalan rahtikontista rakentama metsästysmaja [39].

Vuonna 2013 Schneider arvioi kykenevänsä ostamaan uuden 20 jalan kontin hintaan 2 100 €. Käytettynä hänen laatukriteerinsä täyttävän kontin olisi saanut hintaan 1 200 €. Käytetyistä konteista rakentamalla hän olisi säästänyt kuljetuskustannuksineen yhteensä noin 3 100 €. Metsästysmajan loppuhinta käytettyjä kontteja ja paaluanturoita käyttämällä olisi ollut noin 22 800 € (530 €/m²). [9.]



Kuva 16. Steven Schneiderin Yhdysvaltojen Wisconsinin osavaltioon rakentama metsästysmaja sisältä kuvattuna [40].

Laudasta ja lastulevystä rakentamalla metsästysmajan loppuhinnaksi olisi Schneiderin mukaan tullut 16 100 € (370 €/m²) ja rakentaminen olisi Schneiderin mukaan ollut paljon helpompaa. Normaalit yksinkertaiset toimenpiteet, kuten sähköjohdotus, viemärointi, maalaus ja viimeistely, voivat viedä monta kertaa enemmän aikaa rahtikonttirakentamisessa kuin perinteisessä rakentamisessa. [9.] George Runklen mukaan konttitalon rakentaminen on hyvin vaativaa, ja epäonnistumisen riski on suuri. Kontin omatoimirakentaminen vaatii hyvää hitsaustaitoa, nostokurjen käyttöä ja ammattimaista tavaran-toimittajaa. Rakentajan täytyy Runklen mukaan myös tietää miten tehdään sähkötyöt, viemärointi, lämmöneristys ja koolaukset. [41, 42.]

Duo-kodin lopullinen kustannusarvio on noin 100 000 €, joten neliöhinnaksi tulee noin 2 000 €/m². Jos Duo-koti rakennettaisiin vapaa-ajan asunnoksi, se maksaisi 30 000 € vähemmän. Ympärivuotisen asumisen hintaa nostaa mm. määräysten vaatimat massiivisempi perustus, tehokkaampi lämmöneristys ja varalämmitysjärjestelmä. [43]

George Runkle on pitkään pyytänyt todisteita monien nettisivujen houkutuksista, joissa konttitalon hinnaksi luvataan 500 €/m². Toistaiseksi kukaan ei ole pystynyt toimittamaan hänelle sellaisia. Innostus rahtikonttien ympärillä on synnyttänyt jopa rikollisen kätteettomia lupauksia. Runklen mukaan Internetissä kaksi henkilöä on väittänyt rakennuttaneensa halvalla kuvissa esitettyjä konttitaloja, vaikka heillä ei ole ollut mitään tekemistä kuvien rakennusten kanssa. [41.] Näyttelijä Jodie Fosterin 89-vuotias isä sai vuonna 2011 vankilatuomion lukuisista petoksista. Hän oli luvannut rakentaa vanhuksille ja pienituloisille perheille 200 neliön konttitaloja 60 000 €:lla ja kerännyt näiltä 3 500 €:n etumaksut. Talot jäivät rakentamatta ja etumaksut palauttamatta. Oikeudessa Foster näki ongelmaksi vain sen, että rakennusviranomaiset vastustavat uusia ajatuksia. [44, 45.]

George Runklen mukaan konttitalon rakentaminen maksaa 1 500 €/m². Konttitalolla hän tarkoittaa rakennusluvan saanutta, normaalisti varusteltua konttitaloa, ei erakon konttia keskellä metsää. [46.]



Kuva 17. Tukholman Kuninkaallisen teknillisen korkeakoulun opiskelija-asuntolaksi suunnitellun konttikerrostalon havainnekuva [47].

Useista konteista rakennetuissa pien-, rivi- ja kerrostaloissa kustannukset jakaantuvat monen kerroksen ja asunnon kesken ja konttien keskimääräiset käsittelykustannukset

ovat pienemmät, sillä konttien välisiä sisäseiniä ei välttämättä leikellä eikä niitä tarvitse lämmöneristää ulkoseinien tapaan. Pelkästään rakennusfysikaalis-taloudellisesti arvioituna konttien liittäminen horisontaalisesti rinnakkain on järkevämpää kuin niiden vertikaalinen pinoaminen, sillä eristettävien ja leikattavien seinä- ja kattopintojen määrä on tällöin pienempi [11].

Useista konteista rakennettujen konttitalojen edullisuus ei kuitenkaan ole itsestäänselvyys. Vuonna 2009 Tukholmaan ryhdyttiin suunnittelemaan Ruotsin ensimmäistä vakiutuista konttirakennusta Kuninkaallisen teknillisen korkeakoulun opiskelija-asuntolaksi (kuva 17). Konttiratkaisun toivottiin lyhentävän rakennusaikaa ja alentavan rakennuskustannuksia perinteiseen kerrostaloon verrattuna. Etuina pidettiin myös konttien itse-kantavuutta ja mahdollisuutta konttien esivalmistukseen tehtaiden sisätiloissa. Konttirakentamisen haasteina pidettiin ääneneristystä, paloturvallisuutta ja rakennuksen ulkoista estetiikkaa. [48.]



Kuva 18. Tukholman teknillisen korkeakoulun toteutettavan tiilirakenteisen opiskelija-asuntolan havainnekuva [49]

Konttikerrostalon detaljipiirustuksista tuli monimutkaiset, ja myöhemmässä suunnittelu- vaiheessa riittävän laadukkaiden opiskelija-asuntojen rakentaminen konteista todettiin liian kalliiksi ja vaivalloiseksi. Kerrostalo rakennettiin lopulta tiilistä. Tiilivaihtoehdossa

saatiin samalla rahalla enemmän opiskelija-asuntoja ja asuntoihin myös isot parvekkeet (kuva 18). [50.]

Konttirakennuksen taloudellisen kannattavuuden arvioimiseksi täytyy rakennuskustannusten lisäksi ottaa huomioon myös konttirakennuksen odotettavissa oleva käyttöikä. Aalto-yliopiston rakennetekniikan professori Hannu Hirsi arvioi liikuteltavan konttiasunnon käyttöikäksi vain pari vuotta. Kontit itsessään kestävät hyvin siirtelyä, mutta Hirsi mahdollisesti arvelee konttiasunnon sisällä olevien kalusteiden, pintojen ja liitoksien kärsivän siirtelyssä. STX Finland Cabins arvioi oman yhden kontin konttiasuntonsa käyttöikäksi 20 vuotta. [20, s.13.] Samaan arvoon päätyy Adam Kalkin arvioidessaan rahtikontin käyttöikää alkuperäisessä käyttötarkoituksessaan, mutta paikallaan pysyvälle ja kunnollisesti huollettavalle kontille hän lupaa ääretöntä käyttöikää [51]. Han Slawik arvioi kontin käyttöikäksi rakennuskäytössä 25 vuotta [11].

4.3 Konttitalojen ekologisuus

Rahtikonttirakentamisella on Container Atlas -kirjan mukaan merkittäviä ekologisia etuja perinteisiin rakentamisratkaisuihin verrattuna, koska rahtikontit ovat kompakteina yksikköinä purettavissa ja uudelleenkäytettävissä. Teräs on myös esimerkiksi betonia helpommin ja käyttökelpoisemmin kierrätettävissä raaka-aineeksi. [4, s. 18.] Toisaalta konttitaloja lämmöneristetään usein eristevaahdoilla, joissa käytetään kasvihuoneilmiötä ja otsinikatoa kiihdyttäviä freoneja ponnekaasuina. Freonittomiakin eristevaahtoja on kuitenkin markkinoilla. [52.]

Steven Schneider vähättelee ekologisuuden merkitystä konttirakentamisessa. Hänen mukaansa hyvin suuri enemmistö konttirakentajista on kiinnostuneempi käytännöllisyydestä ja rahasta kuin vihreästä rakentamisesta eikä halua sijoittaa suuria summia uuteen ja toisinaan tuntemattomaan vihreään teknologiaan. Hän ei näe myöskään konttien uusiokäyttöä useimmissa tapauksissa minään suurena ympäristöongelmien ihmelääkkeenä. Rahtikontit ovat hänen mielestään parhaimmillaan niille suunnitellussa käytössä, tavaroiden kuljettamisessa ja varastoimisessa. Kun ne eivät käytettyinä enää kykene tekemään tätä hyvin, Schneider ei ole kovin halukas käyttämään niitä enää rakentamiseen. Ympäristövaikutusten minimoimiseen tähtääviä hän kehottaa sen sijaan rakentamaan pientä ja hyvin lämmöneristettyä perinteisin menetelmin. [9.] Scandic Container -yhtiön toimitusjohtajan mielestä käytettyjä kontteja ei kannata harkitakaan

rakentamistarkoituksiin, sillä ne ovat yleensä liian vanhoja ja huonokuntoisia, esimerkiksi läpiruostuneita ja reikäisiä [20, s. 12]. Yleisesti konttirakentamisen ekologisuuteen pätee sama mittakaavatotuus kuin taloudellisiin laskelmiin: Rungon osuus rakennuksen materiaalista on kohtalaisen pieni osuus koko rakennuksesta.

4.4 Konttitalojen lämmöneristys

Kontin teräsrakenteiden lämpökapasiteetti on alhainen. Näin ollen muutokset ulkoilman lämpötilassa johtavat nopeasti kontin sisätilojen viilenemiseen tai lämpenemiseen. [4, s. 17.] Kontin lämpötilan muutoksia pyritään hallitsemaan kontin teräsvaipan sisä- tai ulkopuolelle asennettavalla lämmöneristyksellä.

4.4.1 Lämmöneristuksen perusratkaisut

Koska ilmanvaihtoaukottoman kontin teräseinät muodostavat täydellisen höyrynsulun, sisäpuolisessa eristysratkaisussa kylminä kuukausina eristeen läpi päässyt vesihöyry tiivistyy kylmenneen teräksen sisäpintaan nesteeksi [53, 54]. Joko kontin sisään rakennettujen pintojen on oltava ilmatiiviitä, jolloin kosteus pysyy poissa ulko- ja sisävaipan väliin jäävästä tilasta, tai sitten välitilan on kyettävä kuivumaan aiheuttamatta vauriota rakenteille. [5, s. 7.] Sisäpuolisessa lämmöneristyksessä tiivistys onnistuu parhaiten eristevaahdolla (kuva 19). Muissa tiivistysmenetelmissä vesihöyryn vuotoriskit kasvavat merkittävästi. [55.]

Ellei rahtikontin sisäpintoja saada eristettyä täysin tiiviiksi, kontti on turvallisinta lämmöneristää ulkopuolelta ruostumisen ja kosteuden tiivistymisen estämiseksi. Eristeiden asentaminen kontin ulkopuolelle myös maksimoi sisätilojen tilavuuden ja mahdollistaa konttiesteettiset teräseinät sisätiloissa. Ulkopuolisen lämmöneristysratkaisun varjopuolena voidaan pitää konttiestetiikan menetystä ulospäin ja konttien liikuttelun vaikeutumista. Ulkopuolelta kiinteästi eristetty kontti on liian leveä konttijärjestelmän mukaisiin standardikuljetuksiin ja täytyy siirtää erikoiskuljetusvälineillä ja -luvilla.

Duo-kodin kontit on eristetty SPU-eristeellä (*Super-Polyurethane*, superpolyuretaani) sisältä päin, jotta ne säilyttäisivät alkuperäisen ulkonäkönsä. Jorma Soinille ja Päivi Strandénille oli tärkeää, että rahtikonttikodista näkee ulkona heti ensi silmäyksellä, että se on rakennettu konttiin [43, s. 24]. Jorma Soinin mukaan rakennesuunnittelun am-

mattilaiset eivät olleet yksimielisiä Duo-kodin lämmöneristysratkaisuista, vaan esittivät yhteensä neljä erilaista ratkaisua [56]. Lopulta Duo-kodissa päädyttiin käyttämään eristeenä 200 mm paksuja SPU-levyjä, jotka on tiivistetty polyuretaanivaahdolla. Konttien teräsvaippojen ja SPU-levyjen väliin on jätetty 10 mm:n ilmväli, jonka tuuletus on varmistettu poraamalla reikiä ilmvälän alapintaan konttien pohjiin. [25.]



Kuva 19. Steven Schneiderin konttimetsästysmajan vaipan sisäpuolelle eristevaahdolla toteutettu lämmöneristyskerros [57].

Konttirakenteiden ulkopuolelle voidaan rakentaa myös erillisiä vaipparakennelmia, jolloin kontit osittain muodostavat ikään kuin rakennuksen rakennuksen sisässä ja toimivat samalla talon tukirakenteina. Tällöin konttien muuntamiseen vaadittava työmäärä minimoituu. [4, ss. 21–22.] Toisaalta kontteja ei tällöin hyödynnetä optimaalisesti, mikä lisää kustannuksia. Konttien ulkopuolisia vaipparakenteita on käytetty erityisen paljon esimerkiksi tanskalaisessa Upcycle House -rakennuksessa (kuva 20) ja Adam Kalkinin Mainen villassa (kuva 11). Steven Schneiderin mukaan kontit ovat tällaisissa ratkaisuissa liian kalliita tukirakennelmia [9].



Kuva 20. Tanskalaisessa Upcycle House -rakennuksessa lämmöneristys on asennettu osittain kontin ulkopinnoille ja osittain erillisiin puurakenteisiin, joita kontit kannattelevat tukirakenteina [58, 58].

Rahtikontin lattia voidaan eristää joko lattiavanerin ala- tai yläpuolelta tai vanerin molemmilta puolilta. Vain toiselta puolelta eristettäessä täytyy varmistaa, ettei alapohjarakenteeseen muodostu kylmäsiltoja. Periaatteessa myös kontin oman vanerin poistaminen ja korvaaminen jollain toisella rakenteella on mahdollista, mutta se ei ole taloudellisesti järkevää, koska lattiavaneri tarjoaa hyvän valmiin tuen lattiarakenteelle. [5, s. 12.] Duo-kodin alapohja on eristetty sekä lattiavanerin ulko- että sisäpuolelta kylmäsiltojen välttämiseksi [59]. Koska rakentamismääräykset vaativat pientalon huoneilta vähintään 2,4 m:n sisäkorkeutta, sisäpuolinen lattian tai katon eristäminen edellyttää aina peruskonttia korkeampaa ja kalliimpaa HC-konttimallia.

4.4.2 Konttitalojen lämmöneristysmateriaalit

Rahtikonttirakennusten lämmöneristämisessä käytetään yleisesti tavanomaisia eristysmateriaaleja, mutta sisäpuolisissa eristysratkaisuissa sisätilavuuden maksimointi voi vaatia turvautumista uusimpaan huipputeknologiaan. Tyhjiöeristeet ovat tehokkain ratkaisu kylmien talvien eristysvaatimuksiin ja tilavuuden säästämiseen. Ne ovat perinteisiä eristeitä työläämpiä asentaa, kalliimpia ja lyhytikäisempiä, mutta niiden eristyskyky on paljon parempi. Huipputehokas eristyskyky perustuu huokoisella materiaalilla täytettyyn tyhjiötimeen, jota kaasutiivis kuori ympäröi. Esimerkiksi Saint-Gobainin Isover Vacupad on XPS-eristeellä (*extruded polystyrene*, suulakepuristettu polystyreeni) koteoitu tyhjiöeriste. Sen lämmönjohtavuus on 0,007 W/(m·K), joka on vajaa viidesosa perinteisen pehmeän mineraalivillan lämmönjohtavuudesta. SPU XT on polyuretaani- ja tyhjiöeristeen yhdistelmä ja sen vastaava arvo on 0,007–0,019 W/(m·K). Sillä päästään

70 mm:n rakenteisiin passiivienegeriarakentamisessa. [60.] Pelkän polyuretaanivaahdon lämmönjohtavuusarvo on noin 0,023 W/(m·K) [20, s. 16].

Tyhjiöeristeitä on käytetty Itävallassa, Saksassa ja Sveitsissä matala- ja passiivienegeriatalojen uudis- ja korjausrakentamiseen. Niiden hinnat ovat moninkertaisia perinteisiin eristeisiin verrattuna, joten ne ovat taloudellisesti järkeviä lähinnä erikoiskohteissa, joissa asennustilaa on erittäin vähän. Isover Vacupad 30 mm:n paksuisena maksaa 200 €/m², mikä tarkoittaisi lähes 30 000 €:n hintaa yhden 40 jalan rahtikontin koko vaipan eristämiseksi [5, s. 18.] Kontin vastaava eristäminen lämmöneristyskyvyltään puolet Vacupadia heikommalla aerogeelillä maksaisi 50 €/m² eli noin 7 000 € [20, s. 16]. Valmistajat myöntävät tyhjiöeristeille maksimissaan 20 vuoden takuun [4, s. 17.].

Perinteinen eristevilla yksinään vie liikaa tilaa sisäpuolisessa eristeratkaisussa. Sen sijaan eristevaahto- ja eristevillakerrosten yhdistelmää voidaan käyttää, jos niiden rajapinnan lämpötila ei kylmimmilläänkään alita kastepistelämpötilaa, jossa vesihöyry tiivistyy nestemäiseksi vedeksi. Eristevaahdon täytyy tällöin olla teräseinää vasten, ja eristevillan on oltava sen päällä. [61.] Toinen vaihtoehtoinen yhdistelmäratkaisu on asentaa vaahdotäytelevy teräseinää vasten ja päällystää tämä tiivistävällä ja eristävällä vaahokerroksella [53]. Ville Kivimäen opinnäytetyössä eristevaihtoehtoina käytettiin SPU AL- ja Isover KL-32 -eristeitä [5, s. 10].

Konttitaloihin usein liittyvät ekologiset pyrkimykset ovat johtaneet myös eksoottisten eristemateriaalien hyödyntämiseen. Esimerkiksi taiteilijakeskus Cove Parkin yläpohjaa on lämmöneristetty viherkatolla (kuva 21).



Kuva 21. Skotlannin länsirannikolla sijaitsevan Cove Park -taiteilijakeskuksen yläpohjaa on lämmöneristetty myös viherkatolla [62].

Toisinaan konttitalojen lämmöneristystarpeiden helpoksi ja edulliseksi ratkaisuksi ehdotetaan konttitehtaalla valmiiksi eristettyjen eristekonttien hankkimista talojen runkomateriaaliksi. Steven Schneiderin arvion mukaan eristekontit eivät ole ratkaisu ainakaan uusia kontteja verrattaessa. Kolmesta uudesta 20 jalan kontista kootun Schneiderin metsästysmajan eristäminen eristevaahdolla maksoi 2 300 €. Hän ei usko, että olisi löytänyt mistään uusia eristekontteja tavanomaisten konttien ja vaahtoeristyksen yhteenlasketulla hinnalla. Lisäksi sähköjohdot ja viemärointi täytyy asentaa seinien pintoihin eristekontteja käytettäessä, koska uppoasennus eristemateriaalin sisään ei onnistu. [9.]

4.5 Konttitalojen paloturvallisuus

Vaikka teräs ei syty palamaan, terästä ympäröivät rakenteet voivat syttyä. Teräsrakenteiden yleinen palonkestokyky on hyvin alhainen, koska hyvän lämmönjohtokykynsä vuoksi teräs kuumenee kauttaaltaan nopeasti ja menettää lujuutensa palotilanteissa vallitsevissa lämpötiloissa. Lujuuden menetys voi tapahtua jo 500 °C:n lämpötiloissa, kun taas esimerkiksi betoni säilyttää stabiilisuutensa 1000 °C:n lämpötilaan asti. Konttitalonkin teräsrakenteet vaativat näin ollen lisäsuojauksia täyttääkseen paloturvallisuusvaatimukset. [4, s. 17.]

4.6 Konttitalojen rakenteiden lujuus

Rahtikontit altistuvat normaalissa käytössään äärimmäiselle mekaaniselle, ilmastolliselle ja kemialliselle rasitukselle. Jatkuvat lastaamiset ja purkamiset, nostamiset ja laske-
miset sekä kuljetustenaikainen altistuminen tuulelle ja suolaiselle meri-ilmastolle asettavat suuria vaatimuksia konteissa käytettäville materiaaleille. [4, s. 27.] Tuotantolaa-
dun vaihtelujen vuoksi jokainen kontti tarkastetaan useilla ISO-standardin mukaisilla
toiminnallisilla testeillä, joissa varmistetaan kontin stabiilisuus, kuormankantokyky, ve-
denpitävyys ja massa [4, s. 26]. Kehikkorakenteet on standardoitu tyyppirakenteilla
siten, ettei lujuuslaskelmia tarvitse enää tehdä, vaan pelkät pakolliset kuormitustestit
riittävät [4, s. 27]. Kuljetusyhtiöiden konttien valmistuslaatustandardit ovat yleensä
normaalia korkeammat, koska korkeammat valmistusstandardit voivat vähentää kulje-
tusyhtiöille itselleen lankeavia konttien huoltokustannuksia käytön aikana. [4, s. 25.]

Merikonttien ISO-testaukset eivät kuitenkaan sovellu konttitalojen rakenteiden lujuuden määrittämiseen millään tavalla. ISO-testauksissa konttien vaippoja ei leikellä, ja testaukset soveltuvat vain konttien käyttöön tavarankuljetuksissa.[63.]

Rahtikonttien erilaisten käyttötapa- ja kuormahistorioiden vuoksi käytettyjen konttien kunnolle ei ole standardoitua luokitusjärjestelmää. Sen vuoksi niitä hinnoitellaan lähinnä silmämääräisen tarkastelun pohjalta. Kontin käyttövuodet voivat näkyä ulkoisina merkkeinä: kontti voi olla silminnähden vaurioitunut tai likainen. [4, s. 25.]

Rahtikontteja toisiinsa liitettäessä on varmistettava, että vain konttien nurkat kannattavat kuormia. Rakennettaessa konteista nurkat ovat tällöin rakennuksessa päällekkäin ja ohjaavat rakennuksen kuormat tehokkaasti rakennuksen perustuksille. Tällöin puhutaan systeemyhteensopivista liitoksista. Jos sen sijaan systeemin alkuperäisistä ratkaisumalleista poiketaan, konttien rakenteisiin tarvitaan lisävahvistuksia kannattamaan kuormia nurkkien ulkopuolella. Nämä ovat systeemyhteensopimattomia liitoksia. [4, s. 15.] George Runkle neuvoo arkkitehteja unohtamaan kuuluisuuden tavoittelemisen eksoottisilla luomuksilla ja kannattamaan kuormat kontin neljällä kulmalla. Hän varoittaa leikkaamasta pohjapalkkeja trendikkäiden portaiden tieltä tai asettelemasta kontteja kyljelleen tai katolleen. Kaikenlaisten eksoottisten temppujen tekeminen konteilla johtaa Runklen mukaan konttien rakenteellisen vakauden katoamiseen. [27.]

Konttien seinälevyillä on suuri merkitys konttien rakenteen jäykistämisessä. Konttien seinien teräslevyjen poimuttamisella on parannettu levyjen taivutuslujuutta poimurintamien suunnassa. Poimut eivät paranna taivutuslujuutta poimurintamia vastaan kohtisuorassa suunnassa. [5, s. 7.] Jo yhden seinälevyn poistaminen heikentää kontin kantavuutta siten, että kontti menettää muotonsa omapainonsa vuoksi. Katto menee notkolle ja seinät taipuvat. [64.] Kun kontin sivuja leikataan auki, kontti menettää lujuutta, ja sen palkit saattavat taipua jo esimerkiksi hitsauksen kuumuuden aiheuttaman lämpölaajenemisen vuoksi. Tämän estämiseksi suositellaan konttien tukemista jo ennen niiden vaipan leikkaamista [65]. Lujuusopillisesti kontin lujuuskestävyys heikkenee vähiten, jos seinien aukot leikataan mahdollisimman kauas kontin kulmapilareista eli mahdollisimman keskelle kontin seinä [20, s. 16].

Rakennesuunnittelija George Runklen suunnitelmien mukaisesti Steven Schneider hitsautti kaksi 6,4 mm:n paksuisesta teräksestä valmistettua 152 x 76 mm:n suorakaidepalkkia pitkittäin jokaisen kontin sisäkattoon ennen konttirakennuksen sisäseinien

poistamista [66]. Duo-kodin auki leikattujen konttien aukkojen tueksi on hitsattu 100 x 100 mm:n teräskehät.

Rahtikonttitaloa on usein esitetty turvaksi hirmumyrskyjä ja maanjäristyksiä vastaan. Rahtikontti ei kuitenkaan George Runklen mukaan suojaa tornadon ytimen iskiessä taloon. Tornado pääsee sisään ikkunoiden ja ovien kautta ja vääntää konttien rungot kieroon, koska rungon lujuus on heikentynyt kontin aukkojen vuoksi. Täydellinen rakenteellinen tornadonkestävyys tulisi hyvin kalliiksi ja olisi todennäköisesti turhaa, sillä sielläkin, missä tornadot ovat yleisiä, rakennuksen todennäköisyys joutua tornadon ytimeen on hyvin pieni. Rahtikontin runko ja vaippa kestävät kuitenkin perinteistä rakennusta paremmin kovaa tuulta ja lentäviä esineitä tornadon ytimen ulkopuolella. [30.] Maanjäristyksiä konttitalo kestää kivi- ja puurakenteisia taloja paremmin [4, s.19].

4.7 Konttitalojen liikuteltavuus

Konttien ominaisimpina käyttökohteina pidetään tilapäis- ja hätätilamajoitusta kylpyhuone- ja lattiaremonttien aikoina sekä katastrofialueilla. Konttiasumista on kaavailtu myös opiskelijoiden edulliseksi majoitusratkaisuksi. Kun asunto mahdutetaan yhden kontin sisälle, säästytään konttien liitoskustannuksilta ja suurelta osalta seinien leikaukskustannuksia. Lisäksi tilapäis- ja katastrofimajoitukseen olennaisesti liittyvä asunnon liikuttelu helpottuu huomattavasti. [19.]

Myös normaalien olosuhteiden talonrakennustoimiala voi hyödyntää konttijärjestelmän liikuteltavuutta. Perinteisillä moduulitaloilla maksimitoimitusetaisyydet ovat noin 1 000 km talotehtaasta, mutta rahtikonttien standardimittoihin pitäytyvä yhdysvaltalainen MEKA-yhtiö pystyy toimittamaan rakentamansa talomoduulit normaalin konttiliikenteen keinoin ympäri maapallon [67].

Rahtikonttien liikuteltavuuden ja modulaarisuuden yhdistelmälle on visioitu mielenkiintoisia mahdollisuuksia. Perhe voisi esimerkiksi aloittaa pienestä konttitalosta ja liittää siihen uusia kontteja asumistilan tarpeen lisääntyessä, esimerkiksi perheeseen kasvaessa. Kaksi ihmistä voisivat yhdistää konttinsa halutessaan muuttaa yhteen. Jos he sitten myöhemmin päättäisivät erota, he voisivat taas erottaa konttirakennelmat toisistaan. Kotoa maailmalle lähtevät lapset voisivat puolestaan ottaa konttihuoneensa mukaansa. [22.]

Käytännössä konttirakennuksen laajentamista on harjoitettu Ravne na Koroškemissa Sloveniassa, jonne arkkitehti Jure Kotnik suunnitteli vuonna 2009 lastentarhan kolmesta rahtikontista. Sittemmin lastentarharakennusta on laajennettu 13 uudella konttimoduulilla. [37.] Duo-kodin liikuteltavuus on turvattu konttien ylä- ja alakulmien pulttiliitoksilla, jotka purkamalla Duo-koti jakaantuu kahdeksi helposti siirrettäväksi kontiksi [25].

Rahtikonttitalojen potentiaalinen edullisuus ja liikuteltavuus ovat kannustaneet visioimaan tilapäisistä, liikuteltavista opiskelija-asunnoista myös Helsingin metropolialueella. Helsingin metropolialueen yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen HERA-konsortion (*Helsinki Education and Research Area*) projektipäällikkö Mikko Toivosen mukaan Kalasataman ja Jätkäsaaren toistaiseksi käyttämättömät maa-alueet olisivat ihanteellisia paikkoja tilapäisille konttikylille. Kalasatamaan voitaisiin kasata satoja kontteja kahteen kerrokseen ja siirtää sitten pois uusien rakennusten tieltä vuoteen 2021 mennessä. [68.]

4.8 Konttitalojen lattioiden kemiallinen turvallisuus

Käytännössä kaikki rahtikonttien vanerilattiat on käsitelty erilaisilla myrkyllisillä kemikaaleilla esimerkiksi hyönteisten aiheuttamien vaurioiden torjumiseksi. Kaikki myrkyt eivät kuitenkaan vapaudu latioista kaasuina. Vapautuakseen ympäröivään ilmaan kemikaalilla täytyy olla riittävän korkea höyrynpaine, joka on kullekin kemikaalille ominainen. Kontin seinään kiinnitetystä turvallisuuskilvestä eli CSC-laatasta selviää tarkasti kontin lattiassa käytetty kemikaali, jos rekisterilaatan laatijaan vain voi luottaa (kuva 22). Torjunta-aineiden lisäksi rahtikontin lattia on voinut saastua kontissa kuljetetuista materiaaleista ja tavaroista.



Kuva 22. Rahtikontin turvallisuuskilpi eli CSC-laatta, johon on merkitty mm. kontin vanerilattian käsittelyyn käytetyt kemikaalit (ympyröity kuvassa) [69].

Steven Schneiderilla on maisterin tutkinto ympäristötieteistä ja runsaasti työkokemusta teollisuusympäristöjen sisäilmoissa vaikuttavista epäpuhtauksista, joten hänellä oli vahva pohja selvittää konttien lattioiden kemikaaliriskejä. Hänen omien konttiansa lattiat oli käsitelty Radaleum FHP-60 -kemikaalilla, jonka höyrynpaine on käytännössä olematon. Kemikaali ei näin ollen leviä ympäröivään ilmaan. Schneider kuitenkin varmuuden vuoksi kapseloi lattiavanerin teollisuusepoksiin, joka estää kemikaalien leviämisen sekä fyysisesti että höyrystymällä. [70.]

4.9 Muut konttitaloissa asumisen edellytykset

Paloturvallisuussäädösten mukaan asunnon jokaiselta oleskelualueelta täytyy olla vähintään kaksi erillistä tarkoituksenmukaisesti sijoitettua ulospääsytieta [71]. Yhdestä kontista rakennettaessa ulospääsyaukkojen luonnolliset paikat ovat kontin molemmissa päissä. [5, s. 19.]

Ville Kivimäen opinnäytetyön mukaan rahtikonttirakentamisen suurimmat haasteet rakentamismääräysten kannalta ovat riittävän huonekorkeuden saavuttaminen ja yhtä

konttia käytettäessä WC-tiloihin vaadittavan pyörähdysympyrän laajuisen tilan varaa-
minen. [5, s. 21.] Opinnäytetyön lopputuleman mukaan asunnon rakentaminen yhteen
rahtikonttiin ja sisältäpäin eristäen on kuitenkin mahdollista rakentamismääräysten mu-
kaisesti. [5, s. 21.]

On esitetty, että konttitaloissa täytyisi mennä ikkunan viereen, jotta matkapuhelimen
käyttö olisi mahdollista [11]. Steven Schneiderin kokemus on kuitenkin täysin toisenlai-
nen: hänen metsästysmajassaan matkapuhelimen kuuluvuus on erinomainen, vaikka
konttien teräsovetkin olisivat kiinni [70]. Jorma Soinillakaan ei ole ollut isompia ongel-
mia matkapuhelinkenttien kanssa [25].

5 Keskustelu

Konttirakentaminen on ajatuksena vielä melko uusi, joten kokemusta ja tutkittua tietoa
on vähän tarjolla. Tämä luo olosuhteet, joissa muutamat yksittäiset kaupallisesti tai
muuten vahvasti värityneet kritiikittömät väitteet, kokemukset ja lähteet voivat saada
kohtuuttoman suuren painoarvon julkisessa keskustelussa. Myös suoranaistulle valheille
ja petoksille avautuu tilaisuuksia tällaisessa tilanteessa.

Konttirakentamisesta on esitetty hyvin erilaisia näkemyksiä ääripäästä toiseen. Mielipi-
teen esittäjästä riippuen konttirakentaminen voi olla rakennusmaailman mullistaja tai
lähes hyödytön idea. Kontin käyttöiän haitari on eri arvioissa kahdesta vuodesta ikui-
suuteen. Käytetyt kontit ovat katsojasta riippuen joko käyttökelvottomia rakentamiseen
tai täysin vartenotettava rakennusmateriaali.

Konttirakentamisen kustannuksista ja todellisuudesta tarvittaisiin tarkempia ja laajem-
pia analyysejä, joissa konttirakentamista verrattaisiin perinteisen rakentamisen eri muo-
toihin. Sekä kontti- että perinteiseen rakentamiseen liittyy hyvin paljon erilaisia muuttu-
jia, jotka tekevät vertailusta monimutkaista. Eri konttirakentajilla on erilaisia arvostuksia
ja tavoitteita konttirakentamisen suhteen, joten ei ole olemassa yhtä näkemystä kontti-
rakentamisesta, jota voitaisiin verrata perinteiseen rakentamiseen. Esimerkiksi toinen
rakentaja voi arvostaa eniten liikkuvuutta ja toinen taloudellista edullisuutta. Erilaiset
tavoitteet vaativat erilaiset arviointiperusteet ja vertailukohdat. Liikkuvuuden painotta-
minen nostaa nykyisellä teknologian tasolla väistämättä lämmöneristysten kustannuk-
sia, koska kontin ulkopuolinen lämmöneristäminen on halvempaa. Esimerkiksi Duo-

kodissa on painotettu asunnon liikkuvuutta, mikä on johtanut melko kalliiseen sisäpuoliseen lämmöneristysratkaisuun.

Vertailun tuloksiin vaikuttaa myös, verrataanko konttirakennusta puu- vai kivitaloon ja mikä arvioidaan konttirakennuksen käyttöiäksi. Oman työn, talkootyön ja ostetun työn osuudet täytyisi myös dokumentoida tarkasti, jotta vertaileminen olisi mielekästä. Omatoimirakentajalla on kiusaus vähätellä oman ja talkootyön osuutta ja laskea kustannuksia muutenkin alakanttiin, koska omatoimirakentaja haluaa uskoa oman rakennusprojektinsa mielekkyyteen ja taloudelliseen edullisuuteen.

Kirjallisista lähteistä etsittyjen hintojen perusteella näyttää ainakin siltä, että uusia kontteja ja sisäpuolista lämmöneristystä käyttämällä konttipientaloa ei voi rakentaa perinteistä taloa halvemmalla. Jos rakentaja kuitenkin arvostaa erityisesti rakennuksen viivatonta ja kestävästä siirtelyä tai maanjäristyskestävyyttä, niin vertailuasetelma muuttuu.

Pientalorakentaminen ei ole optimaalisinta konttirakentamisen aluetta, sillä konttirakentaminen on taloudellisesti sitä edullisempaa, mitä enemmän kontteja liitetään yhteen. Rivitalo- ja kerrostalorakentamisessa nämä isojen määrien hyödyt voidaan hyödyntää paremmin. Optimaalisinta pientalotalorakentamista on Martin Hollinetzin projektin kaltainen rakentaminen, jossa rakennetaan muodoltaan yksinkertaisia ja mahdollisimman matalia taloja useista konteista.

Koska rungon ja vesikaton osuus pientalon rakennuskustannuksista on vain noin 15 %, niin ainakaan paikallarakennettu konttitalo ei teoreettisesti voi olla perinteistä taloa dramaattisesti edullisempi. Metallin huomattavasti vaikeampi työstettävyys esimerkiksi puuhun verrattuna vähentää vielä merkittävästi konttitalon edullisuutta. Sähköjohdotus, viemärointi, maalaus ja viimeistely vievät konttitalon rakentamisessa enemmän aikaa tai rahaa. Teollinen esivalmistus mahdollistaa taloudellisen hyödyn etsimisen kuitenkin myös runkorakenteiden ulkopuolelta. Tehdastiloissa konttirunkojen jalostusastetta voidaan nostaa teollisen liukuhihnatyön periaatteilla ja alentaa täten talon valmistuskustannuksia. Konttien standardoitua kuljetusjärjestelmää hyödyntämällä kontteja voidaan tarvittaessa jalostaa siellä, missä työvoima on edullisinta. Voidaan myös ajatella, että hitsaustaitoiselle omatoimirakentajalle, joka ei laske hintaa omalle työlleen, käytetyt rahtikontit saattavat tarjota mahdollisuuden rakentaa edullisemmin kuin perinteisillä keinoilla.

Steven Schneider ja George Runkle ovat ottaneet konttirakentamisessa vahvat kriitikoitten roolit, vaikka he ovat itse toimineet alalla ja Runklella on edelleen konttirakentamiseen liittyvää suunnitteluliiketoimintaa. Heidän kritiikkinsä vaikuttaa pääosin oikeutetulta, mutta on ehkä osittain hieman ylimitoitettua.

Runkle korostaa konttirakentamisen ylivoimaista vaativuutta perinteiseen rakentamiseen verrattuna ja väittää omatoimisen konttirakentamisen olevan vain marginaalisesti helpompaa kuin risteyttää papukaija ja koira keskenään. Runklen mukaan konttirakentaminen sisältää suurta ammattitaitoa vaativia osa-alueita, kuten plasma- tai timanttileikkurin ja nostokurjen käyttöä, hitsausta ja yksitoikkoista hiomista. [46.] Kuitenkin myös perinteinen rakentaminen sisältää vastaavia ymmärrystä ja kokemusta vaativia osa-alueita, joista omatoimirakentajat ovat kautta historian selviytyneet enemmän tai vähemmän hyvin. Rakentaminen on aina melko vaativa projekti, mutta konttirakentaminen ei välttämättä tuo siihen olennaisesti suurempaa lisää. Amatöörit ilman rakennusalan koulutusta ovat näihin päiviin asti rakentaneet perinteisiä taloja, ja nyt pedagogi Martin Hollinetz perheineen on rakentanut konttitalon.

Schneiderin mielestä on vain kaksi hyvää syytä rakentaa rahtikonteista: murtoturvallisuus ja sävähdyttävän arkkitehtuurisen vaikutelman tekeminen [9]. Schneider ja Runkle saattavat kuitenkin aliarvioida hyötyjä, joita rahtikonttien valmis runkorakenne tarjoaa perinteiseen rungon pystytykseen verrattuna. Konttirakentamisessa suojaava runko on pystyssä nopeasti ja melko vaivattomasti perinteiseen rungon pystytykseen verrattuna. Vaikka rungon kustannukset ovat vain noin 15 % koko rakennuksen kustannuksista, niin rungon pystyttäminen ulkoilmassa säiden armoilla on perinteisen rakentamisen vaativia ja vaivalloisia vaiheita. Ratun (*rakennusalan tuotannosuunnittelu*) menekkiarvioiden perusteella 40 jalan rahtikontin kokoisen perinteisen puurungon ja vesikaton pystyttämiseen kuluu kolmihenkiseltä työryhmältä noin 10–15 työpäivää [72, s. 30]. Schneider myös tuntuu aliarvioivan konttien etuja, jos rakennukselta vaaditaan liikuteltavuutta. Kontit ovat alun perin suunniteltu liikuteltaviksi, ja liikuteltavuus on myös asunnoksi varustellun kontin suurimpia etuja.

6 Johtopäätökset

Asunnon rakentaminen rahtikonteista on mahdollista Suomessa rakentamismääräysten mukaisesti. Suurimmat haasteet rakentamismääräysten kannalta ovat riittävän huone-

korkeuden saavuttaminen ja yhtä konttia käytettäessä WC-tiloihin vaadittavan pyöräh-dysympyrän laajuisen tilan varaaminen.

Suomi ei ole maantieteellisesti optimaalisin paikka konttirakentamiselle, sillä läm-möneristys vaatii Suomen ilmastossa isoja kerrospaksuuksia, puuta on runsaasti saa-tavilla perinteisen rakentamisen tarpeisiin melko edulliseen hintaan eivätkä kontit ole Suomessa erityisen halpoja. Toisaalta seisminen aktiivisuus on Suomessa pientä, joten konttien vahva suoja maanjärjestyksiä vastaan menee Suomessa hukkaan.

Pientalorakentaminen ei ole optimaalisinta konttirakentamisen aluetta, sillä konttiraken-taminen on taloudellisesti sitä edullisempaa, mitä enemmän kontteja ja asuntoja liite-tään yhteen. Konttien liittäminen vaakatasossa on edullisempaa kuin pystytasossa.

Koska rungon ja vesikaton osuus pientalon rakennuskustannuksista on vain noin 15 %, niin ainakaan paikallarakennettu konttitalo ei teoreettisesti voi olla perinteistä taloa dramaattisesti edullisempi. Metallin huomattavasti vaikeampi työstettävyys esimerkiksi puuhun verrattuna lisää vielä merkittävästi kustannuksia ja vaikeuttaa rakentamista. Teollisen esivalmistuksen ja konttien globaalien liikuteltavuuden hyödyntäminen mahdol-listaa taloudellisen hyödyn etsimisen kuitenkin myös runkorakenteiden ulkopuolelta.

Rahtikontit on suunniteltu pinottaviksi toistensa päälle tylsään järjestykseen. Luovat ratkaisut konttien kanssa vaativat usein ylimääräistä kallista ja työlästä metallityötä, joten luovuus ja edullisuus eivät usein toteudu samassa konttirakennuksessa.

Rahtikontti on uudelleen- tai uusiokäytettävissä, kun se on palvellut aikansa rakennuk-sen runkona, joten se on ekologinen rakennusmateriaali. Konttirakennuksessa on kui-tenkin paljon muitakin materiaaleja perinteisen rakennuksen tapaan, joten konttitalossa on erityistä ekologisuu-tta lähinnä vain sen verran kuin rungon osuus on talon kokonais-raaka-aineista.

Konttirakentaminen on ajatuksena vielä melko uusi, joten kokemusta ja tutkittua tietoa on vähän. Tämä luo olosuhteet, joissa muutamat yksittäiset kaupallisesti tai muuten vahvasti värityneet kriitikittömät väitteet, kokemukset ja lähteet voivat saada kohtuut-toman suuren painoarvon julkisessa keskustelussa. Konttirakentamisen kustannuksista tarvittaisiin tarkempia analyysejä, joissa konttirakentamista verrattaisiin perinteisen

rakentamisen eri muotoihin. Vertailu on monimutkaista, koska sekä kontti- että perinteiseen rakentamiseen liittyy hyvin paljon erilaisia muuttujia.

Lähteet

1 World Container Fleet Overview. 2012. Verkkodokumentti. Container Services International. <http://www.csiu.co/resources-and-links/world-container-fleet> . Luettu 14.1.2015.

2 You Can Turn A \$2000 Shipping Container Into An Epic Off-Grid Home. 2014. Verkkodokumentti. True Activist. <http://www.trueactivist.com/a-shipping-container-costs-about-2000-what-these-15-people-did-with-that-is-beyond-epic> . 1.6.2014. Luettu 14.1.2015.

3 Everything About ISO Cargo Shipping Containers. Verkkodokumentti. Residential Shipping Container Primer. <http://www.residentialshippingcontainerprimer.com/ISO%20Intermodal%20Cargo%20Shipping%20Containers>. Luettu 14.1.2015.

4 Slawik Han (toim.). 2010. Container atlas: a practical guide to container architecture. Berlin : Gestalten.

5 Kivimäki, Ville. 2014. Merikonttiin rakennettava asunto. Opinnäytetyö. Turun AMK.

6 Conceive It. 2011. Verkkodokumentti. Residential Shipping Container Primer. <http://www.residentialshippingcontainerprimer.com/conceive%20it> . Luettu 20.1.2015.

7 Made in China ISO container corner fitting. Verkkodokumentti. Alibaba.com. <http://g01.s.alicdn.com/kf/HT1tWUPFU4aXXagOFbXy/200048669/HT1tWUPFU4aXXagOFbXy.jpg> . Luettu 13.4.2015.

8 China corrugated roofing steel sheets. Verkkodokumentti. Guangxi Wuzhou Geoffering International Co. Ltd. <http://www.china-geoffering.com/corrugated-steel-sheets/index.html> . Luettu 14.1.2015.

9 Schneider, Steven. 2013. The Shipping Container Cabin in Perspective. Verkkodokumentti. <http://www.tincancabin.com/2013/12/the-shipping-container-cabin-in-perspective/> . 19.12.2013. Luettu 14.1.2015.

10 Pagnotta, Brian. 2011. The Pros and Cons of Cargo Container Architecture. Verkkodokumentti. ArchDaily. <http://www.archdaily.com/?p=160892> . 29.8.2011. Luettu 30.5.2014.

11 Martin, Anja. 2009. Der neue Wohn-Trend. Verkkodokumentti. Frankfurter Allgemeine Zeitung. <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/immobilien/wohnen/schiffscontainer-der-neue-wohn-trend-1814396.html> . 23.06.2009. Luettu 14.1.2015.

12 Schneider, Steven. Tin Can Cabin. Verkkodokumentti. <http://www.tincancabin.com> . Luettu 12.4.2015.

13 Runkle, George. Runkle Consulting Inc. Runkle Consulting Inc. <http://www.runkleconsulting.com> . Luettu 12.4.2015.

14 Kaskinen, Hannu. 2011. Ekotalo lasista. TM-Rakennusmaailma. 10/2011.

15 Harju, Jukka. 2011. Lempäälässä tutkitaan, voisiko lasikuutiossa asua, Helsingin Sanomat. 28.10.2011.

16 Kontteja vahvistetaan Rautasoinin metallein. 2011. Verkkodokumentti. Ekotalo. <http://www.ekotaloprojekti.fi/page/2/> . 24.10.2011. Luettu 14.1.2015.

17 Erikoinen asuntomessujen oheiskohde ei valmistunut ajoissa. 2012. Verkkodokumentti. Aamulehti. <http://m.aamulehti.fi/kotimaa/erikoinen-asuntomessujen-oheiskohde-ei-valmistunut-ajoissa-katso-kuva?v=1> . 6.7.2012. Luettu 14.1.2015.

18 Ekotaloprojekti merikonteista Lempäälässä. 2012. Verkkodokumentti. Elämän tähden ry. <http://elamantahden.blogspot.fi/2012/08/jormas-eilen-teimme-automatkan.html> 5.8.2012. Luettu 14.1.2015.

19 Koteja merikontteihin. Verkkodokumentti. Elämän tähden ry. <http://elamantahden.fi/Rahtikonttikodit.php> . Luettu 14.1.2015.

20 Aaltio, Päivi. 2014. Rahtikonttien käyttö väliaikaisena asuntona. Verkkodokumentti. Aalto-yliopisto. <http://issuu.com/paiviaaltio> . Luettu 10.4.2015.

21 Awards and Media. Verkkodokumentti. DeMaria Design Associates. <http://demariadesign.com/2/index.php/awards-media> . Luettu 10.4.2015.

22 De Decker, Kris. 2006. Lego for Big Boys: habitable shipping containers. Verkkodokumentti. Low-tech Magazine. <http://www.lowtechmagazine.com/2006/06/lego-for-big-bo.html> . 8.6.2006. Luettu 14.1.2015.

23 <http://pcglad.com/wp-content/uploads/2014/10/container-homes-beach-of-home-design-container-home-supertherm.jpg> . Luettu 14.1.2015.

24 Parkkinen, Pipsa. 2013. Ensimmäisenä Suomessa: Kotina merikontti!. Iltalehti. 15.2.2013.

25 Soini, Jorma. 2014. Haastattelu. 10.11.2014.

26 Mies vailla menneisyyttä. Verkkodokumentti. Pirkanmaan elokuvakeskus. <http://www.elokuvakeskus.fi/levitys/miesvaillamenneisyytta/miesvaillamenneisyytta.htm> . Luettu 14.1.2015.

27 Runkle, George. 2014. An Open Letter To Architects (and Others) About Container Design. Verkkodokumentti. Runkle Consulting Inc. <http://www.runkleconsulting.com/2014/02/24/an-open-letter-to-architects-and-others-about-container-design/> . 24.2.2014. Luettu 10.4.2015.

28 Containerships Ltd mukaan Ekotalo-projektiin. 2011. Verkkodokumentti. Ekotalo. <http://www.ekotaloprojekti.fi/page/11/> . 5.1.2011. Luettu 14.1.2015.

29 Van, Y. Project ARQtainer's House Liray Is an Earthquake-Resistant Shipping Container Home in Chile. Verkkodokumentti. <http://inhabitat.com/new-post-submission-25/> . 12.7.2012. Luettu 13.4.2015.

30 Runkle, George. 2011. Would Shipping Container Houses be Safer In Tornadoes? Verkkodokumentti. Runkle Consulting Inc. <http://www.runkleconsulting.com/2011/05/29/would-shipping-container-houses-be-safer-in-tornadoes/> . 29.5.2011. Luettu 14.1.2015.

31 Bo i en container. 2011. Verkkodokumentti. Byggfakta. <http://www.byggfakta.no/bo-i-en-container-52479/nyhet.html> . 1.11.2011. Luettu 15.1.2015.

32 Asumisen viisaat valinnat. Verkkodokumentti. harkkokivitalo.fi. <http://www.harkkokivitalo.fi/kivitalo-harkoista/asumisen-viisaat-valinnat/> . Luettu 10.4.2015.

33 Tee kustannuslaskenta todelliselta pohjalta. 2014. Verkkodokumentti. suomirakentaa.fi. <http://www.suomirakentaa.fi/omakotirakentaja/ok-suunnittelu/kustannusarvion-tekeminen> . 12.9.2014. Luettu 10.4.2015.

34 12 Container House / Adam Kalkin. Verkkodokumentti. <http://ideasgn.com/architecture/12-container-house-adam-kalkin/> . Luettu 15.1.2015.

35 Salant, Katherine. 2009. Cheap, strong and cool. Verkkodokumentti. Herald-Tribune. <http://www.heraldtribune.com/article/20090725/ARTICLE/907251008?p=3&tc=pg&tc=ar> . 25.7.2009. Luettu 15.1.2015.

36 The Quik House. 2011. Verkkodokumentti. Residential Shipping Container Primer. <http://www.residentialshippingcontainerprimer.com/Quick-House> . Luettu 15.1.2015.

37 Broeg, Helmut. 2013. Living in a Box. Verkkodokumentti. Technology Review. <http://www.heise.de/tr/artikel/Living-in-a-Box-1775264.html?seite=1> . 18.1.2013. Luettu 15.1.2015.

38 Facebook photo album. 2011. Verkkodokumentti. <https://www.facebook.com/martin.hollinetz/photos> . Luettu 15.1.2015.

39 Tin Can Cabin Gallery. Verkkodokumentti. <http://www.tincancabin.com/gallery/ngallery/main/finished-exterior-2> . Luettu 15.1.2015.

40 Tin Can Cabin Gallery. Verkkodokumentti. <http://www.tincancabin.com/gallery/nggallery/main/interior-work-in-progress> . Luettu 15.1.2015.

41 Runkle, George. 2011. Here's a Challenge! Verkkodokumentti. Runkle Consulting Inc. <http://www.runkleconsulting.com/2011/12/09/heres-a-challenge/> . 9.12.2011. Luettu 10.4.2015.

42 Runkle, George. 2014. Just for Clarification. Verkkodokumentti. Runkle Consulting Inc. <http://www.runkleconsulting.com/2014/02/21/just-for-clarification/> . 21.2.2014. Luettu 10.4.2015.

43 Junes, Soili, Kohonen, Anne, Louhelainen, Sanna, Pippuri, Terhi. 2013. Konttikoti. Seminaarityö. http://elamantahden.fi/documents/Seminaarity%C3%B6_konttikoti_Junes_Kohonen_Louhelainen_Pippuri2.pdf . Savonia AMK.

44 Jodie Foster's father, called 'the Bernie Madoff of Sherman Oaks,' gets 5-year jail sentence. 2011. Verkkodokumentti. Los Angeles Daily News. <http://www.dailynews.com/20111209/jodie-fosters-father-called-the-bernie-madoff-of-sherman-oaks-gets-5-year-jail-sentence> . 8.12.2011. Luettu 10.4.2015.

45 Jodie Foster's father, called 'Bernie Madoff of Sherman Oaks,' to be sentenced Friday. 2011. Verkkodokumentti. Contra Costa Times. http://www.contracostatimes.com/california/ci_19496719 . 8.12.2011. Luettu 10.4.2015.

46 Runkle, George. 2013. Why Don't We Do Shipping Container Houses For Individuals? Verkkodokumentti. Runkle Consulting Inc. <http://www.runkleconsulting.com/2013/07/21/why-dont-we-do-shipping-container-houses-for-individuals/> . 21.7.2013. Luettu 10.4.2015.

47 Slottnér, Erik. 2011. Rött kort till Länsstyrelsen. Verkkodokumentti. <http://wp.kristdemokraterna.se/erikslottner/rott-kort-till-lansstyrelsen/> . 9.12.2011. Luettu 15.1.2015.

48 Nohrstedt, Linda. 2012. Välkommen hem till min container. Verkkodokumentti. Ny Teknik. <http://www.nyteknik.se/nyheter/bygg/byggartiklar/article3527031.ece> . 31.8.2012. Luettu 15.1.2015.

49 Forskningen 1. KTH Campus, Östermalm. 2011. Verkkodokumentti. <http://stockholmprojekt.blogspot.fi/2011/12/vilken-soppa-nu-har-har-studenhuset.html> . 8.12.2011. Luettu 15.1.2015.

50 Brandt, Per. 2013. KTH:s nya studentlyor får växthus på taket. Verkkodokumentti. Östermalmsnytt. <http://www.direktpress.se/ostermalmsnytt/Arkiv/Artiklar/2013/06/Containerbygge-skrotas-nar-nya-studentlyor-planeras/> . 14.6.2013. Luettu 15.1.2015.

- 51 Buis, Micah. 2005. Containing a Home: Adam Kalkin '84. Verkkodokumentti. Vassar. <http://vq.vassar.edu/issues/2005/03/features/containing-a-home.html> . 101(3):2005. Luettu 10.4.2015.
- 52 Building Envelope – Insulation. Verkkodokumentti. Residential Shipping Container Primer. <http://www.residentialshippingcontainerprimer.com/insulation> . Luettu 15.1.2015.
- 53 Schneider, Steven. 2010. Insulation Troubles. Verkkodokumentti. <http://www.tincancabin.com/2010/10/insulation-troubles/> . 25.10.2010. Luettu 15.1.2015.
- 54 Oneesan Container Housing Project. 2014. Verkkodokumentti. JTW Consulting. <http://www.atira.bc.ca/sites/default/files/Container%20Housing%20Report%20FINAL.pdf> . 16.3.2014. Luettu 15.1.2015.
- 55 Insulating shipping container homes. Verkkodokumentti. Shipping Container Homes. http://shippingcontainerhousedesign.com/container_home_insulation.html . Luettu 15.1.2015.
- 56 Suomalainen, Riitta. 2013. Asuntoautosta hulpeaan merikonttiin. Keski-Uusimaa 10.02.2013.
- 57 Tin Can Cabin Gallery. Verkkodokumentti. <http://http://www.tincancabin.com/gallery/ngallery/main/insulation-2> . Luettu 15.1.2015.
- 58 Worldflexhome. Verkkodokumentti. Isover. <http://www.isover.dk/produkter/facadel%C3%B8sninger/isover+plus+system/isover+plus+projekter/worldflexhome> . Luettu 15.1.2015.
- 59 Hämäläinen, Jukka. 2013. Konttikodit rantautuvat Suomeen. Verkkodokumentti. Helsingin Uutiset. <http://www.helsinginuutiset.fi/artikkeli/227245-konttikodit-rantautuvat-suomeen> . 12.03.2013. Luettu 20.1.2015.
- 60 Lavento, Dakota. 2012. Rakentaminen siirtyy uudelle aikakaudelle. Verkkodokumentti. Rakennustieto. <http://www.rakennustieto.fi/lehdet/ry/index/lehti/69ID6a76Z.html> . 1/2012. Luettu 15.1.2015.
- 61 Best way to insulate cargo container? 2011. Verkkodokumentti. Green Building Talk. <http://www.greenbuildingtalk.com/Forums/tabid/53/aff/14/aft/78401/afv/topic/Default.aspx> . Luettu 14.1.2015.
- 62 Simon, Michael. 2010. Ten Recycled Shipping Container Buildings. Verkkodokumentti. <http://1800recycling.com/2010/07/recycled-shipping-container-buildings> . 22.7.2010. Luettu 15.1.2015.

63 Runkle, George. 2012. A Good Question Considering Shipping Container Structures. Verkkodokumentti. Runkle Consulting Inc. <http://www.runkleconsulting.com/2012/02/21/a-good-question-considering-shipping-container-structures/> . 21.2.2012. Luettu 10.4.2015.

64 Gebäude aus Wohncontainern. 2014. Verkkodokumentti. Mental. <http://www.1000ideen.de/staticpages/index.php/Gebaeude-aus-Wohncontainern> . 4.8.2014. Luettu 15.1.2015.

65 Runkle, George. 2011. Verkkodokumentti. Runkle Consulting Inc. Beware of Con Artists in Container Housing. <http://www.runkleconsulting.com/2011/12/02/beware-of-con-artists/> . 2.12.2011. Luettu 10.4.2015.

66 Schneider, Steven. How to Build a Shipping Container Cabin. Verkkodokumentti. <http://www.tincancabin.com/how-to-build/> . Luettu 10.4.2015.

67 MEKA Container Häus. Verkkodokumentti. Container haus. <http://containerhaus.org/container-haus/meka-container-haus/> . Luettu 2015.

68 Rundell, Hanna. 2012. Containerboende ett alternativ för studerande. Verkkodokumentti. Hufvudstadsbladet. <http://hbl.fi/nyheter/2012-10-04/containerboende-ett-alternativ-studerande> . 4.10.2012. Luettu 15.1.2015.

69 Schneider, Steven. 2010. The Floor Dilemma. Verkkodokumentti. <http://www.tincancabin.com/2010/09/the-floor-dilemma/> . 2.9.2010. Luettu 15.1.2015.

70 Schneider, Steven. 2010. Frequently Asked Questions. Verkkodokumentti. <http://www.tincancabin.com/faq/> . Luettu 10.4.2015.

71 Suomen Rakentamismääräyskokoelma E1. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. Määräys 10.3.1. Verkkodokumentti. Finlex. http://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf . 6.4.2011. Luettu 10.4.2015.

72 Tornensis, Per-Henrik. 2012. Pientalon kustannusarvio ja yleisaikataulu. Verkkodokumentti. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. <http://theseus.fi/handle/10024/41085> . 18.4.2012. Luettu 10.4.2015.