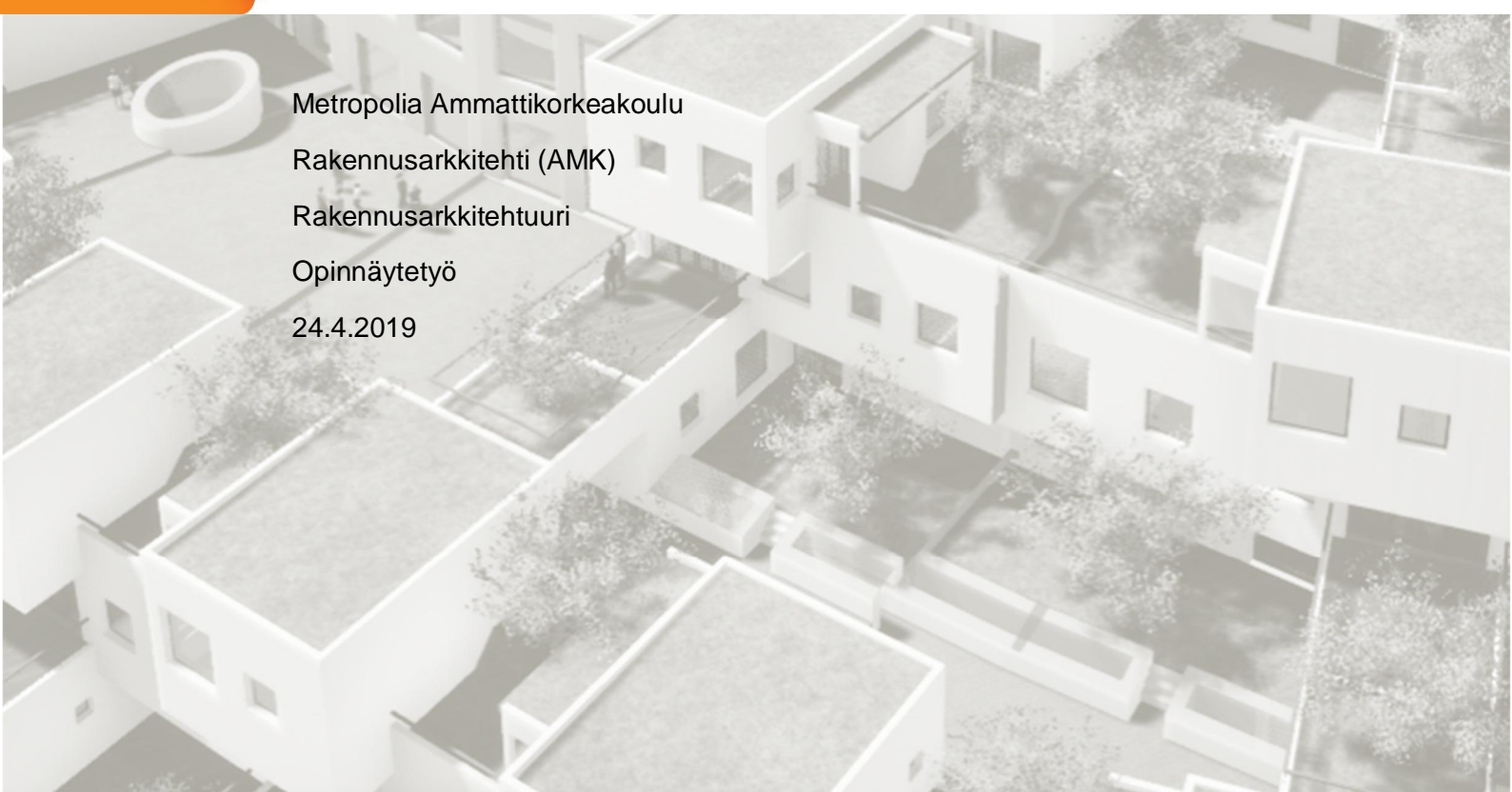


Roope Berg

Ekologinen kestävyys rakennussuunnittelun lähtökohtana



Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusarkkitehti (AMK)

Rakennusarkkitehtuuri

Opinnäytetyö

24.4.2019

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Roope Berg Ekologinen kestävyys rakennussuunnittelun lähtökohtana 43 sivua + 1 liitettä 24.4.2019
Tutkinto	Rakennusarkkitehti (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusarkkitehtuuri
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennusarkkitehtuuri
Ohjaaja	Lehtori Timo Vatanen, Arkkitehti SAFA
<p>Rakentamista ollaan ohjaamassa energiatehokkaampaan ja ekologisesti kestävämpään suuntaan. Helsinki on laatinut oman ekologisesti kestävästä rakentamisen ohjelman. Ekologisen kestävyyskannalta merkittävää on myös, että vuonna 2021 kaikkien uusien rakennusten tulisi olla eurooppalaisen rakennusten energiatehokkuus direktiivin mukaan lähes nollaenergiarakennuksia.</p> <p>Ekologinen kestävyys on laaja aihe. On useita erilaisia ekologisesti kestäviä ratkaisuja. Tässä työssä on perehdytty Helsingin kaupungin määritelmän mukaiseen ekologiseen kestävyyskannalta. Mitä se tarkoittaa ja minkälaisilla suunnitteluratkaisuilla on mahdollista parantaa rakennuksen ekologista kestävyyskannalta. Tärkeimpiä kirjallisuuslähteitä on ollut Energia- ja ekologiasikirja, sekä Rakenteellinen energiatehokkuus.</p> <p>Energiatehokkuus liittyy vahvasti ekologiseen kestävyyskannalta ja ohjaa suunnittelua helposti hyvin eristettyihin yksimassaisiin rakennuksiin, joissa on mahdollisimman vähän kulmia. Tämän opinnäytetyön suunnittelun lähtökohtana on ekologinen kestävyyskannalta, että rakennus olisi myös monimuotoinen.</p> <p>Tutkimuksen ja suunnittelun lopputuloksena on rakennus, jossa yhdistyy monia eri toimintoja, asumista ja palveluja yhtenä ekologisesti kestävä kokonaisuutena. Helsingin Kruunuvoiren rantaan suunnitellun rakennuksen luonnospäiväkirjat esitellään tämän työn lopussa, ekologiseen kestävyyskannalta liittyvän teorian ja esimerkkien jälkeen.</p>	
Avainsanat	Ekologinen kestävyys, energiatehokkuus, vihreä arkkitehtuuri, asuminen, ympäristösuunnittelu

Author(s) Title	Roope Berg Sustainability as a premise for building design
Number of Pages Date	43 pages + 1 appendices 24 April 2019
Degree	Bachelor of Construction Architecture
Degree Programme	Construction architecture
Specialisation option	Construction architecture
Instructor	Senior Lecturer Timo Vatanen, Architect SAFA
<p>Construction of buildings is going towards more energy efficient and sustainable direction. Helsinki has produced own Sustainable construction scheme to guide construction. And also, in the year 2020 all new buildings in Europe must be almost zero energy buildings according to new energy efficiency directive.</p> <p>Ecological sustainability is a broad topic and there are many ways to achieve sustainability. In this thesis the focus is in the sustainability that Helsinki city has defined in its scheme for sustainable construction, what it means and in what architectural ways it could be possible to achieve sustainability in buildings. Important sources have been books Energy and Ecology Handbook (Energia- ja ekologiakäsikirja) and Structural Energy Efficiency (Rakenteellinen energiatehokkuus).</p> <p>Energy efficiency is strongly connected to sustainability and directs planning easily towards well insulated buildings that have simple form without many corners. In this thesis basis for the planning has been sustainable building so that its form would be versatile.</p> <p>The final product of the study and planning is building with many functions. There are apartments and also spaces for different services in one sustainable building. The building is planned to Kruunuvuorenranta in Helsinki. Plans are introduced in the end of this thesis, after theory and few examples of sustainable building.</p>	
Keywords	Sustainability, energy efficiency, green architecture, living, hybrid, environmental design

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ekologinen kestävyys	2
3	Ekologista kestävyttä tuovia ratkaisuja	2
3.1	Terveellisyys, käytettävyys ja viihtyisyys	2
3.2	Sijainti ja suuntaus	3
3.3	Massa, muoto ja tilankäyttö	4
3.4	Rakenteet ja materiaalit	6
3.5	Arkadit	7
3.6	Valokatteet ja viherhuoneet	8
3.7	Istutukset	10
3.8	Oma ruoan tuotanto	10
3.9	Energiamuoto	11
3.9.1	Aurinkoenergia	11
3.9.2	Biokaasuvoimala	11
3.10	Jätteiden käsittely	12
4	Esimerkkejä ekologisesti kestävästä rakentamisesta	13
4.1	Villa Solbranten	13
4.2	Villa Isover	14
4.3	1940 luvun pientalo	15
4.4	Biolanin pääkonttori	16
4.5	Oulun Kastelli-monitoimitalo	17
4.6	Onnenpolun palvelutalo	18
4.7	4 Times Square	18
4.8	Bosco Verticale	20
4.9	Mountain Dwellings	21
5	Rakennuspaikka	22
5.1	Kruunuvuorenranta	22
5.2	Asemakaava	23

5.3	Ympäristö ja maasto	25
5.4	Palvelut	26
6	Suunnitteluratkaisu	27
6.1	Lähtökohta	27
6.2	Suhde ympäristöön	27
6.3	Massa ja muoto	28
6.4	Materiaalit	29
6.5	Rakenteet	30
6.6	Tilat ja toiminnallisuus	30
6.6.1	Asunnot	31
6.6.2	Liikuntatilat	34
6.6.3	Toimitilat	36
6.6.4	Pysäköinti, varastot ja väestönsuojat	37
6.6.5	Kattopuutarhat ja vesiviljelytilat	37
6.7	Liikenne	37
6.8	Talotekniikka	38
7	Yhteenveto	39
	Lähteet	41
	Liitteet	
	Liite 1. Esittelyplanssit	

Termejä

LEED Leadership in Energy and Environmental Design on USGBC:n kehittämä ympäristösertifikaatti, jonka voi saada ekologisesti kestävästä toiminnasta.

Lähes nollaenergiarakennus. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) mukaan korkea energiatehokkuus ja pieni energian tarve on katettu laajasti uusiutuvista lähteistä peräisin olevalla energialla.

U-arvo Lämmönläpäisykerroin (U), $W/(m^2K)$, ilmoittaa rakennusosan läpäisevän lämpövirran tiheyden, kun lämpötilaero on yksikön suuruinen.

USGBC U.S. Green Building Council. Yhdysvaltalainen voittoa tavoittelematon yhdistys, joka on kehittänyt rakennusten ekologista kestävyyttä mittaavan LEED sertifikaatin.

Uusiutuva energialähde on energialähde, joka palautuu nopeasti osittain tai kokonaan uudelleen käytettäväksi.

1 Johdanto

Ekologinen kestävyys ja siihen liittyvä energiatehokkuus on ollut jo melko pitkään esillä rakentamisessa ja muutenkin. Rakennusten energiatehokkuutta pyritään parantamaan tiukentuvilla määräyksillä. Vuonna 2021 uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiataloja. Helsingin kaupunki on julkaissut myös oman kestävästä rakentamisesta ohjelman. Itselle ekologisen kestävyuden määritelmä on ollut epäselvä ja siksi halusin tutkia aihetta tarkemmin.

Tässä työssä tutkitaan mitä ekologisella kestävyydellä tarkoitetaan ja minkälaisilla ratkaisulla rakennuksen ekologista kestävyyttä voi parantaa. Vastaus näihin kysymyksiin etsitään aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta ja analysoimalla ekologisen rakentamisen esimerkkirakennuksia. Tämän jälkeen tarkastellaan miten ekologinen kestävyys vaikuttaa suunnittelun lähtökohtana opinnäytetyöhön liittyvän rakennussuunnittelun kautta.

Tutkielman lopussa esitellään oma suunnitteluratkaisu, jossa lähtökohtana on ekologinen kestävyys ja katsotaan, miten hyvin suunnitelmassa toteutuu ekologinen kestävyys. Lopputuloksen ja siihen käytetyn työn avulla arvioidaan ekologista kestävyyttä suunnittelun lähtökohtana.

2 Ekologinen kestävyys

Ekologinen kestävyys on laaja aihe. Ja ekologisen kestävyuden määritelmä voi hiukan vaihdella riippuen lähteestä. Tässä työssä on valittu Helsingin kaupungin kestävästä rakentamisen ohjelmassa oleva määritelmä, koska se on hyvin tiivistetty, vastaa hyvin muita määritelmiä ja on sopiva myös siksi, että ollaan Helsingissä ja opinnäytetyön suunnitelma on Helsinkiin.

Ekologisesti kestävä kehitys perusehtona on luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen ja ihmisen toiminnan sopeuttaminen luonnon resursseihin ja sietokykyyn. Rakennus- ja kiinteistöalalle tämä tarkoittaa huomion kiinnittämistä rakentamisen ja rakennuskannan energiataloudellisuuteen, vesitalouteen ja jätehuoltoon, sisäilman terveellisyyteen sekä rakennuksen ja sen osien kestävyteen ja käyttöikänsä. Rakennukselle asetetut toiminnalliset vaatimukset pyritään täyttämään mahdollisimman vähän ympäristöä kuormittavalla resurssien käytöllä. Ekologisesti kestävässä rakentamisessa ja kiinteistöjen ylläpidossa tarkastellaan energian kulutusta, raaka-aineiden kulutusta, päästöjä ja jätteitä. [1 s. 12]

Määritelmän perusteella ekologisesti kestäviä ovat ratkaisut, jotka säilyttävät luonnon monimuotoisuutta ja ovat tasapainossa luonnon kanssa. Tämän opinnäytetyön suunnitelmassa lähtökohtana on ekologinen kestävyys ja tasapaino ympäristön kanssa siten, että tukee luonnon monimuotoisuutta, eikä rasittaisi paljoa luonnon sietokykyä.

3 Ekologista kestävyyttä tuovia ratkaisuja

3.1 Terveellisyys, käytettävyys ja viihtyisyys

Helsingin kaupungin käyttämässä ekologisen kestävyuden määritelmässä on otettu esiin sisäilman terveellisyys, rakennuksen kestävyys ja käyttöikä. [1 s. 12] Ne ovat hyvä lähtökohta ekologisesti kestävästä rakennuksen suunnitteluun. Jos rakennus ei ole terveellinen, sitä ei voi käyttää ja rakennus joudutaan mahdollisesti purkamaan. Samoin voi olla, jos rakennus ei ole viihtyisä tai käytännöllinen. Käytännöllinen rakennus sopeutuu muutoksiin, jolloin se voi säilyä pitkään. Jos rakennus ei ole viihtyisä ja käytännöllinen, siitä ei todennäköisesti pidetä huolta, jolloin se ei myöskään ole yhtä pitkäikäinen kuin rakennus, josta pidetään huolta. Kun rakennuksen käyttöikä on pitkä, rakentamiseen käytetyt resurssit jakautuvat pidemmälle aikavälille ja vaikutus ympäristöön muodostuu paremmaksi, kuin jos rakennus joudutaan korvaamaan nopeasti uudella. Jotta rakennukseen

käytetyt resurssit eivät menisi hukkaan ja kuormittaisi ympäristöä tarpeettomasti, rakennuksen pitää olla terveellinen, käyttökelpoinen ja viihtyisä.

3.2 Sijainti ja suuntaus

Rakennuksen sijainti vaikuttaa monella tavalla ekologiseen kestävyYTEEN. Brenda ja Robert Valen Green Architecture -kirjan mukaan autolla liikkuminen voi kuluttaa yhtä paljon energiaa kuin keskiverto kolmen huoneen asunto [2 s. 65]. Autojen ja rakennusten kulutus riippuu todennäköisesti tapauksesta, mutta rakennuksen sijoittamisella voi vähentää autolla liikkumisen tarvetta ja siten parantaa ekologista kestävyYTEÄ. Joukkoliikenteen tai palveluiden läheisyys tekevät rakennuspaikasta tällä perusteella ekologisen kestävyYTEEN kannalta hyviä.

Sijainti vaikuttaa myös siihen, minkälainen pienilmasto rakennuksen ympärillä on. Tuulinen ja varjoisa paikka lisää lämmitystarvetta. Laaksot ovat myös epäedullisia rakennuspaikkoja, koska kylmä ilma valuu alaspäin ja aiheuttaa ylimääräistä lämmitystarvetta. Aurinkoinen paikka on hyvä, mutta voi olla ristiriidassa tuulisuuden kanssa. Kasvillisuudella voi vaikuttaa ilmasto-olosuhteisiin. Lehtipuut ovat hyvä suoja liialta auringon säteilyltä, koska varjostavat vain kesällä. Pohjoisen tuulilta voi suojautua myös sopivalla puustolla. Kylmiä ulkorakennuksia voi myös hyödyntää lämpimän rakennuksen suojaamiseen epäedullisilta olosuhteilta. Tuulisuuteen vaikuttaa myös rakennusten korkeus. Pienimmillään tuuli on metsän keskellä olevan matalan rakennuksen ympäristössä. Korkeat rakennukset voivat synnyttää epämiellyttäviä tuuliolosuhteita ja korkeita rakennusten välisiä suoria solia olisi siksi hyvä välttää. [3 s. 26]

Sijainnin ohella rakennuksen suuntauksella voi vaikuttaa energian käyttöön. Aurinkoenergiaa voi hyödyntää passiivisesti suuntaamalla ikkunoita mahdollisimman paljon etelään ja huonetilojen sopivalla sijoittamisella voi parantaa energiatehokkuutta. Oleskelutilat ovat edullista sijoittaa etelän puolelle ja tilat, joiden lämmitystarve ei erityisen suuri, voi hyvin sijoittaa pohjoisen puolelle. Koska lämmin ilma nousee ylöspäin, oleskelutilat on myös yleensä edullista sijoittaa toiseen kerrokseen. Jotta tilojen sijoittelulla saadaan hyötyä, edellytyksenä on yleensä toimiva lämmönjako- ja säätöjärjestelmä. [3 s. 27-28]

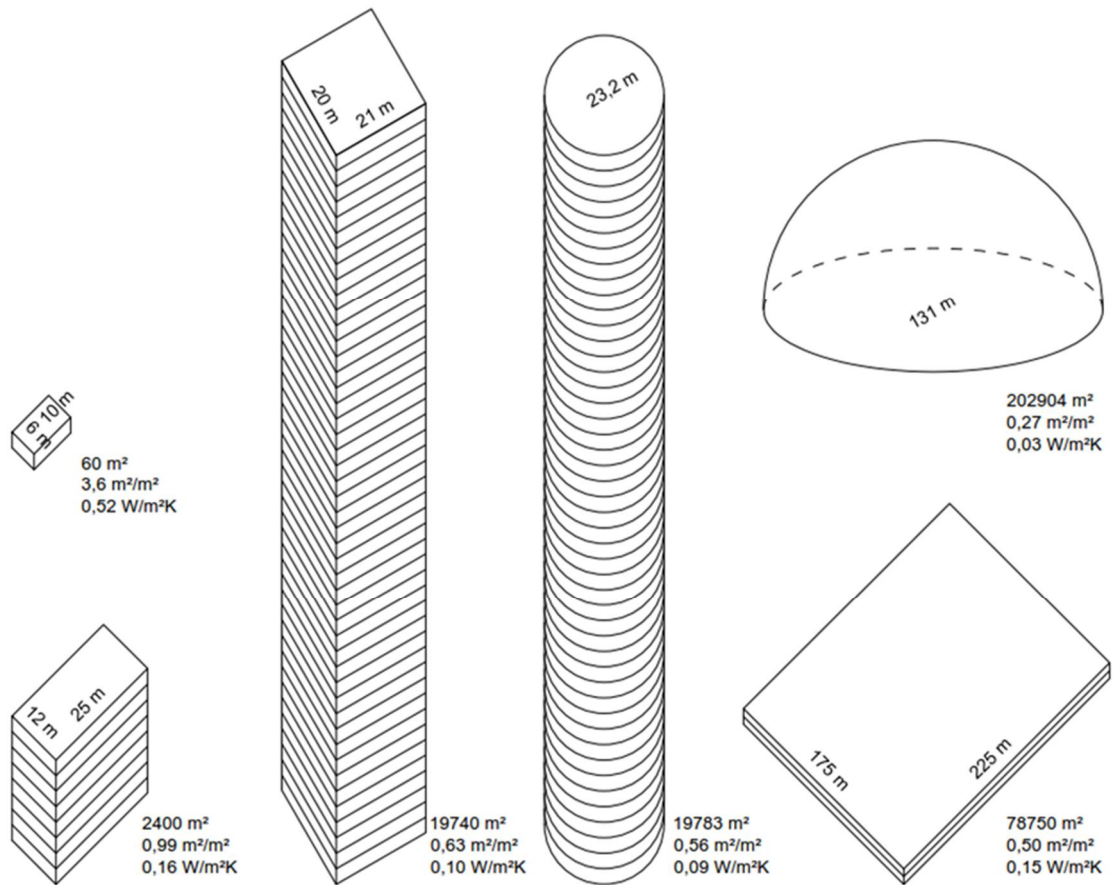
3.3 Massa, muoto ja tilankäyttö

Rakennuksen massalla, muodolla ja tilankäytöllä on merkittävä vaikutus rakennuksen energiankulutukseen ja siten ekologiseen kestävyys. Luonnosvaiheessa suunnitelman energiatehokkuutta voi arvioida muotokertoimen avulla. Muotokertoimenä käytetään saksankielisissä maissa ulkovaipan pinta-alan suhdetta tilavuuteen (A/V) ja pohjoismaissa ulkovaipan suhdetta lattiapinta-alaan (A/A). Näissä luvuissa on hyvä huomata, etteivät ne huomioi tilankäytön tehokkuutta. Esimerkiksi kaksikerroksisessa rakennuksessa tarvitaan portaat, joita yksikerroksisessa rakennuksessa ei tarvita. [4 s. 74-75]

Yleensä eri rakenneosilla on erilaiset lämmönläpäisykertoimet, katon lämmöneristysvaatimus on eri kuin seinien ja siten niiden kautta myös haihtuu eri määrä energiaa. Siksi on kehitetty painotettu muotokerroin, joka huomioi rakenteen lämmöneristävyyden. Luku lasketetaan jakamalla ulkovaipan rakennusosien lämmönläpäisykertoimella painotetut pinta-alat ohjelma-alueella. [4 s. 74-75]

Pallo tai puolipallo ovat teoreettisesti parhaimpia muotoja. Niissä ulkovaipan suhde tilavuuteen on pienin. Kerrosluvun kasvattaminen on myös tekijä, joka parantaa energiatehokkuutta, mutta vain rajoitetusti. Kuuden kerroksen jälkeen kerrosluvun lisäämisellä ei käytännössä ole merkitystä ja tilanne voi jopa huonontua kasvavista tuulenopeuksista johtuen. [3 s. 27]

Rakennuksen koko vaikuttaa myös energiatehokkuuteen. Suuri rakennus kuluttaa vähemmän lämmitysenergiaa hyötyneliötä kohden, kun muut ominaisuudet pysyvät samoina. Pelkän runkosyvyyden kasvattaminen ei lisää merkittävästi energiatehokkuutta. [3 s. 28]



Kuva 1. Erilaisten rakennusmassojen muotokerroinvertailu. Mitä suurempi rakennus, sitä pienemmäksi muuttuu ulkovaipan ala suhteessa rakennusalaan ja sitä vähemmän energiaa haihtuu lattiapinta-alaa kohden. Tämän perusteella rakennukset kannattaisi tehdä sylinterin tai kupolin mallisina.

Muotokerroin on vain suuntaa antava luku. Vaikka rakennuksella olisi hyvä muotokerroin, se ei välttämättä ole muuten ekologisesti kestävä. Kasvattamalla rakennuksen kokoa luku pienenee, mutta syntyvä tila ei välttämättä ole tarpeellista tai hyödyllistä ja siksi se voi olla resurssien tuhlaamista ja huono ekologisen kestävyuden kannalta. Jos tarkasteltaisiin pientä kompaktia mökkiä verrattuna väljään suureen kerrostaloasuntoon, pieni mökki voi hävitä tämän vertailun, vaikka siinä pinta-alan ja materiaalin käyttö olisi paljon tehokkaampaa ja rakennus siten käytännössä ekologisen kestävyuden kannalta parempi. Suunnittelun alkuvaiheessa voidaan vaikuttaa paljon tilaohjelman väljyydellä siihen, kuinka tehokas rakennus energian ja resurssien käytön suhteen on. Myös se, mitkä tilat määritellään lämmitettäväksi tiloiksi vaikuttaa paljon lopulliseen energiatehokkuuteen. [4 s. 23, 28]

3.4 Rakenteet ja materiaalit

Yleensä rakenteet suunnittelee tarkemmin rakennusinsinööri rakentamismääräysten mukaan. Määräyksistä tulee esimerkiksi rakenteiden U-arvovaatimukset. Rakennuttaja ja arkkitehti voivat vaikuttaa siihen, halutaanko määräyksiä parempi lämmöneristys. He voivat myös vaikuttaa siihen, minkälaisia materiaaleja halutaan käyttää. Jos tavoitteena on mahdollisimman ekologisesti kestävä rakennus, on hyvä pyrkiä nykyistä perusvaatimusta parempaan lämmöneristykseen ja siten pienempään energian kulutukseen. Energiatehokkuusdirektiivin mukaan 31.12.2020 lähtien kaikkien rakennusten tulisi olla vähintään lähes nollaenergiatasoa [4 s. 74-75]. Rakenteellinen energiatehokkuus oppaan suositusten mukaiset U-arvot on ulkoseinille 0,12-0,14, alapohjalle 0,10 ja yläpohjalle 0,05-0,09 [5 s. 53].

Materiaalivalinnoilla on myös muita ekologiseen kestävyteen vaikuttavia puolia kuin rakennuksen käytön aikainen energiatehokkuus. Materiaalien tuottaminen, kuljetus, niistä rakentaminen ja niiden korjaaminen, käyttöikä sekä mahdollinen purkaminen ja kierrättäminen vaikuttavat ratkaisun ekologiseen kestävyteen. Uusissa rakennustuoteasetuksissa pyritään huomioimaan rakennustuotteiden ympäristönäkökohdat, jotta olisi mahdollista arvioida tuotteita ekologisen kestävyden näkökulmasta [6 s. 9].

Taulukko 1. Eri materiaalien valmistuksen vaatimia energiamääriä. [7]

Sahatavara	270 kWh/tonni	Kipsilevy	2400 kWh/tonni
Liimapuu	1170 kWh/tonni	Tiili	1200 kWh/tonni
Painekyllästetty puu	345 kWh/tonni	Betoni	540 kWh/tonni
Puukuitueriste	1000 kWh/tonni	Betonielementti	2000 kWh/tonni
Lastulevy	1890 kWh/tonni	Teräs	10000 kWh/tonni
Vaneri	5000 kWh/tonni	Alumiini	72000 kWh/tonni
Lasi- ja vuorivilla	8000 kWh/tonni	Polystyreeni	18900 kWh/tonni

Taulukossa 1 on esitelty eri materiaalien valmistukseen käytettäviä energiamääriä. Määrät ovat suuntaa antavia ja voivat olla pienempiäkin. Materiaalin kierrätettävyyden ja kestävyys on hyvä huomioida, kun arvioi materiaalin ekologista kestävyttä. Vaikka metallit tai betoni vievät valmistusvaiheessa paljon energiaa, lopputuote voi olla pitkäikäinen, jolloin vaikutus tasaantuu, eikä materiaali ole huono ekologisen kestävyden näkökulmasta.

Puu on raaka-aineena hyvä, koska on uusiutuva, kevyt, helposti uudelleen hyödynnettävä ja vähän energiaa vievä. Betoni on hyvä, koska se on mahdollista tuottaa lähellä, kestävä ja pitkäikäinen. [7]

Ikkunat heikentävät ulkovaipan eristävyttä, mutta sitä kompensoi auringon säteilyenergian saanti. Ekologisessa mielessä hyvä koko on sellainen, jossa saatava lämpöenergia ei ole suurempi kuin mitä pystytään hyödyntämään, eli sitomaan rakennuksen massaansa. [8 s. 138-139]

Ikkunat heikentävät rakennuksen energiatehokkuutta, vaikka passiivista aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää. Luonnonvalo myös vähentää sähkövalaistuksen tarvetta ja siten ikkunat kompensoivat seinärakennetta heikompa U-arvoa. Luonnonvalo on lämmitystarvetta tärkeämpi asia, koska se parantaa asumisviihtyvyyttä ja sillä on todettu olevan vaikutus myös työn tuottavuuteen. [5 s. 32-33] Rakentamismääräysten mukaan ikkunapinta-ala saa olla enintään 15 % maanpäällisten kerrosten pinta-alasta, tai enintään 50 % julkisivupinta-alasta [14 24§]. Suurempi määrä on mahdollinen, jos kompensoidaan ratkaisua parantamalla energiatehokkuutta muulla tavalla.

3.5 Arkadit

Yksi tapa parantaa rakennuksen ekologista kestävyttä on myös arkadit. Erityisesti pohjoisessa ne tarjoaisivat suojaisen kulkureitin kevyelle liikenteelle ja siten vähentävät autolla liikkumisen tarvetta. Hyvä esimerkki on Bern, jossa on käytetty paljon arkadeja. [8 s. 87]

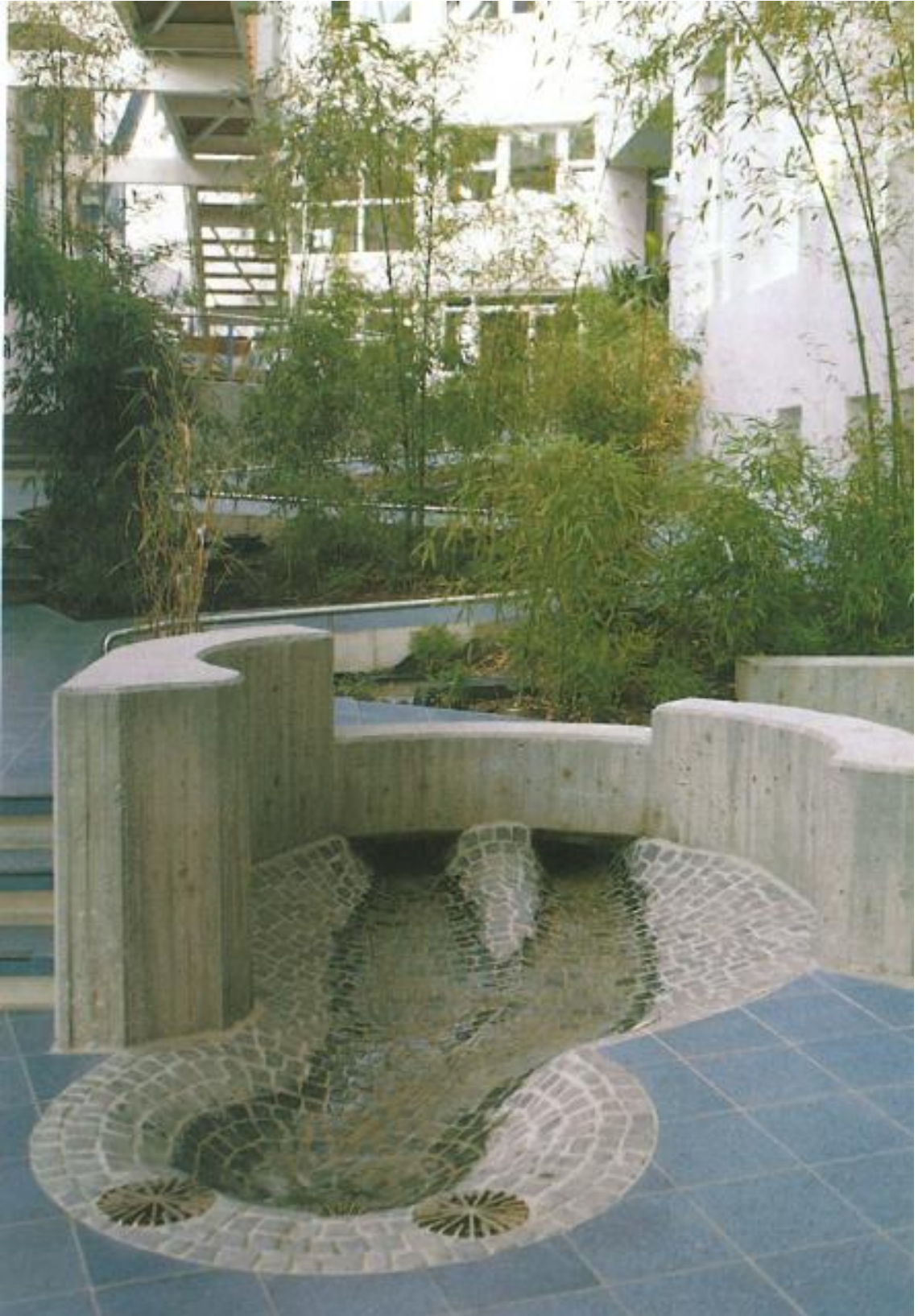


Kuva 2. Arkadikuva Tapiolasta, Espoosta. Bernissä arkadit ovat vielä suojaisempia, koska pili-
rien välit kapeampia.

3.6 Valokatteet ja viherhuoneet

Valokatteet ovat hiukan samankaltainen ekologista kestävyyttä parantava ratkaisu kuin arkadit. Ne tarjoavat suojaista kaupunkitilaa. Hyvä esimerkki tällaisista tilaratkaisuista on Pariisin pasaasit, tai Milanon Vittorio Emanuele II. Valokatteista tilaa voi hyödyntää myös sisäilman jäähdyttämiseen ja kosteuttamiseen, tilassa voi olla istutuksia ja puhdistaa harmaat vedet. [8 s. 91-93]

Rakennuksen lämpöhäviötä voidaan pienentää myös rakentamalla viherhuone, tai lasitettu parveke puskurivyöhykkeeksi rakennuksen eteläpuolelle. Viherhuoneen rakentamiskustannukset ovat yleensä kuitenkin suuremmat kuin sen tuoma energiansäästö. [5 s. 46]



Kuva 3. Katettu liikenteen ja oleskelun tila. Tila toimii myös sisäilman jäähdyttämiseen ja kosteuttamiseen, sekä mahdollistaa harmaan veden puhdistamisen. Gewerbehof, Frankfurt, arkkitehti Elbe. [8 s.93]

3.7 Istutukset

Puiden ja pensaiden istuttaminen parantaa ilmastoa. Täysikasvuinen lehtipuu, jonka latvuksen halkaisija on noin 14 m, suodattaa noin 50 000 m³ ilmaa päivässä ja sitoo pölyä noin 1000 kg vuodessa. Vilkkaasti liikennöidyllä kadulla pölypartikkeleita voi olla ilmassa 15 000 ppl, kun puistossa niitä on noin 2000 ppl. Puilla ja pensailla voidaan myös laskea tuulen nopeutta jopa puoleen ja parantaa ilman kosteuspitoisuutta. Samalla kun ympäristöstä saadaan monimuotoisempi, parannetaan kaupungin ekologisia olosuhteita. [8 s. 85]

3.8 Oma ruoan tuotanto

Ruoan tuottaminen kaukana asutuksesta kuluttaa paljon energiaa. Siksi on ehdotettu, että jokaisella asunnolla olisi riittävästi maata tuottamaan asukkaiden oma ruoka. [2 s.62-63]

Oman ruoan tuottamisen mahdollistaminen tiiviissä kaupunkiympäristössä voi olla vaikea järjestää. Sitä varten voisi hyödyntää kattoterasseja, tai hydroponisia viljelyjärjestelmiä. Hydroponinen viljely, eli vesiviljely ei vaadi maata ja voidaan järjestää sisätiloissa keinovalolla. Tällainen viljely on yleensä tehokkaampaa kuin perinteinen, koska olosuhteet voidaan säätää jatkuvasti oikeanlaisiksi. Ravinteet voidaan säätää tarkemmin ja lisäksi kasvit ovat hyvin suojassa tuholaisilta ja niiden vaatimilta myrkyiltä. Vesiviljelyllä on onnistuttu kasvattamaan kasveja Antarktiksella ja myös avaruudessa. [9 ja 10]



Kuva 4. Kansainvälisen avaruusaseman vesiviljelmä. [11]

3.9 Energiamuoto

Rakentaminen on menossa kohti lähes nollaenergiatasoa. Siinä vaatimuksena on energiatarpeen kattaminen laajasti uusiutuvilla energiamuodoilla. Uusiutuvia energiamuotoja ovat esimerkiksi tuuli-, vesi-, geo- ja aurinkoenergia, joissa energialähde palautuu nopeasti uudelleen käytettäväksi. Myös lämmön talteenotto, jätteiden poltto ja biokaasu lasjetaan uusiutuviksi energiamuodoiksi. [4 s. 3,16,18]

3.9.1 Aurinkoenergia

Aurinkoenergiaa voi hyödyntää useilla tavoilla. Ilman laitteita aurinkoenergiaa voi hyödyntää passiivisesti. Ikkunan kautta tuleva lämpösäteilyä on mahdollista kerätä pintoihin, lattiaan ja muihin rakennuksen sisällä oleviin massoihin. Yksi esimerkki tällaisesta on keksijän mukaan nimetty Trombe-seinä, jossa ikkunan läpi tuleva auringon säteily lämmittää seinää, josta lämpö sitten siirtyy johtuen tai ilman mukana tiloihin. Viher- ja kasvihuone voivat myös toimia aurinkokeräiminä ja varastoida auringon lämpöä ja ne toimivat hyvin huoneilman esilämmitystä varten. Lämpösäteilyllä on mahdollista myös tehostaa luonnollista ilmanvaihtoa. [8 s. 155-156]

Auringon lämpöä voidaan hyödyntää myös aurinkokeräimillä, jossa lämpöä siirretään nesteen tai ilman avulla lämpövarastoon, joka on usein lämminvesivaraaja. Tällainen systeemi on myös pohjoisessa toimiva ja sillä voidaan päästä 30-50 % hyötysuhteeseen. [8 s.159]

Suoraan sähköksi auringon säteilyä pystyy muuttamaan aurinkopaneeleilla. Se ei kuitenkaan ole yhtä tehokasta kuin auringon lämpöenergian suora hyödyntäminen. [8 s.163]

3.9.2 Biokaasuvoimala

Biomassa muuttuu mädätys- ja käymisprosessin kautta hiilidioksidiksi ja metaaniksi, joka on mahdollista hyödyntää polttoaineena lämmön ja sähköntuotantoon. Käymisen tuloksena syntyy myös paljon korkeatasoista lannoitetta. Kaasun tuottamiseen voidaan hyödyntää lähes kaikkea biologista ainetta ja jätettä ja biokaasun bruttotuotto voi olla noin

0,6-3,0 m³ reaktorin tilavuuskuutiometriä kohden. Yhdestä biokaasukuutiosta voidaan saada noin 6 kWh energiaa. [8 s. 174]

Biokaasua on erityisesti hyödynnetty Suomessa maataloilla ja jätevedenpuhdistamoissa. Mutta periaatetta voi hyödyntää myös pienessä mittakaavassa. Esimerkiksi Intiassa on paljon perhekohtaisia biokaasureaktoreita. Sen lisäksi, että biokaasulla voidaan käsitellä jätevesiä ympäristöystävälliseksi, metaanin polton lopputuotteena syntyvää hiilidioksidia voidaan hyödyntää kasvihuoneissa. [12 s. 9,17]

Nykyään myydään lisähiilidioksidia kasvihuoneisiin, joissa ilman hiilidioksidipitoisuus on liian alhainen kasvien parhaalle kasvulle. Ilman normaali hiilidioksidipitoisuus on noin 400 ppm ja kasveille optimaalinen arvo olisi noin 600-1000 ppm. [13, s. 3] Jos rakennuksessa olisi vesiviljelmä, sen toimintaan voisi olla hyvä yhdistää biokaasuvoimala, joka tuottaisi kasveille lisähiilidioksidia ja parantaisi kasvua. Parhaimmillaan olisi ehkä mahdollista, että näiden muodostama kokonaisuus olisi lähes neutraali ympäristölle.

3.10 Jätteiden käsittely

Talousjätteiden käsittely on normaalisti järjestetty niin, ettei se suoraan vaikuta rakennuksen suunnitteluun. Jos rakennuksessa olisi kohdan 3.9.2 mukainen biokaasuvoimala, se voisi hyödyntää biojätteen, eikä erillistä biojätteen keräystä tarvitsisi.

Talousjätteen lisäksi rakennuksissa syntyy jätevesiä. Jätevedet jaetaan harmaaseen ja mustaan veteen. Harmaa vesi on peseytymisestä ja keittiöstä lähtöisin olevaa vähän liikaista vettä. Musta vesi on WC:n huuhteluvettä. Harmaa vesi voidaan suodatuksen jälkeen imeyttää maahan, tai käyttää esim. WC:n huuhteluun. [8 s. 198] Musta vesi olisi käytettävissä, jos rakennuksessa olisi biokaasureaktori, muuten se johdetaan viemärin kautta yleiseen jätevedenpuhdistamoon.

Veden säästämiseksi rakennukseen on mahdollista tehdä kaksivesijärjestelmä. Vesilaitoksen kautta kahden veden toimitus tulee kalliiksi. [3 s. 189] Tällä perusteella toimiva ratkaisu olisi, jos rakennus itse pystyy varastoimaan harmaata vettä ja siten hyödyntää tehokkaasti kaksivesijärjestelmää, jossa puhdasta vettä käytetään vain juomiseen, ruoanlaittoon ja peseytymiseen.

4 Esimerkkejä ekologisesti kestävästä rakentamisesta

Seuraavissa kohdissa käydään läpi muutamia esimerkkejä ekologisen kestävyuden kannalta hyvistä rakennuksista. Esimerkkien on tarkoitus tuoda esiin se, että ekologista kestävyyttä voi tuoda monilla tavoilla, eikä ole vain yhtä oikeaa ratkaisua.

4.1 Villa Solbranten

Bruno Eratin 1978 suunnittelema Villa Solbranten sijaitsee Espoossa. Rakennus on lähellä virkistysalueita, juna-asemaa ja palveluita. Talo on sijoitettu etelärinteeseen ja hyödyntää auringon lämpöenergiaa eteläjulkisivun ikkunapintojen kautta. Rakennuksen viherkatoilla on pyritty tukemaan luonnon monimuotoisuutta. Tilat on sijoitettu niin, että pohjoisessa on vähemmän lämpöä tarvitsevat tilat ja etelässä oleskelu. Ostoenergian kulutus on pieni. [7]



Kuva 5. Villa Solbranten, Bruno Erat, 1978. [7]

Eratin rakennuksessa toteutuu hyvin useita ekologista kestävyttä tukevia ratkaisuja. Vielä parempi ekologinen kestävyys voisi tulla sillä, että tilatehokkuus olisi suurempi. Nyt

rakennuksen pinta-ala on 225 m². Mutta, nykyiselläänkin rakennus on ekologisen kestävyiden kannalta hyvä, aurinkoenergian hyödyntämisen, sijainnin, tilajärjestelyn ja viherkaton ansiosta.

4.2 Villa Isover

Villa Isover on Olli Metson ja Tiina Antinojan suunnittelema omakotitalo. Rakennus sijaitsee Hyvinkäällä ja on rakennettu vuonna 2013. Tämän laskennallisesti nollaenergiatalon huoneistoala on 155 m². Hyvä energiatehokkuus on saavutettu pienillä U-arvoilla, sekä hyvällä ilmatiiveydellä. Ilmavuotoluku q50 on 0,4 m³/m²h. Rakennuksessa on 80 m² aurinkopaneeleja ja lisäksi aurinkokeräimiä, maalämpöpumppu ja varaava takka. Ensimmäisenä vuonna nettonollaenergiataso ei täyttynyt vielä, kun kulutus ja tuotto jäivät suunnitelluista tavoitearvoista. [5 s. 64]



Kuva 6. Villa Isover, Olli Metso ja Tiina Antinoja, 2013. [5, s. 64]

Tässä rakennuksessa ekologista kestävyttä on lähestytty erityisesti teknisillä ratkaisuilla. Hyvää on pieni energian kulutus ja uusiutuvan omavaraisenergian käyttö. Villa Solbrantenissa luonnon monimuotoisuuden tukeminen toteutuu paremmin kuin tässä.

4.3 1940-luvun pientalo

Myös vanha omakotitalo voi olla energiatehokas ja ekologisesti kestävä. Tässä 90 m² kokoisessa puolitoistakerroksisessa omakotitalossa energiatehokkuus syntyy erityisesti tilankäytön tehokkuudesta (23 m²/asukas). Rakennus on muuten lähes alkuperäisen mukainen, mutta siihen on asennettu ilma-vesilämpöpumppu ja uusi lämmönvaraaja. Rakennuksessa käytetään lisäksi vihreää sähköä. [7]



Kuva 7. 1940-luvun pientalo. [7]

Tämän esimerkin perusteella melko yksinkertaisesti on mahdollista saavuttaa ekologista kestävyttä. Pitkäikäisyys on myös yksi tämän rakennuksen etu, ekologisen kestävyuden näkökulmasta. Materiaalit on ollut pitkään käytössä ja niiden korjaus tai kierrätettävyys on tarvittaessa hyvin mahdollista. Vertailuissa muihin, asukastiheys on hiukan epämääräinen argumentti, koska asukasluku voi vaihdella, eikä aina ole välttämättä suunnitellun mukainen.

4.4 Biolanin pääkonttori

Euraan vuonna 2010 valmistuneen Biolanin pääkonttorin suunnittelussa ja rakentamisessa oli tavoitteena mahdollisimman energiatehokas ja ekologinen rakennus. Luonnonmateriaaleja käytettiin paljon, esimerkiksi ruokokatto. Talossa on myös teknisiä innovaatioita, kuten kiertovesikäymälä, jolla pyritään vähentämään jätevesimäärää. Kiertovesikäymälä on vesi- ja kuivakäymälän yhdistelmä. [15] Rakennuksen pinta-ala on 2150 m² ja rakennuksen on piirtänyt Oy TimberHeart Ltd/Marko Vuorinen. Lämmitykseen käytetään kalliolämpöä. [16]



Kuva 8. Biolanin pääkonttori, 2010. [16]

Rakennus on mielenkiintoinen, koska siinä on tavoitteena ollut mahdollisimman ekologinen rakennus. Monet teknologiset ratkaisut tekevät siitä ekologisen kestävyuden kannalta hyvän. Luonnonmateriaalien käyttö on myös hyvä. Pyöreä muoto on energiatehokas ratkaisu. Osa puumateriaalista on tuotu ulkomailta, mikä vähentää materiaalin ekologisuutta. Keskiosan korkea 300 m² lasikattoratkaisu tuo sisään valoa ja lämpöä, kun aurinko paistaa. On mahdollista, että lasikattoratkaisun avulla hyödyntää aurinkoenergiaa passiivisesti, mutta sen vaikutus rakennuksen energiatehokkuuteen jäi epäselväksi.

4.5 Oulun Kastelli-monitoimitalo

Oulun Kastelli-monitoimitalo valmistui vuonna 2014 ja se on palkittu LEED for Schools-sertifikaatilla, Kulta-taso. Suunnittelusta vastasi Lemminkäinen PPP Oy ja se on toteutettu arkkitehtikilpailun tuloksena. Lemminkäinen vastaa projektissa rakentamisen lisäksi kiinteistön ylläpidosta. Ratkaisevaa sertifikaatin saamiseksi on ollut energiatehokkuus, joka perustuu ilmanvaihdon lämmön talteenottoon ja tarpeenmukaiseen ilmanvaihtoon. Rakennuksessa on myös energiatehokas valaistus ja muita yksittäisiä energiatehokkuutta parantavia teknisiä ratkaisuja. [17]



Kuva 9. Kastelli-monitoimitalo, 2010, Lemminkäinen PPP Oy. [17]

Rakennus on teknisesti hyvin ekologisesti kestävän rakentamisen mukainen. Myös suorakaiteen mallinen rakennusmassa on suhteellisen hyvä muoto energiatehokkuuden näkökulmasta. Monitoimitalossa hyvää on käyttöasteen paraneminen, kun tiloja voi hyödyntää eri käyttäjät. Rakennus ei palvele vain yhtä ryhmää ja siten sen hyötysuhde paranee. Teknologisilla ratkaisuilla voidaan myös ohjata energian käyttöä niin, että se kohdistuu tarpeen mukaan, mikä parantaa energiatehokkuutta.

4.6 Onnenpolun palvelutalo

Rakennuksen on suunnitellut Arkkitehtityö Boman, Lindström, Vesanen, Virtanen Oy ja se valmistui vuonna 2014. Huoneistoala on 14339 m². Rakenteiden U-arvot ovat perusvaatimusten mukaiset, mutta rakennus täyttää silti passiivitalon kriteerit. Syynä energiatehokkuuteen ovat suuri rakennusmassa ja sen keskellä oleva lämmittämätön atriumpiha. Lisäksi rakennuksen mitattu ilmavuotoluku on hyvä 0,3 1/h. Energiamuotona ovat kaukolämpö ja aurinkokeräimet. Lisäksi talossa on aurinkosähköjärjestelmä. [5 s. 72]



Kuva 10. Onnenpolun palvelutalo, 228 asuntoa, 2014. [5 s. 73]

Onnenpolun palvelutalo on hyvä esimerkki siitä, miten suuri rakennusmassa vaikuttaa rakennuksen ekologiseen kestävyYTEEN. Lisäksi rakennusmassan keskellä olevan lämmittämättömän atriumpihan vaikutus on mielenkiintoinen. Katettu tila pienentää ulkovai-pan alaa tässä tapauksessa, mikä on hyvä lämmitystarpeen kannalta.

4.7 4 Times Square

4 Times Square on 48-kerroksinen toimistorakennus New Yorkissa. Rakennus valmistui vuonna 1999 ja sen on suunnitellut Fox & Fowle arkkitehdit. Rakennusta pidetään merkittävänä ekologisesti kestäväenä rakennuksena monista innovaatioista johtuen. Rakennuksessa on muun muassa käytetty aurinkoenergiaa. David Owenin Green Metropolis

kirjan mukaan merkittävin asia on kuitenkin rakennuksen sijainti ja koko. Rakennus on lähellä julkista liikennettä ja rakennuksen käyttäjät eivät tule paikalle omilla autoilla. Pinta-ala on 150000 m² ja se on rakennettu 4050 m² tontille. Matalampi rakennus kuluttaisi paljon enemmän maata. [18 s. 203-205,213]



Kuva 11. 4 Times Square, 1999, Fox & Fowle arkitehdit. [19]

Ei tulisi heti mieleen pitää 4 Times Squarea ekologisena rakennuksena. Mutta sijainnin puolesta siinä toteutuu ekologinen kestävyys, kun se vähentää autoilun tarvetta. Lisäksi, korkea rakennus säästää ympäristöä muuhun käyttöön, esimerkiksi puistoiksi ja siten mahdollistaa omalla tavalla luonnon monimuotoisuutta. Toimistorakennukset ovat normaalisti käytössä vain työaikana, jolloin muuna aikana niiden ylläpito ja lämmitys kuluttaa turhaan. Siksi voisi ajatella, että toimistorakennuksen yhdistäminen esimerkiksi asuinrakentamiseen parantaisi ekologista kestävyyttä parantuneella käyttöasteella.

4.8 Bosco Verticale

Boeri Studio on suunnitellut Milanoon kaksi asuin- ja toimistorakennusta. Vuonna 2014 valmistuneet rakennukset ovat 110 m ja 76 m korkeat. Rakennusala on noin 75000 neliometriä ja ulkoseinillä on kasvillisuutta 20000 neliömetrin verran. Kasvillisuuden peittämä rakennus lisää luonnon monimuotoisuutta ja parantaa ilmanlaatua. Kasvillisuus suojaa melulta ja haitalliselta auringon säteilyltä. [20]



Kuva 12. Bosco Verticale, Boeri Studio, 2014. [20]

Bosco Verticale on hieno esimerkki siitä, miten korkeaan rakennukseen voidaan tuoda kasvillisuus mukaan ja siten parantaa luonnon monimuotoisuutta ja ekologista kestävyttä. Rakennusten massa ja rakentamisen tiiveys ovat myös ekologisen kestävyden näkökulmasta hyviä. Tässä yhdistyy Villa Solbranten a 4 Times Squaren hyviä puolia.

Parvekkeet, jotka kantavat kasvillisuuden ovat ulokebetonilaattoja. Suomen olosuhteissa vastaava rakenne olisi vaikea tehdä lämmöneristykseen syntyvän kylmäsillan vuoksi. Puutarhaparvekkeet pitäisi todennäköisesti tukea pilareilla.

4.9 Mountain Dwellings

Kööpenhaminassa sijaitseva Mountain Dwelling valmistui vuonna 2008. Sen on suunnitellut Bjarke Ingels Group (BIG). Rakennuksessa yhdistyy kaksi toimintoa, alaosan pysäköintitilat ja niiden päällä terassiasunnot kattopuutarhoilla. Rakennuksen pinta-ala on 33000 m², kaksi kolmasosaa on pysäköintiä ja loput asumista. Asunnot on suunnattu etelään ja pysäköinti kadun puolelle pohjoiseen. [21]



Kuva 13. Mountain Dwellings, 2008, Bjarke Ingels Group. [21]

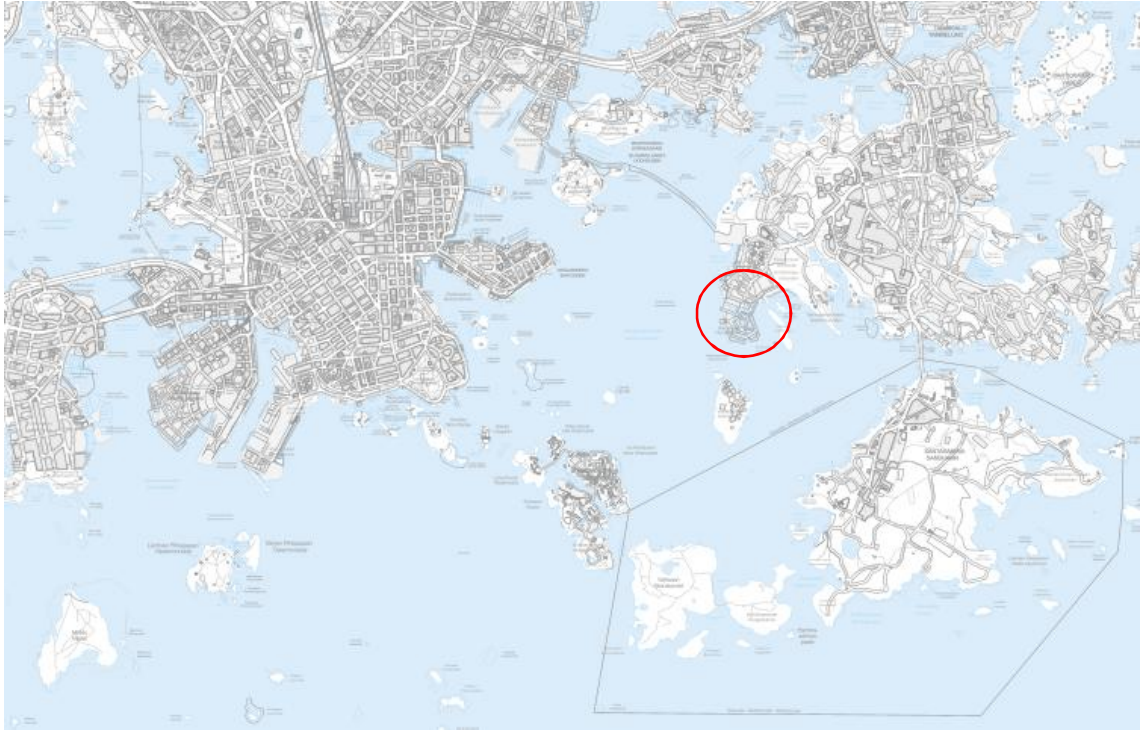
Tässä rakennuksessa on hyvin ajateltu tilojen sijoittelu auringonvalon tarpeen mukaan. Pysäköintitila ei tarvitse samalla tavalla auringonvaloa kuin asunnot. Jos nämä toiminnot olisi rakennettu erillisiin rakennuksiin, olisi tarvittu pysäköintitalle oma katto ja asunnoille oma alapohja. Toimintojen yhdistämisen seurauksena syntyy säästöä, kun pysäköintitalle katto on asuntojen lattia. Kattopuutarhat parantavat luonnon monimuotoisuutta ja siten lisäävät rakennuksen ekologista kestävyttä. Ekologisen kestävyden näkökulmasta rakennuksen muoto ei ole optimaalisin. Verrattuna suorakaiteen malliseen rakennusmassaan, ulkovaipan alaa on tässä paljon suhteessa lattiapinta-alaan, mikä heikentää energiatehokkuutta. Tätä kuitenkin kompensoi eri toimintojen yhdistämisestä syntyvä rakenteiden säästyminen ja maa-alan tehokas käyttäminen.

5 Rakennuspaikka

Ekologista kestävyttä voi saavuttaa monilla tavoilla. Rakennuspaikan valinnassa siihen voi vaikuttaa ilmasto-olosuhteiden kautta ja vähentämällä autoilun tarvetta. Aurinkoisuus, tuulettomuus, palveluiden tai julkisen liikenteen läheisyys ovat hyviä ekologisen kestävyden kannalta. Maan tehokas käyttäminen on myös hyvä ekologisen kestävyden puolesta, koska silloin maata säästyy ja luonnon monimuotoisuudella on paremmat mahdollisuudet. Kruunuvuorenrannassa moni näistä toteutuu hyvin, siksi se on valittu rakennuspaikaksi tässä työssä.

5.1 Kruunuvuorenranta

Kruunuvuorenranta on uusi asuinalue Helsinkiin, joka rakennetaan Kruunuvuorenselän itäpuolelle. Alue on niemen kärjessä ja siitä on hienoja merimaisemia vaihtelevaan saaristoluoontoon, Suomenlinnaan ja myös kantakaupunkiin. Alueelle on suunniteltu rakennettavaksi koteja 13000 asukkaalle vuoteen 2030 mennessä. Helsingin keskusta on vain kolmen kilometrin päässä. Kruunu-sillat hankkeella on tarkoitus yhdistää alue tulevaisuudessa keskustaan, jolloin matkaan menisi ratikalla vartti. [22]



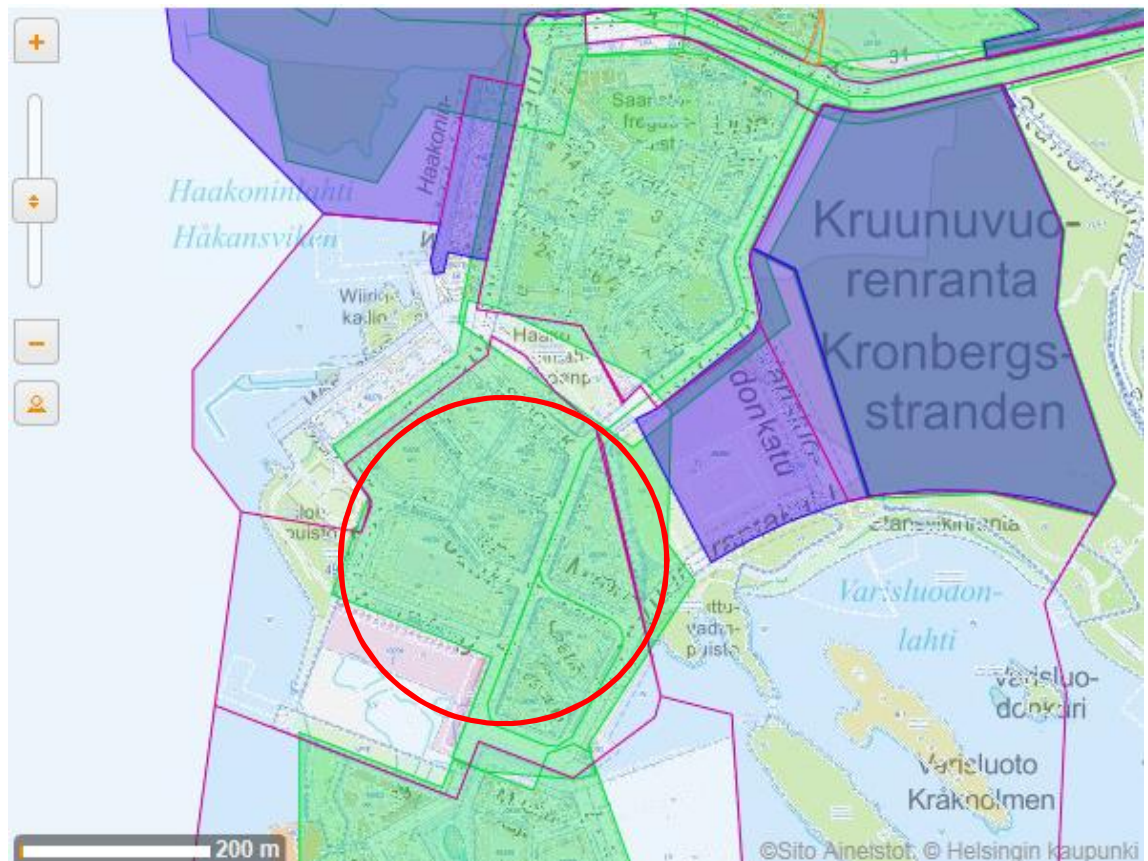
Kuva 14. Kruunuvuorenrannan sijainti Helsingissä. [23]

5.2 Asemakaava

Kruunuvuorenranta koostuu yhdeksästä asemakaava-alueesta. Valittu rakennuspaikka on pääasiassa kaavan 12130 alueella, mutta sivuaa asemakaavaa 12010 ja 12080. [24]

Asemakaavan 12130 selostuksen mukaan alueelle ollaan rakentamassa 89200 k-m² asuntoja, 2400 k-m² toimitiloja, sekä päiväkotia omalle tontille. Alue on suunniteltu kerrostalovaltaiseksi. Eteläosaan on merkitty katuaukio ja lounaisranta on varattu puistoksi. Alueelle on määrätty järjestettäväksi jätteiden putkikeräys. Helsingin kaupunki omistaa alueen, jolle tässä työssä suunniteltu rakennus ollaan sijoittamassa. [25 s. 1,4,5]

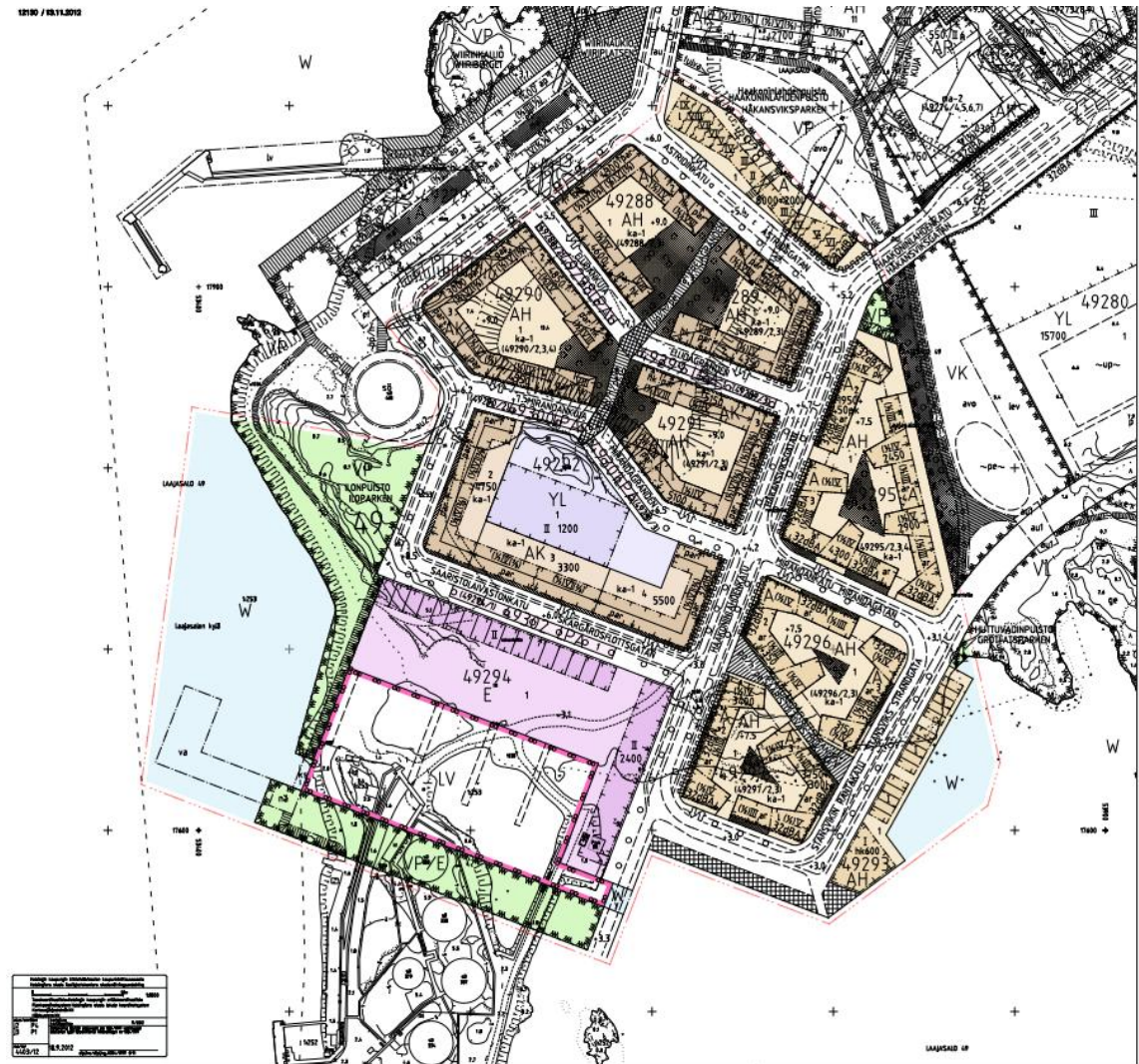
Asemakaavalla pyritään synnyttämään korkeatasoinen merellinen asuinalue, joka koostuu monenlaisista talotyypeistä ja asunnoista. Kaduilla ja puistoilla on tavoiteltu viihtyisää ja vaihtelevaa asuinympäristöä. [25 s.7]



Kuva 15. Kruunuvuorenrannan asemakaava-alueet, ympyröity suunnittelualue kuuluu asemakaavaan 12130. [24]

Suunnittelualueen asemakaavassa 12130 alueen keskiosaan on esitetty vaihtelevan korkuisia rakennuksia. Itäreunalla matalampi kolmikerroksisia rakennuksia ja keskellä korkeimmillaan kahdeksan kerroksisia rakennuksia. Koillis- ja pohjoisrajalle sijoittuu Haakoninlahden puisto, joka esitetty kaavassa 12080. Päiväkodille on varattu alueen eteläpuolelle paikka suurkorttelin sisältä.

Alueen palvelut on suunniteltu kaava-alueen ulkopuolelle Kruunuvuorenrannan keskukseen. Harraste- ja kokoontumistiloja on koottu yhteen kaikkien yhteisesti käytettäväksi rantasaunoihin ja asukastaloon itäisen virkistysvyöhykkeen osaksi. Pysäköinti on suunniteltu erillisille LPA alueille, pihakannen alle. [25 s. 8,14] Kaavan mukaan pysäköintipaikkoja pitää olla alueella vähintään 1 ap/120 k-m² tai 0,6 ap/asunto. Myymälätiloilla vaatimus on 1 ap/250 k-m². Pyöräpaikkoja vaaditaan kaavassa 1 pp / 30 m².



Kuva 16. Asemakaava 12130.

5.3 Ympäristö ja maasto

Alue on entistä öljysatamaa, jolla rantaviivaa on noin 400 metriä niemen molemmilla puolilla. Vanhat rakennukset on pääosin purettu ja maaperän puhdistus on käynnissä, ellei sitä ole jo puhdistettu. [25 s.5,6] Tällä hetkellä alueella on enimmäkseen murskeka-soja avokallion päällä. Itä- ja länsirannalla on ulkoilualueita. Itäranta on enemmän luon-nontilassa ja siellä kasvaa sekametsää. Ekologisen kestävyuden kannalta paikka on hyvä rakentamiselle nyt, kun paikalla ei muutenkaan ole erityisen monimuotoinen luonto. Kalliopohjan etuna on, ettei tarvitse paaluttaa. Maasto on suhteellisen tasainen, jos ei huomioida sorakasoja. Asemakaava-alueelta pohjoiseen mentäessä maasto nousee noin 20 metriin merenpinnasta, mutta suunnittelualueen korko merenpinnasta on keskimäärin

noin 3-4 metriä. Asemakaavan mukaan rakennettu maanpinta tulee sijaitsemaan korkeudessa +3 m (NN) [25 s. 13]. Alueen merkittävin rakennus on öljysäiliö 468, joka on tarkoitettu säilyttämään. Valkoinen säiliö näkyy osittain valokuvassa 18.



Kuva 17. Alue kuvattuna pohjoiseen 6.4.2019.



Kuva 18. Alue kuvattuna etelään 6.4.2019.

5.4 Palvelut

Laajasalon keskus Yliskylässä on alueen lähipalvelukeskus ja Herttoniemestä on muodostumassa alueen paikalliskeskukseksi. Lähimmät päivittäistavarakaupat sijaitsevat Gunillan- ja Jollaksen tiellä, sekä Laajasalon ostoskeskuksessa. Laajasalon keskuksessa on myös muita palveluita, kuten terveysasema, kirjasto, posti ja pankki. Tahvonlahden ala-aste on lähin koulu ja samassa yhteydessä sijaitsee myös päiväkotiki. [25 s. 5] Etäisyys Laajasalon keskukseseen on noin 3 km ja päiväkotikiin vähän vajaa 1,5 km.

6 Suunnitteluratkaisu

6.1 Lähtökohta

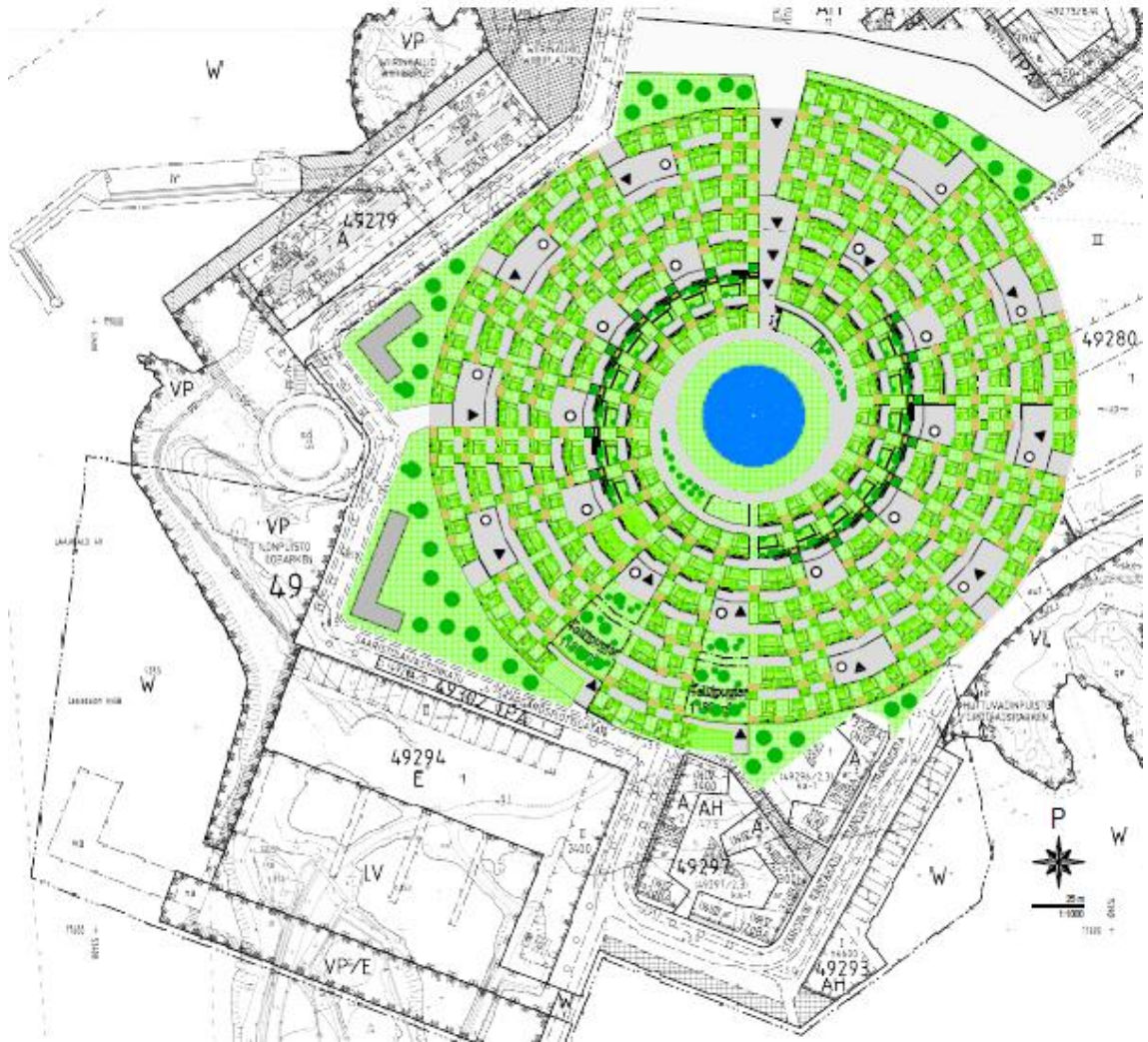
Lähtökohtana suunnittelussa on ollut ekologinen kestävyys, joka perustuu tässä työssä esiteltyyn Helsingin kaupungin käyttämään ekologisen kestävyuden määritelmään. Ekologisesti kestäviä ratkaisuja on sellaiset, jotka ovat tukevat luonnon monimuotoisuuden säilymistä ja tasapainossa luonnon resurssien ja sietokyvyn kanssa. Tässä työssä on käyty läpi erilaisia vaihtoehtoja ekologisesti kestäväan rakentamiseen ja niitä on pyritty soveltamaan lopullisen luonnossuunnitelman tekemisessä.

Ekologinen kestävyys on kuitenkin vain lähtökohta. Tavoite on rakennus, joka on viihtyisä, mielenkiintoinen ja toimiva. Jos ekologinen kestävyys on ristiriidassa näiden tavoitteiden kanssa, suunnittelussa on valittu ennemmin ratkaisu, joka palvelee tätä tavoitetta, vaikka se ei olisi kaikista ekologisesti kestävin ratkaisu.

Asemakaava on huomioitu suunnitelmassa, mutta sen ei ole annettu määrätä suunnitelmaa. Kaavassa tavoite on korkeatasoinen merellinen asuinalue, joka koostuu monenlaisista talotyypeistä ja asunnoista. Kaava määrittelee myös asuntojen ja palveluiden määrää. Niihin tai parempaan on pyritty, ottaen huomioon ekologinen kestävyys, mutta ei kaavan asettamissa rajoissa. Kaavan rajoista on poikettu, jotta kaikki halutut ekologisia kestävyyttä parantavat ratkaisut saatiin suunnitelmaan.

6.2 Suhde ympäristöön

Suunnittelualueen vieressä ei ole tällä hetkellä asuinrakennuksia. Uudet asuinrakennukset ovat kauempana pohjoisessa ja jäävät tulevan puistovyöhykkeen taakse. Tämä antaa enemmän vapauksia muodon ja tyylin suhteen, kun ei tarvitse sovittaa rakennusta tiukkaan olemassa olevaan rakennusmassaan. Kaavassa ja sen selostuksessa on määriteltä suuntaa siihen, mitä alueelle olisi tulossa. Tässä tapauksessa ajatus on ollut, että niitä suunnitelmia sovitettaisiin tähän ratkaisuun, jossa pyrkimys on kaavan mukainen korkeatasoinen merellinen asuinalue monenlaisilla talotyypeillä ja asunnoilla, mutta myös ekologinen kestävyys. Luonnon ympäristöön sopivuus ja luonnon monimuotoisuuden suunnitelmassa on pyritty laajalla viherrakentamisella.



Kuva 19. Suunniteltu rakennus sijoitettuna asemakaavaan 12130. Reuna-alueet säilyvät kaavan mukaisina.

6.3 Massa ja muoto

Rakennuksen massa ja muoto vaikuttavat merkittävästi rakennuksen energiatehokkuuteen ja sitä kautta ekologiseen kestävyys. Suuri rakennusmassa ja puolipallo olisivat hyvin energiatehokas yhdistelmä, koska ulkovaipan pinta-ala olisi pieni suhteessa lattiapinta-alaan.

Suunnitelmassa perusmuoto on lähes puolipallo, mutta se on rikottu porrastuksella, jotta saataisiin paremmin toimivia kattoterasseja ja sitä kautta myös mielenkiintoisia tiloja. Porrastuksen vuoksi ulkovaipan ala on kasvanut suhteessa lattiapinta-alaan. Suhdetta

huonontaa myös ulkoseinien kulmat. Niiden tuoma heikennystä kompensoi rakennuksen suuri kokonaismassa, jonka ansiosta Ulkovaipan ja lattiapinnan suhde on ollut alustavissa laskelmissa hiukan parempi kuin normaalissa kahdeksan kerroksisessa talossa. Olisi voinut pyrkiä parempaakin, mutta nyt lopputuloksena on monimuotoinen rakennus tavallisen suorakaiteen mallisen kerrostalon ulkovaipan tehokkuudella. Ratkaisu vaikutti mielenkiintoisammalta ja viihtyisämmältä, siksi tässä kohtaa ei valittu ekologisesti kestäväntä muotoa.



Kuva 20. Rakennuksen kokonaismassa idästä katsottuna.

6.4 Materiaalit

Materiaalivalinnoissa on pyritty ekologiseen kestävyysvalintaan valitsemalla kestäviä ja tarkoituksenmukaisia materiaaleja. Betonirakenteita on käytetty siellä missä tarvitaan hyvää puristuslujuutta ja pitkäikäisyyttä, kuten perustukset ja kantavat seinät. Betoni kuluttaa enemmän energiaa kuin esimerkiksi puu, mutta kestävydestä, pitkäikäisyydestä ja huoltovapaudesta johtuen se hyväksyttiin tähän. Rakennukseen haluttiin kattopuutarhoja. Niiden toteuttaminen suuresta painosta johtuen olisi myös vaikea ilman betonirakenteita.

Puurakenteita on käytetty ei-kantavissa ulkoseinissä, koska ovat kevyitä ja myös vähemmän energiaa kuluttavia. Puun keveys vaikuttaa myös betonirakenteisiin keventävästi. Julkisivupinnat ovat pääosin rapattuja, koska niin saatiin yhtenäisiä pintoja. Rapattu pinta

on kestävä ja tarvittaessa helposti korjattavissa ja siten sopiva valinta, vaikka ei ole täydellinen ekologisen kestävyuden näkökulmasta.

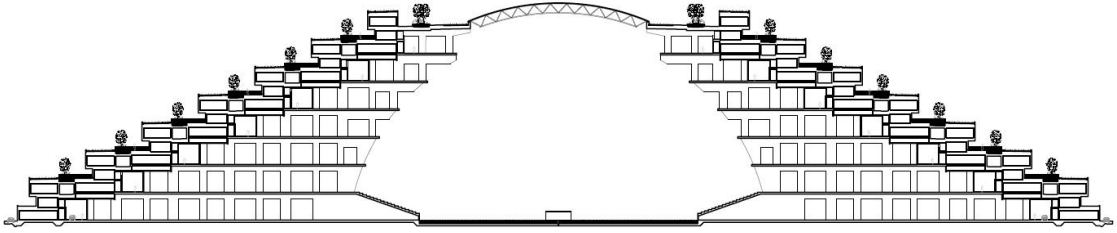
6.5 Rakenteet

Rakenteiden valinta vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen. Tässä työssä on valittu rakenteita, jotka ovat Rakenteellisen energiatehokkuus kirjan suosittelemien U-arvojen mukaisia. Kirjan U-arvoilla rakenteiden energiatehokkuus on lähes nollaenergiarakentamien taso ja siten ekologisen kestävyuden kannalta hyviä. Tällä ratkaisulla rakennepaksuudet pysyivät sellaisina, etteivät aiheuttaneet ongelmia kerroskorkeuksiin tai muuhun kokonaisuuteen. Kattoterassirakenteista johtuen kerroskorkeudet muodostuivat kuitenkin suuremmiksi kuin kolme metriä. Sen seurauksena materiaalin kulutus kasvaa, mikä ei toisaalta ole ekologisen kestävyuden kannalta paras. Kun vaihtoehtona on vähän materiaalin kulutusta, mutta ei kattopuutarhoja, tai kattopuutarhat ja enemmän materiaalin kulutusta, vaikutusta ekologiseen kestävyYTEEN on vaikea arvioida. Kattopuutarhat valittiin, koska ne tukevat luonnon monimuotoisuutta ja parantavat viihtyvyyttä.

Kantava rakenne on pääasiassa pilari-palkkirunko, joka mahdollistaa sisätilojen muunneltavuuden. Muunneltavuus palvelee ekologista kestävyyttä lisäämällä rakennuksen käyttöikä, kun rakennus soveltuu, vaikka käyttötarpeet muuttuisi.

6.6 Tilat ja toiminnallisuus

Tilojen osalta ekologiseen kestävyYTEEN vaikuttavat tehokkuus ja käyttöaste. Väljiin tiloihin kuuluu enemmän resursseja ja jos tiloja ei käytetä, ne kuluttavat turhaan resursseja. Siksi ekologisen kestävyuden näkökulmasta olisi parasta tehdä mahdollisimman tiivistä ja käyttöasteelta korkeaa rakentamista. Se voi olla ristiriidassa viihtyisyyden ja mukavuuden kanssa. Korkea käyttöaste ja suuri rakennusmassa ovat myös tekijöitä, jotka eivät aina toteudu samalla kertaa. Suuri rakennusmassa on ulkovaipan ja lattiapinta-alan suhteen parempi, mutta jos tila ei ole hyödyllistä, suuren massa hyöty häviää. Kun aiemmassa kohdassa päädyttiin suureen massa, jotta rakennuksen monimuotoisuus toimisi ekologisesti kestävästi, pitää rakennukseen myös kehittää riittävästi toimintoja, jotta se olisi edelleen ekologisen kestävyuden kannalta hyvä.

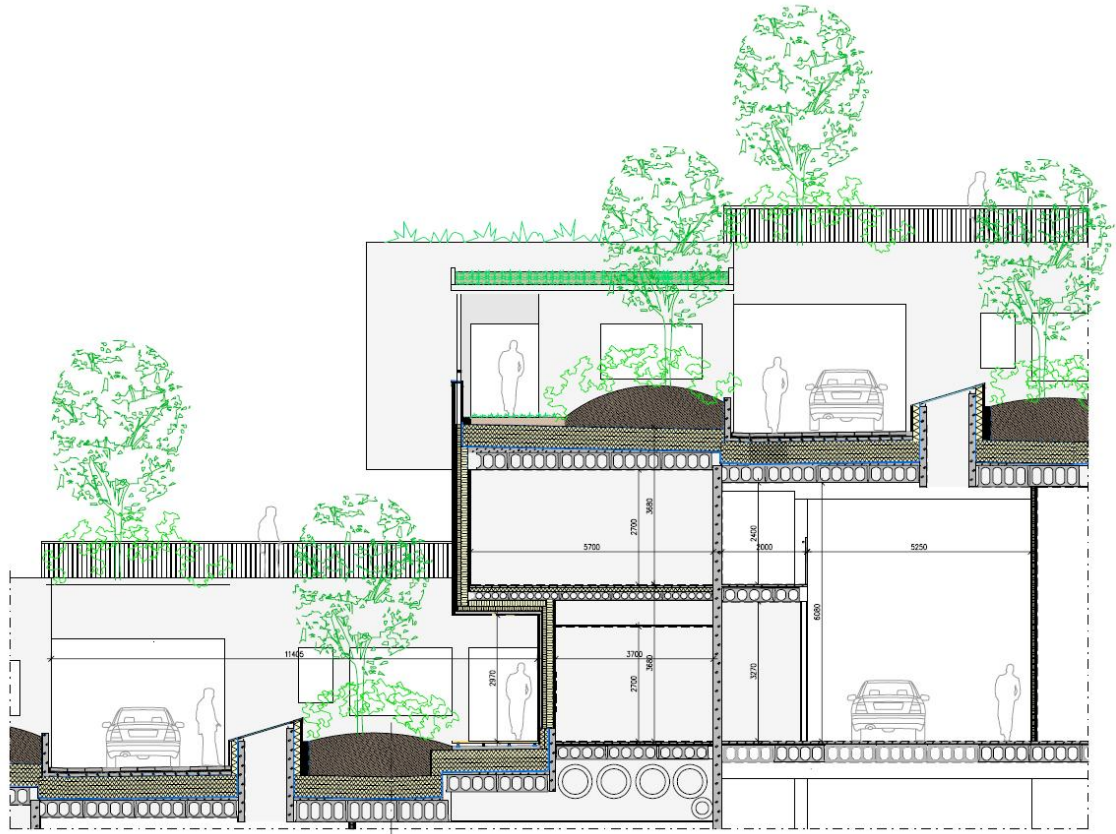


Kuva 21. Rakennuksen poikkileikkaus. Ulkokehällä on asunnot. Sisimpänä on jalkapallokenttä ja sen katsomot. Ja niiden välissä on muut yleiset tilat ja niiden tarvitsemat kulkureitit.

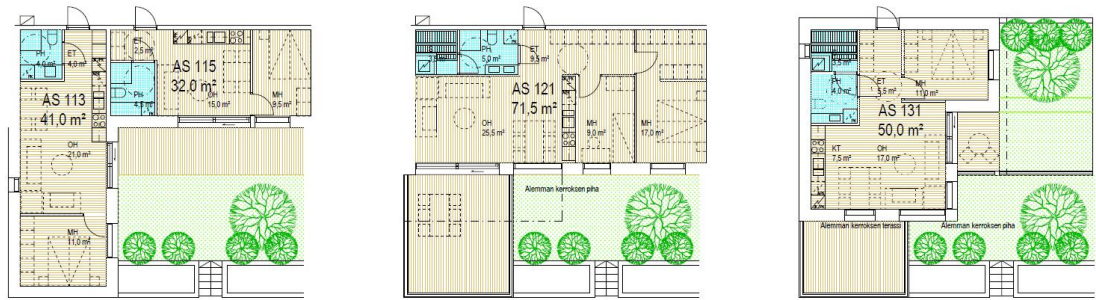
Käytönaikaisella ilmanvaihdon ja lämmön ohjauksella on mahdollista tehdä niin, että tiloista, jotka eivät tarvitse täyttä lämpöä, lämpö ohjataan enemmän tiloihin, joissa tarve on suurempi. Yöllä yleisissä tiloissa energian tarve on pieni ja niiden voi antaa jäähtyä, kun asunnoissa tarve on suurempi. Suunnitellussa rakennuksessa on myös tiloja, kuten varastot ja kulkuväylät, jotka eivät tarvitse normaalia huonelämpötilaa ja siten ratkaisu ei kuluta niin paljon energiaa kuin täydellä lämmöllä. Kun asuminen ja muu toiminta on samassa rakennuksessa, näiden välistä energian käyttöä on mahdollista säätää joustavasti tilanteen mukaan.

6.6.1 Asunnot

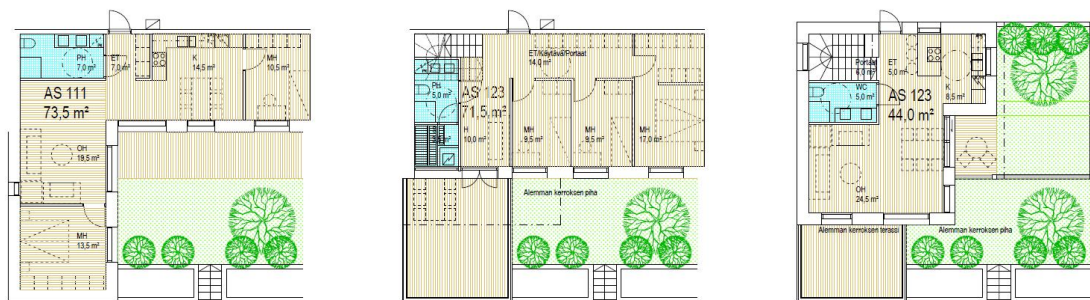
Rakennuksen ulkovaippa muodostuu porrastetusti kolmikerroksista asuntoyksiköistä (kuva 22), joissa on yleensä kolme asuntoa päällekkäin. Asuntoja on yhteensä 800 ja noin 49000 m². Niiden koot vaihtelevat 32 m² asunnoista suurimpiin 127 m² asuntoihin. Asunnot on suunniteltu niin, että niitä voi tarvittaessa yhdistellä useampikerroksisiksi tai pidemmiksi. Suurin osa asunnoista on kaksioita. Pienimmätkin asunnot ovat kahden huoneen asuntoja, joissa on pieni tupakeittiö. Pohjoissivulla rakennukset joutuvat varjon puolelle. Että rakennukset saisivat myös hyvin päivänvaloa, pohjoispuolelle on sijoitettu suurimmat kaksikerroksiset huoneistot, joissa yläkerta voi saada hyvin valoa myös etelästä. Kaksikerroksisen asunnon alapuolella on L-mallin asuntoja, joissa toinen sakara tulee rakennusmassasta ulos niin, että on mahdollista saada aurinko idästä ja lännestä. Jotta syntyisi monipuolinen asuntokäyttö, pienet asunnot on sitten sijoitettu eteläkaarteeseen, jossa ikkunoiden sijoittaminen vain yhteen suuntaan ei ole valon kannalta ongelma.



Kuva 22. Leikkaus asuntojen kohdalta.



Kuva 23. Esimerkkiasuntoja. Asuntoja on aina kolme päällekkäin. Tässä vasemmanpuoleinen on alin ja oikealla ylin. Aurinkoisemmalla puolella alin kerros on jaettu kahteen pieneen asuntoon.



Kuva 24. Varjoisamman puolen esimerkkiasuntoja. Vasemman puoleisessa, alimman kerroksen pohjapiirroksessa, on kolmio, jossa avautuu ikkunoita kolmeen ilmansuuntaan. Tällä ratkaisulla on varmistettu päivänvalo varjoisammalla puolella. Ylimmät kaksi kerrosta muodostavat yhden asunnon. Välikerrokseen on sijoitettu makuuhuoneet. Ylimmässä kerroksessa on oleskelutilat, koska sinne on mahdollista saada auringonvaloa useammasta suunnasta.



Kuva 25. Näkymä asunnosta.



Kuva 26. Näkymä kattoterassilta. Rakennuksen muodosta ja sijainnista johtuen, asunnoista avautuu avaria näkymiä.

6.6.2 Liikuntatilat

Asuntojen keskelle rakennuksen sisään jää suuri tila, jota on käytetty monipuolisesti erilaisia urheilulajeja varten. Liikuntatilat vievät rakennuksesta noin 31000 m², eli 15 %.

Liikuntatiloissa ei ole välttämätöntä olla luonnonvaloa, siksi on ajateltu, että niiden sijoittaminen rakennuksen sisempiin osiin olisi hyvä ekologisen kestävyyskannalta, kun muille tiloille jää sitten paremmin auringonvaloa tarvitsevia julkisivuja.

Rakennuksen keskellä on jalkapallokenttä, joka on katettu. Kattamisen ansiosta ulkovaipan ala muodostui pienemmäksi. Siksi se oli perusteltavissa ekologisen kestävyyskannalta hyväksi tässä tapauksessa. Ilman keskialueen kattamista, ulkovaippa olisi noin 8000 m² suurempi.

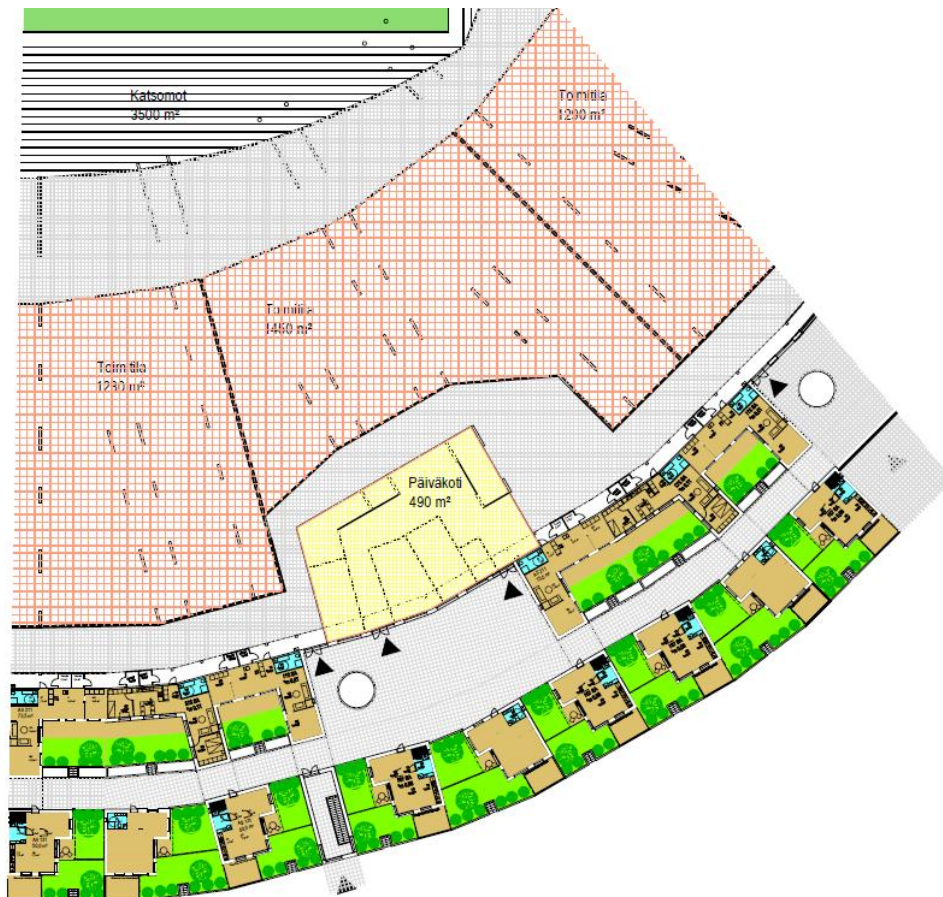


Kuva 27. Ensimmäisen kerroksen tilakaavio. Asunnot ovat ulkoreunalla, keskellä jalkapallokenttä. Ja niiden välinen vyöhyke on varattu muille tiloille. Pohjakerroksessa muita tiloja on erilaiset liikuntatilat, autopaikat, tekniikan vaatimat tilat, sekä väestönsuoja ja varastotilat.

6.6.3 Toimitilat

Rakennuksessa on noin 35000 m² tilaa, jota voi käyttää erilaisiin palveluihin. Tätä tilaa on käytetty kirjastoon, päiväkotia ja opetustilaa varten, sekä terveydenhuollon tilaksi. Ajatuksena on ollut, että rakennuksessa olisi saatavilla kaikki palvelut, jolloin ei tarvitse lähteä ulos räntäsateeseen autolla. Liiketilan määrä on melko suuri. On mahdollista, ettei sille ole käyttöä liiketilana käytännössä. Tila se on suunniteltu muunnettavaksi niin, että se voidaan tarvittaessa muuntaa esimerkiksi vesiviljelykyttöön, jolloin rakennus voi tuottaa enemmän ruokaa ja vaikka myydä sitä eteenpäin.

Toimitilat sijaitsevat myös rakennuksen sisemmässä osassa. Jotta ne eivät jäisi ilman päivänvaloa, rakennuksessa on paljon kattolyhtyjä ja asuntojen muodostamaan kehään on muodostettu pieniä aukioita, joista valoa voidaan tuoda rakennuksen sisempiin osiin.



Kuva 28. Ote kolmannen kerroksen pohjapiirroksesta. Tässä on näytettynä esimerkki ulko- ja sisätilojen yhteydestä. Päiväkoti on sijoitettu aukoin viereen niin, että siitä on pääsy aukiolla olevaan ulkoleikkitalaan. Jalkapallokatsomon ja asuntojen välinen tila on muuten varattu toimitiloille ja kulkureiteiksi (harmaa väri). Toimitilavarausta voidaan käyttää myös esimerkiksi vesiviljelyyn, harrastuksiin.

6.6.4 Pysäköinti, varastot ja väestönsuojat

Alakerroksiin on sijoitettu varastoja, väestönsuoja-, sekä pysäköintitiloja. Autopaikkamäärä on laskettu kaavan määrien mukaisesti ja pyöristetty hiukan ylöspäin. Kokonaismäärä on tuhat paikkaa. Lisäksi on varattu pyöräpaikkoja 1700 kpl rakennuksen sisään. Rakennuksessa on mahdollista ajaa pyörällä oman asunnon ovelle asti. Asuntojen varastokoko on 3 m² ja asuntojen varastotilaa yhteensä noin 2500 m².

6.6.5 Kattopuutarhat ja vesiviljelytilat

Ekologisessa rakentamisessa yhtenä ajatuksena on ollut lähiruoan tuotanto. Ympäristö kuormittuu vähemmän, jos ruoka voidaan tuottaa omalla pihalla. Tästä johtuen suunnitelmaan on haluttu kattopuutarhat ja myös vesiviljelytilat. Vesiviljelylle on suunnitelmassa varattu noin 12500 m², mutta määrä voi joustaa tilanteen mukaan toimitilojen ja viljelyn välillä. Kasvillisuuden etuna on myös kasvien ilmaa parantava vaikutus.



Kuva 29. Kattopuutarhoja ja aukio. Aukiolta voi olla pääsy toimitiloihin tai esimerkiksi päiväkotiin.

6.7 Liikenne

Rakennuksen sisällä, asuntojen ja yleisten tilojen välillä on pääkulkuväylät, joiden on tarkoitus olla kuin katettuja kauppakujia. Nämä pääväylät yhdistävät yksityiset sisätilat

julkisiin sisätiloihin ja toimivat myös pääsisäänkäynteinä rakennukseen. Kulkuväylät vievät kerrosalasta noin 50000 m², joka vastaa noin 24 % rakennusalaista. Näiden tilojen lämmitys voidaan pitää muita tiloja pienempänä ja siten parantaa niiden vaikutusta ekologiseen kestävyteen.

Katto on suunniteltu asuntojen välissä loivasti nousevana pihakansirakenteena, joka toimii kulkureittinä asuntoihin ja rakennuksen huipulle asti. Tämä mahdollistaa useimpiin asuntoihin kaksi sisäänkäyntiä ja suoran hätäuloskäynnin asunnosta.



Kuva 30. Näkymä rakennuksen katolla kiertävästä kulkuväylästä. Reitti kiertää koko rakennuksen ja sitä pitkin pääsee ylimpiin kerroksiin asti. Kuvassa näkyy myös kadun ja pihan välissä kattolyhdyt, jotka tuovat alapuoliseen tilaan päivänvaloa.

6.8 Talotekniikka

Tekniikkaa varten on varattu tilaa, mutta lopulliset ratkaisut vaativat tarkempaa erityissuunnittelua. Erilaisilla teknisillä ratkaisuilla on mahdollista parantaa rakennuksen energiatehokkuutta, mutta tässä työssä pääpaino on arkkitehtonisilla ratkaisuilla.

Biokaasun hyödyntäminen olisi kuitenkin mielenkiintoinen uusi ratkaisu. Biokaasureaktorilla olisi mahdollista tuottaa energiaa ja myös käsitellä jätteitä, mikä parantaisi rakennuksen ekologista kestävyttä. Tämän kokoisessa rakennuskohteessa ratkaisulla voisi olla suuri merkitys, koska jätteitä kertyy paljon. Siksi suunnitelmiin on varattu tilaa asialle.

Myös kaksivesijärjestelmä olisi hyvin mahdollinen. Rakennuksen katon pinta-ala on suuri ja kerää paljon hulevettä, joka olisi hyvä hyödyntää. Harmaa vesi sopisi kattoterassien istutusten kasteluun hyvin.

7 Yhteenveto

Ekologinen kestävyys on laaja aihe ja sitä voi lähestyä monelta kannalta. Tässä työssä on pyritty katsomaan aihetta Helsingin kaupungin määritelmän mukaisena. On tutkittu erilaisia vaihtoehtoja, miten rakennussuunnitteluratkaisuilla voi vaikuttaa luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseen ja sopeuttaa ihmisen toimintaa luonnon resursseihin ja sietokykyyn.

Rakennusten ekologinen kestävyys kytkeytyy monella tavalla energiatehokkuuteen rakennuksen valmistuksessa ja käytössä. Tilatehokkuus, muoto ja rakenteet vaikuttavat paljon siihen, miten rakennus kuluttaa energiaa. Jos rakennuksen muodonannossa noudatetaan vain energiatehokkainta geometrista muotoa, se voi johtaa yksitoikkoiseen ympäristöön. Arkkitehtisuunnittelulle on haaste siinä, miten tehdä monimuotoisuutta, kun laskennallisesti on vain muutama energiatehokas muoto.

Rakennuksen muoto ja rakenteet ovat helppoja arvioitavia, koska niiden vaikutus näkyy yksinkertaisilla laskutoimituksilla. Muiden ratkaisujen vaikutusta ei ole yhtä helppo osoittaa luvuilla. Erityisesti taloudellisilla luvuilla, muut kuin suoraan energian kulutukseen vaikuttavat tekijät ovat vaikeita osoittaa. Esimerkiksi kattopuutarhan vaikutus. On mahdollista laskea miten kasvillisuus puhdistaa ilmaa ja siten parantaa ympäristöä, mutta sen taloudellinen hyöty ei ole yksinkertaista laskea ja osoittaa.

Talotekniikka tarjoaa monia mahdollisuuksia energiatehokkuuteen. Tekniikan hyödyn pystyy osoittamaan vastaavasti kuin rakenteiden energialaskelmissa. Siksi se on omalla tavalla helppo tie ekologisen kestävyden parantamisessa. Monissa ekologisen raken-

tamisen esimerkeissä talotekniikalla on ratkaistu rakennuksen energiatehokkuus paremmaksi. Se ei kuitenkaan ole varsinaisesti arkkitehtisuunnittelua, vaikka arkkitehti määrittelee tilat sitä varten.

Koska pelkkään energiatehokkuuteen katsominen johtaa helposti yksipuolisiin ratkaisuihin, on hyvä, että ekologista kestävyyttä tarkastellaan laajempaan asiana. Kun kyse on ihmisen toiminnan sopeuttamisesta luonnon resursseihin, tärkeämpää on löytää tasapaino, kuin maksimaalinen säästö. Ekologisen kestävyuden näkökulmasta ei ole ongelma esimerkiksi, jos käyttää paljon sähköä, jos sähkön tuottaminen ei rasita luontoa merkittävästi.

Tähän työhön liittyvä suunnitelma ei ole maksimaalisen energiatehokas. Mutta siinä on pyritty tasapainoon ympäristön kanssa. Tätä tasapainoa tukee suhteellisen hyvä lämmöneristys, melko energiatehokas rakennusmassa, biokaasun hyödyntäminen energialähteenä, kattopuutarhat ja viljelmät. Lisäksi hyötynä voidaan ajatella autoilun tarpeen vähentäminen. Vaikutusta ympäristöön on vaikea laskea tarkasti, mutta on mahdollista, että lopputulos on lähellä hyvää tasapainoa.

Lähteet

- 1 HKR-Rakennuttaja. 2009. Helsingin ekologisesti kestävä rakentamisen ohjelma, A Julkiset palvelurakennukset. PDF-tiedosto. Viitattu 24.4.2019. http://fi.opas-net.org/fi_wiki/images/e/e5/EkoRak_ohjelma_A_osa_2009.pdf
- 2 Brenda and Robert Vale. 1991. Green architecture, design for sustainable future. Lontoo. Thames and Hudson. 192 s. ISBN 0-500-34117-6.
- 3 Markku Lappalainen. 2010. Energia- ja ekologiakäsikirja. Tampere. Rakennustieto Oy. 200 s. ISBN 978-951-682-945-9.
- 4 Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL Ry. 2015. RIL 249-2015, Energiatehokas asuinrakennus – kohti lähes nollaenergiarakentamista. Tammerprint Oy. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL Ry. 250 s. ISBN 978-951-758-602-3.
- 5 Kimmo Lylykangas, Albert Andersson, Jari Kiuru, Jyri Nieminen, Juha Päätaalo. 2016. Rakenteellinen energiatehokkuus. RTT eristeteollisuus ja ympäristöministeriö. 221 s.
- 6 Antti Ruuska, Tarja Häkkinen, Sirje Vares, Marja-Riitta Korhonen ja Tuuli Myllymaa. 2012. Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset, Selvitys rakennusmateriaalien vaikutuksesta rakentamisen kasvihuonekaasupäästöihin, tiivistelmäraportti. Ympäristöministeriö. Viitattu 24.4.2019. <https://www.ym.fi/download/noname/%7B1FAF46B2-2649-41ED-B3AA-5EA789C9512F%7D/37571>
- 7 Pekka Hänninen. 2013. Rakentajan ekolaskuri. Viitattu 16.04.2019. http://www.rakentajanekolaskuri.fi/taustatietoa.php#Rakennusosien_tarvikkeiden_
- 8 Bruno Erat. 1994. Ekologia, ihminen, ympäristö. Jyväskylä. Rakennusalan Kustantajat RAK ja Kustantajat Sarmala Oy. 208 s. ISBN 952-9687-50-8.
- 9 Puutarha.net. 2013. Vesiviljely - viljelyä ilman multaa. Verkoartikkeli. Viitattu 16.04.2019. https://puutarha.net/artikkelit/9076/vesiviljelysta_tarkemmin.htm
- 10 Miina Rautiainen. 2018. Tutkijat keräsivät ensimmäisen ilman multaa ja aurinkoa kasvaneen kurkkusadon Antarktiksella - hydroponinen viljely sopii avaruuden olosuhteisiin. Tekniikka & Talous. Lehtiartikkeli. Viitattu 16.04.2019. <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/tutkijat-kerasivat-ensimmaisen-ilman-multaa-ja-aurinkoa-kasvaneen-kurkkusadon-antarktiksella-hydroponinen-viljely-sopii-avaruuden-olosuhteisiin-6718948>
- 11 NASA. Valokuva. Viitattu 16.04.2019. https://www.sciencealert.com/images/articles/processed/mars_food_production_1024.jpg

- 12 Maritta Kymäläinen ja Outi Pakarinen. 2015. Biokaasuteknologia, raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. eKirja. Suomen Biokaasuyhdistys ry. 204 s. Viitattu 16.4.2019.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-784-771-1>

- 13 Lisää satoa hiilidioksidin avulla. AGA Greenhouses Brochure. PDF-tiedosto. Viitattu 16.4.2019.
https://www.aga.fi/fi/images/AGA%20Greenhouses%20Brochure%20A4%20FI_tcm634-134673.pdf

- 14 1010/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010>

- 15 Rakennuslehti. 2010. Biolanin ekologinen pääkonttori valmistui Eurassa. Verkkootikkeli. Viitattu 16.04.2019.
<https://www.rakennuslehti.fi/2010/04/biolanin-ekologinen-paakonttori-valmistui-eurassa/>

- 16 Biolan. Biolanin pääkonttori on ylistys luonnolle. Verkkootikkeli. Viitattu 16.04.2019.
<https://www.biolan.fi/biolan/paakonttori.html>

- 17 Green Building Council Finland. Kastellin Monitoimitalo, Sairaalanrinne, Oulu. Verkkootikkeli. Viitattu 16.04.2019.
<https://figbc.fi/case/kastellin-monitoimitalo/>

- 18 David Owen. 2009. Green metropolis. New York. River Head books. 357 s. ISBN 978-1-59448-882-5.

- 19 Durst Organization. Valokuva. Viitattu 16.4.2019.
https://nyocommercialobserver.files.wordpress.com/2015/10/4ts_exterior_066_low_res.jpg?w=768

- 20 Stefano Boeri Architeti. Vertical Forest. Verkkootikkeli. Viitattu 16.04.2019.
<https://www.stefanoboeriarchitetti.net/en/project/vertical-forest/>

- 21 Archdaily.com. 2009. Mountain Dwellings / PLOT = BIG + JDS. Viitattu 17.04.2019.
<https://www.archdaily.com/15022/mountain-dwellings-big>

- 22 Helsingin kaupunki. 2018. Kruunuvuorenranta. Verkkootikkeli. Viitattu 17.04.2019.
<https://www.uuttahelsinki.fi/fi/kruunuvuorenranta>

- 23 Helsingin karttapalvelu. Viitattu 17.04.2019.
<https://kartta.hel.fi/?setlangu->

age=fi&e=25500979&n=6672699&r=2&w=*&l=opaskartta_helsinki_har-
maa%2Csuunnitelmat_valm_asema%2Csuunnitelmat_lii-
kenne&o=100%2C100%2C100&swtab=kaikki

- 24 Helsingin kaupunki. Kruunuvuorenranta, kaavoitus. Verkkoartikkeli. Viitattu 17.04.2019.
<https://www.uuttahelsinkia.fi/fi/kruunuvuorenranta/rakentaminen#kaavoitus>
- 25 Kruunuvuorenrannan asemakaavan 12139 selostus. 13.11.2012. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston asemakaavaosasto.
https://kartta.hel.fi/kaavaselostus/ak12130_selostus.pdf

Esittelyplanssit

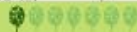


PUUTARHALA

NÄKYMÄ IDÄSTÄ
SIJAINNI KRUUNUVUORENRANNAN ASEMAAKAAVAAN 12130



MIETTORIIPUOLIA AMMATTIARHITTEIKKOJEN
RAKENNUSARHITTEITUKSI, OPINNÄYTETYÖ



EKOLOGINEN KESTÄVYYS RAKENNUSSUUNNITTELUIN LÄHTÖKOHTANA
Rooze Berg, 10.05.2019



PUUTARHALA

NÄKYMÄ SISÄÄNKÄYNTIAUKIOLLE
ENSIMMÄINEN KERROS JA KOKONAISJULKISIVU 1:1000



Ensimmäisen kerroksen tilakaava. Avaruudet ovat ulkovaipalla, seinällä ja kappaloilla. Ja niiden välillä on ovia ja sisäisiä väliseiniä. Puolipallon muotoon on otettu sisäisiä väliseiniä, autopaikat, teknisen kaivon tilat, sekä viestintä- ja varustotilat.

Puolipallo on yksi energiatehokkaimmista muodoista, koska siinä ulkovaipan pinta-ala on pieni suhteessa kerrosalaan. Tässä suunnitelmassa perusmuotona on puolipallo, joka on rikottu porrastuksella, jotta saadaan paremmin toimivia kattoterasseja, sekä mielenkiintoisia tiloja.

Rakennus on sijoitettu Helsingin Kruunuvuorenrantaan, jossa se on lähellä palveluita, ja siten voi vähentää autoilla liikkumisen tarvetta. Tällä hetkellä alueella on enimmäkseen sörkäsaloja. Rakentaminen ei siis tuhoa luonnon monimuotoisuutta ja on siten myös ekologisen kestävyiden kannalta hyvä.

Kaavasta on poikettu, jotta oli mahdollista saada kaikki hakutut ekologisia kestävyttä parantavat ratkaisut. Poikkeamisen mahdollisti myös se, ettei lähellä ollut vielä rakennettu uusia asuintaloja, jotka olisivat estäneet tämän ratkaisun.

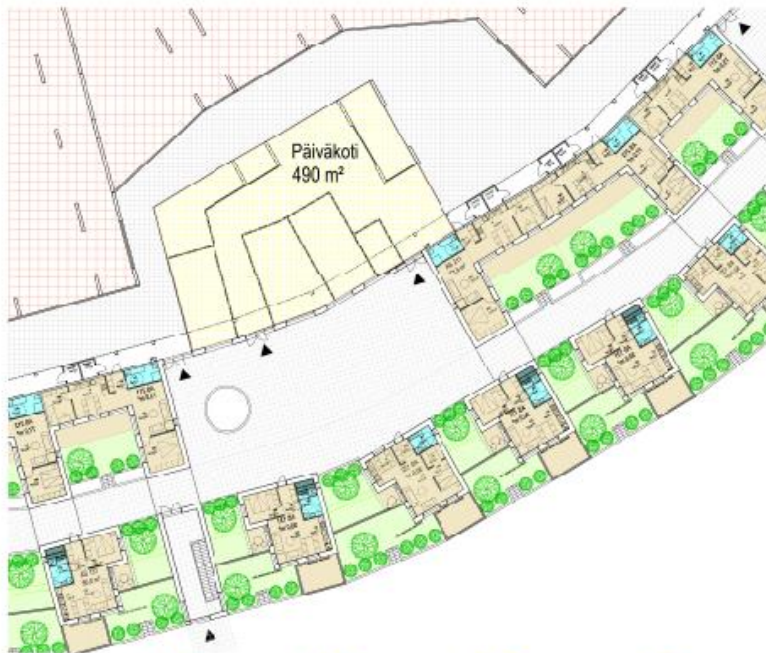
Suunnitelmassa ei ole haettu ekologisia kestävyttä minimoimalla tilat ja tekemällä niistä mahdollisimman monikäyttöisiä. Sen sijaan materiaalin säästöä ja ekologisia kestävyttä on haettu yhteisillä rakenteilla. Tilat on sijoitettu niin, että rakennusmassan ulkokuori on pääasiassa asuntoja ja sisäpuolella toimintoja, jotka eivät tarvitse yhtä paljon luonnonvaloa. Jos sisäpuoliset yleiset tilat olisivat itsenäisiä rakennuksia, ne tarvitsisivat oman ulkovaipan, toisin kuin nyt.





PUUTARHALA

NÄKYMÄ ASUNNON TERRASSILTA
POHJAPIIRROKSIÄ 1:200 JA 1:4000



Rakennuksessa on asuintiloja noin 50000 m². Pysäköintitilaa noin 20000 m², eli suunnilleen 850 AP. Liikuntatiloja on noin 31000 m². Toimitilaa on laskettu 35000 m² ja vesiviljelyllä 12500 m². Toimitilaa voi muuntaa vesiviljelytilaksi, tarvittaessa. Teknisiä tiloja esimerkiksi biokaasureaktorille, varastoja, sekä kulkuväylä varten on noin 50000 m². Kulkureitit, autopaikat ja varastot voivat olla muita tiloja välikämpiä ja siten ekologisesti kestävämpiä.

Alla olevassa kuvaarjassa kaaviot kerrroksista 3, 5, 7, 9, 11 ja 13. Keskellä näkyy yleiset tilat punaisella. Yleisiin tiloihin kuuluu tässä myös porrashuoneet ja käytävät. Johtuan pilaripalkkirungosta, tiloja voi muokata suhteellisen vapaasti ertarkoitukseen. Muunneltavuus parantaa rakennusten käyttöikää ja on siten ekologisen kestäävyyden kannalta hyvä.

Ote kolmannen kerrroksen pohjapiirroksestä. Tässä on näytettyä esimerkki ulko- ja sisätilojen yhteydestä. Päiväkoti on sijoitettu aukiin viereen niin, että siitä on pääsy aukiolla olevaan ulkoleikkilaan. Jalkapallokentän ja asuntojen välinen tila on muuten varattu toimitiloille ja kulkureiteiksi (harmaa väri). Toimitilavarausta voidaan käyttää myös esimerkiksi vesiviljelyyn, harrastuksiin.



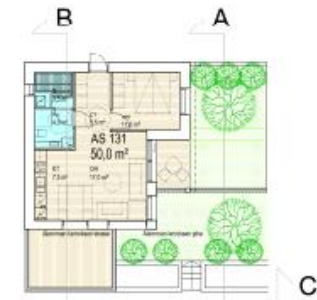


PUUTARHALA

NÄKYMÄ ASUNNOSTA
TYYPPIASUNTOJA 1:100



Esimerkiasuntoja. Asuntia on yksi kome päällekkäin. Täällä voimennäköinen on aita ja oikealla ylös. Aukkoisrakenteella puolella alla-korin, on jättä kalliota asoon asunoon.



Värisuomen puolel esimerkiasuntoja. Värisuomen puolelissa puolelissa, alimmat korissaan jollapainokissa, on kolme, jossa avokissa ikkunotta kolmeen ikkunastaan. Tämä rakaisu on varmistettu pätkäwise värisuomen puolelissa.



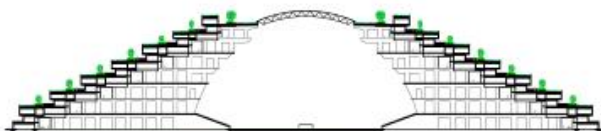
Yleensä kaksi kerrosta muodostavat yhden asunon. Värisuomen on ajatella mukavuuksia. Värisuomen kerroksissa on keskeiset, koska viivie on mahdollista saada asunnoina asunnoina suuntaa.



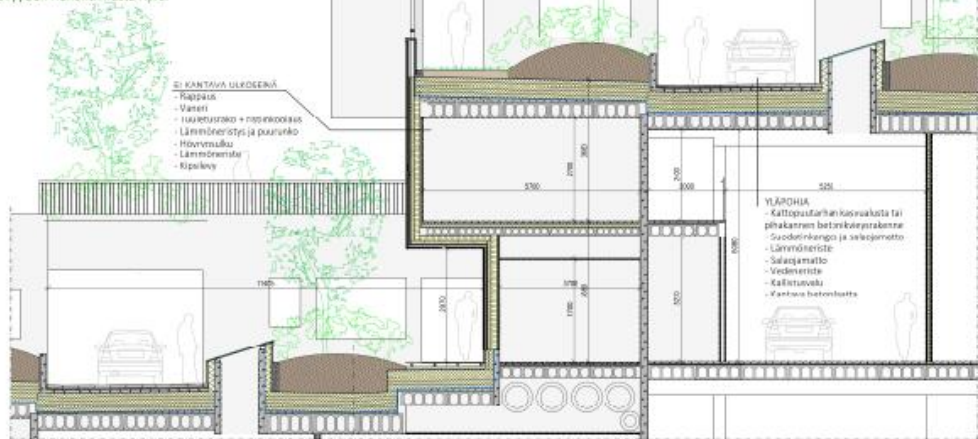


PUUTARHALA

NÄKYMÄ IDÄSTÄ
LEIKKAUS A 1:50 JA B 1:2000



Betonirakenteita on käytetty siellä missä tarvitaan hyvää puristuslujuutta ja pitkäikäisyyttä, kuten perustukset ja painavia kattopuutarhoja kantavat seinät. Puurakenteita on käytetty ei-kantavissa ulkoseinissä, koska ovat kevyitä ja myös vähemmän energiaa kuluttavia. Puun keveys vaikuttaa myös betoniakenteisiin keventävästi. Julkisivuinnat ovat osittain rapattuja, koska niin saatiin yhtenäisiä pintoja. Rapattu pinta on kestävä ja tarvittaessa helposti korjattavissa ja siten ekologisen kestävyysnäkökulmasta hyvä.





PUUTARHALA

KATTOPOLKUNÄKYMÄ
LEIKKAUS B 1:50

Tässä suunnitelmassa ekologista kestävyyttä tuovat:

- Kattopuutarhat ja vesiviljely Puhdistavat ilmaa ja mahdollistavat lähiruuan.
- Palvelut lähellä, suojaisa reitti, vähentää auton tarvetta.

Suuri rakennusmassa ja eri käyttötarkoitusten yhdistäminen. Vähentää ulkoseinien määrää.

- Lähes nollaenergiatalon U-arvot ulkovaipassa.
- Biokaasureaktori, hyödyntää jätteet paikalla ekologisesti kestävämpään muotoon.

