

VIHERSEINÄT

Ulkoviherseinien soveltuminen Suomen
olosuhteisiin

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Ympäristötekniologia
Miljöosuunnittelu
Opinnäytetyö
Syksy 2016
Marina Arkhipushkina

Lahden ammattikorkeakoulu
Ympäristötekniikka

ARKHIPUSHKINA, MARINA: Viherseinät
Ulkoviherseinien soveltuminen
Suomen olosuhteisiin

Miljöösuunnittelun opinnäytetyö, 65 sivua, 14 liitesivua

Syksy 2016

TIIVISTELMÄ

Ulkoviherseinät ovat yleistyneet jo Pohjois-Amerikassa, Euroopassa, Japanissa ja Australiassa. Viherseinien käyttöä on myös kokeiltu Pohjoismaiden eteläisimmässä osassa. Suomessa ulkoviherseinät ovat ainoastaan kesäkäytössä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää viherseinien erilaisia toteutustapoja ja vertailla niitä keskenään. Hankitun tiedon perusteella valittiin viherseinätyyppi, jota käytettiin Lahden ammattikorkeakoulun uuden NiemiCampuksen sisäpihan viherseinäsuunnittelussa.

Työssä määriteltiin edellytyksiä kasvien menestymiselle ulkoviherseinissä Suomen vaihtelevissa sääolosuhteissa. Tutkimuksen aikana kävi ilmi, että huolellisilla kasvivalinnoilla ja suunnitelutyöllä luodaan ulkoviherseinän kasveille edellytykset selvitä ääriolosuhteissa. Opinnäytetyössä myös tutkittiin viherseinien vaikutuksia kaupunkiekologiaan ja niiden taloudellisia hyötyjä.

Tietoja viherseinien erilaisista tyypeistä ja hyödyistä hankittiin tutkimalla aiheeseen liittyvää ulkomaalaista kirjallisuutta, haastatteleamalla taimistoviljelijöitä ja viherseinäasiantuntijoita. Työssä tutkittiin aiemmin tehtyjä viherseinäkokeita Suomessa ja Ruotsissa. Näiden kokeiden tulokset osoittavat, että on olemassa kasvilajeja, jotka selviävät ulkoviherseinissä Pohjoismaiden ankarassa ilmastossa. NiemiCampuksen ulkoviherseinäsuunnittelussa käytettiin kasvilajeja, jotka näyttivät parhaat tulokset ulkoviherseinäkokeiluissa, sekä taimistoviljelijöiden ja viherseinäasiantuntijoiden suosittamia kasveja.

Viherseinien hyötyjä on paljon tutkittu lämpimissä maissa, mutta tuloksia ei pysty soveltamaan Suomen ilmastoon. Suomessa tarvittaisiin tutkimuksia viherseinien taloudellisista ja ekologisista vaikutuksista paikallisissa olosuhteissa. Jos näiden tutkimusten tulokset puhuvat viherseinien kannattavuuden puolesta, seuraavaksi pitäisi kehittää Suomen ilmastoon sopivia viherseinämoduuleita.

Asiasanat: ulkoviherseinät, elävät seinät, hulevedet, kestävä kehitys, kaupunkiekologia

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Environmental Technology

ARKHIPUSHKINA, MARINA: The Green Walls
Suitability of exterior green walls in
Finnish climate

Bachelor's Thesis in landscape planning 65 pages, 14 pages of
appendices

Autumn 2016

ABSTRACT

Outdoor green walls are already coming more common in North America, Europe, Japan and Australia. Green walls are also tested in the southernmost parts of the Nordic countries. In Finland exterior green walls are in use only during summer. The aim of the thesis was to find out the different implementation methods for green walls and compare them with each other. On the grounds of the acquired information a type of green wall was chosen and was used in the Lahti University of Applied Sciences.

During the work the success of plants in exterior green walls in varying weather conditions of Finland were defined. During the study it turned out that it is possible to select plants that survive in the weather conditions. The impact of green walls on an urban ecology and an economic benefits of green walls was also investigated.

The information was obtained by studying the literature in thesis, interviewing nursery farmers and green wall experts. During the thesis the results of previously made test of green walls in Finland and Sweden was examined. The results of these tests showed that there are a plant species that can survive in outdoor green walls in the Nordic harsh climate. In the design the exterior green wall of the NiemiCampus was used the plant species that showed the best results in an outdoor green wall tests as well as plants recommended by the nursery farmers and the experts of green walls.

Benefits of green walls have been investigated in hot countries but the results cannot be applied to Finnish climate. It would be needed to study the economic and ecological benefits of green walls in local conditions of Finland. If the results of these studies speak in favor of the cost-effectiveness of green walls, more research is needed to develop suitable green wall panels for the Finnish climate.

Key words: green wall, living wall, storm water, sustainable development, urban ecology

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	VIHERSEINIEN KEHITTYMINEN	3
2.1	Antiikin aika	3
2.2	Keskiaika	4
2.3	Renessanssin aika	5
2.4	1900-luku	5
2.5	Nyky aika	7
2.6	Vihertseinät Suomessa	9
2.7	Vihertseinäkokemuksia Ruotsissa	11
2.7.1	Klara Zenit vihertseinä	11
2.7.2	Putkikeräyslaitoksen vihertseinä	12
3	VIHERSEINIEN HYÖDYT	14
3.1	Esteettinen vaikutus	15
3.2	Psyykkinen vaikutus	17
3.3	Kaupunkiviljely	18
3.4	Kaupunkisaarekeilmiö	18
3.5	Ilmansaasteet	19
3.6	Terveydelliset vaikutukset	21
3.7	Hulevedet	21
3.8	Biodiversiteetti	23
3.9	Melutason laskeminen	23
3.10	Energiakulutuksen laskeminen ja lämpötilan säätäminen	24
3.11	Muita taloudellisia vaikutuksia	25
3.12	Kestävähkehitys ja vihertehokkuus	26
4	ERILAISIA TOTEUTUSMAHDOLLISUUKSIA	28
4.1	Mattomainen vihertseinä	29
4.2	Modulaarinen seinärakenne	33
4.2.1	Taskumainen järjestelmä	33
4.2.2	Vihertseinäpaneelit	35
4.2.3	Kastelu ja salaojitus	37
4.3	Vihertseinätyyppien vertaaminen	38
5	VIHERSEINÄN HOITO	41

6	EDELLYTYKSET ULKOVIHERSEINILLE SUOMEN ILMASTOSSA	43
6.1	Kasvivalintojen ja esikasvatuksen merkitys	43
6.2	Pienilmasto	43
6.3	Kastelu ongelmana	44
7	VIHERSEINÄN SUUNNITTELU	46
7.1	Arkkitehtuuri ja valaistus	46
7.2	Kustannussuunnittelu	46
7.3	Tekninen suunnittelu	46
7.4	Paloturvallisuus	48
7.5	Kastelujärjestelmä	48
7.6	Viherseinän sijainti	49
7.7	Kasvillisuuden valinta	49
8	VIHERSEINÄN SUUNNITTELU LAMKIN CAMPUKSELLE	50
8.1	Sijainnin valinta	50
8.2	Viherseinän tekniset ominaisuudet	50
8.3	Kasvien valinta	51
9	YHTEENVETO	54
	LÄHTEET	56
	LIITTEET	66

1 JOHDANTO

Tänä päivänä tiiviillä kaupunkirakenteella pyritään vähentämään autoilua ja lyhentämään välimatkoja kaupungissa. Kannustamalla ihmisiä käyttämään joukkoliikennettä tai liikkumaan kävellen ja pyöräillen saadaan hiilidioksidipäästöjä vähenemään. Myös täydennysrakentamisella saadaan vähennettyä infrastruktuurin rakentamis- ja ylläpitokustannuksia. Tiivis rakentaminen tekee myös mahdolliseksi säilyttää kaupunkia ympäröivät luontoalueet ja niiden luonnon monimuotoisuus, mikä toisaalta supistaa viheralueiden pinta-alaa kaupungin sisällä.

Kaupunkien tiivistämisen aiheuttama viheralueiden vähäisyys johtaa epäviihtyisään elinympäristöön. Kaupungista tulee ahdas ja meluisa, mistä aiheutuu asukkaille negatiivisia, usein stressiin liittyviä tuntemuksia, kuten pelkoa, ahdistusta, turhautumista, ärsyyntymistä, levottomuutta ja masennusta. Tyrväisen, Silvennoisen, Korpelan ja Ylen tehdyssä Luonnon merkitys kaupunkilaisille ja vaikutus psyykkiseen hyvinvointiin -tutkimuksessa on havaittu, että vain 5 % vastaajista ei kaipaa luontoa ollenkaan ja kaupunkiympäristö on heille mieluisa. Kaikki muut kaipaavat luontoa jossain määrin. (Tyrväinen, Silvennoinen, Korpela & Ylen 2007, 58, 67.)

Vertikaalinen vihreyttäminen, jolla tässä tarkoitetaan seinien vihreyttämistä kasveilla, on yksi tapa elävöittää kaupunkikuvaa ja parantaa kaupungin ekologiaa ja samalla säästää arvokasta tonttimaata kaupunkialueella. Euroopassa, Pohjois-Amerikassa, Japanissa ja Australiassa viherseinät ovat yleistyneet huimaa vauhtia. Ranskalainen kasvitieteilijä Patrick Blanc on viherseinien uranuurtaja. Hänen suunnittelemansa viherseinät koristelevat sekä julkisia että yksityisiä rakennuksia ympäri maailmaa. Nämä koristeelliset vihermatot innostivat minua tutkimaan viherseinien käyttömahdollisuutta Suomessa. Suomen kaupungeissa viherseinät olisivat uusi komponentti ympäristösuunnittelussa, mutta niistä on vähän tutkimustietoa. Kasvien selviytyminen viherseinissä on riskinalaista Suomessa, sillä talven kylmyys voi vahingoittaa kasvien juuristoa. Aiheesta ei juuri löydy kirjallisuutta

suomeksi, mikä vaikeutti tutkimustyötä. Tämän työn tarkoituksena on löytää ratkaisut viherseinäkasvien menestymiselle Suomessa.

Työssäni pyrin antamaan mahdollisimman kattavan kuvan viherseiniin liittyvistä mahdollisuuksista ja haasteista käyttäen aiheeseen liittyvää kirjallisuutta, haastatteleamalla Pohjoismaiden viherseinäyrityksien avainhenkilöitä ja tutkimalla aiemmin tehtyjä viherseinäkokeiluja Pohjoismaissa. Tarkoituksena on myös esitellä viherseinien erilaisia hyötyjä sekä tutkia viherseinien erilaisia toteutustapoja. Kerätyn tiedon pohjalta tehdään Lahden ammattikorkeakoulun uuden NiemiCampuksen pihalle viherseinäsuunnitelma.

2 VIHHERSEINIEN KEHITTYMINEN

Kasvillisuuden kykyä viilentää ympäristöään käytettiin hyödyksi jo antiikin aikana. Myöhemmin keskiajalla ja renessanssikaudella köynnöskasveja suosittiin esteettisistä syistä. 1900-luvun lopussa ulkoviherseinät saivat alkunsa ja niihin liittyvä teknologia kehittyi yhä paremmaksi.

2.1 Antiikin aika

Jo Antiikin Kreikassa kasvillisuutta käytettiin suojana paahteelta Välimeren alueella. Siellä viiniköynnöksiä sekä oliivi- ja pähkinäpuita käytettiin rakennuksien seinustalla, parvekkeilla ja pergoloilla luomaan viihtyisä ympäristö. Julkisten rakennusten katoille istutettiin kattopuutarhoja, joissa kasvatettiin jopa puita. (Peck, Callaghan, Kuhn & Bass 1999, 11; Newton, Gedge, Early & Wilson 2007, 101; Hopkins & Goodwin 2011, 12; Dover 2015, 107.) Kuvassa 1 on Martin Heemskerckin piirros kattopuutarhojen edustavimmasta esimerkistä, Semiramiin riippuvista puutarhoista, joka on yksi maailman seitsemästä ihmeestä. Eri tutkimuksien mukaan se käsitti joko tasakattopuutarhat tai portaittain nousevan terassipuutarhan, jonka piirteitä löytyy Persian (nyk. Iranin) puutarhoissa (Sinitalo 1997, 15 - 17).



KUVA 1. Martin Heemskerckin piirros 1500-luvulta esittää Babylonin Riippuvia puutarhoja (Nurminen 2013)

Vikingit päällystivät turpeella asuinrakennustensa seinät ja katot. Näin suojattiin koteja tuulelta ja sateelta. Joskus he käyttivät myös merilevää katon eristykseen. Kanadasta löytyy esimerkkejä viikinkien ja ranskalaisten turvekatoista Newfoundlandissa ja Nova Scotiassa (KUVA 2). (Peck ym. 1999, 11; Dunnet & Kingsbury 2008, 16.)



KUVA 2. Jäljennös viikinkien turvekattotalosta, Newfoundland, Kanada (LandOfFirstContact.ca 2016)

2.2 Keskiaika

Keskiaikaisen Euroopassa köynnöskasveja käytettiin lehtimajoissa, jotka olivat sen ajan keskeinen aihe puutarhasuunnittelussa. Säleikkörakenteiset lehvähölkäytävät jakoivat puutarha-alueita osiin (KUVA 3).

Köynnöskasveina käytettiin ruusuja ja kuusamia (Sinitalo 1997, 42 - 43, 45). Myös Australiassa ja Uudessa-Seelannissa köynnöksiä kasvatettiin julkisivuilla niiden viilentävän vaikutuksen ansiosta. Samaan aikaan takapihojen aidoissa ja säleiköissä kasvatettiin köynnöksiä ja hedelmiä esteettisistä ja toiminnallisista syistä. (Hopkins & Goodwin 2011, 12.)



KUVA 3. Keskiajan puutarha, taustalla lehväholvikäytävä (Sinitalo 1997, 45)

2.3 Renessanssin aika

Renessanssin aikana riippuvia puutarhoja tiedetään olleen myös Meksikossa, Intiassa ja Espanjassa 1600- ja 1700-lukujen aikana. Venäjällä riippuvat puutarhat olivat suosiossa Kremlissä 1700-luvulla. (Peck ym. 1999, 11.) Myöhemmin 1700- ja 1800-luvulla tuli suosioon lisätä seinien vehreyttä kasveilla, kuten kärhöillä *Clematis spp.* ja ruusuilla *Rosa spp.* (Newton ym. 2007, 101). Köynnösruusuja istutettiin keskiaikaisten linnojen ja kartanoiden seinustoille luomaan vaikutelma salaisesta puutarhasta (Hopkins & Goodwin 2011, 12; Shaikh, Gunjal & Chaple 2015, 312). 1800-luvulla myös Ranskassa, Prinssi de Conden puutarhaan rakennettussa ruokasalissa käytettiin viherseiniä esteettisistä syistä (Peck ym. 1999, 11).

2.4 1900-luku

Jo 1900-luvulla arkkitehti Frank Lloyd Wright käytti usein vertikaalisia puutarhoja ja viherkattoja projekteissaan (Peck ym. 1999, 11). Myöhemmin vuonna 1988 alettiin valmistaa vaijeriverkkoja ruostumattomasta teräksestä, mikä loi uusia mahdollisuuksia vehreyttä seiniä, ja myöhemmin 1990-luvulla Pohjois-Amerikassa markkinoille tulivat erilaiset köynnösvaijerit, metalliverkkojärjestelmät ja modulaariset säleiköt. Ensimmäinen säleikköpaneelijärjestelmä asennettiin Universal

CityWalkissa Kaliforniassa vuonna 1993, jonka jälkeen vuonna 1994 asennettiin sisäviherseinä Canada Life Buildingissa, Torontossa. (Hopkins & Goodwin 2011, 12; Shaikh ym. 2015, 312 - 313.)

Patrick Blancin ensimmäinen ulkoviherseinä valmistui vuonna 1998. Pariisin nykytaiteen museon Cartier Foundation sisäänkäynnin yläpuolella sijaitsee muutaman neliömetrin kokoinen viherseinä (KUVA 4). Seinällä kasvavat mm. huonearalia ja oranssikukkainen vaahtera-aulio. (Blanc 2008, 114 - 115.)



KUVA 4. Blancin ensimmäinen ulkoviherseinä Pariisissa (Vertical Garden Parick Blanc 1998)

Perinteiset kasvit eivät ole ainoa tapa vihreyttää seiniä. Islannissa, Reykjavikin kaupungintalon seinät on valmistettu vulkaanisesta kivistä ja peitetty kokonaan sammaleella (KUVA 5). Jatkuva kastelu ylhäältä päin tarjoaa sammaleelle parhaat olosuhteet itsenäiselle kasvulle.

Rakennuksen suunnitteli Studio Granda, ja se valmistui vuonna 1986. (Dunnett & Kingsbury 2008, 240.)



KUVA 5. Reykjavikin kaupungintalon sammalseinä (Holm 2008)

2.5 Nykyaika

Meidän aikanamme viherseinät ovat yleistyneet ympäri maailmaa, etenkin Japanissa, Yhdysvalloissa, Kanadassa, Euroopassa ja Australiassa. Viherseinien teknologia kehittyy koko ajan. Myös köynnökset ovat yhä suosiossa. MFO-puisto, joka on monitasoinen pergolarakennelma Zurichissa, muodostuu kolmesta tuplaseinästä (KUVAT 6 ja 7). Se on avattu vuonna 2002 ja käsittää 1300 köynnöskasvilla peitetyn säleikkörakennelman. Erialaisten portaiden ja käytävien muodostaman jonon avulla yleisö pääsee siirtymään ylemmän tasanteen aurinkoterassille, jolta avautuu näkymät kaupungille. (Newton ym. 2007, 112; Dunnett & Kingsbury 2008, 222; Hopkins & Goodwin 2011, 12.)



KUVA 6. MFO-puisto ulkopäin (Roland zh 2010)



KUVA 7. MFO-puisto sisältäpäin (Ronald zh 2010)

Japanissa Aichin Expossa 2005 keskeisenä kohteena oli hallituksen rahoittama Bio Lung -viherseinäkokonaisuus, joka muodostuu kahdesta 152 metriä pitkästä ja 15 metriä korkeasta viherseinästä. Se on tehty 30 erilaisesta Japanissa saatavilla olevista viherseinämoduuleista. (Dunnett & Kingsbury 2008, 242; Hopkins & Goodwin 2011, 13.)

Yksi maailman suurimmista viherseinäkokonaisuuksista valmistui vuonna 2012 Singaporen teknillisessä korkeakoulussa (KUVA 8). Kahdeksan campuksen 35 metriä pitkät seinät on peitetty viherseinämoduuleilla, joiden yhteispinta-ala on 5324 m². (Greenroofs.com, LLC 2015.)



KUVA 8. Singaporen teknillisen korkeakoulun kampukset on viherretty viherseinillä vuonna 2012 (KHD Landscape Engineering Solutions 2013)

Tänä päivänä viherseinätuotanto on kasvussa, sillä ilmansaasteet, vapaatilan puute sekä hulevesiongelmät vaikuttavat viherseinäteknologian kehittämiseen. Markkinoilla on erilaisia toteutustapoja, joista kerrotaan tarkemmin luvussa 4. Saksa, Sveitsi ja Itävalta ovat johtavia viherseinätuotannon maita (Newton ym. 2007, 101). Japani on puolestaan viherseinien kehittämisen kärkimaa (Dunnett & Kingsbury 2008, 31). Yksi ulkoviherseinien ominaisuuksista on rakennuksen sisäilman viilentäminen, joten ne ovat suosiossa lämpimissä maissa, kuten Intiassa, Thaimaassa, Uudessa-Seelannissa, Australiassa, Keski-Euroopassa, samoin kuin Kanadan, Yhdysvaltojen ja Venäjän eteläosissa. Viherseinän kasvit elävät vaikeissa oloissa ollen alttiita tuulelle ja pakkasille, joten lämmin ilmasto sopii niille parhaiten.

2.6 Viherseinät Suomessa

Tänä päivänä Suomessa ainoa ulkoviherseinä sijaitsee Bryggerin ravintolan sisäpihalla Helsingissä. Kaupunki rakensi sen kesällä 2013 kestävänsä kaksi vuotta, mutta se on edelleen hyvässä kunnossa. Viherseinä sijaitsee ravintolan sisäpihalla, ja se on osa terassia. Viherseinän eteen valettiin metrin korkuinen betoninen istutusallas, joka on metrin levyinen ja koko viherseinän pituinen. Siinä kasvaa monivuotisia köynnöksiä vuorotellen viherseinämoduulien kanssa. Viherseinämoduuleissa kasvaa yksivuotisia kesäkukkia (KUVA 9). Näillä ratkaisulla pyrittiin pienentämään asentamis- ja hoitokustannuksia. Köynnökset ovat humalaa, villiviiniä, kelasköynnöstä ja kärhöjä. (Suonio 2016.)



KUVA 9. Ravintola Bryggerin viherseinä (Kääriäinen 2016)

Viherseinä on toteutettu Veg Tech -moduuleilla. Moduulit on maalattu tehtaalla vihreiksi, koska alkuperäinen vaalea väri näkyisi helposti kasvien välistä. Moduuleihin on lisätty istutuspaikkoja, jotta saadaan parempaa peittävyttä. Viherseinämoduulit irrotetaan talveksi, ja keväällä ne tuodaan takaisin varustettuna uusilla kesäkukilla. (Suonio 2016.)

Kastelujärjestelmä on yksinkertainen. Vesipisteestä johdettu kasteluputki menee moduulien välissä, ja kastelu on manuaalinen. Joka päivä ravintolan henkilökunta avaa hanan noin 10 minuutiksi säästä riippuen. Ylimääräinen vesi menee istutusaltaaseen ja siitä istutusaltaan vieressä olevaan sadevesiviemäriin. Viherseinän muutkin hoitotyöt ovat ravintolan vastuulla. (Suonio 2016.)

Muita viherseiniä ulkona Suomessa ei ole. Viherseiniä löytyy kuitenkin sisätiloista tai katetuilta alueilta, kuten viherseinä Oulun Valkean kauppakeskuksessa. Kuvassa 10 on VRJ Groupin toteuttama 40 m² kokoinen viherseinä, joka sijaitsee kauppakeskuksen kävelybulevardilla (VRJ GROUP 2016, 47).



KUVA 10. Valkea kauppakeskuksen viherseinä (Bos 2016)

Suomessa toteutettiin viherseinäkoe opinnäytetyönä 2013 Lepaalla. Henna Paasonen tutki kymmenen eri kasvilajin menestymistä viherseinässä syksystä 2010 kevääseen 2011. Kokeen tilaajana oli Envire, ja siinä käytettiin Veg Technin moduuleita. Paasonen mukaan viherseinien ulkokäyttö on mahdollista Suomessa ainakin menestymisvyöhykkeellä II. (Paasonen 2013, 2.)

2.7 Viherseinäkokemuksia Ruotsissa

Ruotsista esimerkkejä viherseinistä löytyy enemmän, kuin Suomesta. Ruotsissa löytyy viherseiniä sekä maan eteläisissä osissa että Tukholmassa ja sen läheisyydessä. Ruotsin Malmössä myös tutkittiin kasvien menestymistä kahdessa erilaisessa viherseinämoduulissa. Tutkimuksen rahoitti Ruotsin tutkimusneuvosto Formas, ja sen järjesti Ruotsin maatalousyliopisto. Kokeen tulokset osoittivat, että jotkut kasvilajit ovat sopivia Pohjoismaiden kylmään ilmastoon. (Mårtensson, Wuolo, Fransson & Emilsson 2014, 610.)

2.7.1 Klara Zenit -viherseinä

Greenworks on ruotsalainen viherseinäyrittäjä, joka myy sekä sisä- että ulkoviherseiniä. Tukholma, jonka ilmasto melko hyvin vastaa Etelä-Suomen ilmastoa, on pohjoisin kaupunki, jossa viherseinä toteutettiin Greenworksin järjestelmällä. Viherseinä asennettiin Klara Zenit -rakennukseen Mäster Samuelsgatan -kadulla (KUVAT 11 ja 12). (Berglund 2016.)



KUVA 11. Viherseinä Klara Zenit rakennuksella, Tukholma (Berglund 2016)



KUVA 12. Viherseinä Tukholmassa (Berglund 2016)

Viherseinä toteutettiin mattomaisella menetelmällä ja käyttämällä talveen sovellettavaa kastelujärjestelmää. Kastelujärjestelmä on täysin automatisoitu. Siinä hyödynnetään erilaisia tunnistimia, muun muassa lämpötila- ja kosteusantureita, joiden mukaan järjestelmä lopettaa kastelun ja tyhjentää putket pakkasten lähestyessä. Seinässä kasvatetaan erilaisia kasveja: monivuotisia ruohoja, pensaita sekä perennoja, esimerkkeinä herttavuorenkilpi, tuhkapensas, ketoneilikka ja puolukka. Suurin osa käytetyistä kasveista on ainavihantia ja talvenkestäviä lajeja. (Berglund 2016.)

2.7.2 Putkikeräyslaitoksen viherseinä

Kuvassa 13 esitetään toinen Tukholmassa sijaitseva viherseinä, joka on rakennettu imuputkikeräyskeskukseen Stora Ursvikin rakennuksessa. Ennen viherseinän asentamista ANS global -yhtiö asensi pienen koeseinän, jossa testattiin eri kasvilajeja. Niistä valittiin 14, muun muassa poimulehtiä, niityräpelö, päiväkakkara ja kohokkeja. Sen jälkeen noin 300 m² kokoiselle seinälle istutettiin 2000 kasveja. Kastelujärjestelmää

ohjataan Lontoosta käsin antureiden avulla. (ANS Group Global Ltd 2014; Fryxell 2016.)

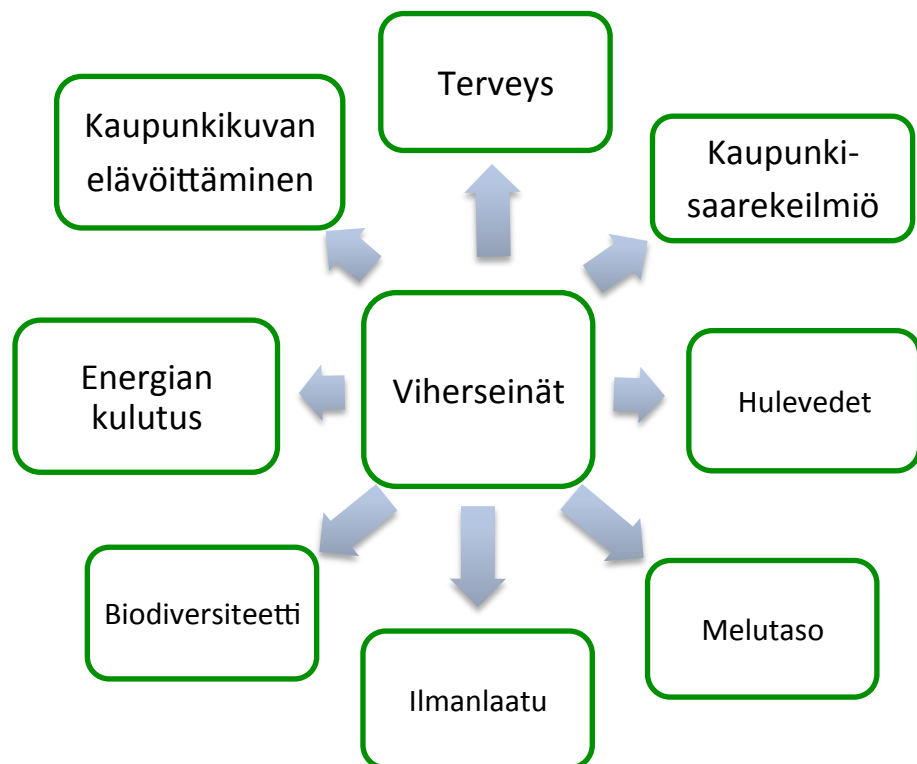


KUVA 13. Ursvikin viherseinä (Lindman 2016)

3 VIHERGEINIEN HYÖDYT

Kaupunkialueiden tiivistämisellä pyritään lyhentämään välimatkoja ja pienentämään autoilun tarvetta. Näin alennetaan hiilidioksidin päästöjä ja melusaastetta. Ongelmia tulee, kun kaupungin tiiveys vähentää viheralueita. Tämä vaikuttaa suoraan kaupunkiympäristön, pienilmaston ja ekosysteemin laatuun. Ilmastonmuutos lisää näitä negatiivisia vaikutuksia. (Hopkins & Goodwin 2011, 31.)

Viherseiniä hyötyjen suuruus riippuu lehtien pinta-alasta, niiden tiheydestä, seinän laajuudesta ja olosuhteista. Viherseiniä hyödyt voidaan jakaa julkisiin ja yksityisiin hyötyihin (Green Roofs for Healthy Cities 2008, 14). Julkiset hyödyt koskevat laajempaa yhteisöä, kun taas yksityiset hyödyt vaikuttavat rakennuksen asukkaisiin. Molemmat hyötykategoriat tarjoavat taloudellisia etuja, mikä motivoi ottamaan viherseiniä käyttöön (Hopkins & Goodwin 2011, 31). Kuviossa 1 on esitetty viherseiniä tärkeimmät hyödyt.



KUVIO 1. Viherseiniä hyödyt

Julkisia hyötyjä ovat seuraavat:

- kaupunkisaarekeilmiön väheneminen (katso kohta 3.4)
- ilmanlaadun paraneminen
- hulevesien hillitseminen
- yhteisön terveyden ja hyvinvoinnin edistäminen
- kaupunkiviljely
- biodiversiteetin tukeminen
- ilmastonmuutokseen sopeuttaminen
- kaupunkikuvan elävöittäminen.

Yksityisiä hyötyjä ovat seuraavat:

- energiakulutuksen laskeminen ja lämpötilan säätäminen
- melutason aleneminen eristysominaisuuden myötä
- sisäilman laatu paraneminen
- kustannuksien laskeminen viherseinien yhdistämisessä rakennusten muihin järjestelmiin
- rakennuksen arvon kohoaminen
- ihmisten viihtyvyys
- rakennuksen suojaaminen. (Hopkins & Goodwin 2011, 31 - 32.)

3.1 Esteettinen vaikutus

Nykyaikainen kaupunkiympäristö muistuttaa betoniviidakkoa. Sen arkkitehtuuri on joskus karu ja epämieluisa, ja sille on tyypillistä pelkistetyt julkisivut ilman koristelua. (Dunnett & Kingsbury 2008, 240.) Viherseinillä voidaan elävöittää kaupungin ympäristöä luomalla visuaalista kiinnostavuutta. Viheralueiden puuttuminen tiiviisti rakennetuilla alueilla korvataan peittämällä harmaat rumat seinät viherseinillä. Kasvillisuuden monimuotoisuus tarjoaa suunnittelijoille runsaasti vaihtoehtoja. Yhdistämällä erisävyiset ja -muotoiset kasvit voidaan saada aikaan taideteoksia, jotka kehystävät kaupungin ympäristöä ja tekevät siitä ainutlaatuisen. Viherseinien kasvillisuus tuo myös vaihtelua ympäristöön vuodenaikojen vaihtuessa. Suunnittelemalla erikorkuisia ja -muotoisia

viherseiniä saadaan aikaan katutilaan uusi ilme, mikä tarjoaa esteettisen elämyksen ohikulkijoille. Kuvissa 14, 15, 16 ja 17 näkyy, miten yhdellä viherseinällä voidaan muuttaa kaupunkiympäristön ulkoasua.



KUVA 14 Alakulku ennen viherseinän asentamista (Vertical Garden Patrick Blanc 2008)



KUVA 15 Viherseinän rakentamisen jälkeen (Vertical Garden Patrick Blanc 2008)



KUVA 16 Rakennuksen julkisivu ennen viherseinää (Vertical Garden Patrick Blanc 2013)



KUVA 17 Rakennuksen julkisivu on koristettu viherseinällä (Vertical Garden Patrick Blanc 2013)

3.2 Psyykinen vaikutus

Kasvillisuuden vaikutusta fyysiseen ja psyykkiseen terveyteen on tutkittu ympäri maailmaa. On todettu, että viheralueet vaikuttavat mielialaan rentouttavalla tavalla ja vähentävät stressiä. Kosketus luontoon edistää keskittymiskykyä ja palauttaa uupumuksesta. Suomen kaupungeissa viheralueita on yleensä riittävästi verrattuna moniin Euroopan kaupunkeihin. Niiden osuus kaupunkien pinta-alasta on 31 - 48 prosenttia, mutta ne sijaitsevat pääsääntöisesti kaupunkien laitamilla (Ympäristöhallinto 2015) ja keskustoissa asuvat ja asioivat ihmiset kokevat viheralueiden puuttumisen ongelmana.

Viherseinät kaupunkikeskustojen elementtinä antavat kaupungin asukkaille mahdollisuuden nähdä luontoa viherseinien ohi kulkiessaan ja nähdessään niitä ikkunoista. Viherseinien asettaminen sairaaloiden ja hoivakotien oleskelupaikkojen läheisyyteen nopeuttaa potilaiden parantumista ja kohentaa asukkaiden mielialaa (Hopkins & Goodwin 2011, 43 - 44).

3.3 Kaupunkiviljely

Viherseinissä on onnistuttu kasvattamaan myös hyötykasveja (KUVA 18). Kaupunkiviljely pääsee uuteen ulottuvuuteen, kun kaupungin kaduilla tai korttelien pihilla kasvatetaan salaatteja ja vihanneksia viherseinissä ilman että kulutetaan arvokasta maapinta-alaa. Viherseinässä on menestyneesti kasvatettu tomaatteja, kurkkuja, mansikkaa, munakoisia ja paljon muuta (Irwin 2009). Tällä tavalla kerrostaloissa asuvat ihmiset saavat lähiruokaa.



KUVA 18 Hyötykasviseinä Los-Angelisin kadulla (Irwin 2009)

3.4 Kaupunkisaarekeilmiö

Kaupunkisaarekeilmiö on kaupunkialueiden ominaisuus, jolloin auringon energia sitoutuu tummapintaisiin rakennuksiin ja teihin, koska niiden pintojen heijastuskyky on pieni. Auringon energia vapautuu ilmakehään lämpöenergiana, ja kaupungin lämpötila kohoaa korkeammaksi kuin sen ympäristö. Monet tutkimukset ympäri maailmaa osoittavat, että ilman lämpötila voi nousta jopa 9 °C (Hopkins & Godwin 2011, 41).

Viherseiniä käyttäen pystytään laskemaan kaupungin lämpötilaa muutamalla asteella, koska kasvillisuus viilentää ympäristöä haihuttamalla vettä ja heijastamalla valoa paremmin kuin rakennuksien seinät. Tätä on osoitettu Alexandrin ja Jonesin tehdyssä mallinnuksessa,

jossa tutkittiin viherkattojen ja -seinien vaikutusta lämpötilaan kuumien kuukausien aikana 9:ssä erilaisiin ilmastoihin kuuluvissa kaupungeissa. Esimerkiksi pelkästään viherseinien käyttö Riadissa alentaisi ilman lämpötilaa enintään 5,1 °C ja keskimäärin 3,4 °C. Vähemmän kuumassa Moskovassa ennustetaan enintään 2,6 °C ja 1,7 °C ilman lämpötilan laskua. (Alexandri & Jones 2008, 486.)

Torontossa tehdyssä mallinnuksessa todettiin, että peittämällä 50 % rakennuksen pinta-alasta viherkatoilla, pystytään alentamaan kaupungin kolmasosaa alueella lämpötilaa 2 °C:lla. Pienikin lämpötilan laskeminen voi vähentää energiakulutusta sisätilojen viilentämiseen ja samalla vähentää ilmansaasteita. (Hopkins & Godwin 2011, 41.) Samaan aikaan vähenevät kuumudesta johtuvat sairaustapaukset ja kuolemat ikääntyneillä ihmisillä ja pitkäaikaissairailta, pienentäen näin terveydenhuollon kustannuksia. Kaupungin lämpötilan laskeminen myötävaikuttaa ilmanlaadun paranemiseen, sillä savusumu ja vaaralliset saasteet muodostuvat helpommin korkeissa lämpötiloissa.

Kaupunkien korkeampi lämpötila lisää myös sateisuutta ja voi aiheuttaa rankkojakin sateita. Esimerkiksi Saksan Kölnissä sataa 27 % enemmän kuin sen ympäristössä. Tämä voi aiheuttaa sadevesijärjestelmien ja sekaviemäröntien liikaa kuormittamista. Ilmastonmuutoksen aiheuttamat sääolojen ääri-ilmiöt voimistavat näitä ongelmia. (Peck ym. 1999, 24.)

Mitä enemmän viherseiniä ja viherkattoja käytetään kaupungissa, sitä merkittävämpi on niiden yhteisvaikutus kaupunkisaarekeilmiön lieventämiseen. Yksittäisellä viherseinällä tai -katolla voidaan kuitenkin vaikuttaa pienilmastoon, joten viherseiniä on syytä asentaa palvelutaloihin, joissa asuu riskiryhmään kuuluvia vanhuksia.

3.5 Ilmansaasteet

Saksassa tehdyssä tutkimuksessa huomattiin, että mottoriteiden reuna- ja keskialueiden istutusten lehtien pinta-alasta 40 % oli peittynyt pölyllä ja pienhiukkasilla. On myös laskettu, että yksi neliometri viherkattoja poistaa

ilmasta 200 grammaa pienhiukkasia vuodessa. (Hopkins & Goodwin 2011, 42.) Näin kasvillisuus puhdistaa ilmaa pienhiukkasilta ja pölyltä, kun ne kulkeutuvat tuulen mukana ja tarttuvat lehvistöön ja sitten huuhtoutuvat sadeveden kanssa maaperään tai kasvualustaan. Viherseinän sijoittaminen ikkunoiden läheisyyteen estää myös pölyn pääsemistä sisätiloihin. Tästä viherseinän ominaisuudesta hyötyvät erityisesti ihmiset, jotka kärsivät astmasta ja muista hengitysvaivoista. Laaja viherseinien ja viherkattojen käyttö voi myös pidentää rakennuksien elinikää, sillä ne ovat alttiita vaurioitumiselle ilmansaastuneisuuden ja happosateiden ansiosta. (Peck ym. 1999, 19.)

Kasvit myös rikastuttavat ilmaa hapella ja puhdistavat sitä hiilidioksidilta ja muilta haitallisilta kaasuilta, kuten typpidioksidi, rikkidioksidi, otsoni ja hiilimonoksidi. 155 m² kasvillisuutta voi tuottaa happea yhteyttämisprosessin aikana yhdelle henkilölle 24 tunniksi. (Hopkins & Goodwin 2011, 41 - 42.) Vertailun vuoksi, yhden ihmisen vuoden hapentarpeen voivat tuottaa

- yksi puu, jonka latva on halkaisijaltaan 5 m
- 1,5 m²:n ala 0,4 m pitkää leikkaamatonta ruohoa
- 20 m²:n ala tiheää istutusta kasvihuoneessa
- 30 - 40 m²:n ala vehreää puistoaluetta tai leikattua ruohoa
- 40 m²:n ala tiheästi kasveilla peitettyä seinäpintaa (Peck ym. 1999, 26).

Viherseinien ja -kattojen laaja käyttö lisäisi kasvillisuuden määrää tiheästi rakennetuilla kaupunkialueilla, joissa ajoneuvojen ja teollisuuden päästöt ovat suurempia. Jo vuonna 1993 Köhler totesi, että pienhiukkasien määrä ilmassa pienenesi 4 %:lla, jos keskustojen kaikki mahdolliset seinät ja katot olisivat kasvillisuuden peitossa (Dover 2015, 149).

On huomattava, että pienlehtiset kasvit puhdistavat ilmaa pienhiukkasilta tehokkaammin, kuin leveälehtiset kasvit (Chakre 2006, 137). Toisaalta lehtiä pudottavat kasvit eivät puhdistaa ilmaa pölyltä talven aikana, siksi

viherseinissä kannattaisi käyttää myös ikivihreitä kasveja, vaikka ne eivät juuri yhteytä talvella.

3.6 Terveydelliset vaikutukset

Kaupunkisaarekeilmiön aiheuttamat helteet lisäävät väestön sairastuvuutta ja kuolleisuutta. Muutaman viikon kestävä hellejakso voi aiheuttaa jopa useita satoja ennenaikaisia kuolemia Suomessa. On havaittu, että päivittäinen kuolleisuus Suomessa nousee, kun päivän korkein lämpötila ylittää noin 23 astetta. Suurin terveysriski kohdistuu vanhuksiin, pitkäaikaissairaisiin, kroonisista sairauksista kärsiviin ja lapsiin. (Terveysten ja hyvinvoinnin laitos 2016.)

Ilmansaasteillakin on terveysvaikutukset. Katupöly ja pienhiukkaset aiheuttavat sydän- ja hengitysoireita astmaatikoille ja iäkkäille ihmisille. Pikkulapsetkin ovat riskiryhmässä, sillä he voivat saada nuhaa, yskää sekä kurkun ja silmien kutinaa. Pakokaasut voivat lisätä lasten ja aikuisten hengitystieinfektioita sekä astmaattikkojen kohtauksia. (Ilmanlaatuportaali 2016.)

Edellä mainitut ilmansaasteiden ja kaupunkisaarekeilmiön terveysvaikutukset aiheuttavat merkittäviä terveydenhuollon kustannuksia. Innovatiivinen suunnittelu, joka käsittää kasvillisuutta rakennuksen pinnalla, voi pienentää niitä (Hopkins & Goodwin 2011, 43).

3.7 Hulevedet

Jopa 70 % tiheästi rakennetun kaupungin pinnasta on peitetty vettä läpäisemättömillä materiaaleilla, mikä aiheuttaa sadevesien valumia eli hulevesiä. Vanhoissa kaupungeissa hulevedet usein johdetaan sekaviemäreitä pitkin jätevedenpuhdistuslaitoksille. Rankkasateella hulevesi voi kuormittaa järjestelmää pahastikin, mistä voi seurata käsittelemättömän veden pääsy ylivuotona suoraan vesistöihin ja tulvapiikkejä. Nykyään tätä vältetään erillisviemäröinnillä, jolloin sadevesi ohjataan puhdistamoiden ohi suoraan vesistöihin. Näin hulevesien

mukana kulkeutuu myrkyllisiä aineita veteen, mikä voi aiheuttaa myrkyllisten levien kukkimista ja raskasmetallien kertymistä vesieläimiin. Seurauksena on uinti- ja kalastusrajoituksia. (Earth Pledge Foundation, Hoffman & McDonough 2005, 16 - 18.)

Kaupunkien ei-päällystettyjen pintojen vähäisyys johtaa siihen, että pohjaveden määrä laskee, koska noin 95 % sadevedestä ei pääse imeytymään maahan. Tämä vaikuttaa suoraan sekä luontoon että ihmisiin. Kaiken lisäksi hulevedet aiheuttavat eroosiota. (Peck ym. 1999, 27; Dunnett & Kingsbury 2008, 54 - 55.)

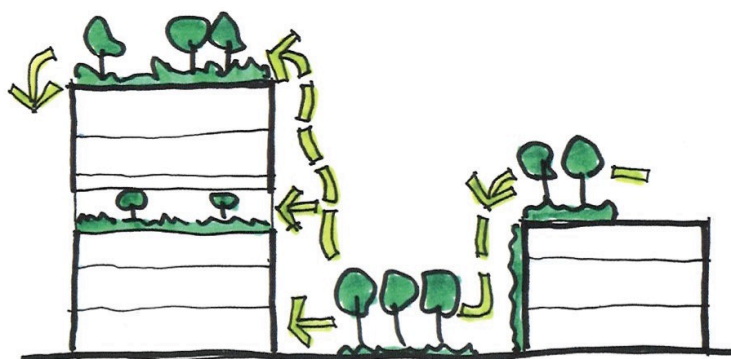
Viherkattojen ja -seinien käyttöönotto voi olla hyvä vaihtoehto edellä mainittujen ongelmien ratkaisuun. Viherkatolla pystytään imeyttämään 50 % sadevedestä, mikä vähentää hulevesien määrää ja näin ollen hidastaa niiden virtaamista. Pennsylvanian osavaltionyliopiston Green Roof -tutkimuskeskuksen, Portlandin ympäristöpalvelujen viraston ja Pohjois-Carolinan osavaltionyliopiston tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että huleveden viivästys voi olla puolesta tunnista neljään ja puoleen tuntiin. Kun vesi virtaa hitaammin, saasteet eivät kulje hulevesien mukana niin tehokkaasti. Viherkatot toimivat myös suodattimena, jolloin ne puhdistavat imeytettyä vettä saasteilta, kuten pienhiukkasilta ja raskasmetalleilta. (Earth Pledge Foundation ym. 2005, 18.) Tämä on viherkattojen olennainen ominaisuus, erityisesti kun kyseessä on erillisviemäröinti, jolloin hulevesi pääsee suoraan vesistöihin.

Viherseinien vaikutusta hulevesiin ei ole juurikaan tutkittu, mutta voidaan olettaa, etteivät ne imeytä sadevettä niin tehokkaasti kuin viherkatot, koska sadevesi osuu seinään vain tuulen vaikutuksesta (Peck ym. 1999, 28 - 29; Hopkins & Goodwin 2011, 73 - 74). Hulevesimäärään voidaan kuitenkin vaikuttaa käyttämällä viherkattoon varastoitua vettä viherseinien kasteluun ja jopa käyttämällä sitä uudelleen talousvetenä.

3.8 Biodiversiteetti

Puhtaasta ilmasta, jota saadaan lisää rakentamalla viherseiniä ja -kattoja kaupunkiympäristöön, hyötyvät myös kaupungeissa asuvat eliöt ja eläimet. Niitä uhkaa kuitenkin elinympäristöjen pirstaloituminen ja tuhoutuminen. Uhanalaisia lajeja voidaan pelastaa tarjoamalla niille lisää elintilaa viherkatoilla ja viherseinillä, jotka muodostavat yhteyden luonnon ja rakennetun ympäristön keskelle istutettujen viheralueiden välille. Euroopan ja Pohjois-Amerikan tutkimukset osoittivat, että viherkatot, joita ei ollut tarkoitettu luonnon monimuotoisuuden lisäämiseksi, olivat kuitenkin täydentyneet pieneliöekosysteemeillä. Monipuoliset viherseinäistutukset kutsuvat lintuja, perhosia ja muita hyönteisiä liikkumaan vihersaarekkeiden välissä etsiessään ruokaa ja suojaa. (Earth Pledge Foundation ym. 2005, 19; Hopkins & Goodwin 2011, 45 - 46.)

Kuvassa 19 on esitetty, miten viherseinät muodostavat yhteyden maan ja viherkaton välissä. Näin esimerkiksi oravat pääsevät helpommin ylös viherseiniä pitkin viherkattoon asti. Rakentamalla samaan rakennukseen sekä viherkatto että viherseinä luodaan eläimille ja eliöille vaihtehtoinen elinympäristö ja edistetään kaupungin ekosysteemien monimuotoisuutta. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että niillä voidaan korvata luonnolliset elinympäristöt. (Peck ym. 1999, 39.)



KUVA 19. Yhteys viherseinällä viherkattoon (Hopkins & Goodwin 2011, 209)

3.9 Melutason laskeminen

Liikenne, työmaat, teollisuusalueet ja muut kovat äänet aiheuttavat melua ympäristöön. Kaupunkien keskustojen asukkaat kärsivät eniten vilkkaan

liikenteen, ulkoilmatapahtumien ja katujen kunnossapitotekniikan melusta, koska kaupunkiympäristön ”kovat pinnat heijastavat ääniaaltoja, eivätkä vaimenna niitä” (Dunnett & Kingsbury 2008, 67). Paitsi, että melu heikentää ympäristön viihtyisyyttä, se aiheuttaa myös keskittymis- ja uniongelmia ja ”vaikuttaa jopa sydän- ja verisuonitauteihin sekä diabetekseen” (Dover 2015, 49).

Moottoriteiden läheisyydessä melua torjutaan meluvalleilla, kun taas kaupunkien keskusta-alueilla voidaan käyttää viherseiniä ja -kattoja, sillä niiden kasvualusta vaimentaa matalia ja kasvillisuus korkeita ääniaaltoja (Peck ym. 1999, 30; Dunnett & Kingsbury 2008, 67). Tästä hyötyvät sekä rakennuksen käyttäjät, ohikulkijat että ulkona oleskelijat (Hopkins & Goodwin 2011, 34).

Peckin mukaan viherkatto, jonka kasvualustan paksuus on 12 cm, voi vähentää ääntä 40 db:iin asti ja 20 cm:n paksuinen kasvualusta 46 - 50 db:iin asti (Peck ym. 1999, 30). Näin ollen vaimennuksen voimakkuuteen vaikuttaa kasvualustan paksuus. Äänieristyksen ominaisuuden vuoksi viherkattoja käytetään ainakin Frankfurtin ja San Franciscon lentokenttien katoilla (Dunnett & Kingsbury 2008, 67). Niiden käyttö teollisuusalueilla on myös suositeltava.

Voidaan olettaa, että viherseinilläkin on äänieristevaikutus, koska ne sisältävät kasvualustan, kasvillisuuden paksun kerroksen ja ilmaraon rakennuksen seinän ja viherseinän välissä. Katuliikenteeltä tulevien ääniaaltojen kimpoilu tapahtuu enemmän rakennuksien seinien, kuin kattojen välissä, joten viherseinät voivat olla parempia melun torjunnassa. Jotta saataisiin paras äänieristys, on järkevä käyttää sekä viherkattoja että viherseiniä samassa rakennuksessa, niin että ne peittäisivät mahdollisimman paljon rakennuksen pintaa.

3.10 Energiakulutuksen laskeminen ja lämpötilan säätäminen

Yksi tärkeimmistä kasvillisuuden ominaisuuksista on sen varjostus- ja eristyskyky. Esimerkiksi Minken ja Witterin mukaan 4 cm paksu ilmarako

seinän ja kasvillisuuden kerroksen, joka on 16 cm paksu, välissä parantaa seinän lämpöeristyskykyä 30 %:lla (Dover 2015, 141). Toisessa Environment Canadan tehdyssä tutkimuksessa on esitetty, että ulommassa kerroksessa 100 mm paksun viherkaton alla viilentämisen tarve kesällä on vähentynyt 25 %:lla (Hopkins & Goodwin 2011, 32.)

Viherkattojen lämmöneristyskyky on muutenkin hyvin todistettu, kun taas viherseinien eristyskykyä on tutkittu vähemmän. Kanadan Torontossa Bassin tehdyssä tutkimuksessa, jossa verrattiin viherseinän ja paljaan julkisivun eristyskykyä, huomattiin, että viherseinät laskevat energiankulutusta sisätilojen jäädytykseen kesän aikana paremmin kuin samaan aikaan tutkittu viherkatto (Dover 2015, 141). Viherseinien kasvillisuuden välissä oleva ilmakerros rajoittaa lämmön siirtymistä rakennuksen seinän läpi ja kokonaishaihdunta viilentää ympäröivää ilmaa, estäen rakennuksen seinän kuumentumista (Hopkins & Goodwin 2011, 33 - 34).

Viherseinäkasvillisuudella voidaan säätää varjon määrää, sillä kasvilajien ja viherseinätyyppien, kasvipeitteen korkeuden ja kasvillisuuden istutustiheyden valinnalla voidaan vaikuttaa peittävyYTEEN, joka voi vaihdella 10 ja 80 %:n välillä (Hopkins & Goodwin 2011, 33). Koska tuuli vähentää rakennuksen energiatehokkuutta 50 %:lla, ikivihreiden kasvien käyttö viherseinissä talven aikana estää lämmön karkaamista, kun taas lehtiä pudottavien kasvien suojakerros on ohuempi talven aikana (Peck ym. 1999, 22).

3.11 Muita taloudellisia vaikutuksia

Ottamalla huomioon viherseinät ja -katot rakennuksien suunnitteluvaiheessa voidaan säästää myös muissakin asioissa, paitsi energiankulutuksessa. Esimerkiksi viherkatto, jonka kasvualusta on 20 cm ja ruohokerros on 20 - 40 cm, vastaa 15 cm mineraalivillaeristeen ominaisuuksia. Viherseinät suojaavat myös julkisivuja haposateelta sekä kosteudelta, mikä alentaa lämmittämiseen kuluvaan energian kulutusta sekä kylmien kohtien muodostumista, jotka johtavat homeongelmiin.

Samalla julkisivujen uusimisen tarve pienenee. (Peck ym. 1999, 22 - 23; Dover 2015, 148.)

CH2 Council House -talo, joka sijaitsee Melbournessa, on suunniteltu ekologisella lähestymistavalla. Se on esimerkki siitä, miten voidaan alentaa energia- ja vesikustannuksia yhdistämällä kestäväällä tavalla rakennuksen järjestelmät. Sen köynnösjärjestelmien tarkoitus on puhdistaa ilmaa ja suojata aurinkosäteilyltä, ja viherkatto on asukkaiden virkistystila, jonka tehtävänä on myös varastoida sadevettä uudelleenkäyttöä varten. CH2 on palkittu 6 tähdellä Australian Green Star -luokitusjärjestelmässä, mikä tarkoittaa maailman johtoasemaa. (Hopkins & Goodwin 2011, 36 - 37.)

Kaikkia rakennuksia ei ole suunniteltu kokonaisvaltaisella lähestymistavalla kuten CH2-talo, mutta yhdistämällä vesihuolto ja energiatuotanto viherseinien ja -kattojen kanssa, voidaan saada aikaan merkittäviä taloudellisia etuja sekä asukkaille että rakennuksen omistajalle. Rakennuksen vedenjakelu voidaan integroida viherseinien ja -kattojen kanssa niin, että kattovettä käytetään kasteluvesinä viherseinissä ja -katossa, sitten vesi varastoidaan ja puhdistetaan seuraavaa kastelua, WC-huuhtelua tai muuta tarkoitusta varten.

Viherseinät vaikuttavat myös rakennuksen markkina-arvoon, sillä kestävä kehityksen ajattelutapa ja erottuminen muista kohottavat rakennuksen omistajien imagoa, mikä nopeuttaa myynti- ja vuokravälitystä. Myös alueen arvo nousee ja ihmiset ovat valmiita maksamaan enemmän tiloista, joiden ikkunoista avautuu näkymä viherseinille.

3.12 Kestävä kehitys ja vihertehokkuus

Viherseinien yleistyessä herää kysymys niiden kestävydestä. Kun puhutaan viherseinien kestävydestä ja niiden ympäristökuormituksesta, täytyy samalla pohtia niiden kustannuksia ja hyötyjä. Jos hyödyt ovat merkittävämpiä kuin kustannukset, niin silloin puhutaan kestävästä tavasta vehreyttä rakennettu ympäristö. Alankomaiden Delftin teknillisen

yliopiston tohtori Ottelé tarkasteli eri viherseinätyyppien elinikää. Tämän tutkimuksen lähestymistapa perustui ainoastaan energiakulutukseen. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että modulaarisen viherseinäjärjestelmän eristyskyky on merkitsevä ja sen elinikä on pitkä (parhaimmillaan 50v.), joten se on parempi vaihtoehto kestävän kehityksen kannalta. Vähän huonompia tuloksia saatiin mattomaisella järjestelmällä. Se on ohut, ja sen elinikä on lyhyt, 10 vuotta. Tutkimuksessa otettiin huomioon myös ilmasto, sillä lämpimissä maissa ilmastointiin kuluu enemmän energiaa kuin kylmemmissä maissa. (Dover 2015, 161.) Kun puhutaan Suomen ilmastosta, viherseinien eristyskyky on tärkeämpi talvella, kuin kesällä. Tästä tarvitaan lisää tutkimuksia, jotta voidaan puhua viherseinien kannattavuudesta Suomessa.

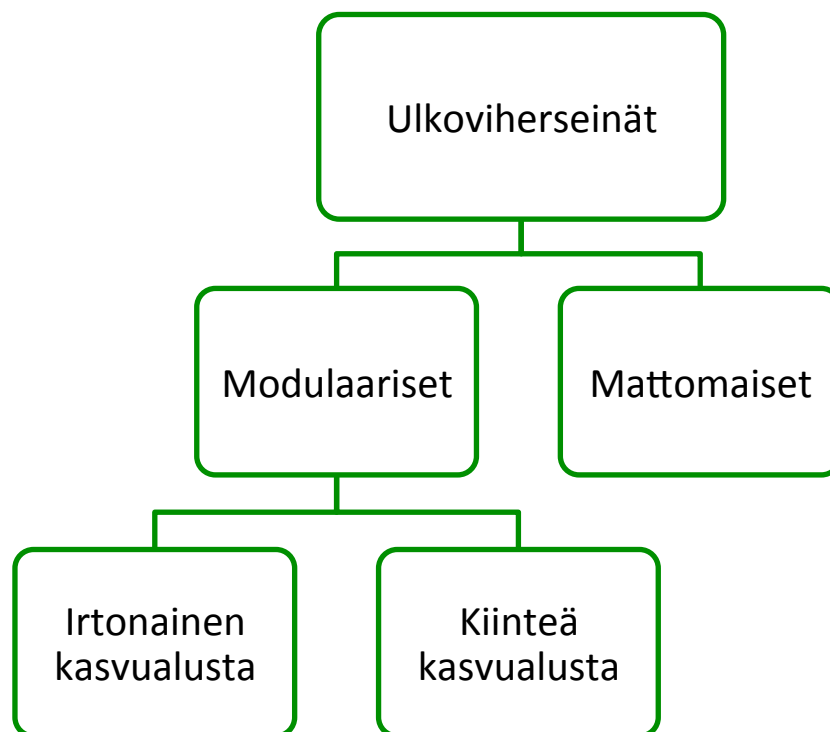
Viherseinän materiaalien hajoamisnopeus ja kierrätyskäyttö merkitsevät paljon. Kestävän kehityksen kannalta on otettava huomioon muitakin hyötyjä, joista kerrottiin tässä luvussa aikaisemmin. Kun näiden hyötyjen merkitys on tiedossa, voidaan puhua viherseinien kestävydestä.

Ilmastonmuutoksen aiheuttamiin haasteisiin pyritään vastaamaan vihertehokkuuden avulla. Berliinistä peräisin olevalla vihertehokkuuden työkalulla lasketaan tontin 'vihreyttä'. Esimerkiksi julkisivukasvillisuuden, johon kuuluvat sekä köynnökset että viherseinät, vihertehokkuus on 0,7 ja viherkaton 0,6. (Vallinkoski 2012, 4 - 5.)

4 ERILAISIA TOTEUTUSMAHDOLLISUUKSIA

Vertikaalisella vehreyttämällä tarkoitetaan keinoja, joilla voidaan vehreyttää julkisivuja. Viherseinät luokitellaan kahteen pääluokkaan: julkisivukasvillisuus ja ulkoviherseinät. Julkisivukasvillisuudella yleensä tarkoitetaan itsekiipeäviä, säleikköön, vaijeriin tai moduulirakenteita pitkin kasvavia köynnöksiä (Vallinkoski 2012, 9). Vapaasti kasvavat köynnökset ovat toisinaan aiheuttaneet haittoja rakennuksen seiniin, mutta nykyään on löydetty ratkaisuja, jolloin saadaan köynnökset kiipeämään ylös rakennuksen seiniä pitkin ilman välitöntä kosketusta seinään. Erilaiset vaijerit ja säleiköt ohjaavat köynnöksiä kasvamaan juuri sinne mihin halutaan.

Tässä luvussa tarkastellaan vain ulkoviherseinien erilaisia muotoja. Kuviossa 2 on esitetty ulkoviherseinien kaksi eri tyyppiä: mattomainen ja modulaarinen. Tarkoituksena on selvittää niiden hyödyt ja heikkoudet sekä verrata niitä toisiinsa.

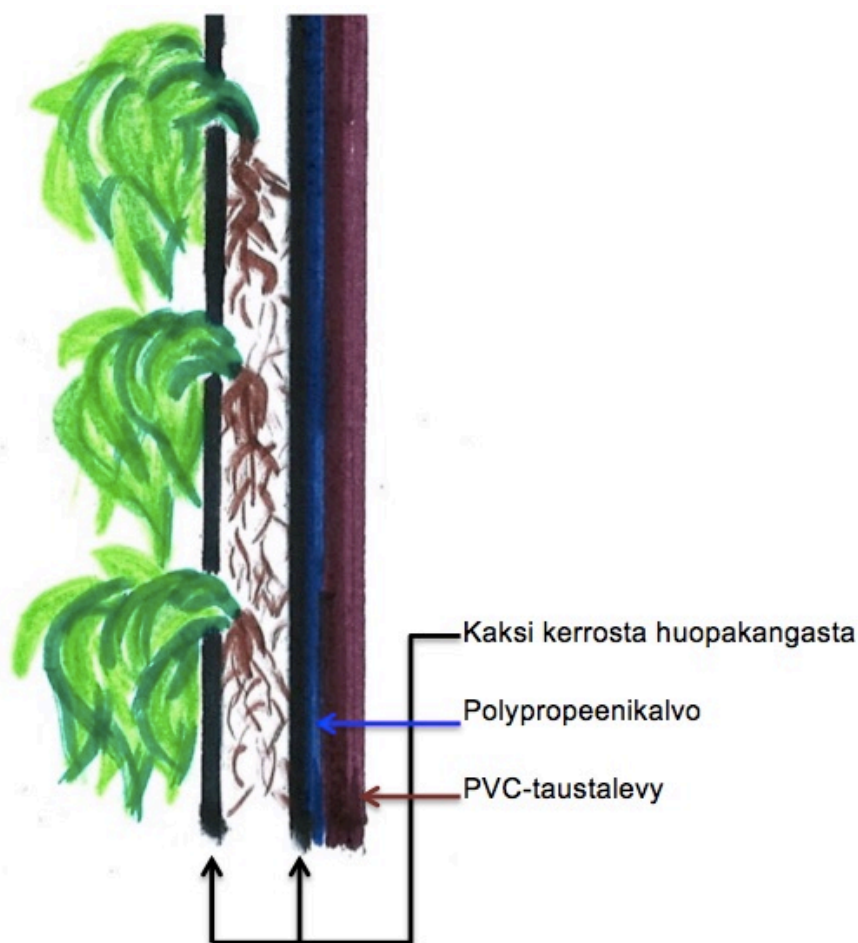


KUVIO 2. Ulkoviherseinien luokittelu

4.1 Mattomainen viherseinä

Mattomaisen viherseinän edelläkävijä on Patrick Blanc, jonka töistä on esimerkkejä luvussa 2 ja 3. Tämä rakennetyyppi koostuu PVC-levystä tehdystä taustalevystä, johon on nidottu kaksi kerrosta vettä pidättävää lahoamatonta huopakangasta (KUVA 20). Patrick Blanc itse käyttää materiaalina kierrätettyä polyamidikuitua, mutta muitakin materiaaleja käytetään. Rakennetta vahvistetaan kudotulla polypropeenikalvolla, joka on kankaan ja taustalevyn välissä. Mattomaisessa viherseinässä ei ole lainkaan kasvualustaa, vaan se perustuu vesiviljelyyn, eli kasvit saavat tarvitsemansa ravintoaineet vesiliuoksena kastelun yhteydessä.

Rakennuksen seinä suojataan kosteudelta vettä läpäisemättömällä joustavalla materiaalilla. Rakenteen runko on yleensä ruostumattomasta teräksestä valmistettu kehikko, mikä mahdollistaa ilman kiertämisen viherseinän ja rakennuksen välissä (Manso & Castro-Gomes 2015, 866).



KUVA 20. Mattomaisen viherseinätyypin rakenne (Blank 2008, 97)

Kasvit istutetaan sijoittamalla paljasjuuriset taimet yksittäin kankaassa oleviin vaakasuuntaisiin viiltoihin. Istutuksen jälkeen kasvien juuret kehittyvät vapaasti kerrosten välissä ja juurtuvat kankaaseen, johon muodostuu sammalta (KUVA 21). (Blanc 2008, 97.)



KUVA 21. Polyamidikankaaseen juurtuneet kasvien juuret (Blanc 2008, 99)

Toisaalta juurten vapaa kasvu kankaiden välissä johtaa siihen, että aggressiiviset kasvit voittavat heikommat, mikä muuttaa viherseinän kuviota alkuperäisestä. Viherseinän pitäminen siistinä edellyttää usein kasvien uusimista, joka on työlästä ja nostaa kustannuksia. Ennen kuin kasvit peittävät viherseinän, niiden välistä näkyy huopakangas, joka antaa keskeneräisen vaikutelman (KUVA 22). (Greenwall 2016.)

Mattomainen viherseinä on kevyt verrattuna viherseiniin, joissa käytetään kasvualustaa. 3 mm:n paksuinen märkä huopakangas painaa 3 kg/m^2 , kun taas 2 cm:n paksuinen kasvialusta painaa 20 kg ja 10 cm:n paksuinen 100 kg. (Blanc 2008, 97.)



KUVA 22. Mattomaisen viherseinän ulkonäkö alkuvaiheessa (Blanc 2008, 96)

Kasvien uusimisen yhteydessä kangas on altis vaurioitumiselle (KUVA 23), joten matosta on mahdollista leikata osa pois ja vaihtaa se kerralla uuteen. Hoitotyö tehdään yleensä erilaisilla nostureilla tai turvaköysien avulla, koska viherseinät ovat yleensä korkeita.



KUVA 23. Mattomainen järjestelmän istutusreikä (Manso & Castro-Gomes 2015, 867)

Mattomaisessa viherseinässä kasvien juuret ovat paljaat ja niiden paleltuminen talvella on todennäköisempää. Jotkut Patrick Blancin seinistä ovat kuitenkin selvinneet $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$:ssa (KUVA 24), joten perusteellisella kasvivalinnalla ja kokeilemalla voidaan selvittää kasvien menestymistä Suomessa.



KUVA 24. Ophiopogon odottaa sulamista mattomaisessa viherseinässä $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$:n pakkasella (Blanc 2008, 102)

Viherseinän yläpuolella on yksinkertainen putki. Sen materiaalina on polyuretaani, jossa 10 cm:n välein on reikiä halkaisijaltaan 4 mm. Se takaa jatkuvan ja tasaisen kastelun ravinneliuksella vettä läpäisevää kangasta pitkin. Riippuen vuodenaikasta ja sijainnista kastelu tapahtuu 3 - 5 kertaa päivässä ja kestää 3 - 5 minuuttia. Näin päivässä kuuluu noin $0,5 - 5\text{ l/m}^2$, riippuen säästä, vuodenaikasta ja vesikierrätysjärjestelmästä.

Kastelujärjestelmään yleensä kytketään tunnistimia, jotka ilmoittavat veden ja ravinteiden tarpeesta, ja se ennaltaehkäisee liikakastelun ja -lannoituksen. (Blanc 2008, 98 - 99; Manso & Castro-Gomes 2015, 868.)

Mattomainen järjestelmä vaatii paljon kasteluvettä, joten on syytä harkita kasteluveden uudelleen käyttöä. Tämä vaatii puhdistusjärjestelmän, jonka kautta vesi kiertää. Kattoveden kerääminen ja säilyttäminen kasteluvetenä

alentaisi vesikustannuksia ja on myös hyvä vaihtoehto kestävän kehityksen kannalta.

4.2 Modulaarinen seinärakenne

Modulaarinen seinärakenne yleensä koostuu vertikaalisista tai horisontaalisista paneeleista, jotka voidaan lukita yhteen ja koota yhtenäinen viherseinäkokonaisuus. Kasvualustana käytetään multaa tai mullan kaltaista kasvualustaa, muun muassa kivivillaa, kookoskuituja, savipalloja, turvetta ja polystyreenisekoituksia, joilla saadaan kevyempi järjestelmä, mutta säilytetään veden pidätyskyky. (Blanc 2008, 97; Manso & Castro-Gomes 2014, 867; Dover 2015, 132.) Viherseinämoduuleja kiinnitetään kehykseen, jonka takana on yleensä kiinnikkeitä tai koukkuja järjestelmän kiinnittämiseksi rakennuksen seinälle (Manso & Castro-Gomes 2014, 866).

Modulaariset viherseinät voidaan jakaa kahteen ryhmään kasvualustan perusteella: irtonaiseen ja kiinteään. Irtonaista kasvualusta käytetään taskumaisissa järjestelmissä, kun taas kiinteä kasvualusta on erilaisten paneelien sisällä.

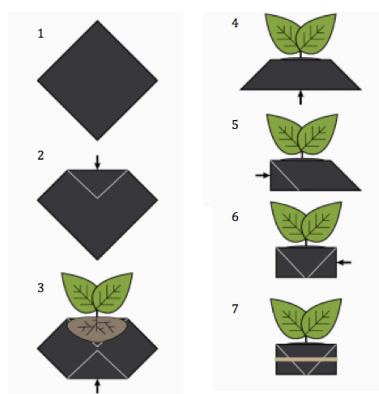
4.2.1 Taskumainen järjestelmä

Taskumainen järjestelmä yleensä muodostuu muutamasta rivistä taskuja tai ruukkuja, joihin kasvit istutetaan. Materiaalit ovat kevyitä, ja ne yleensä ovat muovia tai tekstiiliä, esimerkiksi huopaa. Esimerkiksi kuvassa 25 esitetyssä Florafeltin järjestelmässä käytetään kierrätetyistä PET-muovipulloista valmistettua materiaalia, joka painaa $0,68 \text{ kg/m}^2$ ja kasvien kanssa $2,4 \text{ kg/m}^2$ (Bribach 2015, 9). Valmistajien mukaan, järjestelmän elinikä on noin 30 vuotta (Bribach 2016). Kasvualusta on yleensä irtonainen, ja se on joko multaa tai turvetta.



KUVA 25. Florafeltin taskumainen viherseinä (Bribach 2015, 23)

Kasvit istutetaan yksittäin tai muutama taimi samaan taskuun. Haasteena on, että kasvualusta voi irrota ja sotkea ympäristöä tai kastelu voi tukkia kasteluveden puhdistusjärjestelmän. Myös kova tuuli voi irrottaa kasvualustan tai kasveja seinästä. Tästä syystä kasvualustan lisääminen tai vaihtaminen tulee tehdä säännöllisesti. Irtonaisen kasvualustan toinen ongelma on rikkaruohojen nopea leviäminen. Kuvassa 25 esitetyssä mallissa edellä mainittuja ongelmia on estetty pakkaamalla taimien juuret huopakankaaseen ja sitomalla kuminauhalla ennen taskuun sijoittamista (KUVA 26).



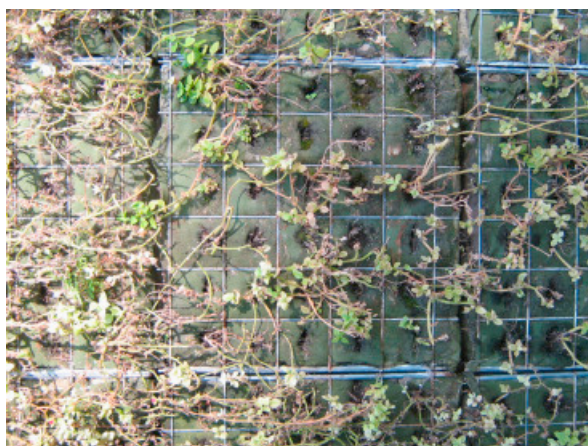
KUVA 26. Taimijuurten pakkaaminen ennen istuttamista (Bribach 2015, 10)

Taskumaisessa seinäjärjestelmässä kasteluvedet voidaan johtaa sadepuutarhaan tai istutusalueelle. Istutus pitäisi olla vähintään 3 metrin etäisyydellä. Näin vältetään ylimääräisen kasteluveden ja mullan sotkeutumista keskenään. Vaihtoehtona on ylimääräisen kasteluveden kerääminen säiliöön uudelleenkäyttöä varten.

Kasvien kestävyden kannalta taskumainen järjestelmä sopii huonosti monivuotiseen käyttöön Suomen olosuhteissa, sillä juuret ovat rajoitetussa tilassa. Kasvien istutus ja vaihto tapahtuu siinä sujuvasti, joten tämä seinärakenne sopii parhaiten yksityiseen käyttöön, esimerkiksi omaan pihaan tai pienen yrityksen seinustalla. Tällainen viherseinä sopii parhaiten yksivuotisille kasveille, esimerkiksi kesäkukille tai vaikka kaupunkiviljelyyn.

4.2.2 Viherseinäpaneelit

Paneelit ovat yleensä jäykkiä rakenteita, jotta ne pystyvät kantamaan kasveja ja kasvualustaa. Materiaalina käytetään usein muovia (polypropeeni tai polyeteeni) tai metallilevyjä (alumiini, sinkitty tai ruostumaton teräs). Joskus kasveja saatetaan tukea edestäpäin verkolla estämään niiden putoamista ja edistämään luontaista kasvutapaa (KUVA 27).



KUVA 27. Kasvien tuenta verkolla modulaarisessa järjestelmässä (Manso & Castro-Gomes 2015, 867)

Paneelit täytetään yleensä orgaanisilla ja epäorgaanisilla materiaaleilla. Hyvä vedenpidätyskyky saadaan käyttämällä huokoisia, kevyitä materiaaleja, esimerkiksi kookoskuitua tai kierrätettyä tekstiiliä. Painon vähentämiseksi saatetaan käyttää kerrosta epäorgaanista ainesta, yleensä vaahtoa. (Manso & Castro-Gomes 2014, 867). Paneelien paino riippuu materiaaleista, kasvualustan tyypistä sekä järjestelmän paksuudesta. Esimerkiksi Sempergreenin Flexipanel Outdoor -paneeli painaa kuivana 20 - 25 kg/m² ja märkänä 40 - 45 kg/m² (KUVA 28) (Sempergreen Vertical Systems 2016).



KUVA 28. Sempergreenin Flexipaneeli (Bos 2016)

Kasvit istutetaan paneelin etukannessa oleviin reikiin. Yleensä kasvit esikasvatetaan kasvihuoneissa ennen moduulien runkoon kiinnittämistä (KUVA 29). Metallisissa malleissa istutusreiät voivat hangata kasveja. Myös epäluonnollinen kasvu pystysuoralla pinnalla voi vaikuttaa kasvien kasvutapaan.



KUVA 29. Kasvien esikasvatus paneeleissa (GSKY Plant Systems, Inc. 2016)

Kasvien vaihtaminen tapahtuu vaivattomasti, koska jokainen kasvi on omassa solussaan paneelin sisällä. On myös mahdollista nostaa paneeli kokonaan pois ja vaihtaa kaikki kasvit kerralla. Jossain malleissa on irrotettava etukansi, mikä myös helpottaa kasvien vaihtoa. (Manso & Castro-Gomes 2014, 869.)

4.2.3 Kastelu ja salaojitus

Kastelujärjestelmä yleensä perustuu vesiviljelyyn, kuten mattomainenkin järjestelmä. Kasteluputket sijoitetaan moduulirivien väliin, ja vesi jakautuu tasaisesti painovoiman myötä kasvualustaan. Ylimääräistä vettä varten maahan asennetaan salaoja viherseinän alapuolelle. Kosteusongelman välttämiseksi sekä vesikustannuksien pienentämiseksi hyvä vaihtoehto on kerätä ylimääräinen vesi jokaisesta moduulirivistä ja johtaa se säiliöön. Suodatettu vesi voidaan käyttää uudelleen kasteluvetenä, jolloin on huomioitava, ettei ravintoaineita tule liikaa, sillä kasvit voivat kärsiä ylilannoituksesta. Kasteluvettä menee yleensä 5 l/m²/päivä kesäisin ja 1 l talviaikaan, mutta se riippuu paljon vuodenajasta, paikallisesta ilmastosta ja kasvillisuudesta. Kosteusmittarit, jotka sijoitetaan kasvien juurten läheisyyteen, seuraavat kosteuden määrää ja jakavat kasteluveden sen mukaan. (Hopkins & Goodwin 2011, 75 - 74.)

4.3 Viherseinätyyppien vertailu

Ympäri maailmaa on tällä hetkellä paljon erilaisia viherseinäratkaisuja ja niitä kehitetään koko ajan lisää. Erilaisilla viherseinätyypeillä on omat heikkoutensa ja vahvuutensa. Mattomaisella järjestelmällä saadaan aikaan erilaisia kuvioita, koska kasvit voidaan istuttaa vapaasti, kun taas modulaarisella järjestelmällä on valmiit istutusaukot ja kuviosta saattaa tulla ruutumainen. Esimerkki siitä on esitetty kuvassa 30. Viherseinä sijaitsee Miamissa, ja sen toteutti kanadalainen viherseinäyrittäjä GSKy® Plant Systems, Inc.



KUVA 30. Modulaarinen viherseinä Miamissa (GSKy® Plant Systems, Inc. 2016)

Järjestelmän hinta on usein ratkaiseva tekijä viherseinän valitsemisessa. Esimerkiksi Greenworksin valmiin viherseinän hinta neliometriä kohti on noin 700 € (Bergund 2016), kun taas Sempergreenin valmiin viherseinän hinnat alkavat 500 €/stä/m² (Bos 2016). Florafeltin järjestelmän vajaa

neliömetrin kokoinen paneeli maksaa noin 150 € (Florafelt Vertical Garden Systems 2016).

Veden kulutus on suuri niissä viherseinätyypeissä, jotka perustuvat vesiviljelyyn. Viherseinäjärjestelmien, joissa multa korvataan toisella kasvualustalla, täytyy tarjota kasveille jatkuva ravinteiden saanti vesiliuoksena. Toisaalta multainen kasvualusta on painava ja se voi sotkea ympäristöä ja tukkia kastelujärjestelmän.

Tässä luvussa esitetyistä vaihtoehdoista viherseinäpaneelit sopivat parhaiten Suomen ilmastoon. Paneelien sisällä juuret ovat paksun kasvualustan suojassa, kun taas mattomaisessa järjestelmässä kasvien juuret ovat paljaana kahden kankaan välissä. Taskumaisessa järjestelmässä juuret ovat myös kasvualustan suojassa, mutta ne eivät pääse kehittymään yhtä hyvin kuin viherseinäpaneeleissa, joissa juuret kehittyvät vapaasti yhden paneelin sisällä. LAMKin NiemiCampuksen viherseinän suunnittelussa valittiin Sempergreenin viherseinäpaneeli, joka on tällä hetkellä myynnissä Suomessa.

Viherseinäominaisuuksien vertailu auttaa valitsemaan sopivan vaihtoehdon asiakkaalle. Taulukossa 1 esitetään viherseinätyyppien hyvät ja huonot puolet.

TAULUKKO 1. Viherseinätyyppien vertaaminen

	VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
Mattomainen järjestelmä	<ul style="list-style-type: none"> + Vaikuttava ja luonnollinen ulkonäkö + Kevyt vaihtoehto + Juuriston vapaa kehittyminen 	<ul style="list-style-type: none"> – Istutus on mahdollista vain seinällä – Kokonaispeittävyys kehittyy hitaasti – Ylläpito on kallista ja työlästä – Kuvio muuttuu kasvien kilpailun vuoksi – Kuormittaa luontoa, käyttöikä on 10 v. – Kallein vaihtoehto
Suomen ilmaston kannalta		<ul style="list-style-type: none"> – Paljaat juuret ovat alttiit paleltumiselle
Taskumainen järjestelmä	<ul style="list-style-type: none"> + Yksinkertainen rakenne + Suhteellisen kevyt + Kasvien uusiminen on helppoa + Suhteellisen edullinen, sopii yksityisille asiakkaille + Sopii kesäkukille ja viljelyyn 	<ul style="list-style-type: none"> – Kasvualustan irtoaminen – Rikkaruohot ongelmana – Pieni kasvualusta
Suomen ilmaston kannalta		<ul style="list-style-type: none"> – Ei ehkä sovellu monivuotisille kasveille, paleltumisriski
Paneelit	<ul style="list-style-type: none"> + Laajempi kasvualusta + Esikasvatus + Kasvien uusiminen on nopeaa ja helppoa + Pitkäikäinen + Rikkaruoho-ongelma on vähäinen 	<ul style="list-style-type: none"> – Painaa paljon (n. 25 kg /m² kuivana) – Kasvien kasvutapa voi muuttua – Ruutumainen kuvio – Edullisempi, kuin mattomainen järjestelmä
Suomen ilmaston kannalta	<ul style="list-style-type: none"> + Paksu kasvualusta suojaa juuret 	

5 VIHHERSEINÄN HOITO

Vihherseinän hyvä suunnittelu helpottaa sen ylläpitoa. Myös maissa, joissa ei ole kasvien paleltumisriskiä, vihherseinät voivat kuitenkin näyttää epäsiisteiltä. Siihen vaikuttavat kasteluongelmat, valaistus, vihherseinämateriaalien hajoaminen ja muut seikat, jotka esitellään tässä luvussa. Kuvassa 31 on esitetty esimerkki vihherseinän epäjohdonmukaisesta kastelusta, jonka seurauksena kaikki kasvit ovat kuivuneet.



KUVA 31. Kuivunut vihherseinä Lontoossa (Irwin 2015)

Äärimmäisissä tapauksissa kasvien vähäinen kastelu voi johtaa niiden kuolemaan. Kastelujärjestelmän mekaaninen vika tai epäjohdonmukainen kastelu johtavat siihen, etteivät kasvit saa ravinteita kastelun yhteydessä. (Irwin 2015.)

Liikakastelu on taas vesiviljelyjärjestelmien ongelma. Jos vettä jää juurten ympärille eikä se pääse valumaan pois, juuret tukehtuvat, mikä johtaa kasvin kuolemaan (Irwin 2015). Liikalannoitus on myös haitallinen kasveille. Näitä voidaan välttää käyttämällä kosteus- ja ravinnemittaria ja sovittamalla kastelujärjestelmä vuodenaikojen ja lämpötilan mukaan.

Kasvien hyvinvointi edellyttää riittävää valoa. Valon puutteessa niiden kunto heikkenee ja ulkonäkö huononee. Materiaalin, josta viherseinäelementti on tehty, pitää olla hajoamaton, muuten se lahoaa ajan myötä eikä pysty kantamaan kasveja. (Irwin 2015.)

Viherseinän selviytymisen edellytykset:

- huoltotarpeiltaan samankaltaisten kasvien käyttäminen tai kasvien järkevä sijoittaminen viherseinällä
- johdonmukainen kastelu, lannoitus ja valaistus
- ilmankierto
- lämpötilaan vaikuttavien tekijöiden huomioon ottaminen, kuten lämmönpoistajat
- toimiva salaojitus
- lahoamattomat viherseinän materiaalit (Irwin 2015).

6 ULKOVIHERSEINIEN EDELLYTYKSET SUOMEN ILMASTOSSA

Tässä luvussa käydään läpi niitä edellytyksiä, jotka edistävät kasvit selviytymistä ulkoviherseinissä Suomen talven aikana. Lisäksi kerrotaan kasvivalintojen ja pienilmaston merkityksestä sekä kasteluongelmasta syksyllä ja keväällä.

6.1 Kasvivalintojen ja esikasvatuksen merkitys

Viherseinässä kasvavat kasvit ovat ankarissa olosuhteissa talven aikana. Ne ovat avoimella paikalla ilman lumipeitettä, alttiina tuulelle, ja niiden juuret paleltuvat helposti pienessä kasvualustassa. Jotta kasvit pärjäisivät pakkasilla, ne valitaan niin, että luontaiset kasvuolosuhteet muistuttavat viherseinässä kasvamista. Viherseinälle siis sopivat parhaiten kallioilla, rinteillä tai vuoristossa kasvavat kasvit. Etenkin sitkeät kasvit, jotka menestyvät pohjoisilla menestymisvyöhykkeillä, ovat hyviä vaihtoehtoja.

Suomen kesät ovat lyhyitä, ja kasvit eivät aina ehdi valmistautua talveen. Varsinkin pienet taimet pärjäävät huonommin talven yli, kuten on huomattu Enviren kokeessa. Istutustyön kannalta taimet eivät saisi olla liian isoja, muuten ne eivät mahdu istutusreikään ja niiden käsittely olisi vaikeaa. (Paasonen 2011, 31, 35.) Tämän takia on syytä aloittaa kasvien esikasvattaminen kasvihuoneissa istutettuna viherseiniin jo edellisenä syksynä tai talvena. Esikasvatuksen avulla kasvit talveentuvat varmemmin ja viherseinän peittävyys ja ulkonäkö paranevat (Suonio 2016).

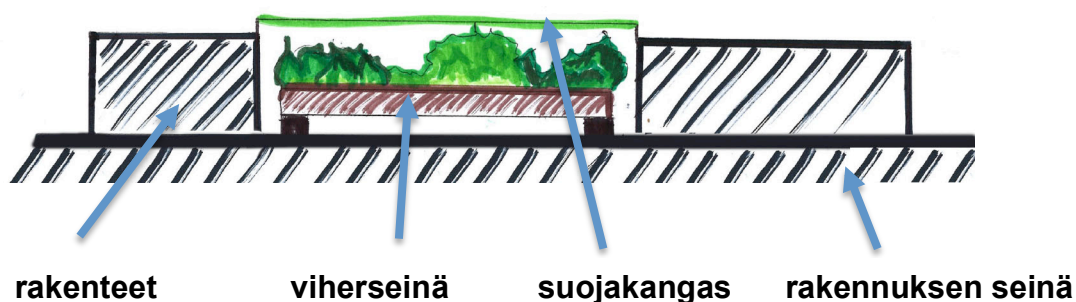
6.2 Pienilmasto

Jotta kasvit selviäisivät viherseinällä talvella, voidaan niille luoda pienilmasto (KUVA 32). Viherseinä voidaan suojata rakenteilla sekä sivuilta että ylhäältä ja edestä peittämällä kankaalla.

Rakenteiden leveydellä voidaan luoda kokonaisuuteen erilainen vaikutelma, joten rakenteet voivat olla joko kapeat tai leveät. Tätä ratkaisua voidaan soveltaa joko suunnitteluvaiheessa tai jälkikäteen. On kuitenkin huomioitava, että ilma pääsee kiertämään kaikilta suunnilta

kosteusongelman estämiseksi.

Peittäminen talven aikana kankaalla suojaa kasveja kylmyydeltä ja tuulelta sekä myös keväturingolta. Siihen sopii pakkaspeite tai jokin muu hengittävä materiaali. Kasvien ja kankaan välissä pitää olla riittävä etäisyys estämään viruksien ja bakteereiden leviäminen (Suonio 2016). Suojakankaaseen voidaan painaa viherseinän kesäaikainen kuva. Samalla kangas peittää myös epäsiistin viherseinän talvella ja esteettinen ulkonäkö säilyy ympäri vuoden.



KUVA 32. Pienilmaston luominen viherseinälle

Viherseinäelementtien materiaalin on hyvä olla eristävä. Kylmyyttä johtavat materiaalit lisäävät paleltumisriskiä, joten niiden käyttöä viherseinäelementeissä on syytä välttää.

6.3 Kastelu ongelmana

Ulkoviherseinien haasteellisin ongelma Pohjoismaissa on kastelu syksyllä ja keväällä. Jos kesällä kastelun voikin ajastaa lämpötila- ja kosteusanturien avulla, niin syksyllä on hyvin vaikeata määrittellä aika, jolloin kastelu pitää lopettaa ja keväällä aloittaa.

Jos syksyllä viherseinään jää paljon vettä eikä se ehdi kuivua ennen pakkasia, se jäätyy, jolloin juurten vaurioitumisriski on suurin. Myös kasteluputki voi haljeta, jos sinne jää vettä talveksi. Lämpötilan nopea muutos vaikeuttaa kastelujärjestelmän ajastamista, ja se pitää ohjelmoida käsin. Tämä on vesiviljelyjärjestelmän erityisongelma. (Thiberg 2016.)

Keväällä taas kasvit tarvitsevat vettä aikaisemmin kuin yleensä ajatellaan, mutta päivän ja yön äärimmäiset lämpötilaerot ovat haastavat kasveille. Maaliskuun loppu ja huhtikuu ovat tässä mielessä vaikeimmat ajat viherseinän ylläpitäjille. (Thiberg 2016.)

Greenworksin käyttämä kastelujärjestelmä korjaa osittain tämän ongelman. Se tyhjentää vettä kasteluputkeista, kun pakkaset lähestyvät. Keväällä kastelu ohjelmoidaan käsin sääennusteiden perusteella.

7 VIHHERSEINÄN SUUNNITTELU

Viherseinän suunnittelussa on otettava huomioon rakennuksen arkkitehtuuri, paloturvallisuus ja viherseinän rakentamis- ja ylläpitokustannukset. Viherseinän kastelujärjestelmällä, salaojituksella, sijainilla ja kasvivalinnoilla on merkitystä kasvien menestymisen kannalta. Tekninen suunnittelu takaa viherseinän turvallisuuden. Liitteessä 1 on muistilista viherseinäsuunnittelijalle.

7.1 Arkkitehtuuri ja valaistus

Viherseinän suunnittelun lähtökohtana on rakennuksen arkkitehtuurin ja viherseinän sopiminen toisiinsa. Suunnittelijan tehtävä on miettiä viherseinän sopivaa mittakaavaa ja sen suhde kaupunkiympäristöön. Viherseinän valaisu tuo sen esille myös pimeään aikaan. Valaistus korostaa viherseinän muotoja ja luo yökaupungin tunnelmaa.

7.2 Kustannussuunnittelu

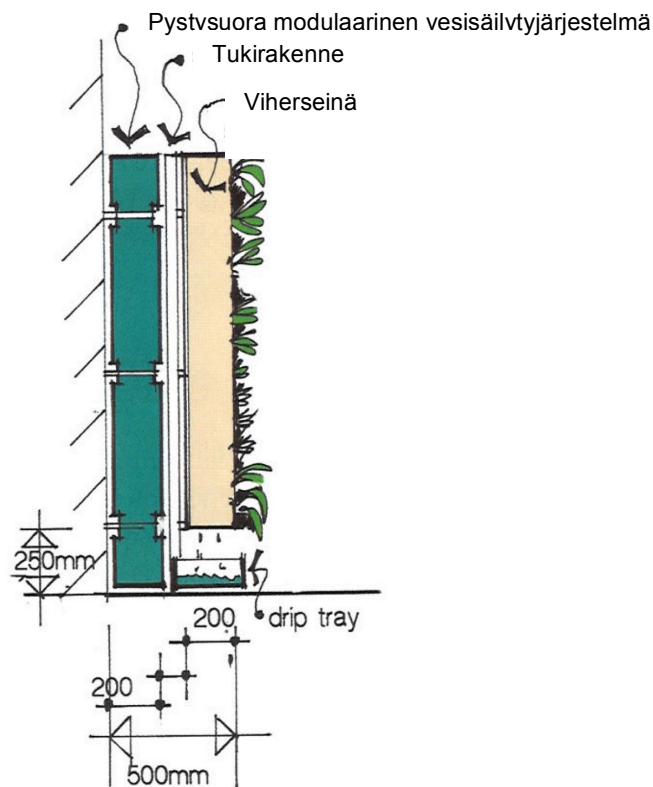
Ennen viherseinän hankkimista on hahmotettava kustannuksia pitkällä aikavälillä. Ulos asennettavien viherseinien käyttöä Suomen ilmastossa on vähän tutkittu, joten on varauduttava ongelmiin. Viherseinän koko ja korkeus vaikuttavat paljon ylläpitoon. Kasvien hoitoleikkaukset ja uusiminen korkealla vaatii usein nostimien tai jopa turvaköysien käyttöä.

7.3 Tekninen suunnittelu

Viherseinän suunnittelussa on otettava huomioon sekä tukirungon että rakennuksen seinämateriaalin kantavuus. Sitä varten on huomioitava rakenteen kokonaisuudessa kasvualustan ollessa märkä sekä kasvillisuuden paino ja tuulen kuormitus. Tukirungon asentaminen rakennuksen seinään on tehtävä huolellisesti ja turvallisesti, jotta vältetään järjestelmän romahtaminen. Viherseinän kiinnittäminen seinään on rakennesuunnittelijan vastuulla. Rakennuksen ja viherseinän väliin jätetään vähintään 10 cm:n ilmarako, jotta ilma pääsee kiertämään.

Kosteusongelmia vältetään myös käyttämällä vettä läpäisemättömiä materiaaleja ja suunnittelemalla salaojitus.

Viherseinän huomioiminen rakennuksen suunnitteluvaiheessa on ehdottomasti suositeltavaa. Silloin voidaan arvioida ulkoseinän kuormitus, säästää sen verhoilukuluissa sekä taata järkevä ilmastointi ja suunnitella kastelujärjestelmä välttämällä kosteusongelmat. Suunnitteluvaiheessa viherseinä voidaan suojata rakenteilla, jotka muodostavat mikroilmastoinnin ja auttavat kasvien selviytymisessä talven yli. Kun kastelujärjestelmä ja veden säilytys suunnitellaan etukäteen, säästetään rakennuksen tilaa (Hopkins & Goodwin 2011, 72). Keräämissäiliön paikka voidaan suunnitella joko katon alle, viherseinän taakse (KUVA 33), kellariin tai maan alle riippuen kastelujärjestelmästä.



KUVA 33. Tilaa säästävä vesisäilytysjärjestelmä (Hopkins & Goodwin 2011, 73)

7.4 Paloturvallisuus

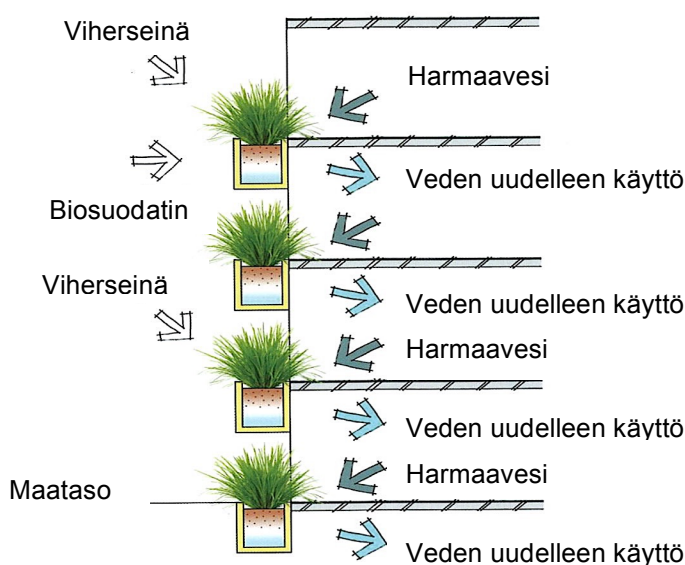
Myös paloturvallisuus on otettava huomioon. On tärkeää, että viherseinän ja sen tukirungon materiaalit ovat palamattomia. On myös huolehdittava siitä, etteivät kasvit pääse kuivumaan.

7.5 Kastelujärjestelmä

Suunnittelemalla viherseinien kastelujärjestelmä oikein voidaan säästää vesikustannuksissa. Niinpä esimerkiksi suljettu kastelujärjestelmä säästää sekä vettä että luontoa. Suljetussa kastelujärjestelmässä ylimääräinen kasteluvesi puhdistetaan ja käytetään uudelleen kasteluvetenä. On myös suositeltavaa käyttää kattovettä viherseinien kasteluun. (Hopkins & Goodwin 2011, 72.) Kosteusanturien käyttö estää liikakastelua.

Paneelityyppisissä viherseinissä on suositeltavaa asentaa vesikourut joka neljänteen moduulin tai kolmen metrin välein. Tämä ehkäisee veden ja ravinteiden kertymistä viherseinän alaosaan. (Hopkins & Goodwin 2011, 75.)

Jos viherseinä suunnitellaan biosuodattimeksi, voidaan ylemmän kerroksen harmaat vedet puhdistaa viherseinän kautta alemman kerroksen käyttövedeksi. Tällainen cascade-menetelmä pinentää vedenkulutusta (KUVA 34). (Hopkins & Goodwin 2011, 73.)



KUVA 34. Cascade-menetelmä (Hopkins & Goodwin 2011, 74)

7.6 Viherseinän sijainti

Viherseinän sijainnista on suositeltavaa tehdä valoanalyysi. Liian varjoisessa paikassa kasvit eivät saa tarpeeksi auringonvaloa ja ovat jäässä pitkän aikaa. Aurinkoisessa ja tuulisessa paikassa kasvit taas ovat alttiina kuivuudelle. Puolivarjainen ja tuulelta suojainen seinä on paras paikka viherseinälle.

Kun viherseinän sijainti on päätetty, suunnitellaan kasvien sijoittelu viherseinässä. Aurinkoisessa paikassa viihtyvät kasvit sijoitetaan viherseinän yläosiin, kun taas varjossa viihtyvät kasvit alhaalle.

7.7 Kasvillisuuden valinta

Kasvien kosteuden tarve on huomioitava, sillä viherseinän alaosaan kertyy enemmän vettä. Kasvillisuuden valinnoissa on myös kiinnitettävä huomiota talvenkestävyyteen. Viherseinissä kannattaa suosia omaa vyöhykettä pohjoisempien vyöhykkeiden kasveja. Luonnonvaraisten kasvien talvehtimiskyky on parempi verrattuna jalostettuihin lajeihin. Kasvupaikka luonnossa vaikuttaa kasvien viihtymiseen viherseinässä. Niinpä kallioilla, rinteillä ja purojen töyräillä kasvavien pitäisi viihtyä myös viherseinässä. (Blanc 2008, 95.)

Kasvien koollakin on merkitystä. Roikkuvilla ja nopeasti leviävillä kasveilla saadaan hyvää peittävyttä, mutta niiden käyttöä ikkunoiden yläpuolella on vältettävä varjostuksen takia. Roikkuvien kasvien alla voidaan käyttää sammalia ja jäkäliä (Suonio 2016). Matalaksi kasvavilla kasveilla taas saadaan kontrastia istutuskuvioon. Myös kasvien tekstuureilla eli lehtien muodoilla, koolla ja sävyillä voidaan leikkiä. Lehtien putoaminen talveksi vaikuttaa viherseinän ulkonäköön talven aikana, joten ainavihantien kasvien käyttö on suositeltavaa Suomessa.

8 VIHERSEINÄN SUUNNITTELU LAMKIN CAMPUKSELLE

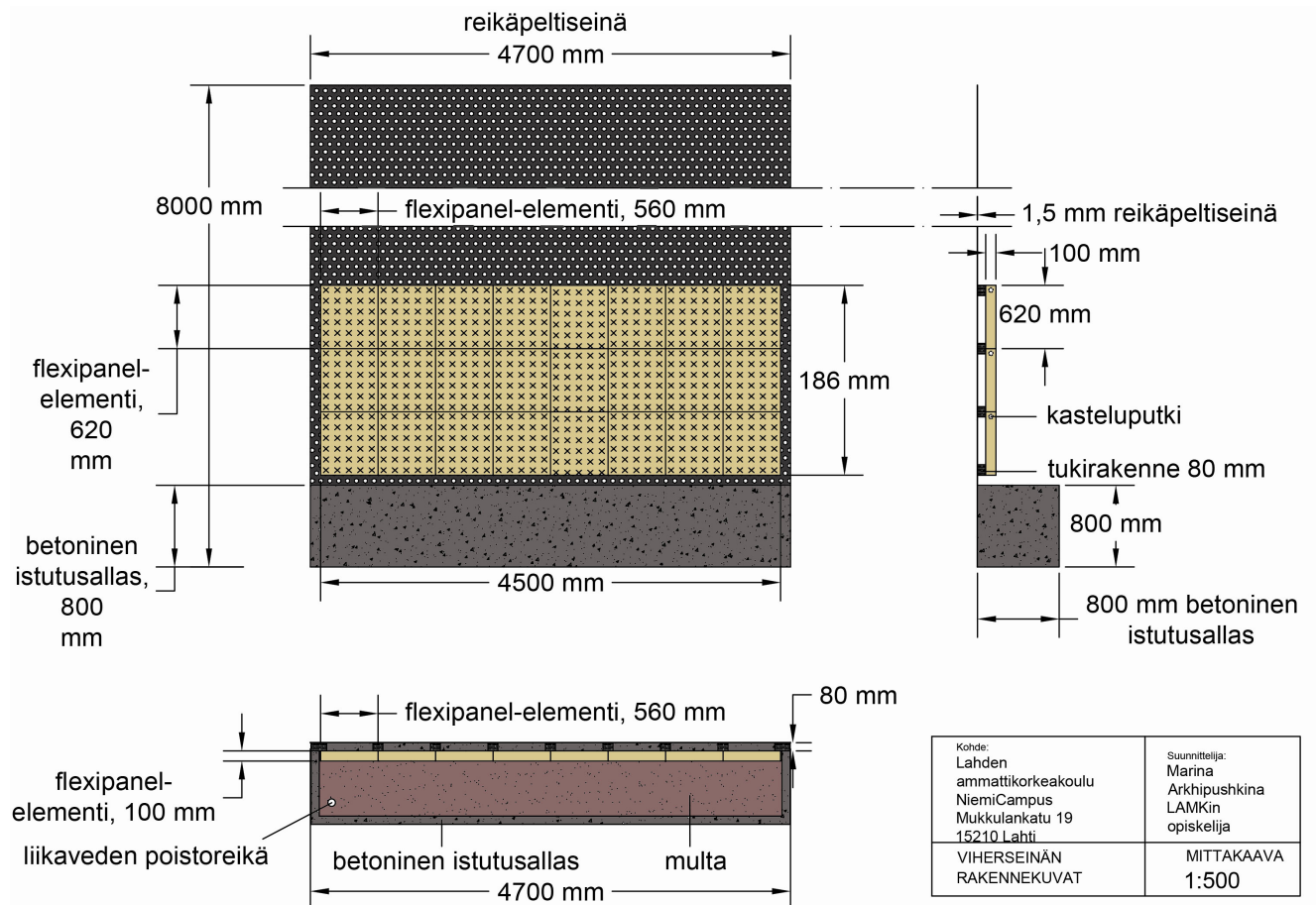
LAMKin uusi NiemiCampus valmistuu vuoteen 2018 mennessä. Se on entinen ISKU-tehtaan rakennus. Sisäpihalle on tehty pihasuunnitelma kesällä 2016 (LIITE 2). Sen mukaan sisäpihan keskellä oleva tehtaan piippu säilytetään ja sen ympärille rakennetaan viherkatto. Tarkoituksena on suunnitella viherseinän NiemiCampuksen sisäpihalle.

8.1 Sijainnin valinta

NiemiCampuksen rakennuksen lasitetut seinät, ikkunat ja valo-olosuhteet rajoittivat viherseinän sijainnin vaihtoehtoja. Valinta osui loppujen lopuksi idässä olevan reikäpeltisen varauloskäynnin pätyyn (LIITE 3). Sinne paistaa ilta-aurinko, mutta viereiset seinät ja rakenteet varjostavat viherseinää, niin ettei sinne tule koskaan aurinkopaahtoa (Markku 2016).

8.2 Viherseinän tekniset ominaisuudet

Varauloskäytävän pääty on 4700mm pitkä ja 8000mm korkea. Sen eteen suunniteltiin istutusallas, jonka yläpuolelle tulee viherseinä. Istutusaltaan korkeudeksi määriteltiin 800mm ja viherseinän korkeudeksi määriteltiin 2760 mm maasta. Viherseinän ylimääräiset kasteluvedet johdetaan istutusaltaaseen. Viherseinän koko suunniteltiin sisäpihaan sopivaksi ja niin, että hoitotyöt voi tehdä ilman nostureita. Viherseinän koko on 4505 x 1860 mm, ja se rakennetaan Sempergreenin Flexipaneeilla (KUVA 27). Paneelien leveys ja korkeus voidaan sovittaa viherseinän mittoihin, joten niiden kooksi on määritelty 560 mm x 620 mm. Kuvassa 35 on viherseinän rakennekuvat edestä, sivulta ja ylhäältä päin. (Katso myös liite 4.)



KUVA 35. LAMKin NiemiCampuksen viherseinän

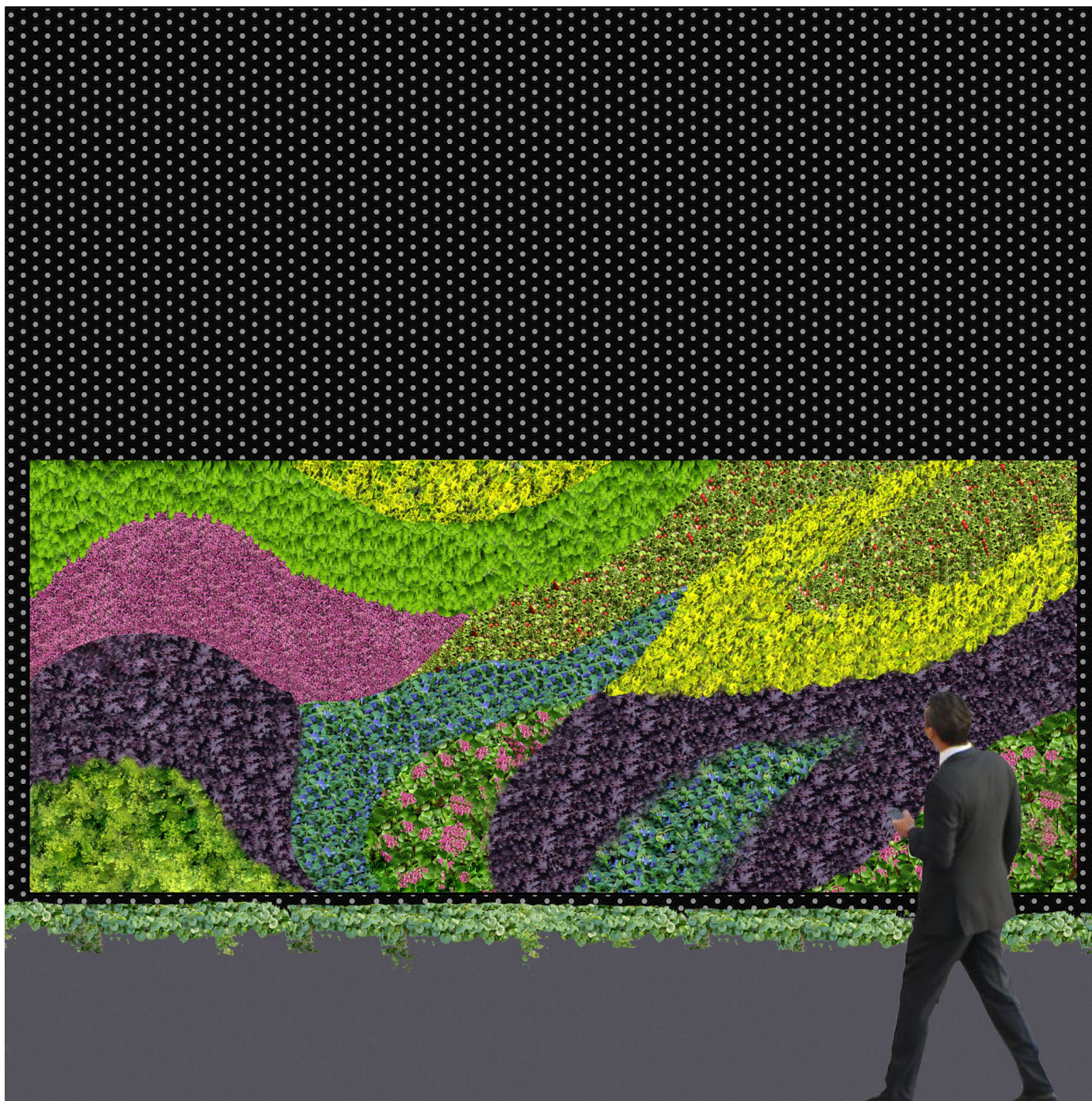
Reikäpeltiseinä on 1,5 mm paksu, joten se ei kestä viherseinän kuormitusta. Sen sijaan kuormitusta voidaan siirtää runkorakenteeseen, joka on metalliputkea. Viherseinän elementit kiinnitetään portaan runkojärjestelmään rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan. (Markku 2016.)

8.3 Kasvien valinta

LAMKin NiemiCampuksen viherseinälle kasvit valittiin ruotsalaisten viherseinäyrityksien aikaisemman kokemuksen, talvenkestävyyden, valo-olosuhteiden ja ulkonäön perusteella. Suurin osa valituista kasveista on käytetty viherseinissä Ruotsissa (LIITE 5 ja 6). Liitteissä 7, 8 ja 9 on esitetty kasvilista Lepaalla ja Malmössä tehdyissä kokeissa hyvin selviytyneistä kasveista sekä muista kokeilun arvoisista kasvilajeista. Liitteessä 10 on NiemiCampuksen viherseinälle valittujen kasvien lyhyt kuvaus ja niiden kuvat. Alla on valittujen kasvien lista:

- *Alchimella mollis* - jättipoimulehti
- *Bergenia cordifolia* - herttavuorenkilpi
- *Heuchera micrantha* 'Palace Purple' - purppurakeijunkukka
- *Polypodium vulgare* - kallioimarre
- *Saponaria ocymoides* - kivikkosuopayrtti
- *Sedum sexangulare* - särmämaksaruoho
- *Vinca minor* - pikkutalvio
- *Vaccinium vitis-idaea* - puolukka.

Viherseinän kuviosta tehtiin erilaisia luonnoksia paperille ja lopullisen kuvioversion linjat sovitettiin AutoCad-ohjelmalla viherseinän rakennekuvaan, jotta saatiin istutuskaavan (LIITE 11). Viherseinästä on myös tehty havainnekuva, joka on esitetty kuvassa 36. Kasvit sijoitettiin viherseinälle niin, että kuivissa, karuissa ja aurinkoisissa paikoissa viihtyvät kasvit sijoitettiin viherseinän yläpuolelle. Enemmän märkyyttä sietäviä ja ravinteisissä maissa viihtyviä kasveja sijoitettiin viherseinän alaosiin. Istutusaltaaseen on syytä istuttaa auringossa viihtyviä matalia kasveja, esimerkiksi tuivio, jotka eivät peittäisi viherseinää. Sinne voi istuttaa myös viherseinälle suunniteltuja kasveja, kuten esimerkiksi herttavuorenkilpi, jättipoimulehti tai kivikkosuopayrtti.



KUVA 36. Havainnekuva NiemiCampuksen viherseinästä

9 YHTEENVETO

Tämän työn tarkoituksena oli kartoittaa viherseinään liittyviä ongelmia Suomen ilmastossa sekä ehdottaa niihin ratkaisuja. Työssä myös tutkittiin viherseinien hyötyjä ja erilaisia toteutusmahdollisuuksia. Työssä selvisi, että viherseinät ovat mattomaisia ja modulaarisia järjestelmiä.

Modulaaristen järjestelmien kasvualusta voi olla joko irtonainen tai kiinteä. Suomen ilmastoon ehkä parhaiten sopisivat modulaariset viherseinätyypit, sillä moduulit ovat paksut ja niissä on tarpeeksi tilaa juurten kehittymiselle.

Viherseinien menestyminen Suomessa tällä hetkellä on riskinalainen, mutta viherseinät ovat käyttökelpoisia yksivuotisille kasveille. Hyötykasvien kasvattaminen viherseinillä sopisi vaikkapa koulujen, kuntoutuslaitosten ja kerrostalojen pihoilte.

Haastattelin ruotsalaisten viherseinäyriyksiä avainhenkilöitä, ja selvisi, että viherseinien ylläpito on haastavaa ja vaatii kasvien jatkuvaa vaihtoa, noin 30 % kasveista vaihdetaan joka kevät. Tällä hetkellä viherseinät ovat uusi asia Pohjoismaissa ja niille on kysyntää, mutta vastaavatko viherseinät tilaajien odotuksia kahden vuoden kuluttua? Se on epävarmaa.

Viherseinien ekologisia hyötyjä on paljon tutkittu lämpimissä maissa. Siellä viherseinätekniiikan kehitys etenee nopeasti. Tällä hetkellä tarvitaan lisää tutkimustuloksia viherseinien vaikutuksista ympäristöön ja niiden todellisista hyödyistä Suomen ilmastossa, koska eri ilmastoissa tehtyjä tutkimuksia ei voi verrata toisiinsa. Esimerkiksi viherseinän vaikutus rakennuksen lämmitysenergian kulutukseen olisi kiinnostava tutkimusaihe. Sitä voisi tehdä mallinnuksella. Tässä kannattaa ottaa huomioon, että ikivihreiden kasvien eristyskyky talven aikana on parempi kuin lehtiä pudottavien kasvien. Jos näiden tutkimusten tulokset ovat positiivisia, niin seuraavaksi kannattaa kehittää viherseinäelementit Suomen ilmastoon sopiviksi.

Jatkossa kannattaa testata tässä työssä ehdotettuja mikroilmastointiratkaisuja viherseinien menestymiseen talvella. Onko

tällainen ratkaisu toimiva? Minkälainen kastelun pitää olla keväällä ja syksyllä? Nämä olisivat kiinnostavia jatkotutkimusaiheita.

LÄHTEET

Ahosen taimisto. 2016. Herttavuorenkilpi [viitattu 17.11.2016]. Saatavissa: <http://www.ahosentaimisto.fi/product/1352/herttavuorenkilpi>

Alexandri, E. & Jones, P. 2008. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment* 43/2008, 480 - 493.

ANS Group Global Ltd. 2014. Living Wall Case Study: Ursvik Recycling Centre [viitattu 26.11.2016]. Saatavissa: <https://www.ansgroupglobal.com/worldwide/ursvik-sweden/>

Arktiset aromit 2016. Puolukka [viitattu 17.11.2016]. Saatavissa: <http://www.arktisetaromit.fi/fi/arktiset+aromit/marjat/luonnonmarjat/puolukka/>

Berglund, P. 2016. Green Wall. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Arkhipushkina, M. Lähetetty 17.10.2016.

Blanc, P. 2008. *The vertical garden: from nature to the city*. New York: Norton.

Bos, H. 2016. Viherseinät. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Arkhipushkina, M. Lähetetty 10.11.2016.

Bribach, C. 2015. *How to Use The Florafelt Vertical Gardening Systems* [viitattu 15.11.2016]. Saatavissa: <http://www.bribach.com/vimg/docs/Florafelt-Vertical-Garden-Guide.pdf>

Bribach, L. 2016. Life cycle and price. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Arkhipushkina, M. Lähetetty 20.11.2016.

Chakre, O. 2006 Choice of Eco-friendly Trees in Urban Environment to Mitigate Airborne Particulate Pollution. *Journal of Human Ecology*, 20/2006, 135 - 138. [viitattu 4.8.2016] Saatavissa: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.554.695&rep=rep1&type=pdf>

Dover, J. W. 2015. Green infrastructure: incorporating plants and enhancing biodiversity in buildings and urban environments. New York: Routledge.

Dunnett, N. & Kingsbury, N. 2008. Planting green roofs and living walls. Portland & London: Timber press Inc.

Earth Pledge Foundation, Hoffman, L. & McDonough, W. 2005. Green Roofs: Ecological Design & Construction. Schiffer Books.

Florafelt Vertical Garden Systems 2016. Florafelt 12-Pocket Vertical Garden Planter [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <http://www.florafelt.com/products/florafelt-12-pocket-vertical-garden-planter>

Fryxell, S. 2016. Urvik's Waste Vacuum Terminal: An Unexpected Architectural Gem [viitattu 1.11.2016]. Saatavissa: <https://en.tengbom.se/project/urviks-waste-vacuum-terminal/>

Green Roofs for Healthy Cities 2008. Green Roofs for Healthy Cities: Introduction to Green Walls [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: http://web.peralta.edu/das/files/2012/03/Green-Walls-Intro-908b_c2.pdf

Greenroofs.com, LLC 2015. Institute of Technical Education HQ & College Central, Singapore [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=1522>

Greenwall 2016. Green Facades In General [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <http://greenwall.pro/en/architecture/>

Heikkisen Kukkartha. 2016. Särmämaxaruoho. [viitattu 17.11.2016] Saatavissa: <http://kukkartha.fi/monivuotiset-kasvit/sarmamaxaruoho/>

Heinonen, P. & Salonen, V. Kallioimarre (Polypodium vulgare) [viitattu 17.11.2016]. Saatavissa: <http://kasvio.avoin.jyu.fi/laji.php?id=35&kuva=1102>

Hopkins, G. & Goodwin, C. 2011. Living architecture: green roofs and walls. Australia: CSIRO PUBLISHING.

Håkansson, K. 2016. Thesis about green walls outdoor in Finland. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Arkhipushkina, M. Lähetetty 2.11.2016.

Ilmanlaatuportaali 2016. Saasteiden terveysvaikutukset [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa:

http://www.ilmanlaatu.fi/ilmansaasteet/terveys/huono_ilmanlaatu.php

Irwin, G. 2009. Empowerment with Vertical Agriculture, Edible Walls & Urban Farming Food Chains [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa:

http://www.greenroofs.com/content/green_walls005.htm

Irwin, G. 2015. Living Wall Breakdown - Material & Flora Relationship [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa:

<http://www.greenroofs.com/content/articles/145-Living-Wall-Breakdown-Material-and-Flora-Relationship.htm#.WCx-N-S7q70>

Kaikonen, H. 2016. Opinnäytetyö. Viherseinä Lamkin campuksen pihalle. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Arkhipushkina, M. Lähetetty 17.10. 2016.

Kulju, M. Oulujoen Taimisto Ky. Haastattelu 28.10.2016.

Manso, M. & Castro-Gomes, J. 2015. Green wall systems: A review of their characteristics. Renewable and Sustainable Energy Reviews 41/2015, 863 - 871.

Markku, S. 2016. Arkkitehti. Haastattelu 25.10.2016.

Mårtensson, L., Wuolo, A., Fransson, A-M. & Emilsson, T. 2014. Plant performance in living wall systems in the Scandinavian climate. Ecological Engineering, 71/2014, 610 - 614. Ruotsi: Elsevier B.V. [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.07.027>

Newton, J., Gedge, D., Early, P. & Wilson, S. 2007. Building greener: guidance on the use of green roofs, green walls and complementary features on buildings. London : CIRIA.

Paasonen, H. 2013. Vihreät seinät: Toteuttaminen Suomessa ja viherseinäkoje Envirelle. Hämeen ammattikorkeakoulu, Maisemasuunnittelun koulutusohjelman opinnäytetyö.

Peck, S., Callaghan, C., Kuhn, M. & Bass, B. 1999. Greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada. Kanada: Canada Mortgage and Housing Corporation [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <https://www.nps.gov/tps/sustainability/greendocs/peck-sm.pdf>

Sempergreen Vertical Systems 2016. FACTSHEET Sempergreen® Vertical Systems Flexipanel Outdoor [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: [file:///Users/marinaarkhipushkina/Downloads/FS-Flexipanel_Outdoor-EN%20\(1\).pdf](file:///Users/marinaarkhipushkina/Downloads/FS-Flexipanel_Outdoor-EN%20(1).pdf)

Shaikh, A. F., Gunjal, P. K. & Chaple, N. V. 2015. A review on green walls technology, benefits & design. International Journal of Engineering Sciences & Research Technology 312 - 322 [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: http://www.ijesrt.com/issues%20pdf%20file/Archives-2015/April-2015/47_A%20REVIEW%20ON%20GREEN%20WALLS%20TECHNOLOGY,%20BENEFITS%20&%20DESIGN.pdf

Sinitalo, A. 1997. Puutarhataiteen historian perusteet. Helsinki: Viherympäristöliitto ry.

Suonio, T. 2016. Helsingin yliopiston viherkattotutkimusryhmän jäsen, projekti-insinööri. Haastattelu 16.10.2016.

Särkkä, J. 2016. Viherseinät. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Arkhipushkina, M. Lähetetty 28.10.2016

Terveystieteiden tutkimuskeskus 2016. Helle [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <https://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/helle>

Thiberg, J. 2016. Exterior green walls in Finland. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Arkhipushkina, M. Lähetetty 27.10.2016.

Tyrväinen, L., Silvennoinen, H., Korpela, K. & Ylen, M. 2007. Metlan työraportteja 52. Luontomatkailu, metsät ja hyvinvointi. Luonnon merkitys kaupunkilaisille ja vaikutus psyykkiseen hyvinvointiin [viitattu 4.8.2016].

Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp052-07.pdf>

Vallinkoski, M. 2012. Vihertehokkuus - Green Factor: Ohje suunnittelijoille. Jyväskylän kaupunki [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa:

<http://www2.jkl.fi/kaavakartat/asuntomessut/vihertehokkuusohje.pdf>

Viherpeukalot 2016a. Herttavuorenkilpi [viitattu 17.11.2016]. Saatavissa:

<https://www.viherpeukalot.fi/?s=11&tuote=57266>

Viherpeukalot 2016b. Jättipoimulehti [viitattu 17.11.2016]. Saatavissa:

<https://www.viherpeukalot.fi/?s=11&tuote=50103>

Viherpeukalot 2016c. Kivikkosuopayrtti [viitattu 17.11.2016]. Saatavissa:

<https://www.viherpeukalot.fi/?s=11&tuote=57156>

Viherpeukalot 2016d. Purppurakeijunkukka [viitattu 17.11.2016].

Saatavissa: <https://www.viherpeukalot.fi/?s=11&tuote=55430>

VRJ GROUP 2016. Valkean viherseinä. Viherympäristö 3/16, 47.

Ympäristöhallinto 2015. Suomen kaupungeissa on paljon viheralueita [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/fi->

[FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Yhdyskuntarakenne/Suomen_kaupungeissa_on_paljon_viheraluei\(28644\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Yhdyskuntarakenne/Suomen_kaupungeissa_on_paljon_viheraluei(28644))

KUALÄHTEET

KUVA 1. Nurminen, J. 2013. Brittitutkija todistaa: Babylonin riippuvat puutarhat eivät olleetkaan Babylonissa. Kuva: Martin Heemskerck [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <http://yle.fi/uutiset/3-6629609>

KUVA 2. LandoffFirstContact.ca 2016. L'Anse aux Meadows [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <http://landoffirstcontact.ca/sites/8-lanse-aux-meadows>

KUVA 3. Sinitalo, A. 1997. Puutarhataiteen historian perusteet. Helsinki: Viherympäristöliitto ry.

KUVA 4. Vertical Garden Patrick Blanc 1989. Cartier Foudnation, Paris [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/paris/cartier-foundation-paris>

KUVA 5. Holm, S. 2008. Reykjavík city hall [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <http://www.panoramio.com/photo/13069828>

KUVA 6. Roland zh 2010. MFO-Park in Zürich-Oerlkon (Switzerland) [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MFO-Park_Oerlikon_2010-10-03_14-05-08_ShiftN.jpg

KUVA 7. Roland zh 2010. MFO-Park in Zürich-Oerlkon (Switzerland) [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MFO-Park_Oerlikon_2010-10-03_14-24-08.JPG

KUVA 8. KHD Landscape Engineering Solutions 2013. World's Largest Green Wall - Institute of Technical Education Singapore [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <http://www.khdlandscapesolutions.com.au/green-wall-green-roof-singapore/#more-829>

KUVA 9. Kääriäinen, P. 2016. Viherseinä. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Arkhipushkina, M. Lähetetty 28.10.2016.

KUVA 10. Bos, H. 2016. Viherseinät. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Arkhipushkina, M. Lähetetty 10.11.2016.

KUVA 11. Berglund, P. 2016. Green Wall. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Arkhipushkina, M. Lähetetty 17.10.2016.

KUVA 12. Berglund, P. 2016. Green Wall. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Arkhipushkina, M. Lähetetty 17.10.2016.

KUVA 13. Lindman, A. 2016. Ursvik's Waste Vacuum Terminal. An Unexpected Architectural Gem [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <https://en.tengbom.se/project/ursviks-waste-vacuum-terminal/>

KUVA 14. Vertical Garden Patrick Blanc. 2008. Pont Max Juvenal, Aix En Provence [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/provence-cote-d-azur/pont-max-juvenal-aix-en-provence%20/>

KUVA 15. Vertical Garden Patrick Blanc 2008. Pont Max Juvenal, Aix En Provence [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/provence-cote-d-azur/pont-max-juvenal-aix-en-provence%20/>

KUVA 16. Vertical Garden Patrick Blanc 2013. L'Oasis d'Aboukir, Angle Rue d' Aboukir - Rue Des Petits Carreaux [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/node/4676>

KUVA 17. Vertical Garden Patrick Blanc 2013. L'Oasis d'Aboukir, Angle Rue d' Aboukir - Rue Des Petits Carreaux [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/node/4676>

KUVA 18. Irwin, G. 2009. Empowerment with Vertical Agriculture, Edible Walls & Urban Farming Food Chains [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: http://www.greenroofs.com/content/green_walls005.htm

KUVA 19. Hopkins, G. & Goodwin, C. 2011. Living architecture: green roofs and walls. Australia: CSIRO PUBLISHING.

KUVA 20. Blanc, P. 2008. The vertical garden: from nature to the city. New York: Norton.

KUVA 21. Blanc, P. 2008. The vertical garden: from nature to the city. New York: Norton.

KUVA 22. Blanc, P. 2008. The vertical garden: from nature to the city. New York: Norton.

KUVA 23. Manso, M. & Castro-Gomes, J. 2015. Green wall systems: A review of their characteristics. Renewable and Sustainable Energy Reviews 41/2015, 863 - 871.

KUVA 24. Blanc, P. 2008. The vertical garden: from nature to the city. New York: Norton.

KUVA 25. Bribach, C. 2015. How to Use the Florafelt Vertical Gardening Systems [viitattu 15.11.2016]. Saatavissa:

<http://www.bribach.com/vimg/docs/Florafelt-Vertical-Garden-Guide.pdf>

KUVA 26. Bribach, C. 2015. How to Use the Florafelt Vertical Gardening Systems [viitattu 15.11.2016]. Saatavissa:

<http://www.bribach.com/vimg/docs/Florafelt-Vertical-Garden-Guide.pdf>

KUVA 27. Manso, M. & Castro-Gomes, J. 2015. Green wall systems: A review of their characteristics. Renewable and Sustainable Energy Reviews 41/2015, 863 - 871.

KUVA 28. Bos, H. 2016. Viherseinät. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Arkhipushkina, M. Lähetetty 10.11.2016.

KUVA 29. GSKY Plant Systems, Inc. 2016. Pro Wall Panel System. Pre-Growth [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa: <http://www.gsky.com/pro-wall/>

KUVA 30. GSKY® Plant Systems, Inc. 2016. Worth Avenue [viitattu 17.11.2016]. Saatavissa: <https://www.gsky.com/project/worth-avenue/>

KUVA 31. Irwin, G. 2015. Living Wall Breakdown - Material & Flora Relationship [viitattu 4.8.2016]. Saatavissa:

<http://www.greenroofs.com/content/articles/145-Living-Wall-Breakdown-Material-and-Flora-Relationship.htm#.WCx-N-S7q70>

KUVA 33. Hopkins, G. & Goodwin, C. 2011. Living architecture: green roofs and walls. Australia: CSIRO PUBLISHING.

KUVA 34. Hopkins, G. & Goodwin, C. 2011. Living architecture: green roofs and walls. Australia: CSIRO PUBLISHING.

KUVA 37. Piha- ja puutarhakeskus Kauppila 2016. Jättipoimulehti [viitattu 17.11.2016]. Saatavissa: <http://www.kauppila.fi/perennat/31147-alchemilla-mollis-at-co.html>

KUVA 38. Paloniementaimisto 2016. Herttavuorenkilpi [viitattu 17.11.2016]. Saatavissa: <http://www.paloniementaimisto.fi/product/vuorenkilpi/>

KUVA 39. Viherpeukalot 2016d. Purppurakeijunkukka [viitattu 17.11.2016]. Saatavissa: <https://www.viherpeukalot.fi/?s=11&tuote=55430>

KUVA 40. Heinonen, P. & Salonen, V. Kallioimarre (*Polypodium vulgare*) [viitattu 17.11.2016]. Saatavissa: <http://kasvio.avoin.jyu.fi/laji.php?id=35&kuva=1102>

KUVA 41. Viherpeukalot 2016c. Kivikkosuopayrtti [viitattu 17.11.2016]. Saatavissa: <https://www.viherpeukalot.fi/?s=11&tuote=57156>

KUVA 42. Heikkisen Kukkatarha 2016. Särmämaksaruoho [viitattu 17.11.2016]. Saatavissa: <http://kukkatarha.fi/monivuotiset-kasvit/sarmamaksaruoho/>

KUVA 43. Viherkuutio & Jaakko Leislahti Oy 2015. Perennamatto, pikkutalvio [viitattu 17.11.2016]. Saatavissa: http://viherkuutio.fi/index.php?route=product/product&product_id=1568

KUVA 44. Arktiset aromit 2016. Puolukka [viitattu 17.11.2016]. Saatavissa:
<http://www.arktisetaromit.fi/fi/arktiset+aromit/marjat/luonnonmarjat/puolukka/>

LIITTEET

LIITE 1/1. Suunnittelijan tarkistuslista

SUUNNITTELIJAN TARKISTUSLISTA	
✓ Budjetti	<ul style="list-style-type: none">➤ Viherseinän hankinta, asentaminen➤ Huolto ja ylläpito➤ odottamattomat yllätykset
✓ Viherseinän sijainti	<ul style="list-style-type: none">➤ Valoanalyysi➤ Tuulen vaikutus➤ Mikroilmastointi➤ Onko tarvittaessa tilaa nostimelle?
✓ Turvallisuus	<ul style="list-style-type: none">➤ Paloturvallisuus➤ Rakenteen tukevuus ja kestävyys➤ Tuulen ja lumen kuormituksen huomioiminen➤ Seinän materiaalin soveltavuus kiinnitykseen
✓ Kosteusongelmien ennaltaehkäisy	<ul style="list-style-type: none">➤ Riittävä ilmarako rakennuksen ja viherseinän välissä➤ Salaojitus tai suljettu kastelujärjestelmä➤ Rakennuksen seinän suojaaminen vettä läpäisemättömällä materiaalilla
✓ Vedenkulutuksen laskeminen	<ul style="list-style-type: none">➤ Kattovesi➤ Suljettu vesijärjestelmä➤ Cascade-menetelmä
✓ Viherseinätyypin valinta	<ul style="list-style-type: none">➤ Viherseinän tarkoitus➤ Viherseinän soveltavuus ilmastoon➤ Ympärivuotinen vai kesäkäyttöön?

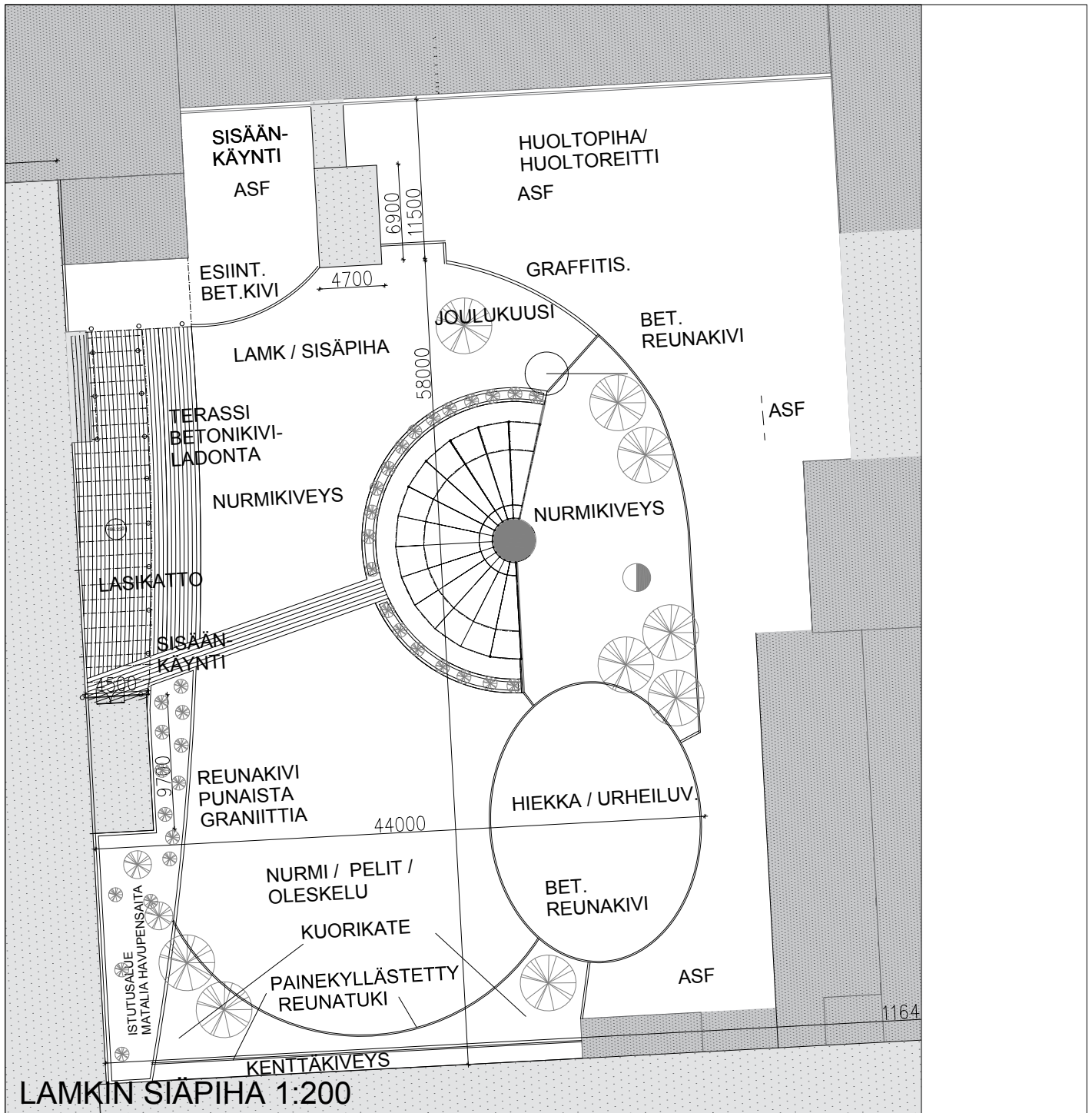
LIITE 1/2.

- Värit, tekstuuri, koko, kasvumuoto, marjat
- Onko viherseinä ympärivuotisessa käytössä?
- Aiempi kokeilu viherseinissä
- Kasvutapa
 - Onko kasvi aggressiivisesti leviävää?
 - Leikkuutarvetta?

✓ Ylläpito

- Rakenteiden tarkastus
- Kasvien hoito
- Kastelujärjestelmä
- Viherseinän ympäristön siisteys (kasvijäte, irronnut kasvualusta)

LIITE 2. NiemiCampuksen sisäpihasuunnitelma (Kaikonen 2016)



SISÄPIHAN PERIAATTEELLISET :

-sisäpihan tarkoituksena on toimia opiskelijoiden viherlaboratorion

-pinnoissa käytetään erilaisia materiaaleja kuten nurmi, hiekka / sora, kenttäkiveys, nurmikiveys, betonikiveys, istutus alueet kasveineen ja kuorikkeineen

-alueen erilaiset materiaalit erotellaan kaavion mukaisesti muotoon hakatuin graniittireunakivin, betonireunakivin ja painekyllästetyin lankuin kaavion mukaisesti

-istutukset istutuskouppineen määritellään vihersuunnitelmassa

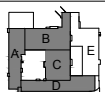
-erilaiset toiminta- / liikuntatelineet määrittää käyttäjä omissa opiskelijoiden kanssa tehdyissä suunnitelmissa

-pihalle istutetaan n.3000mm korkea joulukuusi, jonka lähelle pistorasia valaistusta varten

TÄYDENNETTY LISÄKIRJEMUUTOKSILLA JA
KAAVALUONNOKSESTA JOHTUVILLA TARKENNUKSILLA 07.06.2016

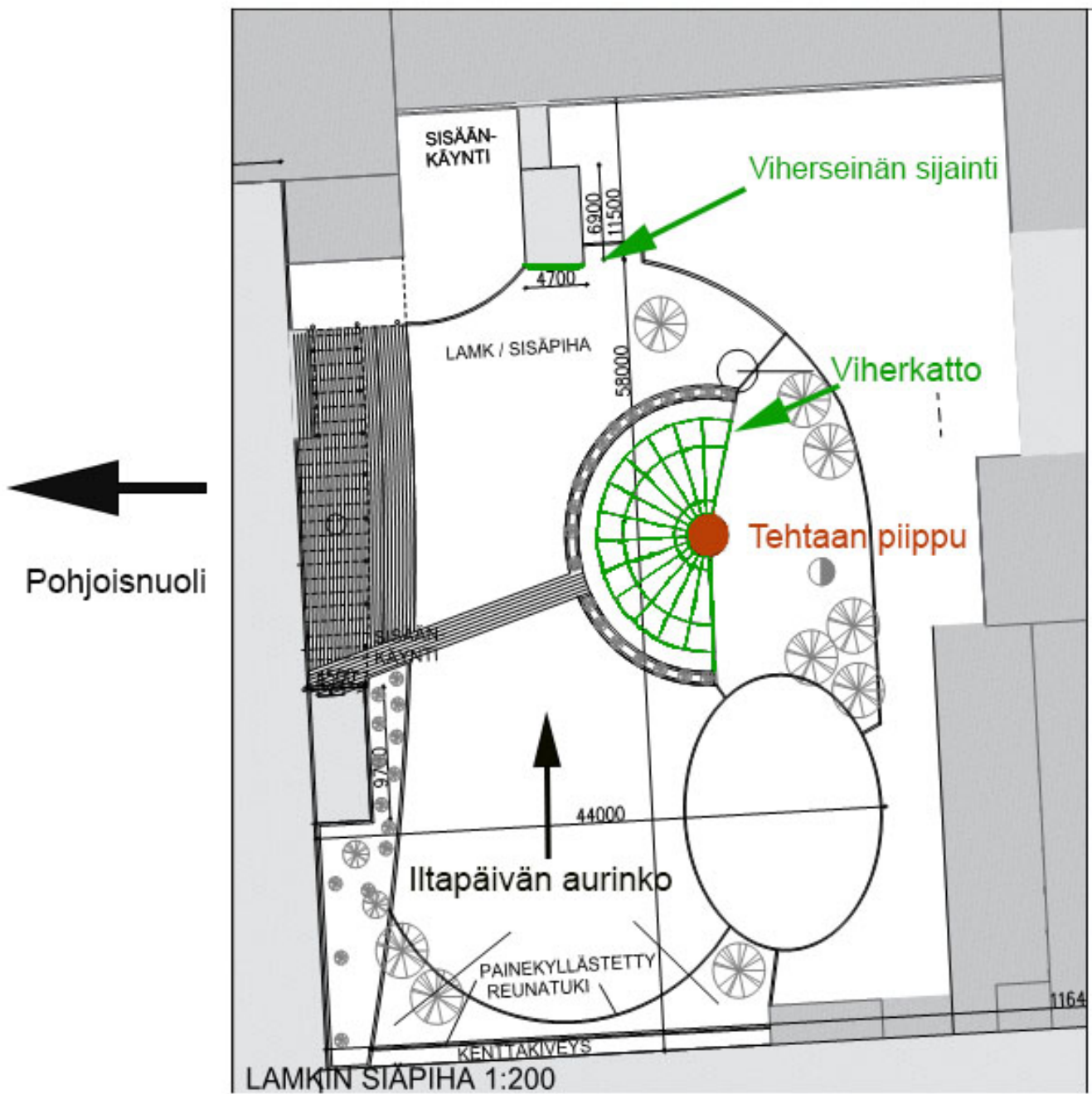
uuden N2000 korkeusjärjestelmän mukaan

NiemiCampus - M19

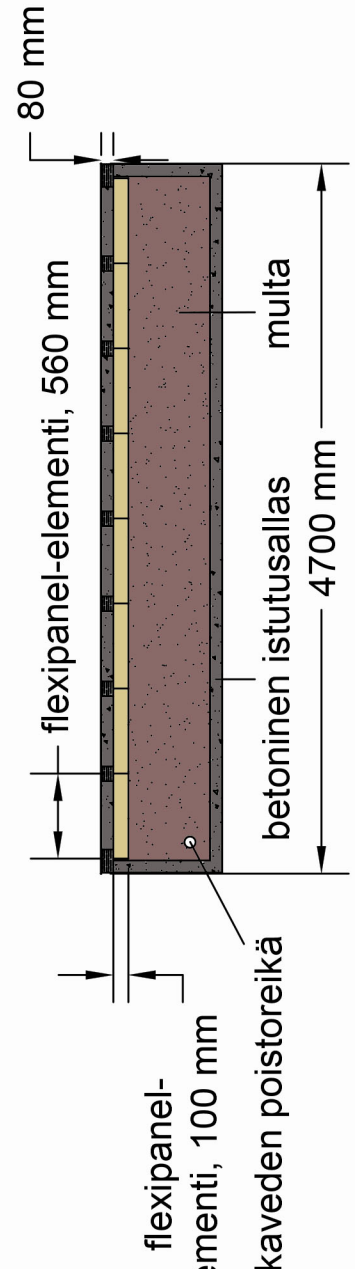
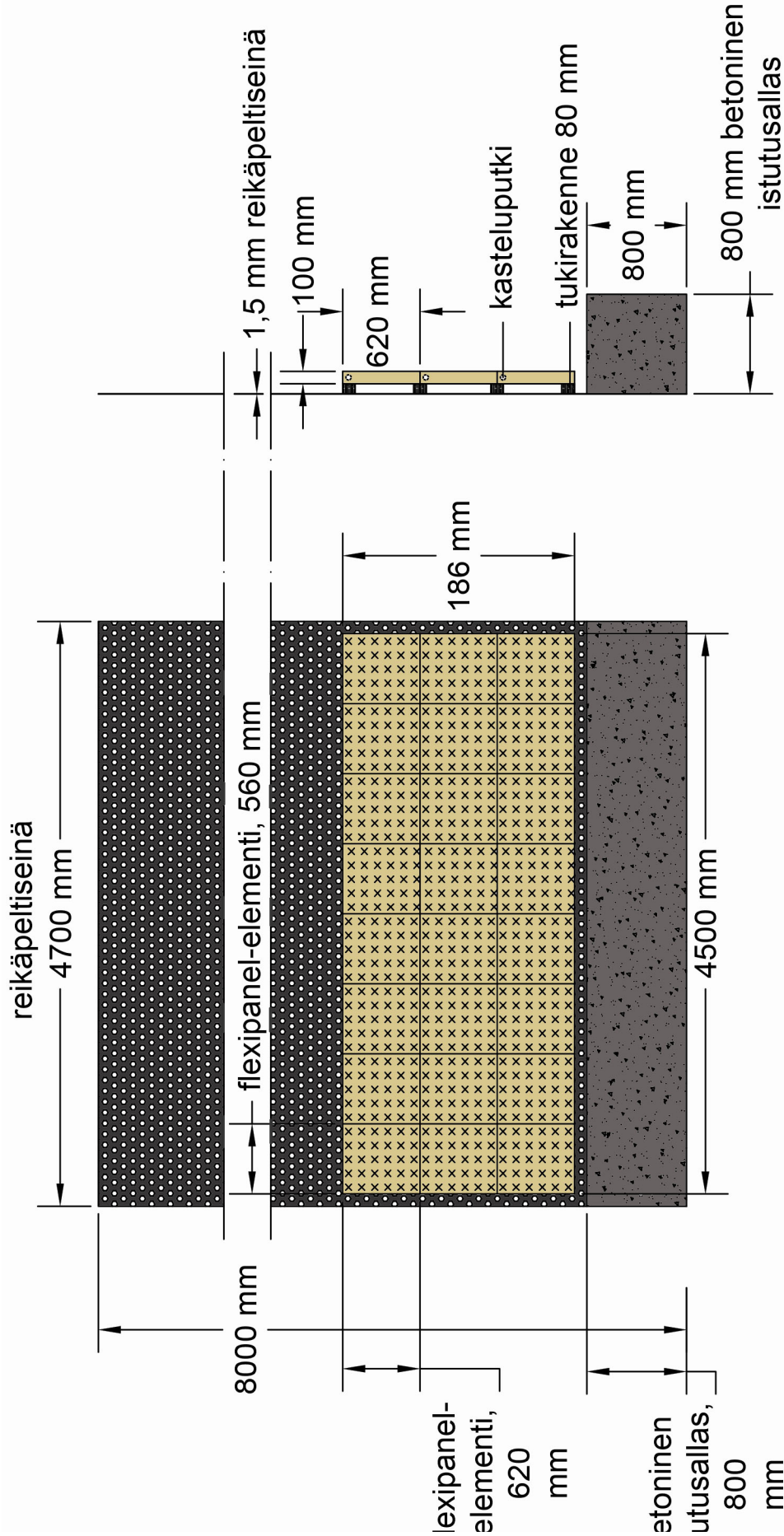


KIVIMAA 398-6-385-18	TYÖPIIRUSTUS
MUKKULANKATU 19, LAHTI 15210	LAAJENNUS / TOIMINNALLINEN MUUTOS
SISÄPIHA	1:200 ARK 1101B
LAHTI 07.06.2016	 <small>ANNELI HELLSTEN 040 5501434 SEPPÖ MARKKU 050 5566030 an@niemi-campus@h&m-arkki.fi</small>

LIITE 3. NiemiCampuksen viherseinän sijainti



LIITE 4. NiemiCampuksen viherseinän rakennekuvat



Kohde: Lahden ammattikorkeakoulu NiemiCampus Mukkulankatu 19 15210 Lahti	Suunnittelija: Marina Arkipushkina LAMKin opiskelija
VIHERSEINÄN RAKENNEKUVAT	MITTAKAAVA 1:500

ÄXTLISTA

IMN	KVALITET	VINTER-GRÖN	VÄDERSTRÄCK	BLOM/BÄR/ BLAD	NATURLIG VÄXTPLATS	TESTAD
CHEMILLA MOLLIS - JÄTTEDAGGKÅPA	BLOMMAR, Fyller	NEJ	SOL-HALVSKUGGA	GRÖNGUL	KARPATERNA-KAUKASUS	HBG
ITENNARIA DIOICA - KATTFOT	BLOMMAR, TÄT MATTA		SOL		GRÄSBACKAR, NATURBETESMARKER, SKOGSBRYN	SLU
PLENIUM SCOLOPENDRIUM - HJORTTUNGA	ORBUNKE, TEXTUR	JA	HALV-SKUGGA	HÄRDIG?	GOTLAND, HALLAND SKUGGIGA GROTTOR. HÖJD 40CM	GW
IRGENIA CORDIFOLIA 'WINTERGLÖD' - HJÄRTBERGENIA	BLOMMAR, Fyller, HÖSTFÄRG	JA	SOL-SKUGGA	ROSA	MONGOLIET. VANLIG TRÄDGÅRDSVÄXT	HBG / GW
STONEASTER DAMMERI 'MAJOR' - KRYPOXBÄR	TORKTÄLIG	JA			KINA. ZON 4	GW
ANTHUS DELTOIDES - BACKNEJLIKA	BLOMMAR, TÄCKER	JA	SOL		UPP TILL MEDELPAD, ÅNGSBACKAR, VÄGKANTER	SLU
PETRUM NIGRUM - KRÅKBÄR	RISMATTA, SVARTA BÄR, HÄRDIG VILD	JA	SOL-HALVSKUGGA		SVEALAND. KALKFATTIG SANDMARK OCH MYRAR	NEJ
IONYMUS FORT. 'EMERALD'N GOLD' - KLÄTTERBENVED	FÄRGSTARK, TÄLIG	JA	SOL-SKUGGA		VILD I JAPAN, KOREA OCH KINA. ZON 4	HBG / GW
VALTHERIA SHALLON - VAKTELBÄR	BLOMMOR, BÄR, STABIL	JA	SOL-HALVSKUGGA	RÖDA	NORDAMERIKA, ZON 4?	GW
ERANIUM SANGUINEUM - BLODNÄVA	BLOMMAR, TÄT, HÖSTFÄRG	NEJ	SOL-SKUGGA		TORRA STENIGA BACKAR, LÅNGS KUSTEN. FREDSHÅLL	UG / GW
ELLEBORUS FOETIDUS - KLOCKJULROS	BLOMMAR FEB-APRIL, TEXTUR BLAD	JA	HALV-SKUGGA	GRÖNGUL	I SYDVÄSTEUROPA. SOL LIKAVÄL SOM I SKUGGA. ZON 4	HBG
UCHERA MICRANTHA 'PALACE PURPLE' - ALUNROT	FÄRGSTARK, BLOMMAR	SEMI	SOL - HALVSKUGGA	RÖDBRUN /VITA BLO	ÖSTRA OCH SÖDRA NORDAMERIKA	HBG
ERIS SEMPERVIRENS - VINTERIBERIS	BLOMMAR, TÄT MATTA	JA	SOL-HALVSKUGGA	VITA	MEDELHAVSOMRÅDET. ZON 6	SLU
MAISTRUM GALEODOLON - GULPLISTER	BROKIGA BLAD, TÄCKER, BLOMMAR	JA		GULA	LÖVSKOGAR I SKÅNE. NORRA DJURGÅRDEN	NEJ
DUM PALUSTRE/ RHODODENDRON	TÄLIG, BLOMMAR VITT	JA		VITA	VILD I STOCKHOLM. MYRMARKER, FUKTIG SKOGSMARK, TORRA HEDAR	NEJ
MENTOSUM HARMAJA - SKVATTRAM						
ZULA SYLVATICA - STORFRYLE	TEXTUR GRÅS	JA	SOL-SKUGGA		VÄSTNORGE	SLU / HBG/GW
ULINIA CAERULEA - BLÅTÄTEL	GRÅS	NEJ	SOL-HALVSKUGGA		HELA SVERIGE. FUKTIG NÄRINGSFATTIG MARK	SLU
CHYSANDRA TERMINALIS - SKUGGRÖNA	TÄLIG	JA	HALV-SKUGGA	VITA	ZON 4. HÖJD 20CM	HBG/GW
MUS MUGO PUMILIO - BERGTALL/KRYPTALL	TALL, TEXTUR	JA	SOL - HALVSKUGGA		CENTRALEUROPA'S BERGSTRAKTER. SANDBINDARE. Z7	NEJ
XYPODIUM VULGARE - STENSÖTA	ORBUNKE, TÄLIG, MATTBILDANDE	JA	SOL-SKUGGA		VILD TILL NORRBOTTEN.	UG
ILVIA NEMOROSA - STÄPPSALVIA	BLOMMAR	NEJ	SOL	BLÅVIOLETT	ÖST- OCH CENTRALEUROPA	SLU
XIFRAGA X URBIUM - PORSLINSBRÄCKA	TÄLIG BLOMMAR	JA	SOL-SKUGGA	VITROSA	STENPARTIER	HBG
EDUM TELEPHIUM - KÄRLEKSÖRT	BLOMM AUG-SEPT, FINA VINTERSTÄNGLAR	NEJ	SOL	VITROSA	STOCKHOLM BERG ELLER STENIGA BACKAR. FÅFÅNGAN	NEJ
ISLERIA HEUFFLERIANA ALT. NITIDA - VÄRÄLVÄXING	GRÅS	JA	SOL-HALVSKUGGA			SLU / GW
IMYUS SERPYLLUM - BACKTIMJAN	BLOMMAR, TÄCKER	JA DELVIS	SOL	ROSA	MARKTÄCKARE PÅ TORRA, SANDIGA JORDAR	UG
CCINIUM VITIS - IDEA - LINGON	BLOMMOR, BÄR, HÄRDIG	JA	SOL-HALVSKUGGA	VITA/RÖDA	TORRA, MAGRA HEDAR HÄLLMARKER	SLU / GW
YCA MINOR - WINTERGRÖNA	TÄLIG, BLOMMAR, HÄNGER	JA	SOL-SKUGGA	BLÅVIOLETTA	FÖRVILDAD PÅ MÅNGA PLATSER I STHLM	HBG / GW
'SSOPIUS OFFICINALIS - ISOP	BLOMMAR, TORKTÄLIG	JA DELVIS	SOLIGT		FÖRVILDAD TILL NORRLANDSKUSTEN	NEJ

LIITE 6. Liitteen 5 suomennos

NIMI	KUVAUS	AINA-VIHANTA	VALO-OLOT	KUKAT/MARJAT/LEHDET	LUONNOOLLINEN KASVUPAIKKA	TESTATTU
	Alchemilla mollis - Jättipoimulehti	Ei	aurinko, puolivarjo	vihertävä	Karpaatit-Kaukasus ruohorinteet, luonnonlaitumet, metsänreuna	HBG
→	Antennaria dioica - Kissankäpälä	KYLLÄ	aurinko		Gotland, Hallanti varjoiset luolat, kork. 40cm	SLU
	Asplenium scolopendrium - Hirvenkieli	KYLLÄ	puolivarjo	Kestävä?		GW
→	Bergenia cordifolia - Herttavuorenkilpi	KYLLÄ	aurinko - varjo	Vaaleanpun.	Mongolia. Yleinen puutarhakasvi	HBG/GW
→	Cotoneaster dammeri - Suikerotuhkapensas	KYLLÄ	aurinko - puolivarjo		Kiina, 4 alue	GW
→	Dianthus deltoides - Ketoneilikka	KYLLÄ	aurinko		Jopa Pohjois-Ruotsissa, rinneriityt, pientareet	SLU
	Empetrum nigrum - Variksenmarja	KYLLÄ	aurinko, puolivarjo		Sveanmaa. kalkkiköyhä hiekkamaa ja suot	Ei
→	Euonymus fort. - Suikerosorvarinpensas	KYLLÄ	aurinko - varjo		Luonnonvarainen Japanissa, Koreassa ja Kiinassa, 4 alue	HBG/GW
	Gaultheria shallon - Isosalali	KYLLÄ	aurinko, puolivarjo	Pun.	Pohjois-Amerikka, alue 4	GW
	Geranium sanguineum - Verikurjenpoivi	Ei	aurinko - varjo		Kuivat kivikkorinteet, rannikoilla Fredshäll	UG/GW
	Helleborus foetidus - Haisujouluruusu	KYLLÄ	puolivarjo	vihertävä	Kaakkois-Euroopassa. aurinko- varjo. Alue 4	HBG
→	Heuchera micrantha 'Palace Purple' - Purppurakeijunkukka	SEMI	aurinko, puolivarjo	punaruskea/valk. kukat	Pohjois-Amerikan idän ja etelän osassa	HBG
→	Iberis sempervirens - Talvisaippo	KYLLÄ	aurinko, puolivarjo	valk.	Välimeri. Alue 6	SLU
→	Lamium galeobdolon - Keltapeippi	KYLLÄ	aurinko, puolivarjo	kelt.	Etelä-Ruotsin lehtimetsissä, Norra Djurgården	Ei
→	Ledum palustre / Rhododendron tomentosum harmaja - Suopursu	KYLLÄ	puolivarjo	valk.	Luonnonvarainen Tukholmassa. Soilla, kosteissa metsissä, kuivat nummet.	Ei
→	Luzula sylvatica - Isopiippo	KYLLÄ	aurinko - varjo		Länsi-Norjassa	SLU/HBG /GW
→	Molinia caerulea - Siniheinä	Ei	aurinko - puolivarjo		Kaikkialla Ruotsissa. Kosteaa köyhä maaperä.	SLU
→	Pachysandra terminalis - Varjorytti	KYLLÄ	puolivarjo	valk.	Alue 4. kork. 20cm	HBG/GW
→	Pinus mugo pumilio - Kääpiövuorimänty	KYLLÄ	aurinko, puolivarjo		Keski-Euroopan vuoristoalueilla. Hiekkaa sitova kasvi. Alue 7	Ei
→	Polypodium vulgare - Kallioimarre	KYLLÄ	aurinko - varjo		Luonnonvarainen Pohjois-Ruotsissa.	UG
→	Salvia nemorosa - Lehtosalvia	Ei	aurinko	malvanvär.	Itä- ja Keski-Eurooppa	SLU
→	Saxifraga x urbium - Posliinirikko	KYLLÄ	aurinko - varjo	vaaleanpun.	Kivikkoistutus	HBG
→	Sedum telephium - Isomaksaruoho	Ei	aurinko	vaaleanpun.	Tukholman vuori- tai kalliointeilla	Ei
→	Seesleria heufferiana alt. niida - Kevätluipikka	KYLLÄ	aurinko, puolivarjo			SLU/GW
→	Thymus serpyllum - Kangasajoruoho	Osittain	aurinko	vaaleanpun.	Kuivassa hiekkamaassa	UG
→	Vaccinium vitis - Puolukka	KYLLÄ	aurinko, puolivarjo	valk./pun.	Kuivat ja köyhät nummet, tienvarret	SLU/GW
→	Vinca minor - Pikkutalvio	KYLLÄ	aurinko - varjo	sinivioletti	Luonnonvaraisena monissa paikoissa Tukholmassa	HBG/GW
→	Hyssopus officinalis - Iisoppi	Osittain	aurinko		Luonnonvaraisena pohjoisrannikoilla	Ei

LIITE 7. Veg Tech -moduulien kokeessa parhaiten selviytyneet kasvit
(Paasonen 2011)

Kasvilaji
<i>Alopecurus pratensis</i> 'Aureovariegatus' - kirjopuntarpää
<i>Deschampsia flexuosa</i> - metsälauha
<i>Glechoma hederacea</i> - maahumala
<i>Potentilla aurea</i> - kultahanhikki
<i>Ribes glandulosum</i> - lamoherukka
<i>Rosa rugosa</i> 'Alba' - kurturuusu
<i>Salix glauca</i> var. <i>callicarpae</i> 'Haltia' - paljakkapaju
<i>Spiraea japonica</i> 'Little Princess' - keijuangervo
<i>Thymus praecox</i> var. <i>Pseudolanuginosus</i> - harmaa-ajuruoho
<i>Waldsteinia ternata</i> - rönsyansikka

LIITE 8. Malmössä tehdyssä viherseinämoduulien kokeessa hyvin selviytyneet kasvit (Mårtensson ym. 2014, 613)

Malmössä tehdyn kokeessa hyvin selviytyneet kasvit
<i>Achillea millefolia</i> - Siankärsämö
<i>Bergenia cordifolia</i> - Herttavuorenkilpi
<i>Dianthus deltoides</i> - Ketoneilikka
<i>Molinia caerulea</i> - Siniheinä
<i>Nepeta faassenii</i> - Mirrinminttu
<i>Salvia nemorosa</i> - Lehtosalvia
<i>Sesleria heuffleriana</i> - Kevätlupikka

LIITE 9. Muut kokeilun arvoiset kasvilajit (Håkansson 2016; Kulju 2016; Suonio 2016; Särkkä 2016)

Muut kokeilun arvoisia kasveja
<i>Alchemilla alpina</i> - tunturipoimilehti
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> - sianpuolukka
<i>Dianthus arenarius</i> - hietaneilikka
<i>Fragaria vesca</i> - ahomansikka
<i>Luzula pilosa</i> - kevätpiippo
<i>Polypodium vulgare</i> - kallioimarre
<i>Pteridophytina spp.</i> - saniaiset
<i>Rosa spinosissima</i> - pimpinellaruusu
<i>Salix x aurora</i> 'Tuhkimo' - peittopaju
<i>Salix lanata</i> - villapaju
<i>Salix repens</i> - hanhenpaju
<i>Saponaria ocymoides</i> - kivikkosuopayrtti
<i>Sedum sexangulare</i> - särmämaksaruoho
<i>Spiraea beauverdiana</i> 'Lumikki' - verhoangervo

LIITE 10. NiemiCampuksen viherseinään valitut kasvilajit

NiemiCampuksen viherseinälle valitut kasvilajit



KUVA 37. Jättipoimulehti (Piha- ja puutarhakeskus Kauppila 2016)

Alchimella mollis - jättipoimulehti

Erittäin talvenkestävä maanpeitekasvi. Kukkii runsailla keltaisin tai vihertävin kukin heinä-elokuussa. Kasvaa aurinkoisessa tai puolivarjoisessa paikassa 30 - 40 cm:n korkuiseksi. (Viherpeukalot 2016b.)



KUVA 38. Herttavuorenkilpi (Paloniemen taimisto 2016)

Bergenia cordifolia - herttavuorenkilpi

Talvenkestävä ja ainavihanta maanpeiteperenna. Kukkii toukko-heinäkuussa roosa-punaisin pysty kukin. Lehdet ovat usein hieman punertavat. Vaatimaton kasvupaikan suhteen. (Ahosen taimisto 2016; Viherpeukalot 2016a.)



KUVA 39. Purppurakeijunkukka (Viherpeukalot 2016d)

Heuchera micrantha 'Palace Purple' - purppurakeijunkukka

Talvenkestävä perenna, jonka lehdet ovat purppuranpunaiset. Kukkii kesä-syyskuussa runsain valkoisin kukin. Kasvaa 20 - 40 cm:n korkuiseksi aurinkoisessa ja puolivarjoisessa paikassa. (Viherpeukalot 2016d.)

LIITE10/2.



KUVA 40. Kallioimarre (Heinonen & Salonen 2016)

Polypodium vulgare - kallioimarre

Talvenkestävä ikivihreä saniainen. Kasvaa kallioilla ja kuivissa kangasmetsissä. Valosuhteen vaatimaton. (Liite 6; Heinonen & Salonen 2016.)



KUVA 41. Kivikkosuopayrtti (Viherpeukalot 2016c)

Saponaria ocymoides - kivikkosuopayrtti

Kivikkosuopayrtti on matala, n. 20 cm:n korkuiseksi kasvava, melko kestävä peittokasvi. Kukkii aniliininpunaisin kukin kesä-heinäkuussa ja viihtyy aurinkoisissa paikoissa. (Viherpeukalot 2016c)



KUVA 42. Särmämaksaruoho (Heikkisen Kukkatarha 2016)

Sedum sexangulare - särmämaksaruoho

Ikivihreä kasvi, jonka kasvutapa on mätäsmäinen. Versot ovat oliivinvihreät ja kellastuvat heinä-elokuussa aurinkoisessa paikassa. Viihtyy kuivassa maassa. (Heikkisen Kukkatarha 2016.)



KUVA 43. Pikkutalvio (Viherkuutio & Jaakko Leislahti Oy 2015)

Vinca minor - pikkutalvio

Kestävä ainavihanta maanpeitevarpu. Kukkii touko–kesäkuussa yleensä sinisin tai violetin kukin. Viihtyy pulivarjoisissa - varjoisissa keskiravinteisissa kasvupaikoissa. Kasvaa 15 cm:n korkeaksi. (Suomalainen Taimi 2013; LIITE 6.)

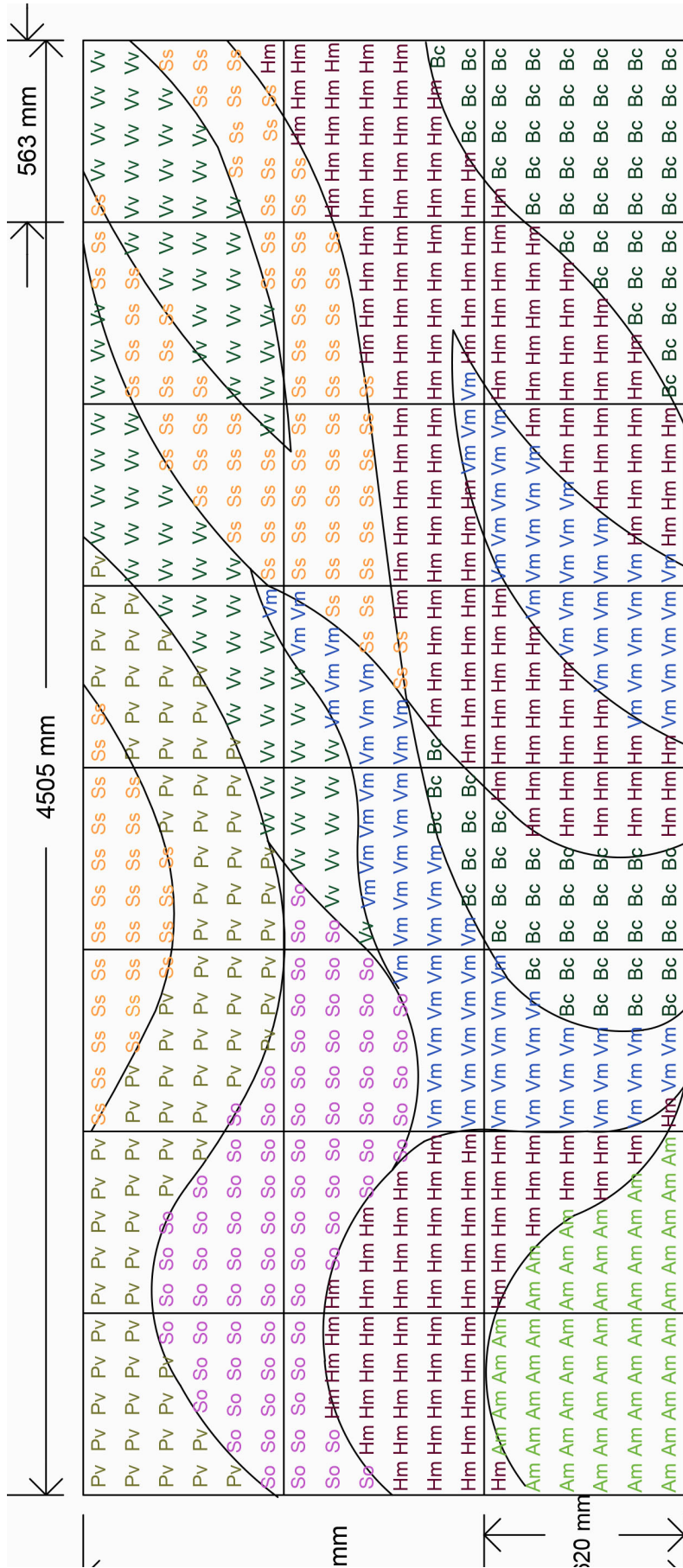


KUVA 44. Puolukka (Arktiset aromit 2016)

Vaccinium vitis-idaea - puolukka

Monivuotinen ainavihanta, 5 - 30 cm:n korkea, varpukasvi. Viihtyy auringossa tai puolivarjossa. Kukkii kesä-heinäkuussa valkoisin tai punertavin kukin. Marjat ovat punaiset ja hapahkon makuiset. Tyypillisesti kasvaa kuivilla, kuivahkoilla ja tuoreilla kankailla. (LIITE 6; Arktiset aromit 2016.)

LIITE 11. NiemiCampuksen viherseinän istutuskaava



- Am - Alchemilla mollis - Jättipoimulehti
- Bc - Bergenia cordifolia - Herttavuorenkilpi
- Hm - Heuchera micrantha - Purppurakeijunkukka 'Palace Purple'
- Pv - Polypodium Vulgare - Kallioimarre
- So - Saponaria oymoides - Kivikkosuopayrtti
- Ss - Sedum Sexangulare - Särämämaksaruoho
- Vm - Vinca minor - Pikkutalvio
- Vv - Vaccinium vitis-idaea - Puolukka

Kohde: Lahden ammattikorkeakoulu NiemiCampus Mukkulankatu 19 15210 Lahti	Suunnittelija: Marina Arkhipushkina LAMKin opiskelija
VIHERSEINÄN SUUNNITTELUN ISTUTUSKAAVA	MITTAKAAVA 1:200