



Elias Sarin

KELLUVA RAKENTAMINEN JA ARKKITEHTUURI

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusarkkitehti AMK

Rakennusarkkitehtuuri

Opinnäytetyö

6.5.2021

Tiivistelmä

Tekijä: Elias Sarin

Sivumäärä: 32

Otsikko: Kelluva rakentaminen ja arkkitehtuuri

Aika: 6.5.2021

Tutkinto: Rakennusarkkitehti (AMK)

Tutkinto-ohjelma: Rakennusarkkitehtuuri

Ammatillinen pääaine: Rakennusarkkitehtuuri

Ohjaajat: Lehtori, Jorma Lehtinen
Lehtori, Janne Järvinen

Tämä tutkimus loi katsauksen kelluvan rakentamisen ja arkkitehtuurin ominaispiirteisiin, sekä tuotti johtopäätöksiä kelluvan rakentamistavan sopivuudesta ja käyttömahdollisuuksista Suomessa. Tavoitteena oli, että tutkielman valmistuttua tekijällä olisi selkeä käsitys rakennussuunnittelun mahdollisuuksista kelluvan rakentamisen saralla, sekä ymmärrys sen haasteista.

Tutkimus alkoi tutustumalla erilaisiin olemassa oleviin kelluviin rakennuksiin ja keräämällä lähdeaineistoa internetistä, sekä kirjallisuudesta. Yhteydenotot alan toimijoihin eivät tämän työn osalta tuottaneet tuloksia. Tutkielman muodostamisen yhtenä suurena haasteena oli luotettavien tietolähteiden löytäminen.

Tutkielman tuloksena syntyi tietoa kelluvan rakentamisen tilasta nykypäivänä, sekä sen historiasta. Tuloksena syntyi myös laaja käsitys kelluvasta arkkitehtuurista, typologiasta ja rakenteellisesti arkkitehtisuunnittelijalle oleellisista seikoista.

Koska kelluva rakentaminen ei ole Suomessa vielä yleistynyt laajalti, ei sitä koskevaa ohjeaineistoa ole helposti löydettävissä. Tässä työssä esitetyt johtopäätökset pyrkivät selkeyttämään arkkitehtisuunnittelijan tehtäviä, kun kyseessä on kelluvan rakennuksen suunnittelu Suomessa.

Abstract

Author: Elias Sarin

Number of pages: 32

Title: Floating construction and architecture

Date: 6.5.2021

Degree: Bachelor of Construction Architecture

Degree programme: Construction Architecture Bachelor of Engineering

Specialisation option: Construction Architecture

Instructors: Jorma Lehtinen, Lecturer, Metropolia University of Applied Sciences

Janne Järvinen, Lecturer, Metropolia University of Applied Sciences

This examination reviewed characteristics of floating construction settlements and architecture. It also produced conclusions about floating constructions suitability and usefulness in Finnish environment. The examination aimed for clear knowledge of floating construction planning, and awareness of the challenges.

The investigation started with taking a closer look at the existing floating buildings and searching for information from internet and literature. Communication with people of professional field did not promote this examination. One of the biggest challenges in this work was the lack of useful sources of information.

As the result of this examination, accumulated a knowledge of the state of floating construction today as well as the history of it. The examination gathered up information about floating architecture, typology, and the structural side of things, that an architect should know when designing floating buildings.

Floating construction is not yet very general in Finland which is why there is no public guidance material about it. The conclusions shown in this examination are made for clarifying architects work when designing floating buildings in Finland.

Sisällys:

1 Johdanto	1
2 Työn rajaus ja tavoitteet	1
3 Kelluva rakentaminen maailmalla	2
3.1 Iljburg, Hollanti	4
3.2 Urban rigger, Tanska	5
3.3 Seoul floating islands, Etelä-Korea	6
4 Kelluva rakentaminen Suomessa	7
4.1 Nykytilanne	7
4.2 Tulevaisuuden näkymät	7
4.3 Villa Helmi, Espoo	8
4.4 Meripaviljonki, Helsinki	9
4.5 Arctica Headquarters, Helsinki	10
5 Arkkitehtoninen näkökulma	11
5.1 Typologia	11
5.1.1 Asuntolaiva vai kelluva talo?	11
5.1.2 Amfibinen rakennus	11
5.1.3 Saunalautta	12
5.1.4 Paalutalo	12
5.2 Kelluva pientaloarkkitehtuuri	13
5.2.1 Mittakaava ja massat	13
5.2.2 Tilasuunnittelu	13
5.2.3 Ulkoasu	14
5.2.4 Materiaalit	15
5.2.4 Vesi asuinympäristönä	15
5.5 Vaikutus kaupunkirakenteeseen	17
6 Ympäristövaikutukset	18
7 Rakenteelliset lähtökohdat.....	20
7.1 Taloponttonit	20

7.1.1 Ponttonien mitoitus ja stabilointi	21
7.1.2 Ponttonimallit	21
7.1.3 Ankkurointi	22
7.2 Rakentamisen erityispiirteet	23
7.3 Rakennuksen sijoitus.....	23
7.4 Huoltotoimet	24
7.5 Paloturvallisuus ja pelastustiet	24
8 Johtopäätökset	25
8.1 Kelluvan rakentamisen rooli ja mahdollisuudet Suomessa	25
8.1.1 Asuinrakentaminen	25
8.1.2 Julkiset rakennukset	26
9 Lähteet	27
9.1 Tekstilähteet	27
9.2 Kuvalliset.....	30

1 Johdanto

Tutkielman aihe on lähtöisin monista kysymyksistä, joita tekijälle alkoi herätä jo ennen rakennusarkkitehtipintojen alkamista, ja joita on sittemmin ilmennyt yhä lisää. Oman saunalautan suunnitteleminen ja rakentaminen on kiinnostanut siitä lähtien, kun sellainen on ensimmäisen kerran jossain tullut vastaan. Helsingin Hakaniemenrantaan rakennettiin kesällä 2018 baarin ja saunalautan yhdistävä kompleksi, joka käsitti rantaviivaan rajoittuvan maalle perustetun baarin ja siihen liittyvän kelluvan saunalautan, jossa oli näyttävä kattoterassi. Rakennelma ei kuitenkaan koristanut rantaviivaa kauaa, sillä Helsingin kaupunki irtisanoi sen vuokrasopimuksen syksyllä 2019. (Vehkasalo 2019) Tämä kasvatti osaltaan inspiraatiota kelluvien rakennusten suunnitteluun, ja herätti kysymyksiä muun muassa vastaavanlaisen konseptin luvanvaraisuudesta.

Entä sitten asuminen veden päällä? Suomessa asuinkeskittymiä rakennetaan kaupunkien ympärille, sekä keskusta-alueita tiivistetään täydennysrakentamisella. Ilmaston lämpeneminen aiheuttaa kiihtyvää globaalia meren pinnan nousua, joka voi koitua haasteeksi rannikkokaupungeille. Meren pinnan arvioidaan nousevan noin 65 cm vuoteen 2100 mennessä. Toisaalta Suomessa maan kohoaminen vaikuttaa ilmiöön siten, että rannikkomme eivät todennäköisesti tule juurikaan muuttumaan. (Folger 2013) Kelluvilla asumisratkaisuilla on varmasti potentiaalia alueilla, joissa ilmastonmuutos on jo välitön uhka. Suomessa taas asumisen sijoittaminen turvallisille vesialueille voisi vastata ainakin joihinkin kaupunkiemme tilankäyttöisiin ongelmiin.

Kelluva rakentaminen ei ole varsinkaan asumismuotona vielä kovin vaikuttava trendi Suomessa, mutta ilmiö alkaa vähitellen yleistyä. Esimerkiksi Hollantia, jossa kelluvia asuinalueita on jo useita, voidaan pitää jonkinlaisena alan pioneerimaana. Tämä tutkielma arvioi kelluvan rakentamisen mahdollisuuksia Suomessa, jossa neljä vuoden aikaa rasittavat maata vaihtelevin sääolosuhtein.

2 Työn rajaus ja tavoitteet

Opinnäytetyössä esitetään nimensä mukaisesti tekijän oppineisuus ammattialallaan. Tämä työ on rakennusarkkitehtuurin koulutusalaan pohjautuva tutkielma. Työssä syvennytään siis kelluvan rakentamisen arkkitehtonisiin ominaispiirteisiin. Lisäksi tutkielman aihetta rajataan keskittymällä tutkimaan kelluvaa rakentamista pääosin Suomen olosuhteiden näkökulmasta. Ulkomaisiin kohteisiin viitataan tekstissä vertailukohtien hakemiseksi. Keskeiset rakenteelliset seikat ja rakentamisen menetelmät esitetään siltä osin, kun on kokonaiskäsityksen kannalta oleellista.

Tutkielma pyrkii johtopäätöksiin siitä, millaisia ovat kelluvat suunnitteluratkaisut, millaista on kelluva arkkitehtuuri ja millaista lisäarvoa se voi tuoda suomalaiseen kaupunkikuvaan. Tavoitteena on myös vertailla hyötyjä ja haittoja totuttujen rakennustapojen kanssa.

3 Kelluva rakentaminen maailmalla

Kelluvia rakennuksia ja asumuksia on esiintynyt ympäri maailmaa eri aikakausina ja eri kulttuureissa, vaikka nykyisen länsimaisen asumisen standardit täyttävä kelluva talo onkin melko uusi ilmiö. Hyvin pieni osa maapallon väestöstä on asunut veden päällä jo tuhansia vuosia. Näissä tapauksissa kelluvaan asumisratkaisuun on usein johtanut jonkin elinkeinon harjoittaminen, kuten kalastus tai kaupankäynti vesiteitse. Esimerkkejä jo pitkään vallinneista ja elinkeinolähtöisistä kelluvista asumisratkaisuista ovat muun muassa Kaukoidän ja Polynesian kalastajakylät (kuva1). Myös köyhyys ja ilmastosta johtuvat olosuhteet ovat aikaansaaneet kelluvaa rakentamista maailmalla. Kelluvaa rakentamista on syntynyt taloudellisista pakotteista esimerkiksi vähäisen ja siksi kalliin tonttimaan takia, tai huonosta maaperästä johtuen. (Feeney 2012)



Kuva 1: Vietnamilainen kalastajakylä (halonghub.com 2020)

Yhdysvaltain Seattlessa tukin uittajat ovat rakentaneet nukkumasuojia tukkilastiensa päälle ja näin taittaneet uittomatkaa. Myöhemmin Seattlen rannikot ovat täyttyneet kelluvista asuinalueista, joissa voi nähdä erilaista rakentamista aivan laidasta laitaan. Nämä asuinalueet vetävät puoleensa tietynlaisia ihmisiä, ja muodostavat uniikkeja yhteisöjä. (CNN Business 2018)

Joissain pienissä saarivaltioissa, kuten Singaporessa, on yritetty laajentaa rannikkoalueita tiivistyvän kaupungin tieltä kaatamalla hiekkaa, multaa ja soraa rantojen jatkeeksi, mikä sekin on auttamatta rajallinen keino meren syvetessä. Singaporen kansallisen yliopiston mukaan rannan

laajentamismahdollisuus tällä tavoin on n. 20 metriä. Rantamaa on monin paikoin murenevaa, eivätkä maan täyttö ja paaluttaminen ole halpaa. Samasta syystä kysyntää kelluville ratkaisuille on myös Englannissa. (Ranatanen 2020)

Nykypäivänä kelluva rakentaminen on alkanut nousta suosioon vauraimmillakin alueilla, ja se nähdään monissa osissa maailmaa ratkaisuna ilmastonmuutoksesta johtuvalle meren pinnan nousemiselle. Nykyiset viemäröinnin ja talotekniikan menetelmät mahdollistavat korkealaatuisen asumisen veden päällä, mikä on herättänyt kiinnostusta tiivistyvissä suurkaupungeissa. (Ranatanen 2020) Kelluvan asumismuodon ja arkkitehtuurin imago on hiljalleen muuttunut köyhän väen boheemista asuntolaiva-asumisesta tyylikkääksi ja positiivisesti erottuvaksi asumismuodoksi. Tämä näkyy arkkitehtuurissa moderneina luksusvarusteltuina villoina ympäri maailmaa.

Hollannissa, jonka pinta-alasta noin puolet on meren pinnan alapuolella, on aina jouduttu soveltamaan asumista, elämistä ja esimerkiksi maanviljelyä tulvivan veden varalta. Hollantilaisen Maas -joen varrella sijaitsevaan Maasbommeliin on rakennettu vuodesta 2005 alkaen hybriditaloja, joiden perustukset sallivat koko rakennuksen nousemisen tulvivan veden pinnan mukana. (Ranatanen 2020) Amsterdamissa kelluvat asuinalueet ovat saaneet alkunsa laiva- ja satamatyöläisten asuttamista asuntoveneistä kehittyen pikkuhiljaa arkkitehtuuriltaan monimuotoisiksi ja omaperäisiksi asuinympäristöiksi. (Dirksen 2018)

Hollantilaista kelluvaa rakennussuunnittelua tuo koko maailman tietoisuuteen alan visionääri Koen Olthuis. Hän luennoi aiheista, esimerkiksi kaupunkien muunneltavuus kelluvien ratkaisujen avulla. Olthuisin perustama arkkitehtitoimisto Waterstudio suunnittelee kelluvia rakennuksia ympäri maailmaa yli kymmenen vuoden kokemuksella. Waterstudio on toteuttanut kelluvien talojen lisäksi muun muassa tulvaisille slummialueille tarkoitettuja kelluvia rahtikonttiraikaisuja, jotka toimivat esimerkiksi opetus- tai hygienian huoltotiloina. Suurimpia Koen Olthuisin tulevaisuuden visioita edustaa hänen suunnitelmansa kelluvasta risteilijäsattamasta. (Olthuis 2012)

Japanilainen rakennusyritys Shimizu on esitellyt luonnoksia kelluvista kaupungeista (kuva 2). Suunnitelmassa kaupunki on useista kelluvista saarista koostuva vesikasvia imitoiva muodostelma, jossa yhden saaren halkaisija voi olla jopa kilometrin. Vesikasvin kukintoa muistuttavat tornit ovat korkeudeltaan jopa kilometrin, ja niiden runkoa kiertävät pystyviljelmät. Yhden saaren on tarkoitus asuttaa 10 000 ihmistä, ja koko saarimuodostelmaa voitaisiin pitää miljoonakaupunkina. (Ranatanen 2020)



Kuva 2: Shimizun Luonnos kelluvasta kaupungista (asiagreenbuildings.com 2016)

3.1 Ijburg, Hollanti



Kuva 3: Kelluva asuinalue, Amsterdam (rohmer.nl)

- Suunnittelija: Marlies Rohmer Architecture & Urbanism
- Suunnittelu alkoi: 2001
- Valmistumisvuosi: 2011
- Pinta-ala: 10 625 m²

Amsterdamin Ijburgissa sijaitsee Euroopan suurin kelluva asuinalue, joka käsittää kaikkiaan 158 asuntoa, joista kelluvia erillispientaloja on 55. Waterbuurt – west on yleisilmeeltään urbaani, ja sen arkkitehtuuri on selkeää ja yhdenmukaista (Kuva 3). Tilaajalla on ollut mahdollisuus kustomoida asuntonsa pohjaratkaisuja ja esimerkiksi kattoterassin paikkaa jonkin verran. Rakennusten väliset julkisivut ovat yksityisyyden säilyttämiseksi pääosin aukottomia, kun taas etu- ja takajulkisivut ovat paljolti lasia, jota kiertää metallipintaiset muovilistat. Rakennukset perustetaan betonisen ”ammeen” päälle, jolloin alimman kerroksen korkeusasema on hieman veden pinnan alapuolella. Näin painopiste saadaan alemmaksi, ja rakennus pysyy vakaampana. Veden pinnan yläpuoliset rakennusosat ovat puurunkoisia. (rohmer.nl) Ijburgin kelluvat talot ovat esimerkki arkkitehtonisesti yhtenäisestä asuinalueesta, ja on valittu tähän opinnäytetyöhön tarkastelukohteeksi omaleimaisuutensa vuoksi.

3.2 Urban Rigger, Tanska



Kuva 4: Urban rigger, Tanska (Danfoss 2017)

- Suunnittelija: Bjarke Ingels Group (BIG)
- Valmistumisvuosi: 2016
- Pinta-ala: 680 m²

Urban Rigger on suunniteltu vastaukseksi opiskelija-asuntojen vähäiseen saatavuuteen Kööpenhaminassa. ([archdaily.com/ Urban Rigger](http://archdaily.com/UrbanRigger)) Betoniponttonin päälle on kasattu 9 rahtikonttia, jotka pitävät sisällään yhteensä 12 opiskelija-asuntoa. (Kuvat 4 ja 5) Konttimuodostelman keskelle muodostuu sisäpiha, joka luo mahdollisuuden yhteisölliselle asumiselle. Urban Rigger hyödyntää Kööpenhaminan satamaa, jonka käyttöaste on ollut matala. Samalla se pitää opiskelijat lähellä kaupungin keskustaa, ja tarjoaa omaperäisen kodin sekä maisemat. (Danfoss 2017)



Kuva 5: Urban Rigger, Tanska
(stirlworld.com)

3.3 Seoul Floating Islands, Etelä-Korea



Kuva 6: Kelluva kulttuurikeskus Etelä-Koreassa (archdaily.com 2012)

- Suunnittelija: Haeahn Architecture & H Architecture
- Valmistumisvuosi: 2011
- Pinta-ala: 9995 m²

Seoul on yksi maailman tiheimmin asutetuista kaupungeista. Tilaa kulttuurille ja virkistyskäytölle on niukasti, mutta sitä on pyritty järjestämään käyttämättömiksi jääneille kaupunkialueille. Kaupungin jakaa kahtia Han joki, jonka asema kaupungin uudistamishankkeissa on ollut merkittävä. Paikallinen Haeahn Architecture ja New Yorkilainen H Architecture voittivat yhteistyön tuloksena suunnittelukilpailun joelle rakennettavista kelluvista saarista (kuva 6), joista tuli sittemmin Seoulin kulttuurillinen ylpeys. (archdaily.com/ Seoul Floating Islands)

Kolmen saaren kokonaisuuden arkkitehtoninen idea on kukkaan puhkeamisen vaiheet. Pienin rakennuksista (Terra) kuvastaa siementä, keskimmäinen (Viva) versoa ja suurin (Vista) täyttä kukintaa. Eri saarille on mahdollistettu erilaisia toimintoja. Terra tarjoaa tilat vesiuurheilulle ja vapaa-ajan aktiviteeteille. Sillä on myös kattopuutarha, kerhohuone ja jokeen laskevat vesiliukumäet. Viva -saarella järjestetään näyttelyitä ja viihdealan tapahtumia, ja sieltä löytyy myös baari tanssilattoineen. Suurin saarista nimeltään Vista sisältää 700 hengen monitoimihallin, jossa järjestetään kaikkea urheilutapahtumista festivaaleihin. (archdaily.com/ Seoul Floating Islands)

Materiaalien käyttö eri rakennuksissa riippuu siitä, mitä kukintovaihetta se ideallisesti kuvastaa. Rakenteissa on käytetty lasia, puuta ja terästä. Yhteisenä tekijänä kaikilla saarilla ovat värikkäät ledivalot ja valoprojektiot julkisivuissa. Saaret on perustettu ponttonien päälle, jotka on ankkuroitu pohjaan. Ankkurointitekniikka mahdollistaa veden pinnan korkeusvaihtelut. (archdaily.com Seoul Floating Islands)

4 Kelluva rakentaminen Suomessa

Suomessa kelluvalla rakentamisella ei ole perinteitä, eikä sitä ole historian saatossa esiintynyt alueilla, joissa jäätyvä vesistö olisi tuottanut haasteita rakenteille. Suomi on maana varsin harvaan asuttu, eikä siitäkään syystä täällä ole ollut pakotteita luoda kelluvia ratkaisuja. Suomalaisten pääasiallisena elinkeinona on ajan saatossa ollut maanviljely ja metsätalous, eli kelluvasta rakentamisesta ei olisi ollut hyötyä siltäkään saralla. Asumismuotona veden päälle rakentaminen on saattanut myös herättää ennakkoluuloja, ja se on voitu yhdistää rappiolliseen ja boheemiin elämäntapaan. (Mansikka 2005)

4.1 Nykytilanne

Tänä päivänäkään kelluva rakentaminen ei ole Suomessa kovin yleistä, mutta esimerkkikohteita on muutamia. Vakituisen asumisen käytössä ei kelluvia taloja juuri ole. Joitain kelluvia villoja on toteutettu, mutta nekin ovat vuokrattavissa edustus- ja virkistystiloiksi tai lomailukäyttöön. Alaan erikoistuneita yrityksiä ovat ainakin suomalaiset Bluet ja Marinetek, jotka toteuttavat myös kansainvälisiä hankkeita. (Ohtamaa 2016) Suomessa julkisia kelluvia rakennuksia ovat kelluvat uimalat, ravintolat ja terassit, sekä esimerkiksi Korkeasaaren eläintarhassa sijaitseva norppa-allas. Kelluvien asuinalueiden hankkeitakin on Suomessa pyöritetty kaavatasolla jo pitkään, mutta konkreettisia toteutuksia ei olla vielä nähty. (bluet.fi) (marinetek.fi)

4.2 Tulevaisuuden näkymät

Kelluvia asuinalueita on kaavoitettu Turkuun, Helsinkiin ja Loviisaan. Loviisassa talot tulevat edustamaan townhouse -tyyppiä ja niiden on määrä valmistua vuoden 2023 asuntomessuille. (Rakennusmaailma 2021) Myös Turun Lauttarannan kelluvien talojen on tarkoitus valmistua pian. Aluetta toteuttava Bluet Oy arvioi nettisivuillaan talojen valmistuvan vuonna 2021. Helsingissä sijaitsevan kelluvan uimalan Allas seapoolin kaltainen uimalakonsepti vaikuttaisi olevan yleistymässä kovaa vauhtia. Vastaavanlaisia altaita on suunnitteilla ainakin Turkuun, Kuopioon ja Ouluun (kuva 7). (bluet.fi)



Kuva 7:
Arkkitehtitoimisto
OOPEAA:n
kilpailuehdotus Oulun
Allas seapoolista
(OOPEAA.com 2021)

4.3 Villa Helmi, Espoo



Kuva 8: Villa Helmi (marinahousing.fi)

- Suunnittelija: Bluet Oy
- Valmistumisvuosi: 2007
- Pinta-ala: 80m²

Espoon Keilalahden Newport -satamassa sijaitseva Villa Helmi (kuva 8) on valittu tähän työhön esimerkiksi suomalaisesta kelluvasta pientalorakentamisesta. Se suunniteltiin alun perin prototyyppiä kelluvasta asuintalosta. Villa Helmi on rakennettu tilamoduuleista, jotka on tehty kevyistä onttoja kennoja sisältävistä metallielementeistä. Sitä on käytetty toimistona, kokoustilana, asuntona, klubitalona ja juhlatilana. (bluet.fi)

4.4 Meripaviljonki, Helsinki



Kuva 9: Meripaviljonki (graniittiravintolat.fi 2016)

- Suunnittelija: Arkkitehtitoimisto Freese Oy
- Valmistumisvuosi: 2015
- Asiakaspaiikkoja: 200
- Pinta-ala: 400m²

Meripaviljonki oli valmistuessaan Suomen ensimmäinen yleisölle avoin kelluva rakennus (kuva 9). Kyseessä on Helsingin Säästöpankinrantaan sijoittuva teräsrakenteinen näköalaravintola, joka on ympärivuotisessa käytössä. (freese.fi)

Rakennus on uniikki esimerkki innovatiivisesta suunnittelusta veden päälle, ja siksi tarkastelun kohteena tässä tutkielmassa. Suunnittelussa käytettiin ratkaisuja, joille ei ollut aikaisempia esikuvia. Talotekniikka on piilotettu rakenteisiin, eikä sisäänpäin kuperalle vesikatolle tule yhtäkään läpivientiä. Meripaviljongin julkisivuista neljäsosa on kuparia, ja loput lasia, jonka tukirakenteet on jätetty ulkopuolelle arkkitehtoniseksi aiheeksi. (freese.fi) Pohjaan on ankkuroitu aisarakenne, joka mahdollistaa rakennuksen vertikaalisen liikkumisen merenpinnan mukana -0.9 metristä $+2.5$ metriin. Aisarakenne kiinnittyy rakennuksen ponttoniin, ja sallii jouston betonisen ankkuroinnin ja rakennuksen välillä. (A-Insinöörit) Bluet Oy suunnitteli ravintolalle kelluvan 200m² kokoisen terassin vuonna 2019. Jäärasitukset on tässä tapauksessa ehkäisty pitämällä ympäröivä vesistö sulana vesipumpuilla. (A-Insinöörit)

4.5 Arctia Headquarters, Helsinki



Kuva 10: Arctia headquarters (designboom.com 2014)

- Suunnittelija: K2S Architects
- Valmistumisvuosi: 2013
- Pinta-ala: 1250 m²

Arctia Shipping Oy on Suomen valtion omistama jäänmurtajayhtiö, ja Arctia headquarters sen toiminnalle suunniteltu pääkonttori (kuva 10). Se sijaitsee Helsingin Katajanokan satama-alueella lähellä suuria jäänmurtaja-aluksia. Rakennuksen laivamainen massa ja metallipaneeleista koostuva julkisivu viittaa ympäröiviin aluksiin, ja sen sisäpuolista muotoon taivutettua puuverhousta voidaan pitää referointina vanhanaikaisesta laivarakentamisesta. Muihin suomalaisiin kelluviin rakennuksiin nähden poikkeavaa tässä kohteessa on sen vedellä toimiva tasapainotusjärjestelmä. Järjestelmä pitää rakennuksen koko ajan samalla tasalla veden pinnan korkeusvaihteluista huolimatta, jolloin kulkusillat ja sisäänkäynti pysyvät samalla tasalla yhdyslaiturin kanssa. (re-thinkingthefuture.com)

5 Arkkitehtoninen näkökulma

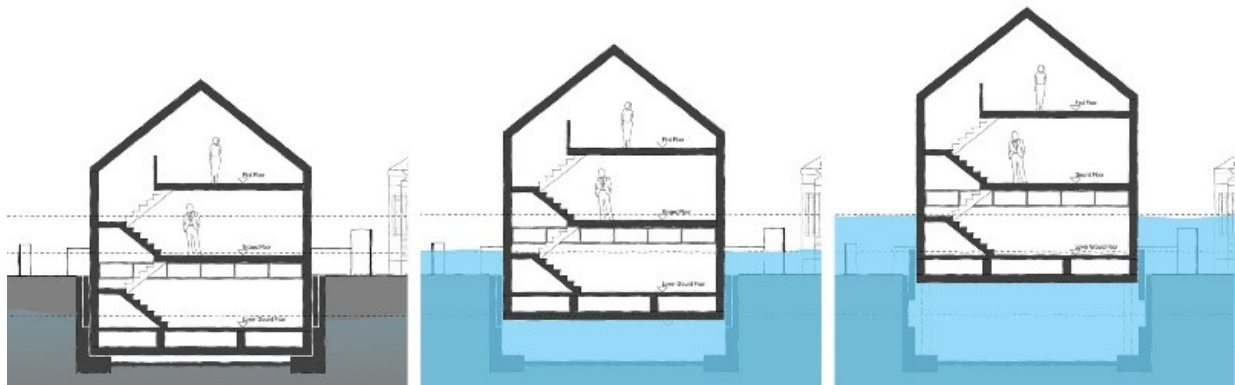
5.1 Typologia

5.1.1 Asuntolaiva vai kelluva talo?

Kelluvat asumisratkaisut voidaan jakaa asuntolaivoihin ja kelluviin taloihin. Näitä käsitteitä käytetään usein ristiin, sillä konseptit voivat olla hyvin samankaltaisia. Juridisesti nämä kaksi termiä ovat kuitenkin erillään toisistaan. Asuntolaiva voi olla kelluva talo, mutta kelluva talo ei välttämättä ole asuntolaiva. Asuntolaiva on siis laiva, joka on muutettu, tai rakennettu alun perin asumiskäyttöön. Se on liikutettavissa omalla moottorilla tai hinaten, kun taas kelluva talo on paikalleen ankkuroitu ja arkkitehtuuriltaan talomaisempi ratkaisu. Sitä ei ole tarkoitettu liikutettavaksi, vaikka sen siirtäminen vesiteitse onkin mahdollista. Kelluvaa taloa käsitellään kaavoituksessa ja suunnittelussa lähestulkoon kuten maalle perustettua taloa. Se kiinnitetään kunnalliseen vesi- ja viemäriverkkoon, ja sen tulee täyttää normaalit palo-, esteettömyys- ja pelastustiemääräykset. Asuntolaiva-alueita voidaan käsitellä enemmänkin venesatamia vastaavina alueina, joissa on vesi- ja sähköpisteet. Asuntolaivoissa on veneiden tapaan vesi ja septitankit, ja jätehuolto järjestetään laiturin läheisyydessä olevalla jätesäiliöllä. Asuntolaiva- ja kelluva asuminen on Suomessa sen verran uusi ilmiö, että selkeää ja yksiselitteistä lainsäädäntöä sen tiimoilta ei vielä ole. (Selvitys Helsingin asuntolaivapaikoista 2013)

5.1.2 Amfibinen rakennus

Amfibitalot, joita kutsutaan myös hybriditaloiksi, voivat sijaita veden päällä tai kuivalla maalla. Talot perustetaan paaluille, jotka sallivat rakennuksen nousun ja laskun (kuva 11). Kuivalla maalla rakennus lepää maanvaraisten anturien päällä, ja paalut jäävät seinärakenteiden sisään. Amfibitaloja sijaitsee muun muassa Hollannissa, jossa tulvat ja veden pinnan korkeusvaihtelut ovat yleisiä. Rakennusta suunnitellessa sen tasapainoisuus on huomioitava, jotta se pysyy stabiilina kelluessaankin. Vesi- ja viemäri-liitännät on suunniteltava joustaviksi, jotta ne sallivat rakennuksen nousun ja laskun. (Lintukangas 2014)



Kuva 11: Amfibisen rakennuksen periaate (baca.uk.com)

5.1.2 Saunalautta

Saunalautan juridinen määritelmä on erittäin häilyvä, ja sen luvanvaraisuus on ollut kiisteltyä esimerkiksi jätevesien käsittelyn takia. Yleisesti saunalautta on ponttoneilla kelluva saunarakennus, jonka yhteydessä on usein terassi, ja joka liikkuu moottorin avulla (kuva 12). Saunalautta on rekisteröitävä vesikulkuneuvoksi, jos sen moottoriteho on vähintään 15kW ja/tai rungon mitta ylittää 5,5m. Kelluva sauna, jota ei ole tarkoitettu liikutettavaksi, vaatii rakennusluvan siinä missä tavallinenkin sauna. Toisaalta jos vesikulkuneuvoksi rekisteröityä saunaa kelluttaa rannassa pitkään, voidaan sekin tulkita kiinteäksi rakennukseksi. (traficom.fi 2021)



Kuva 12. Minimaalinen saunalautta (ripavi.fi 2019)

5.1.3 Paalutalo

Paalutalo ei varsinaisesti ole kelluva talo, mutta se voidaan rakentaa veden päälle tai jonkin vesistön rannalle niin, että se sallii veden tulvimisen. Paalutalo on esihistoriallinen rakennustyyppi, jossa talo rakennetaan korkeiden paalujen päälle (kuva 13). Menetelmän on ajateltu toimivan suojana veden pinnan nousulta ja petoeläimiltä. Esimerkkejä paalutaloista löytyy aasialaisista kalastaja kylistä, sekä Alpeilta. Vanhimpien paalutalojen arvellaan olevan peräisin pronssikaudelta. (Sastrawati 2009)



Kuva 13: Paalutaloja Myanmarissa (westend61.de)

5.2 Kelluva pientaloarkkitehtuuri

Mitä arkkitehtuuri itseisassa on? Tähän kysymykseen on palattu rakennusarkkitehdin opintojen aikana useita kertoja. Jos arkkitehtuurin ajatellaan olevan tilallisesti ja esteettisesti arvokkaan ympäristön luomista rakennussuunnittelun keinoin, niin mitkä ovat kelluvan rakennuksen ominaisuudet ja mahdollisuudet arkkitehtonisen ympäristön luomisessa? Tässä kappaleessa esitetyt asiat ovat tekijän omia huomioita, jotka ovat syntyneet kelluvia rakennuksia tutkittaessa.

5.2.1 Mittakaava ja massat

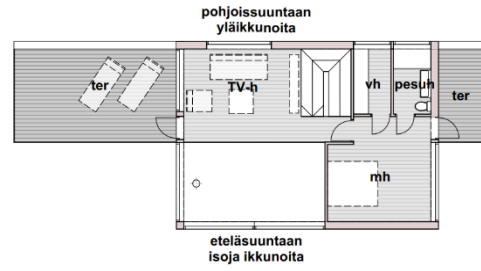
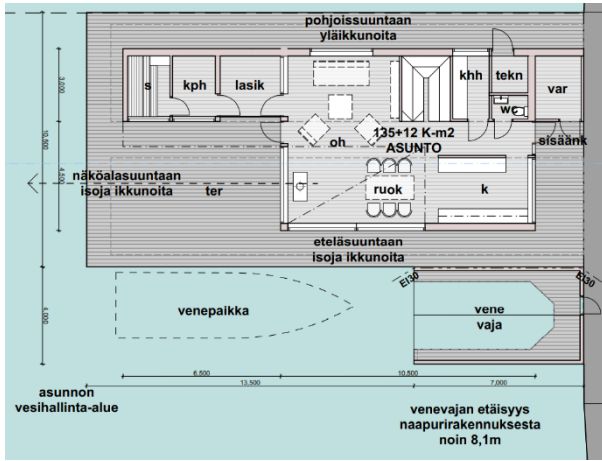
Kelluvat pientalot ovat usein mittakaavaltaan pieniä ja massaltaan noppamaisia (kuva 14). Noppamainen massa helpottaa rakennuksen rakenteellista suunnittelua varsinkin sen vakauden osalta, ja on siksi yleinen malli. Kelluvia taloja ei yleensä rakenneta niille varatulla sijoituspaikalla, vaan ne tehdään valmiiksi muualla. Yleistä on, että rakennukset kootaan tilamoduuleista, joita voidaan joutua kuljettamaan teitä pitkin asennuspaikalleen. (Bluet rakennustapaohje 2020, Loviisanlahti) Tällöin maantiekuljetuksen rajoitukset vaikuttavat moduulien kokoon ja sitä kautta rakennuksen kokosuhteisiin. Riippuu siis rakennuksen kokoamispaikan koosta ja kuljettamisen resursseista millaisen mittakaavan rakennuksia suunnitellaan. Pieni mittakaava voi olla myös osa kelluvan asumisen identiteettiä, ja juontaa juurensa asumismuodon historiaan vaatimattomana asuntolaiva-asumisena, jossa liikatilaa on karsittu pois.



Kuva 14: Helsingin Verkkosaareen luonnosteltuja kelluvia pientaloja esimerkkinä tyyppillisestä mittakaavasta. (emessukeskus.fi 2019)

5.2.2 Tilasuunnittelu

Pienestä mittakaavasta johtuen kelluvat pientalot sisältävät usein kompakteja tilaratkaisuja, ja innovatiivista kalustamista. Toisaalta nykypäivänä asumismuodon yleistyessä maailmalla aletaan jo päästä eteenpäin ahtaista tiloista kohti väljempiä ratkaisuja. Kelluvien talojen tilasuunnittelussa luonnon valon tuominen sisälle on helpommin järjestettävissä, kuin maalle perustettavan talon suunnittelussa, jolloin varjostavina tekijöinä voivat olla erilaiset maaston muodot ja puut. Kelluvat asuinalueet saattavat olla tiiviitä, mutta ne voidaan suunnitella siten, että neljästä ilmansuunnasta



Kuva 15: Pohjapiirustuksia Loviisaan suunnitelluista taloista. Vasen 1.kerros. Oikea 2.kerros (Bluet rakennustapaohje2020, Loviisanlahti)

vähintään kaksi jää vapaaksi maisemille. Tämän lisäksi kattoikkunoilla voidaan saada valoa sisätiloihin paremmin ja ajallisesti pidempään, kuin esimerkiksi metsän lähetyvillä sijaitsevassa talossa. Kelluvat pientalot ovat useimmiten 1-2 kerroksisia ja niihin on mahdollista toteuttaa vedenalain kellari. Tällöin kellari itsessään toimii ikään kuin ilmaa sisältävänä ponttonina, ja sinne voidaan sijoittaa esimerkiksi vedenalaisia ikkunoita. Vedenalaisen ikkunan suunnittelun mielekkyyttä on kuitenkin syytä harkita kyseessä olevan vesistön sameuden perusteella, eikä sitä luonnollisesti voida toteuttaa kovin matalassa vedessä. (Bluet rakennustapaohje 2020, Loviisanlahti)

Tutustumalla suomalaisiin valmiisiin ja kaavoitusvaiheessa oleviin kelluviin taloihin (kuva 15), voidaan huomata, että tyyppillisesti makuuhuoneet sekä kodinhoito- ja saniteetitilat sijoittuvat kompaktiksi tilaryhmäksi. Näin avoimille oleskelu- ja ruokailutiloille on käytettävissä enemmän neliöitä. Avoimet tilat sijoitetaan niin, että parhaat mahdolliset maisemat ja valon saanti on huomioitu. Persoonallisuutta taloihin voidaan lisätä ulos työntyvillä tai sisään vedetyillä terasseilla ja parvekkeilla, sekä kattoterasseilla. (Bluet rakennustapaohje 2020, Loviisanlahti) Täydentävinä rakenteina suunnitellaan usein ainakin talokohtainen venepaikka. Tällä hetkellä Suomeen kaavoitetuilla kelluvilla asuinalueilla rakennusalat ovat pieniä. Turkuun suunniteltavien talojen enimmäiskerrosalat ovat noin 100 k-m², ja Helsinkiin suunniteltavien noin 130 k-m². Tilasuunnittelussa on huomioitava esteettömyys- ja palomääräykset, sekä hätäpoistumisteitä koskevat määräykset, kuten maalle suunniteltaessakin. (Helsingin Kaupunki, Asemakaavaosasto 2015)

5.2.3 Ulkoasu

Kelluvien talojen arkkitehtuurissa toistuu moderni ilme ja muotokieli. (Bluet.fi) Yleistä on ainakin yksi iso ikkunajulkisivu. Erilaiset terassit ja kattoterassit ovat myös tyyppisiä ratkaisuja, kun näkymiä on mahdollista avata useisiin eri ilmansuuntiin. Monissa hollantilaisissa kelluvissa pientaloissa on nähtävissä myös kattopuutarhoja. (Al Jazeera English 2015) Luonnonläheisyys ja merellisyys ovat teemoja, joita suositaan kelluvien talojen ulkoasussa. Ulkoisen arkkitehtuurin yhtenäisyys kelluvilla asuinalueilla vaihtelee paikoittain. Esimerkiksi Hollannissa IJburgin kelluva asuinalue edustaa harkittua yhdenmukaista ilmettä, kun taas Seattlen kelluvissa kommuuneissa jokainen talo voi olla täysin uniikki. (CNN Business 2018) Suomessa kelluva rakentaminen on vielä uutta, eikä valmiita tarkasteltavia kohteita ole montaa. Tällä hetkellä Suomessa kaavoitusvaiheessa olevat kelluvat talot tulevat edustamaan modernia ja alueittain yhtenäistä ilmettä.

5.2.4 Materiaalit

Kelluva rakennustapa ei juurikaan rajaa pois pintamateriaaleja. Tärkeämpää on niiden asianmukainen käyttö ja rakenteiden tiiveys. Materiaalien käyttö voi olla monipuolista, vaikka kovin painavia materiaaleja, kuten kiveä tai betonia ei kantavuussyistä julkisivuissa suosita. (Bluet rakennustapaohje2020, Loviisanlahti) Varsinkin suolaisen meriveden kanssa kosketuksissa olevat rakenteet tulisi suojata hyvin korroosiolta. Hankalissa kohteissa voidaan käyttää vene- ja laivarakentamisessa suosittuja materiaaleja, kuten lasikuitua ja muovia. Materiaalien suhteen vaativimmat rakennusosat ovat pinnan alla pysyvät osat, kuten ankkurointi ja ponttonit. Materiaalien valinnassa kannattaa myös huomioida niiden huoltotarpeet, ja suosia elinkaareltaan mahdollisimman pitkäikäisiä ja huoltovapaita materiaaleja.

Pientaloissa julkisivumateriaalina käytetään usein puuta. Esimerkiksi kelluvaan rakentamiseen erikoistuneen Bluet Oy:n rakentamistapaohje Loviisan kelluvista pientaloista edellyttää pääasiallisesti julkisivumateriaaliksi käsittelemätöntä, tai värittömästi käsiteltyä lehtikuusta. (Bluet rakennustapaohje 2020, Loviisanlahti) Myös pärettä ja kevyitä metalliverhouksia nähdään käytettävän jonkin verran julkisivumateriaalina, kun tarkastellaan arkkitehtitoimisto Waterstudion projekteja Hollannissa. (waterstudio.nl)

Kelluvaan rakennukseen kohdistuvat rasitteet ovat suurilta osin samoja, kuin perinteisissäkin taloissa, mutta sen lisäksi puuskainen tuuli ja aallokko voivat aikaansaada roiskevettä julkisivuille. Paikan avaruus voi altistaa julkisivumateriaalit auringon valolle suuremman osan päivästä rakennuksen sijoituessa vesialueelle, jossa ei ole varjostavia tekijöitä. Auringon UV säteily ja ilmankosteus ovat varsinkin puuverhouksille suurimpia rasitteita, ja sen vuoksi julkisivujen hengittävyys ja pintakäsittely tulee suunnitella tarkasti. (Teknos.fi) Toisaalta vesialueiden runsas valonsaanti mahdollistaa monessa tapauksessa tehokkaamman aurinkopaneelien hyödyntämisen, ja niitä nähdäänkin käytettävän paljon kelluvissa taloissa. Metalliset julkisivukasetit ovat yleensä valmiiksi jauhemaalattuja, ja ovat myös säänkestävyytensä vuoksi varteenotettava vaihtoehto kelluvan talon julkisivussa. (Hunan Huabond Technologies Co, Ltd)

5.2.5 Vesi asuinympäristönä

Vesi on paitsi kaiken elämän ehdoton kriteeri, myös kulkuväylä, kauppareitti ja usein maisemallisesti arvokas elementti (kuva 16). Vesi luo elinympäristön lukuisille eliöille ja ekosysteemeille, joilla on tärkeä rooli yhteisessä ympäristössämme.

Asuinympäristölleen vesi tuo selkeää lisäarvoa. Se näkyy yksiselitteisesti pelkästään asuntojen hintojen vertailussa. Rantatontteja pidetään suuressa arvossa maisemien ja virkistysmahdollisuuksien ansiosta. Valtaosa maailman suurkaupungeista sijoittuvat jonkin vesistön rannalle, johon syynä voi olla teollisuus tai kaupankäynnin strategiat. Myös vapaa-ajan asuntojen ja suomalaisenkin mökkikulttuurin ihannekuva on useimmiten jonkin vesistön rannalla. Vedessä voidaan siis päätellä olevan jotain ihmistä rauhoittavaa tai muutoin ihmiseen vetoavaa, koska sen äärelle aina palataan. (Metsähallitus)

Seattlen kelluvien pientalojen asukaskokemukset puhuvat veden rauhoittavan vaikutuksen puolesta. Kaikille asunnon hienoinen keinuminen ei kuitenkaan sovi. Joissain Seattlen kelluvissa taloissa voi ihminen kokea itsensä jopa merisairaaksi, kun toisia talon keinumisen tunne on rauhoittava ja kotoisa tekijä. Talon keinuvuus riippuu paljolti sen ponttoneista, ankkuroinnista ja sijainnista. Seattlelaiset kertovat veden päällä asumista yleisesti joko rakastettavan tai vihattavan. Heidän kokemuksensa mukaan ihmiset lähtevät joko nopeasti pois, tai jäävät asumaan loppuiäkseen. (CNN Business 2018)



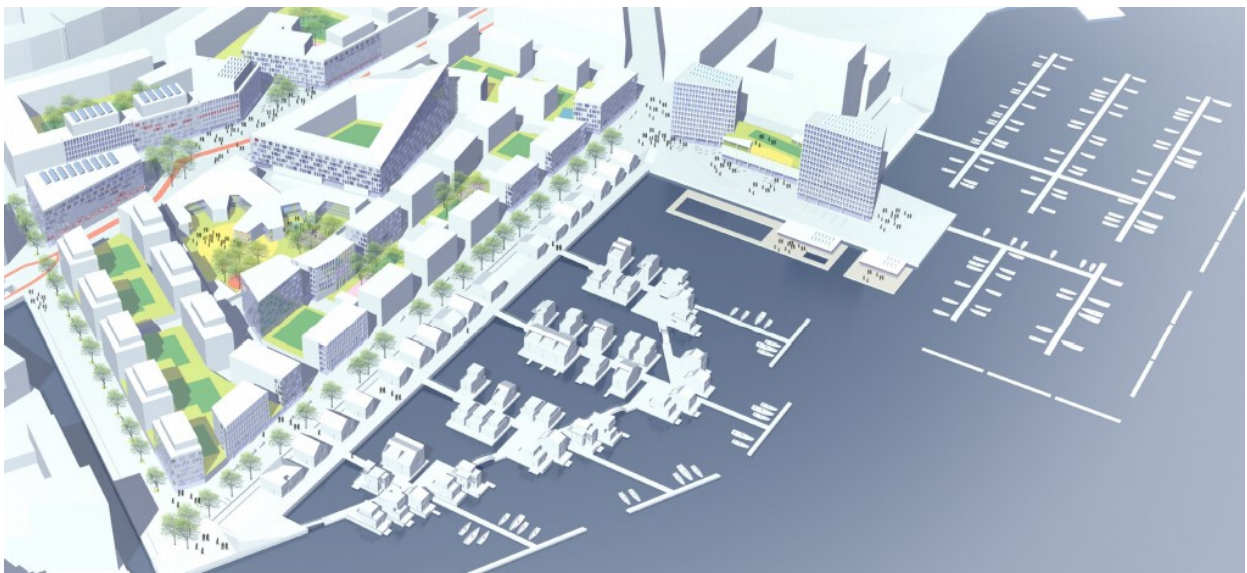
Kuva 16: Vesi asuinympäristönä, Lake Huron, Canada (dwell.com 2009)

5.3 Vaikutus kaupunkikuvaan

Kelluvien rakennusten ja korttelien korkeusasema on aina hieman mantereen rakennuskannan katutasoa alempana, eivätkä kelluvat rakennukset tavallisesti ole kovin korkeita. Voidaan ajatella, että esimerkiksi kelluva asuinalue porrastaa kaupungin kattomaisemaa ja rakennetta maalta vesistöihin päin. Kelluva rakentaminen saattaa jopa lisätä kaupungin viher- ja virkistysalueita, kun rantaviivaa säästyy. Esimerkiksi Helsingin Verkkosaaren asemakaavassa on kaavoitettu kelluva asuinalue (kuva 17), ja säästetty julkinen kävelyn ja pyöräilyn rantareitti, joka kulkee rantaviivaa pitkin yhdistyen myöhemmin kaavoitettavaan Hermannin rantapuistoon. (Helsingin Kaupunki, Asemakaavaosasto 2015)

Kaavoitusarkkitehdit ja koko rakennusala saattaa tänä päivänä suunnitella ja rakentaa jotain, mitä tulevat sukupolvet eivät enää arvosta tai tarvitse. Kaupunkiemme sopeutuvuus ja muunneltavuus on kuitenkin melko hidasta. Kelluvan rakentamisen rooli kaupunkikuvassa on nopeasti muunneltava verrattuna mantereella sijaitsevaan rakennuskantaan, eikä se jätä jälkiä ympäristöön. (Olthuis 2012)

Kelluvat rakennukset tulevat tuomaan uudenlaista ilmettä kaupunkikuvaan niin maalta, kuin vesistöistä katsottunakin. Oli kyse sitten asuinrakentamisesta, tai esimerkiksi ravintoloista ja liikuntapaikoista, tulee suunnittelun kunnioittaa ympäristöään. Kulttuuri- ja luonnonperinnölliset maisemat tulee kaavoituksessa ja suunnittelussa huomioida samoin kuin maalle suunniteltaessa. (Bluet rakennustapaohje2020, Loviisanlahti) (Helsingin Kaupunki, Asemakaavaosasto 2015)



Kuva 17: Kelluvien talojen mahdollinen rooli kaupunkikuvassa (Helsingin Kaupunki, Asemakaavaosasto 2015)

6 Ympäristönäkökulma

Ilmastonmuutos on ilmiö, joka tulee määrittelemään rakennusala ja arkkitehtuuria tulevaisuudessa yhä enemmän. Viimeisen sadan vuoden aikana ilmasto on lämmennyt 0,5 astetta, jonka seurauksena meren pinta on paikoin noussut jopa 20 cm. (Folger 2013) Erityiselle rasitukselle joutuvat ennen pitkää tiiviiksi rakennetut rannikkokaupungit. Noin 90 prosenttia maailman suurkaupungeista sijoittuu jollekin rannikolle, ja siksi ne altistuvat meren pinnan nousemisen haitoille. Ilmaston lämpeneminen voi näkyä myös muilla tavoin, kuten myrskyinä ja rankkasateita, joiden takia myös tulvariski voi kasvaa etenkin alavilla mailla.

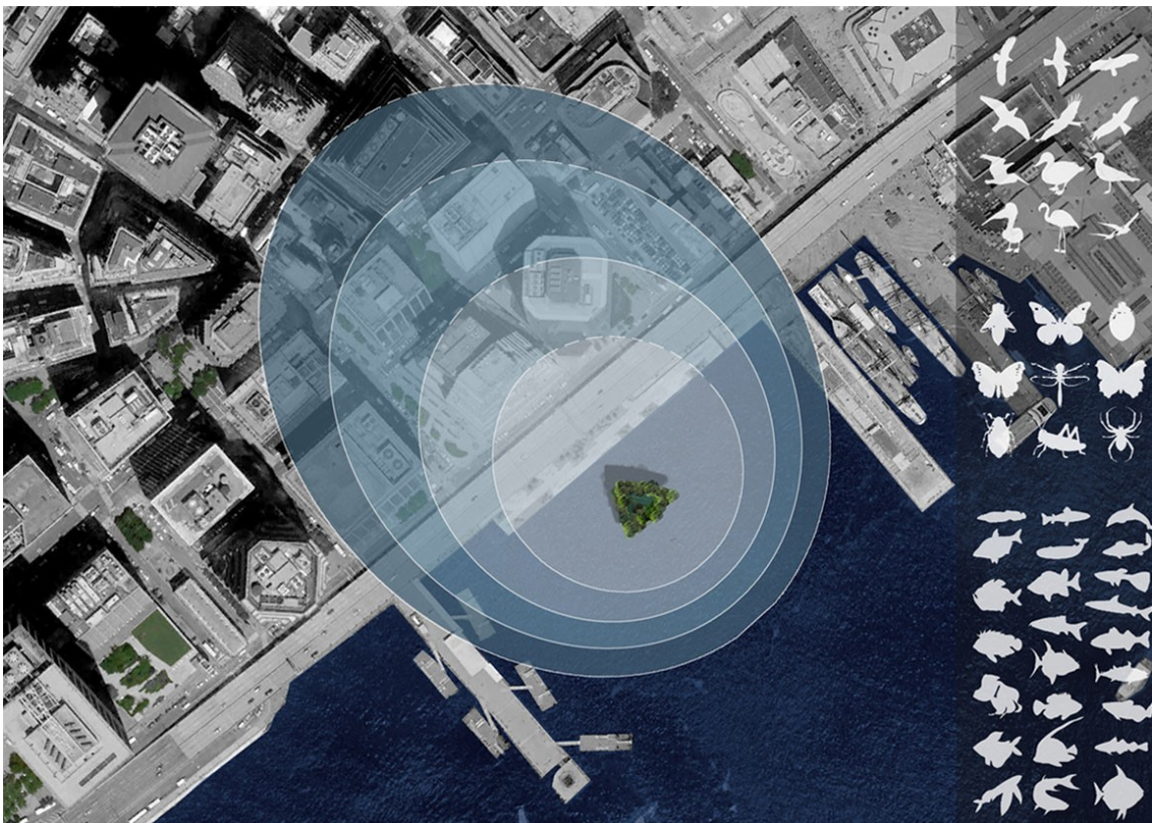
Kaupunkijamme on rakennettu pääpiirteittäin samoilla tavoilla jo satoja vuosia. Staattiset kaupunkirakenteet ovat hitaita ja kalliita muokata nopeasti muuttuvien tarpeiden sitä edellyttäessä. Hollantilainen arkkitehti Koen Olthuis on kehittänyt ajatusmallia kelluvista kaupunginosista ikään kuin muunneltavina palapeleinä. Tämä sallisi kaupungin jatkuvan uudistumisen ilman suuria ympäristövaikutuksia. Olthuis tarjoaa kelluvia rakennuksia vastaukseksi paitsi kaupunkien tilan puutteeseen, myös slummialueiden kehittämiseen ja luonnon ekosysteemien lisäämiseen. (Waterstudio.nl)

Suomi on laajalti metsäinen maa, jossa pääsy puhtaaseen luontoon on vielä kaikille mahdollista. Sen sijaan maailman suurkaupungeissa tilaa viherympäristölle ei välttämättä ole. Kelluvien rakenteiden rooli viherympäristön luomisessa voi olla joko asumisen siirtäminen kelluille perustuksille niin, että mantereelle säästyy viheralueita, tai viheralueiden tuominen veden päälle. Hollantilainen arkkitehtitoimisto Waterstudio on suunnitellut kelluvan vihertornin (sea tree) (Kuva 17). (Olthuis 2012) Kelluva torni rakentuu samalla periaatteella, kuin öljy-yhtiöiden korkeat varastointisäiliöt, mutta se sallii kasvuympäristön kasveille, linnuille ja muulle eliöstölle, jotka kehittävät ympäristönsä ekosysteemiä laajalla säteellä (Kuva 18). Useammalla vastaavalla tornilla voisi olla parantavia vaikutuksia esimerkiksi rannikkokaupunkien ilmastoon.

Aurinkoenergiaa on hyödynnetty kelluvassa rakentamisessa paljon. Myös ympäröivää vettä on sovellettu lämmityksessä ja viilennyksessä erilaisin pumppujärjestelmin. Pieni kelluva rakennus voi olla parhaimmassa tapauksessa melkein kokonaan energiaomavarainen, eikä siitä koidu jätettä vesistöön. Rakennuksen perustaminen ei vaadi kalliita maanrakennustöitä tai louhintaa, ja se on siinäkin mielessä ympäristöystävällinen vaihtoehto perinteiselle rakentamiselle. Rakennuksen siirto tai poistaminen kokonaan paikaltaan ei jätä jälkeä ympäristöönsä. (Olthuis 2012)



Kuva 18: Arkkitehtitoimisto Waterstudion luonnos vihertornista. (waterstudio.nl)



Kuva 19: Kuvaaja vihertornin vaikutuksesta ympäristönsä ekosysteemiin (waterstudio.nl)

7. Rakenteelliset lähtökohdat

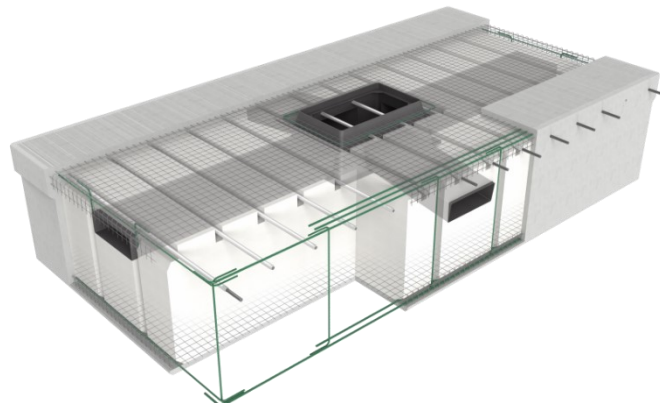
Tämän kappaleen tarkoituksena ei ole käydä perusteellisesti läpi kaikkia rakennesuunnittelun osaluueita, vaan antaa perusteet kelluvien rakennusten arkkitehtisuunnittelulle. Rakennustapa poikkeaa totutusta mallista perustamistapansa takia, ja kelluva rakennus voi kohdata erilaisia rasitteita kuin maalle perustettu rakennus. Kelluvan rakennuksen toteutusmenettely on usein hyvin erilainen kuin maalle rakennettaessa, mikä sekin vaikuttaa suunnitteluun ja mitoitukseen. Kappaleen tarkoitus on koota tiivistelmä sellaisista rakenneteknisistä ja mitoituksellisista ohjeista, jotka ovat välttämättömiä arkkitehtisuunnittelussa, ja mahdollistavat kelluvan rakennuksen onnistuneen toteutuksen.

7.1 Taloponttonit

Yleisin kelluvissa taloissa käytetty ponttoni on betoniponttoni (kuva 18). Yleensä betoniponttoni sisältää polystyreenieristeen, ja sen betonikuori raudoitetaan. Teräsbetonikuoren paksuudeksi riittää 180mm, ja se kantaa normaalin pientalon painon ilman lisärakenteita. Polystyreenisisuksen hyöty on siinä, että se keventää ponttonia ja toimii myös lämmöneristeenä. Sen lisäksi se kestää hyvin puristusta eikä lahoa tai homehdu. Myös pelkkiä betonivaluponttoneita voidaan käyttää, kun kyseessä on raskaampi kuorma. Esimerkiksi kellaritaso voi toimia ilmaa sisältävänä betonivaluponttonina. Ponttonien sisällä voidaan viedä talotekniikkaa ja viemäriputkia. Betoniponttonit kestävät hyvin lämpötilavaihteluita, virtauksia ja oikein suunniteltuna myös erilaisia korroosioita, ja ovat siksi käytetyin ratkaisu kelluvissa taloissa. Betoniponttoni kestää myös vesistön jäätyksen Suomen talvisissa olosuhteissa. (marinetek.net)

Muita ponttonimateriaaleja ovat esimerkiksi teräs, alumiini, lasikuitu ja muovi, mutta niitä käytetään enemmän vene-, laituri- ja laivarakentamisessa. (Heikkinen 2015) Esimerkiksi saunalautoissa saattaa nähdä käytettävän erilaisia valmisponttoneita. Kevyiden ponttonien, kuten alumiini-, muovi- ja lasikuituponttonien rakenteet vaativat usein erillisiä jäykistäviä rakenteita, jotta kestävät päälle laskettavaa kuormaa. (marinetek.net)

Betoniponttonin kellumissyvyydellä on ratkaiseva merkitys rakennuksen vakaudessa. Korkeamman talon ponttonin täytyy jatkua syvemmmälle pinnan alle, kuin matalan rakennuksen, jotta tasapaino säilyy aallokossakin. Myös pinta-alaltaan rakennuksen alaa laajempi ponttoni on luonnollisesti vakaampi vaihtoehto, kuin talon ulkoseiniin rajautuva. (marinetek.net)



Kuva 20: Betoniponttoni
(Marinetek.net)

7.1.2 Ponttonien mitoitus ja stabilisointi

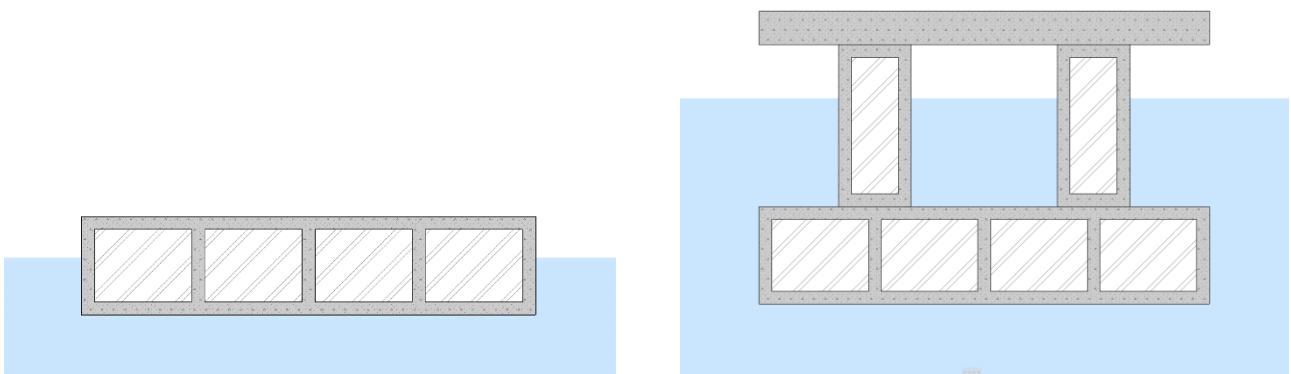
Ponttonin mitoitukseen vaikuttavat sille määritetyt koko-, kantavuus- ja kustannusvaatimukset. Prosessi edellyttää suunnittelijan ja ponttonivalmistajan välistä jatkuvaa kommunikointia, eikä lopullista ponttonityyppiä voida päättää ennen kuin talon rakenneratkaisut ovat selvillä. (kelluvien asuntojen teknistaloudellinen selvitys 2006)

Taloponttonien vakauden suunnittelussa voidaan soveltaa Tanskassa käytettäviä raja-arvoja ja suosituksia, sillä Suomessa yhdenmukaisia käytäntöjä näistä ei ole vielä muodostunut. Talo- ja ponttoniyhdistelmän kellumiskorkeuden reunaehtona on +0,5 metriä ilman hyötykuormaa. Tämä on minimi, jonka lisäksi toleranssia olisi hyvä varata toteutusmenetelmien aiheuttamalle mahdollisille kallistuksille ja tasapainotuspainojen lisämässälle. (kelluvien asuntojen teknistaloudellinen selvitys 2006)

Rakenteen stabiliteetille on asetettu myös omat raja-arvonsa. Se tarkoittaa sitä, että tiettyjen voimien yhteisvaikutukset saavat kallistaa rakennusta vain tiettyyn kulmaan asti. Tällaisia vaikuttavia voimia ovat tuuli, aallot ja epäkeskeinen kuorma. Vakauteen vaikuttaa oleellisesti rakennuksen sijoittuminen ponttonin päälle. Parhaaseen stabiliteettiin päästään, kun taloponttoni on pinta-alaltaan rakennusta suurempi, ja rakennus sijoittuu sen päälle keskeisesti. Olennaista on myös se, että koko kokonaisuuden painopiste on mahdollisimman alhaalla. (kelluvien asuntojen teknistaloudellinen selvitys 2006)

7.1.3 Ponttonimallit

Tavanomainen betoniponttoni on suorakaiteen muotoinen, ja sen sisään valetut kennot on täytetty polystyreenillä. Tämä on kelluvissa pientaloissa yleisin malli. (Heikkinen 2015) Puolisukeltava ponttoni on suunniteltu kannattelemaan raskaampia rakennuksia. Sen pohja painuu syvemmälle, jolloin kokonaisuuden tasapaino on parempi (kuva 19). Ponttonimallissa on kolumneja, joiden läpi vesi pääsee virtaamaan, eikä esimerkiksi aallokko kohdistakaan rakenteeseen niin suuria voimia. (Heikkinen 2015)



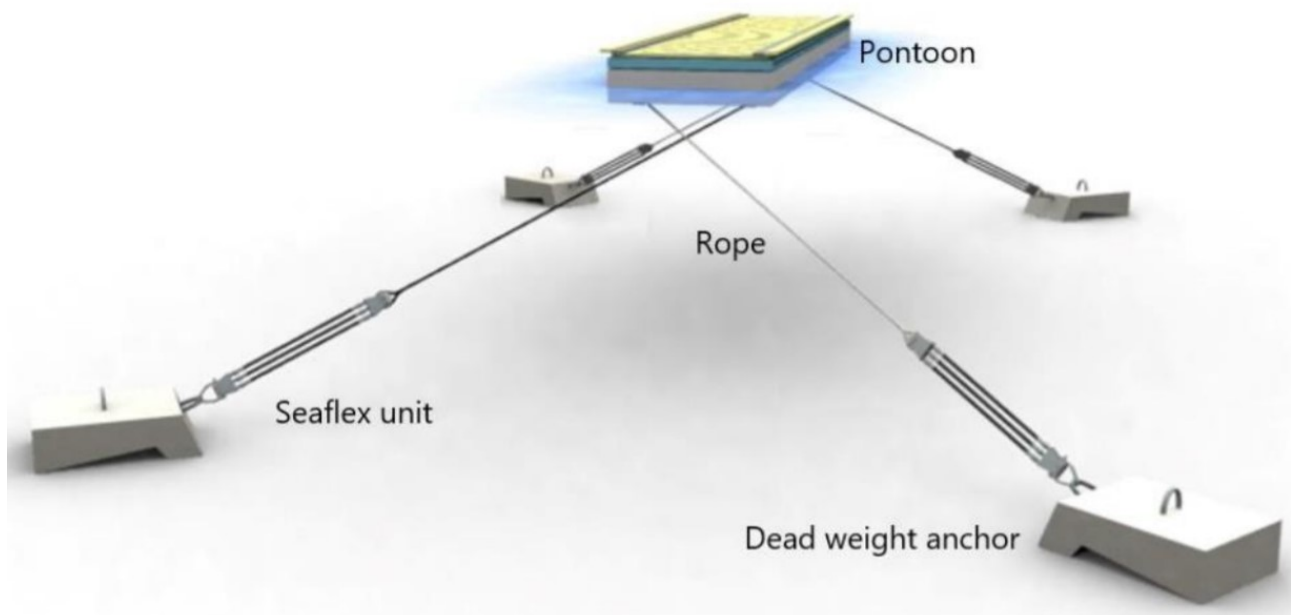
Kuva 21. Vasemmalla tavanomainen suorakaiteen muotoinen ponttoni kevyemmille rakenteille. Oikealla vakauttavampi puolisukeltava ponttoni.

7.1.3 Ankkurointi

Kun kyseessä on kelluva rakennus, eikä liikkumiseen tarkoitettu saunalautta tai asuntolaiva, ankkuroidaan rakennus paikalleen. Ankkurointi ei ole vain turvallisuusseikka, vaan se vakauttaa myös rakennusta, ja siten parantaa sen käyttömukavuutta. (kelluvien asuntojen teknistaloudellinen selvitys 2006)

Taloponttoni voidaan ankkuroida upottamalla pohjaan betoniset ankkurit, joihin ponttoni kiinnittyy esijännitetyn kumikaapelein (kuva 20). Päälle sijoittuvan talon koko ja muoto määrittävät ankkureiden sijainnin ja määrän. Tyypillisesti kelluva pientalo ankkuroidaan neljällä ankkurilla hyvän stabilisaation saavuttamiseksi. Joka suuntaan kohdistuva veto pitää rakennuksen paikallaan kaikissa olosuhteissa, mutta kumikaapelit mahdollistavat silti rakennuksen nousun ja laskun veden pinnan mukana. Tämä ankkurointitapa kestää hyvin korroosion, eikä se vaadi jatkuvaa huoltoa. (kelluvien asuntojen teknistaloudellinen selvitys 2006)

Toinen ankkurointitapa on paaluankkurointi, kuten amfibitaloissa. Tämä on käytetympi ratkaisu Keski-Euroopan tulva-alueilla. Paaluankkuroinnissa ponttoni kiinnittyy pohjaan juntattuihin paaluihin, jotka sallivat rakennuksen pystysuuntaisen liikkeen. Paaluankkurointi saattaa tuottaa esteettistä haittaa, sillä osa siitä jää näkyviin pinnan yläpuolelle, ja se saattaa kerätä likaa ja levää vesistöistä. Sen lisäksi sen liikkeistä voi aiheutua narahtelua ja äänihaittaa. Paaluankkurointia ei myöskään suositella Suomen olosuhteisiin, koska veden jäätyminen voi aiheuttaa sille toiminnallisia haittoja. Kumikaapelikiinnitys on paalukiinnitystä esteettisesti huomaamattomampi vaihtoehto. (kelluvien asuntojen teknistaloudellinen selvitys 2006)



Kuva 22: Ponttonien ankkurointiperiaate kumikaapeleilla. (Berggren 2017)

7.2 Rakentamisen erityispiirteet

Kuten aiemmissa kappaleissa on viitattu, kelluvan rakentamisen menetelmät määrittävät osaltaan rakenteita ja materiaaleja. Poikkeavan rakennustavan lisäksi sääolosuhteet ja materiaalien paino vaikuttavat rakenneratkaisuihin. Tavallisesti rakennukset kootaan olosuhteiltaan vakaassa hallissa tai tehtaalla, josta ne kuljetetaan kokoamispaikalle ja sieltä hinataan edelleen valmiina sijoituspaikalleen. (Bluet rakennustapaohje2020, Loviisanlahti)

Rakenteiden suunnitteluvaiheessa on huomioitava tulevan sijoituspaikan tuuli-, lämpötila-, aalto-, vesivirtaus- ja jäätymisolosuhteet. Rakentamisen aikataulutuksessa täytyy muistaa se, ettei Suomessa rakennuksen siirto ja ankkurointi paikalleen ole yleensä talvisin mahdollista vesien jäätyksen takia. Aloittamisen ajankohta tulisi suunnitella valmistumisajankohdasta taaksepäin niin, että rakennus on valmis lämpimänä vuoden aikana. (Bluet rakennustapaohje2020, Loviisanlahti)

Perussääntö kelluvien rakenteiden suunnittelussa on, että käytetään niin kevyitä materiaaleja, kuin mahdollista. Kulloinkin kyseessä oleva kelluva infrarakenne määrittää suurimman sallitun kuorman kelluvalle perustalle. Voi myös olla niin, että infrarakenne määritetään suunnitellun rakenteen aiheuttaman kuormituksen perusteella. (Bluet rakennustapaohje2020, Loviisanlahti)

7.3 Rakennuksen sijoittaminen

Kelluvia rakennuksia ei sijoiteta kaikista myrskyisimmille vesialueille. Otollisia paikkoja ovat tuulelta suojassa olevat lahdet ja poukammat. Tarvittaessa paikkaa voidaan suojata aallonmurtajilla. Myös liikennelaiturit voivat hyvin sijoitettuina toimia aallonmurtajina. Rakennuksen vakautta voidaan edistää esimerkiksi sijoittamalla se muodostaan riippuen pituussuunnassa yleisimpään tuulensuuntaan nähden. (kelluvien asuntojen teknistaloudellinen selvitys 2006)

Taloponttonit jäätyvät talvisin paikoilleen, ja liiallinen jään kasaantuminen ponttonia vasten voi rasittaa sitä. Kelluvia taloja ei tule sijoittaa paikalle, jossa voi virtauksien ansiosta tapahtua jäälauttojen liikehdintää tai ahtojään kasautumista. (kelluvien asuntojen teknistaloudellinen selvitys 2006)

Sijoituspaikan syvyyden puolesta tärkeintä on, ettei ponttoni osu pohjaan silloinkaan, kun vesi on matalimmillaan. Betoniponttonin syvyys on vähintään 0,5 metriä veden pinnan alapuolella. Esimerkiksi Helsingin Verkkosaaren kelluvan asuinalueen vähimmäissyvyydeksi on määritetty 1 metri. Pohjan maaperän laadulla ei ole merkitystä, koska rakennus ei ole sen kanssa kosketuksissa. Betoniankkurit puolestaan pysyvät paikoillaan pohjan laadusta huolimatta. (kelluvien asuntojen teknistaloudellinen selvitys 2006)

7.4 Huoltotoimet

Talon huoltotöiden toteutusta helpottaa se, että rakennuksen ympärille jää kulkutilaa, eli että ponttoni tai siitä jatkettu terassirakenne kiertää talon julkisivut. Esimerkiksi Loviisan kelluvien talojen rakennustapaohjeessa suositellaan 1 metrin levyistä kulkuväylää rakennuksen ympäri. (Bluet rakennustapaohje2020, Loviisanlahti)

Ponttonin suunniteltu käyttöikä tulisi olla pidempi tai vähintään yhtä pitkä kuin sen päälle suunnitelluilla rakenteilla. Betoniponttonivalmistajat antavat ponttoneille suunnitellun 50 vuoden käyttöiän. Joillekin talviolosuhteisiin suunnitelluille erikoisbetoniponttoneille on luvattu jopa 100 vuoden käyttöikä. (Bluet rakennustapaohje2020, Loviisanlahti)

Ankkuroinnin huolto tulee toteuttaa valmistajan ohjeiden mukaisesti. Usein suositellaan vuosittaista tarkistusta jäiden lähdön aikaan. Samoin kulkusiltojen ja laiturien kiinnikkeiden tarkastus on hyvä tehdä vuosittain. (Bluet rakennustapaohje2020, Loviisanlahti)

7.5 Paloturvallisuus ja pelastustiet

Kelluvaan rakentamiseen sovelletaan ensisijaisesti normaaleja rakennusmääräyksiä. Poikkeuksista voi neuvotella tapauskohtaisesti kunnallisen rakennusvalvonnan kanssa, joka voi joutua tarvittaessa pyytämään ympäristöministeriön lausuntoa.

Pelastustoimen kannalta riittää, että kulkulaituri on mitoitettu kantamaan kevyttä pelastuskalustoa, kuten ambulanssia. Raskasta sammutus- ja tikasautoja ei ole järkevää kuljettaa talojen viereen, sillä se edellyttäisi kalliita rakenteita, eikä olisi pelastustoiminnan kannalta tarpeellista. Pelastuslaitos käyttää sammutukseen raskasta pelastuskalustoa, joka pysäköidään mantereelle. Myös vesiposteja voidaan sijoittaa kulkulaiturille.

Kelluille asunnoille suositellaan vähintään 90 cm levyistä ympärikiertävää kulkureittiä, ja asunnoista pitää päästä ulos kahta reittiä. Myös kulkulaiturin olisi hyvä mahdollistaa poistuminen kahteen suuntaan. Kelluille asuinalueille ei ole tarkoituksenmukaista rakentaa omaa väestönsuojaa, mutta alueen asukkaat huomioidaan ympäröivien alueiden väestösuojien mitoituksissa.

Rakennusten minimietäisyys toisistaan tulee olla 8 metriä. Mikäli asuntoja sijoitetaan tiiviimmin (4-8m) tulee ulkoseinän palonkestävyys olla 30 minuutin luokkaa. Jos esimerkiksi venevaja halutaan sijoittaa kiinni 4 metriä leveään väyläponttoniin, on vajan väyläponttonin puoleinen seinä ja ovi mitoitettava kestämään 30 minuutin palokuorma. Kaikkia kulkulaitureita ei ole tarpeenmukaista rajata kaiteilla, mutta kapenevien siirtymäsiltojen kohdilla ne voivat olla tarpeen. Talokohtaisilla terasseilla kaide on suositeltava esimerkiksi lapsiperheitä ajatellen.

8 Johtopäätökset

Koska Suomessa ei ole vakiintuneita kelluvan rakentamisen käytäntöjä tai säädöksiä, on aiheen spekulointi jonkin verran vapaampaa, mutta samalla haastavampaa. Tässä kappaleessa esitetään johtopäätöksiä, joita tutkielma on tuottanut. Johtopäätösten tarkoitus on vastata mahdollisimman kattavasti rakennussuunnittelun näkökulmasta olennaisiin kysymyksiin, sekä ilmentää kelluvan rakentamisen ja arkkitehtuurin mahdollisuuksia Suomessa.

8.2 Kelluvan rakentamisen asema ja mahdollisuudet Suomessa

Otollisimpia paikkoja kelluville rakennuksille Suomessa ovat suojaist lahdet kaupunkialueilla tai kaupunkien liepeillä. Myös taajama-alueen vesistöt voivat toimia kelluvan asuinrakentamisen potentiaalisena paikkana ainakin tapauskohtaisesti ja ympäristöä kunnioittaen. Syynä kelluvien talojen hitaaseen yleistymiseen Suomessa tuskin on pelkästään yleisesti arveltu vaikutus kaupunkikuvaan. Yhtä lailla maalle rakennettaessa saadaan aikaan ristiriitoja ja vastustusta. Asumistavan vierastus ja rakentamisen normiston puutteellisuus asettaa kelluvan rakentamisen hataralle pohjalle. Toisaalta suomalaiset ovat myös tottuneet asumaan väljästi, joten osalle tiivis naapurusto ja oman pihan puuttuminen saattaa olla kielteisen suhtautumisen syy. Kelluva asuminen voi olla toimiva ratkaisu nuorille tai hektisessä elämän vaiheessa oleville ihmisille. Pian toteutettavat Helsingin, Turun ja Loviisan kelluvat pientaloalueet antavat varmasti suuntaa, millaista osaa väestöstä asumismuoto vetää puoleensa.

8.2.1 Asuinrakentaminen

Suomeen kaavoitetut kelluvat pientalot on suunniteltu melko tiheiksi asuinalueiksi. Syy tähän on selkeä. Rakennuksista täytyy olla kulkuyhteys mantereelle, eli kaikki rakennukset on liitettävä kulkulaituriin. Asuinalueista syntyy tiiviitä myös niiden suojaisuuden takia, eikä yksilöllisten ja hajanaisten kulkulaiturien rakentaminen ole tilankäytön kannalta järkevää. Tavanomainen kelluva pientalorakentaminen edustaa pääsääntöisesti noppamaista massoittelua, jolloin myös koko asuinalueesta saadaan yhtenäinen kokonaisuus, jossa yhdistyy yhteisöllisyys ja merellisyys.

Rantarakentaminen on aihe, joka herättää Suomessa paljon keskustelua. Varsinkin kaupungeissa suhtautuminen julkisen rannan muuttamisesta yksityiseksi voi herättää vastarintaa. Kelluvien talojen suunnittelussa tulee miettiä myös sen vaikutusta ranta-alueeseen. Kelluvat asunnot tulisi pyrkiä suunnittelemaan niin, että ne luovat ranta-alueelle lisää käyttöarvoa sen sijaan, että peittäisivät maisemia tai hankaloittaisivat alueella liikkumista. Esimerkiksi venesatama voi luoda ranta-alueelle tietynlaista levottomuutta. Sieltä joko lähdetään, tai sen kautta palataan. Hyvää vesialueen suunnittelua on sellainen, jonka tuloksena ranta tuntuu turvalliselta, ja mahdollisesti arkkitehtuuriltaan sen verran puoleensa vetävältä, että se kasvattaa koko rannan käyttöastetta.

Kelluvan asumisen yksityisyyttä puolestaan parannetaan hyvällä asunosuunnittelulla. Näkymien avaaminen tiloista ulos, sekä terassien suuntaaminen tulee suunnitella asukkaan yksityisyyttä kunnioittaen. Hyvä ratkaisu voi paikasta riippuen olla kaareutuva kulkulaituri, joka sallii asuntojen sijoittelun viuhkamaiseen muodostelmaan. Vilkkaalla ranta-alueella julkisen ja yksityisen tilan erottajana toimii hyvin kulkulaituri. Asukkaalle kelluva talo voi tarjota tyylikkään ja omaperäisen asumisjärjestelyn, sekä päivittäisen luonnon läheisyyden. Eritoten Suomessa meri- tai järvimaiseman katselu pysyy mielekkäänä, kun vuodenaajat vaihtuvat.

Vaikka Suomi onkin tunnettu tuhansista järvistään, on suurin potentiaali kelluvalla rakentamisella kuitenkin kaupunkien rannikoilla. Suomen järvien rannat ovat hyvin pitkälti täynnä kesämökkejä, eikä kelluva asuinkeskittymä välttämättä sovi rauhalliseen järvimaisemaan. Lisäksi kunnallistekniikan ja kelluvien talojen kuljetus syrjäisille vesistöille on työlästä.

8.2.2 Julkiset rakennukset

Arkkitehtuurin näkökulmasta veden päälle voi rakentaa melkein mitä vain, mitä maallekin. Julkisen kelluvan rakennuksen suunnittelun haasteina ovat sen sovittaminen ympäristöönsä, ja käyttötarkoituksesta riippuen esteettömyyden takaaminen. Haasteena voi olla kulkusiltojen kallistuksen vaihtelu veden pinnan vaihtelun mukaan. Tänä päivänä suomalaisten kaupunkien rannoilla toimii ravintolalaivoja, jotka eivät yleensä liiku, tai saunalauttoja, jotka on tarkoitettu risteilemään kauempana vesillä.

Julkisilla kelluvilla rakennuksilla olisi kuitenkin mahdollista toteuttaa näyttävämpiäkin ratkaisuja. Esimerkiksi kapeikon ylittävä kelluva kauppakatu liiketiloineen olisi varmasti toteutettavissa. Kelluvien julkisten rakennusten suunnittelussa tulee muistaa, että hyötykuormat voivat olla vaihtelevia ja suuria, joka saattaa vaatia lisävahvistusta ja tasapainotusta kelluvilta rakenteilta.

9 Lähteet

9.1 Tekstilähteet:

- **A-Insinöörit Oy, Meripaviljonki – panoraamaravintola, joka liikkuu merenpinnan mukana, ains.fi** <https://www.ains.fi/asiakastarinat/veden-paalla-kelluva-meripaviljonki-onnistui-luovuudella> Luettu 1.3.2021
- **Al Jazeera English, 2015 , earthrise - Dutch Aquatecture: Engineering a Future on the Water, youtube.com** https://www.youtube.com/watch?v=__Xn4D7I3GQ Luettu 1.3.2021
- **Archdaily, 2016, Urban Rigger/BIG, Archdaily.com** <https://www.archdaily.com/796551/urban-rigger-big> Luettu 1.3.2021
- **Archdaily, 2012, Seoul Floating Islands / Haeahn Architecture & H Architecture, Archdaily.com** <https://www.archdaily.com/252931/seoul-floating-islands-haeahn-architecture-h-architecture> Luettu 1.3.2021
- **Bluet Oy, 2021, Espoo, Villa Helmi, bluet.fi/referenssit** <https://bluet.fi/referenssit/> Luettu 1.3.2021
- **Bluet Oy, 2020, Rakentamistapaohje kelluva asuinalue Loviisanlahti kortteli 1057, loviisa.fi** https://www.loviisa.fi/wp-content/uploads/2020/07/Kuningattarenranta_Liite-7_Rakentamistapaohje-sataman-kelluva-rakentaminen-kortteli-1057_Bluet_2020_fi.pdf Luettu 1.3.2021
- **Danfoss, 2017, Urban Rigger: Visionary architecture uses water as energy source, with Danfoss solutions, youtube.com** https://www.youtube.com/watch?v=rCTtRk_CiqE Luettu 1.3.2021
- **Dirksen K., 2018, On building your dream (floating) home-studio, the Dutch way, youtube.com** <https://www.youtube.com/watch?v=evcp77xMfwo> Luettu 1.3.2021
- **Folger T., 2013, Merenpinnan nousu uhkaa rannikkokaupunkeja, natgeo.fi, National Geography.** <https://natgeo.fi/luonto/ilmastonmuutos/merenpinnan-nousu-uhkaa-rannikkokaupunkeja> Luettu 1.3.2021

- Feeney E., 2012, *Seattle's floating homes*, Charleston, Arcadia Publishing Luettu 1.3.2021
- Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto - asemakaavaosasto, 2015, *Verkkosaaren pohjoisosa*, hel.fi https://www.hel.fi/hel2/ksv/liitteet/2015_kaava/0954_2_selostus_luonnos.pdf Luettu 1.3.2021
- Heikkinen P., 2015, *Pientalon ponttonirakenteiden tutkiminen*, theseus.fi https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/102550/Heikkinen_Pasi.pdf?sequence=1&isAllowed=y Luettu 1.3.2021
- Hunan Huabond Technologies Co, Ltd., Tuotokuvaus, huaalu.sp.com. <http://fi.huaalu-sp.com/other/aluminum-facade-panels.html> Luettu 1.3.2021
- Helsingin kaupunki – Kaupunkisuunnitteluvirasto, 2006, *Kelluvien asuntojen teknis-taloudellinen selvitys*. hel.fi <https://www.hel.fi/hel2/ksv/aineistot/kalasadama/070100200.pdf> Luettu 1.3.2021
- Lintukangas. E, 2014, *Vesialueiden maankäytön suunnittelu*, theseus.fi https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/73888/Lintukangas_Elisa.pdf?sequence=1&isAllowed=y Luettu 1.3.2021
- Marinetek Oy, *All concrete, tuotokuvaus*, Marinetek.net <https://marinetek.net/products/pontoons/all-concrete/> Luettu 1.3.2021
- Mansikka A., 2005, *Asuntolaiva-asuminen Helsingissä*, docplayer.fi, Helsingin kaupunki-Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. <https://docplayer.fi/16701127-Asuntolaiva-asuminen-helsingissa.html> Luettu 1.3.2021
- Metsähallitus, *Rantatontit, laatumaa.fi* <https://www.laatumaa.fi/tontit/rantatontin-ostaminen/> Luettu 1.3.2021
- Ohtamaa M., 2016, *Kelluva rakentaminen on entistä suositumpaa – Tältä tulevaisuus voi näyttää myös Pirkanmaalla*, aamulehti.fi <https://www.aamulehti.fi/kotimaa/art-2000007535695.html> Luettu 1.3.2021
- Olthuis K., 2012, *TEDxWarwick - Koen Olthuis - Floating City Apps*, youtube.com, Tedx Talks <https://www.youtube.com/watch?v=9ppflhX5eSw> Luettu 1.3.2021
- Rakennusmaailma, 2021, *Townhouse -talot kelluvat Loviisassa veden päällä*, rakennusmaailma.fi <https://rakennusmaailma.fi/townhouse-talot-kelluvat-loviisassa-veden-paalla/> Luettu 1.3.2021

- Rantanen K., 2020, *Ilmastonmuutos pakottaa rakentamaan asuntoja veden päälle: tällaisia voisivat olla kelluvat kaupungit*, hs.fi, Helsingin sanomat <https://www.hs.fi/tiede/art-2000006361927.html> Luettu 1.3.2021
- re-thinkingthefuture.com <https://awards.re-thinkingthefuture.com/institutional/arctic-headquarters-by-k2s-architects/> Luettu 1.3.2021
- Marlies Rohmer Architecture & Urbanism, *Floating Houses IJburg NL*, Rohmer.nl <https://rohmer.nl/en/projects/waterwoningen-ijburg/#> Luettu 1.3.2021
- Sastrawati I., 2009, *The characteristics of the self-support stilthouses towards the disaster potentiality at the Cambaya coastal area, Makassar*, Makassar, Indonesia, University of Hasanudin, <https://eng.unhas.ac.id/pwk/files/5842e59b8fd0c.pdf> Luettu 1.3.2021
- Helsingin kaupunki Talous- ja suunnittelukeskus Kehittämisosasto, 2013, *Selvitys Helsingin asuntolaivapaikoista*, Helsinki, Helsingin kaupunki http://asuntolaivurit.com/sites/default/files/ladattavat_tiedostot/asuntolaivapaikat2013.pdf Luettu 1.3.2021
- Teknos Oy, *Yleistietoa ulkoseinien pintakäsittelystä*, teknos.fi <https://www.teknos.com/fi-fi/ammattilaisille/suunnittelukohteet/uudis--ja-korjausrakentaminen/ulkoseinat/a-yleistietoa-ulkoseinien-uudis--ja-korjausrakentamisesta/> Luettu 1.3.2021
- Traficom, 2021, *traficom.fi* <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/veneily/saunalautat> Luettu 1.3.2021
- Vehkasalo J., *Hakaniemeen kaksikerroksinen kelluva terassi – oli viime kesänä Weekendin vieraiden käytössä*, helsinginuutiset.fi <https://www.helsinginuutiset.fi/paikalliset/1246922> Luettu 1.3.2021
- Waterstudio NL, *projects*, <https://www.waterstudio.nl/projects/> Luettu 1.3.2021

9.2 Kuvalähteet:

Kuvien rajausta on saatettu muuttaa

1

<https://www.halonghub.com/blog/halong-bay-amazing-floating-villages/>

Luettu: 30.4.2021

2

<http://www.asiagreenbuildings.com/13465/japan-future-floating-sustainable-cities/>

Luettu: 1.3.2021

3

<https://rohmer.nl/en/projects/waterwoningen-ijburg/#>

Luettu: 1.3.2021

4

https://www.youtube.com/watch?v=rCTtRk_Chttps://www.youtube.com/watch?v=rCTtRk_CiqEiqE

Luettu: 1.3.2021

5

<https://www.stirworld.com/see-features-big-builds-affordable-floating-village-urban-rigger-in-copenhagen-denmark>

Luettu: 1.3.2021

6

<https://www.archdaily.com/252931/seoul-floating-islands-haeahn-architecture-h-architecture/4ffaf0f028ba0d4643000081-seoul-floating-islands-haeahn-architecture-h-architecture-image>

Luettu: 1.4.2021

7

<https://oopeaa.com/project/allas-sea-pool/>

Luettu: 1.4.2021

8

www.marinahousing.fi

Luettu: 15.4.2021

9

<https://www.graniittiravintolat.fi/meripaviljonki/meripaviljonki-2/>

Luettu: 15.4.2021

10

<https://www.designboom.com/architecture/k2s-architects-arctia-ice-breakers-headquarters-11-21-2014/>

Luettu: 1.3.2021

11

<https://www.baca.uk.com/amphibioushouse.html>

Luettu:1.3.2021

12

<https://www.ripavi.fi/#lg=1&slide=11>

Luettu:1.4.2021

13

<https://www.westend61.de/en/imageView/RUNF03909/myanmar-shan-state-nampan-stilt-houses-on-inle-lake>

Luettu: 1.4.2021

14

https://www.emessukeskus.com/cms/sites/default/files/2402653_a_1549794285_4.jpg

Luettu: 1.4.2021

15

https://www.loviisa.fi/wp-content/uploads/2020/07/Kuningattarenranta_Liite-7_Rakentamistapaohje-sataman-kelluva-rakentaminen-kortteli-1057_Bluet_2020_fi.pdf

Luettu: 20.4.2021

16

<https://www.dwell.com/article/floating-house-lake-huron-e4cdd7dd>

Luettu: 20.4.2021

17

https://www.hel.fi/hel2/ksv/liitteet/2015_kaava/0954_2_selostus_luonnos.pdf

Luettu: 1.4.2021

18

<https://www.waterstudio.nl/projects/sea-tree/>

Luettu: 5.5.2021

19

<https://www.waterstudio.nl/projects/sea-tree/>

Luettu: 5.5.2021

20

<https://marinetek.net/products/pontoons/all-concrete/>

Luettu: 1.4.2021

22

<https://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1210713/FULLTEXT01.pdf>

Luettu: 20.4.2021