
VIHREÄT SEINÄT

Toteuttaminen Suomessa ja viherseinäkoee Envirelle



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Maisemasuunnittelun koulutusohjelma

Lepaa _____

Oma Allekirjoituksesi

Henna Paasonen



Maisemasuunnittelun koulutusohjelma
Lepaa

Työn nimi Vihreät seinät – Toteuttaminen Suomessa ja viherseinäkoee Envirelle

Tekijä Henna Paasonen

Ohjaava opettaja Sari Suomalainen

Hyväksytty _____._____.2011

Hyväksyjä

LEPAA

Maisemasuunnittelun koulutusohjelma

Tekijä	Henna Paasonen	Vuosi 2011
Työn nimi	Vihreät seinät – Toteuttaminen Suomessa ja viherseinäkoee Envirelle	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä haettiin menetelmiä ja mahdollisuuksia toteuttaa toimivia ulkoviherseiniä Suomessa. Toimeksiantajana oli Envire. Työn tavoitteena oli antaa tilaajalle välineet edistää viherseinien rakentamista Suomessa. Tähän sisältyi viherseinien rakentamistarpeen perustelu ja tiiviin tietopakettin kokoaminen koko aiheesta markkinointia varten. Lisäksi kommentoitiin tilaajan viherseinämoduulin toimivuutta ja tutkittiin kasvien talvehtimisestä viherseinällä Suomen ilmastossa.

Työn teoria koostuu ulkomaisesta kirjallisuudesta ja tutkimuksista, jossa perehdyttiin viherseinien tutkittuihin vaikutuksiin, eri rakenneratkaisuihin ja suunnitteluun. Suomalaista tutkimusta tai kirjallisuutta ei aiheesta juuri ole. Rakenteen toimivuutta käytännössä testattiin asentamalla Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan toimipisteeseen viherseinä, jossa oli kymmenen eri kasvilajia. Seinärakenteena oli Veg Tech Wall-moduuli, josta myös tehtiin huomioita tuotekehitystä varten. Kasvilajien talvehtimiskoe suoritettiin aikavälillä lokakuu 2010 – huhtikuu 2011.

Opinnäytteen tulokseksi voidaan todeta, että tietyt kasvilajit voivat talvehtia paleltumatta Veg Tech Wall-moduulissa tai muussa kiinteäkasvualus- taisessa ainakin menestymisvyöhykkeellä kaksi. Mahdolliset juuristovauriot näkyvät vasta myöhemmin kesällä. Tuloksesta voidaan päätellä, että viherseinien toteuttaminen Suomessa on mahdollista, sillä juuri talven ankaruus on suurin ero Suomen ja sellaisten maiden välillä, joissa viherseiniä on onnistuneesti toteutettu.

Jatkossa Lepaan viherseinällä tulisi tarkkailla eri kasvilajien menestymistä ja kasvutapaa pystysuoralla pinnalla, sekä eri lajien vaikutuksia toisiinsa. Tärkeää on myös selvittää kasvien pitkäikäisyys näin rajatussa kasvualus- tassa. Tutkimusta olisi myös suositeltavaa laajentaa useampiin kasvilajei- hin ja ottaa seinän kuviointi huomioon. Testatusta moduulista tulisi kehit- tää istutustöissä käytännöllisempi ja esteettisempi.

Avainsanat viherseinä, vihreä arkkitehtuuri, kaupunkitila, hulevedet

Sivut 41 s, + liitteet 5 s.

LEPAA
Degree programme in Landscape Design

Author	Henna Paasonen	Year 2011
Subject of Bachelor's thesis	Green Walls – Implementation in Finland and A Green Wall Experiment for Envire	

ABSTRACT

The thesis is about implementing green walls in Finland. The commissioner of the thesis is Envire. The main aim of the work was to give Envire the instruments to promote the establishing of the green walls. The objectives of the work were to validate the need of the green walls in Finland and to build a comprehensive information package about green walls for marketing. The commissioner's green wall module was meant to be commented and the suitable plant species were tested in an experiment.

The theory of the work is from foreign literature and it is about the impacts, different structures and designing of the green walls. There is basically no Finnish literature about the subject. The usability of the green wall in practice was examined by building a green wall with ten different species at Lepaa. The Veg Tech Wall-module was used as the structure of the wall and it was also observed for further product development. The time frame of the hibernation test was from October 2010 to April 2011.

The result of the thesis was that some plant species can survive the winter of Finland in a Veg Tech Wall-module or in other structural mediums at least in the hardiness zone two. The possible root damages will not be detectable until closer to summer. The conclusion of the work is that green walls can be implemented in Finland, because the biggest obstacle has been the harsher winter climate than other countries with green walls.

The success, forms and interactions of different species should be observed on Lepaa's green wall in the future. The longevity of the plants in a restricted growing medium should also be examined. Expanding the test to other species and using planting patterns is also recommended. The used module should be developed to be more user-friendly and aesthetic.

Keywords green walls, green architecture, urban space, storm water

Pages 41 p + appendices 5 p.

KÄSITTEET

Elävä seinä	Viherseinätyyppi, jossa kasvien kasvualusta ja siten myös juuristo on nostettu ylös seinälle erilaisilla rakenteilla.
Vihreä julkisivu	Viherseinätyyppi, jossa kasvien kasvualusta ja juuristo ovat seinän juurella. Käytettävät kasvilajit ovat köynnöstyviä.
Vihreä arkkitehtuuri	Rakennukset ja kasvillisuuden yhdistävä suunnittelutapa. Sovelluksia ovat mm. viherkatot ja -seinät.
Hulevesi	Erilaisilta pinnoilta kuten katoilta ja kulkuväyliltä pois johdettavat sade- ja sulamisvedet sekä perustusten kuivatusvedet.
Kaupunkisaarekeilmiö	Kaupunkialueet lämpenevät kesäisin ympäristöään kuumemmaksi, koska monet rakennusmateriaalit sitovat tehokkaasti lämpöä.
Heijastavuus	Ominaisuus, joka kuvaa materiaalin kykyä heijastaa säteilyä pois itsestään tai absorboida sitä.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	VIHERSEINIEN KEHITYS	7
3	VIHERSEINIEN MERKITYS KAUPUNKIYMPÄRISTÖSSÄ.....	9
3.1	Ilmasto ja ilmanlaatu	10
3.2	Hydrologinen kierto	11
3.3	Biodiversiteetti	12
3.4	Kustannusvaikutukset.....	13
3.5	Melusaaste.....	14
3.6	Viihtyisyys	15
3.7	Lähiruoka	16
4	SEINÄRAKENNE	18
4.1	Irtonainen kasvualusta.....	18
4.2	Mattomainen kasvualusta.....	19
4.3	Kiinteä kasvualusta	20
5	SUUNNITTELU	23
5.1	Tilan luominen viherseinillä.....	24
5.2	Kasvivalinnat.....	26
6	VIHERSEINÄKOE ENVIRE OY:LLE	29
6.1	Tutkimuksen aloituskokous ja kasvilajivalinnat	29
6.2	Taimien istutus	31
6.3	Viherseinän asennus.....	32
6.4	Tulokset.....	33
6.5	Johtopäätökset	34
6.6	Veg Tech Wall-moduulin kehittämisehdotukset.....	36
7	YHTEENVETO.....	38
	LÄHTEET	40
Liite 1	Kasvilajisuosituksia viherseinälle	
Liite 2	Tutkimukseen valitut kasvilajit	
Liite 3	Tutkimuksen istutussuunnitelma	
Liite 4	Tutkimuksen talvehtimistulokset	

1 JOHDANTO

Vihreä arkkitehtuuri on ulkomailla jo tunnettu menetelmä ihmisten hyvinvoinnin edistäjänä ja ympäristöongelmien ratkaisijana. Vihreät katot, elävät julkisivut ja viherseinät ovat yleistyneet huimaa vauhtia erilaisten kaupunkivetoisten hankkeiden avulla erityisesti Japanissa ja Yhdysvalloissa. Suomeenkin on rakennettu vihreitä kattoja, mutta kaupunkitilan kasvillisuus painottuu täällä lähes täysin katupuihin ja puistoihin. Muutosta voidaan kuitenkin odottaa, sillä uusien hulevesistrategioiden myötä kaupunkien on kiinnitettävä enemmän huomiota kaupunkikasvillisuuteen, ja kiinnostus vihreään arkkitehtuuriin on herännyt.

Vihreän arkkitehtuurin ideana on yhdistää kasvillisuus rakennuksiin, jolloin saavutetaan kasvillisuuden tuomat hyödyt, mutta istutukset eivät vie tilaa muulta rakentamiselta. Tämä tuo myös vaihtelua kaupunkitilaan, jossa on totuttu aivan erityylyiseen kasvillisuuteen ja rakennustyyliin. Miksi ulkomailla tukevan jalansijan saavuttanut suunnittelutapa ei sitten vielä ole vakiintunut Suomessa? Julkisen ohjauksen ja rakennussäännösten puute ovat varmasti yksi tekijä, ja hulevesistrategioiden myötä tämä ongelma onkin osittain korjautumassa. Suurimpia huolia lienevät edelleen mahdollisten kosteusvaurioiden syntyminen sekä kasvien paleltuminen talvella.

Melko uutena ilmiönä vihreä seinä (green wall) ei ole vielä vakiintunut käsite suomenkielessä, ja sen merkitys vaihtelee käyttäjän mukaan. Viherseiniä on kuitenkin kahta eri tyyppiä: köynnöstävillä kasveilla toteutettuja vihreitä julkisivuja (green facade) sekä eläviä seiniä (living wall), joissa kasvualusta nostetaan seinälle. (Irwin 2008.) Vihreitä seiniä voidaan toteuttaa myös sisälle. Tässä työssä käsitellään ainoastaan ulkotiloissa toteutettavia eläviä seiniä, mutta käsitteen vieraudesta johtuen työssä käytetään yleistä termiä viherseinä.

Suomenkielistä kirjallisuutta aiheesta ei ole, ja kasvien menestymistä seinillä ei ole vastaavassa ilmastossa tutkittu. Lähimpänä talven ilmasto-olojamme on Kanada, jossa viherseiniä on toteutettu mm. Nova Scotiassa. Tässä työssä on koottu ulkomaisesta tutkimustiedosta ja kokemuksista teoriakehys, jota sitten on sovellettu Suomen oloihin. Tutkimustietoa on kerätty myös viherkatoista, sillä monet tulokset viherkattojen vaikutuksista ovat sovellettavissa myös viherseiniin.

Kootun teorian pohjalta kommentoidaan tutkimusta ensimmäisestä ulkoviherseinästä Suomessa ja tarkkaillaan kasvien talvehtimistä. Tavoitteena on löytää kasvilajeja, jotka voivat onnistuneesti talvehtia viherseinällä Suomessa, sekä kartoittaa Veg Tech Wall-moduulin jatkokehitystarpeita. Työn tilaajana on Envire, joka on osa VRJ Group:ia ja sen toimialana on ympäristörakentamistuotteiden maahantuonti ja markkinointi. Yrityksen päätoimipaikka on Ruotsissa, mutta myös Vantaalta löytyy toimipiste. Valikoimassa on suomalaisiakin tuotteita. Yhteyshenkilönä opinnäytetyössä toimi aluksi Anssi Pynninen ja myöhemmin Taina Suonio.

2 VIHERSEINIEN KEHITYS

Nykyiset viherseinät kehitettiin vihreiden kattojen kanssa käsi kädessä, joten seinäkasvillisuuden kehityksen selvittämiseksi on tutkittava kattopuutarhojen historiaa. Babylonin, Mesopotamian ja Rooman kattopuutarhat olivat kyseisellä aikakaudella näyte ihmisen ja tekniikan voimasta. Suurin osa puutarhoista oli rakenteiltaan melko yksinkertaisia ja tehty huviloiden kivirakenteisille katoille. Sen sijaan julkisten rakennusten katoilla kasvoi jopa puita. Köynnökset olivat tuolloin ainut muoto viherseinästä. Vasta rakennustekniikoiden kehityksen myötä voitiin rakentaa intensiivisiä viherkattoja. Babyloniaa hieman läheisempi tapaus on Pariisin maailmannäyttely vuonna 1868, jossa virallisesti esiteltiin ensimmäinen ”luonnollinen katto”. Näyttely oli alkusysäys intensiiviselle kehitystyölle. (Dunnet & Kingsbury 2008, 14–21, 31; Peck, Callaghan, Kuhn & Bass 1999, 11.)

Jo ennen Pariisin näyttelyä erilaiset turve- ja kasvikatot olivat yleisiä Pohjoismaissa, Lähi-idässä ja Japanissa. Turve oli helposti saatavilla oleva rakennusmateriaali, jonka eristävät ominaisuudet tunnettiin jo tuolloin. Talvella turvekatto vähensi lämpöhukkaa ja kesällä sen vaikutus oli viilentävä. Viikingit päällystivät turpeella myös talon seinät (Peck 1999, 11.) Pohjoismaiset siirtolaiset jopa veivät tekniikan mukanaan Amerikkaan. Japanissa kasvillisuutta käytettiin suojaamaan kattoa monsuunisateilta (Dunnet & Kingsbury 2008, 18). Rakennusten kehittyessä turvekatto hävisi mm. Suomesta lähes kokonaan.

Tasaisten kattojen kantavuuden kehittyessä 1900-luvun alkupuolella viherkatoista tuli suosittuja Euroopan ja Pohjois-Amerikan eliitin keskuudessa. Nämä viherkatot olivat vain koristeellinen elementti, jolla osoitettiin varallisuutta. Köynnökset seinustoilla alkoivat myös yleistyä. Tunnetuin ajan kattopuutarhoista on 1930-luvulla rakennettu Derry and Toms Lontoossa. 1900-luvun jälkimmäisellä puoliskolla viherkattoja käytettiin jo julkisessa rakentamisessa, ja ne alkoivat jo muistuttaa nykyisiä rakenteita. Modernit viherkattotekniikat ovat kotoisin Saksasta, jossa tutkimukset aloitettiin 1950-luvulla. Tällöin mukaan tulivat myös ekologiset arvot ja kaupunkien viihtyisyys. (Dunnet & Kingsbury 2008, 14–21, 31.)

Professori Hans-Joachim Liesecke ja Dr. Walter Kolb havaitsivat omissa tutkimuksissaan viherkattojen vaikutuksia hulevesien määrään ja energiankulutukseen. Näiden ja muiden tutkimustulosten myötä yritykset alkoivat pian tarjota viherkattojen suunnittelu- ja rakennuspalveluja. Yhtiöiden alkaessa järjestää omaa tutkimusta alettiin myös työstää markkinoille ajatusta vihreistä seinistä. Seiniä on jo rakennettu paljon Keski-Euroopassa, Aasiassa ja Yhdysvalloissa. Toteutustekniikat kehittyvät edelleen nopeasti, ja Japani on ehdottomasti maailman johtava viherseiniä kehittäjä. (Dunnet & Kingsbury 2008, 14–21, 31.) Nykyisin palveluja on saatavilla lähes kaikissa teollistuneissa maissa eri yhtiöiltä, joilla on omia patenttituotteita ja tutkimusta.

Suomessa on jo useita vihreitä kattoja sekä maan tasalla olevia kansirakenteita, joiden toteutustekniikka on samankaltainen. Viherseiniä vaikuttaisi

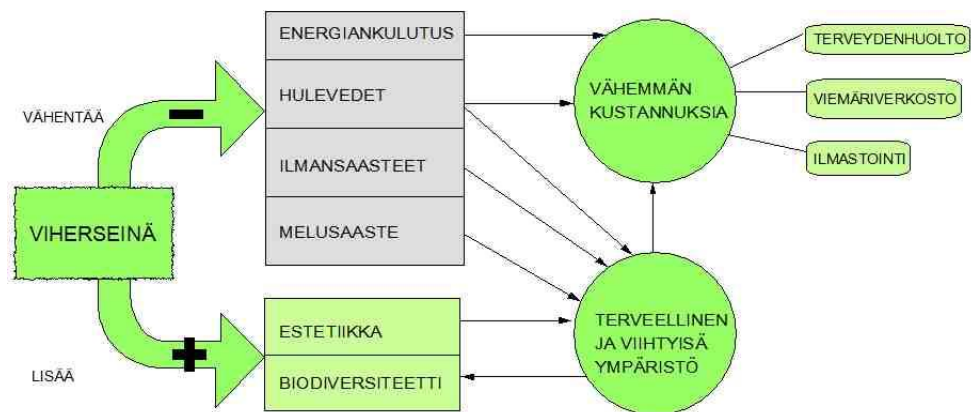
kuitenkin olevan toistaiseksi vain sisätiloissa. Kun alan ammattilaiset ja päätöksentekijät ovat saaneet tarpeeksi tietoa vihreän arkkitehtuurin eduista, voivat vihreät seinät tulla pysyväksi osaksi kaupunkikuvaa.

3 VIHERSEINIEN MERKITYS KAUPUNKIYMPÄRISTÖSSÄ

Kaupunkien rakentamispaineet ovat suuret ja raskaasti rakennetut kaupunkialueet laajenevat jatkuvasti ympäröiville alueille. Jo rakennetuilla alueilla kaupunkirakenne tihenee ja tilan puutteessa viheralueet ovat usein ensimmäisiä, jotka saavat väistyä rakenteiden tieltä. Läpäisemättömät pinnat voivat peittää jopa 70 % keskustan pinta-alasta. Kun kovat pinnat syrjäyttävät kasvillisuuden ja sadevedet ohjataan sadevesiviemäriin, kaupunkialueiden ja läheisten vesistöjen ekosysteemit häiriintyvät ja voivat jopa tuhoutua. (Earth Pledge Foundation, Hoffman & McDonough 2005, 16.)

Jo pitkään rakennetut ympäristöt on koettu omaksi tilakseen, eikä osaksi luontoa. Tiheään rakennettu kaupunki ei ole enää kovin terveellinen elinympäristö. Viherseinät ovat yksi tapa korjata tilannetta ja tukea kaupunkien ekosysteemejä (Kuva 1). Toki vaikutusten voimakkuus vaihtelee vuodenajan mukaan. Puistoja ja taajametsiä viherseinät eivät koskaan pysty korvaamaan, mutta erityisesti alueilla, jotka on jo täyteen rakennettu, on seinäkasvillisuus varteenotettava vaihtoehto. Koska kasvit sijoitetaan pystysuorille pinnoille, joista ei juuri ole kilpailua, maan pinta jää muuhun käyttöön. (Earth Pledge Foundation 2005, 16.)

Kaupunkivihreän lisäämisen ei ainoastaan lisää elinympäristömme terveellisyyttä: kasvillisuuden on myös todettu tukevan ihmisten psyykkistä hyvinvointia. Lisäksi viherseinillä on vaikutuksia rakennusten ylläpitokustannuksiin. Yleensä yksityiset ihmiset ovat kiinnostuneimpia omien talojensa ylläpitokustannuksiin liittyvistä tekijöistä, kun julkisille toimijoille ympäristövaikutukset ja viihtyisyys ovat tärkeitä. Suurimmat esteet viherseinien yleistymiselle ulkomailla ovat olleet tiedon puute päättäjien keskuudessa ja ohjeistuksen puuttuminen. Tilanne on sama Suomessa. Yhdysvalloissa ja Kanadassa viherseinien yleistymistä ovat kiihdyttäneet eniten yhteiskunnan tarjoamat alennukset asumiseen ja rakentamiseen liittyvistä maksuista viherseinien omistajille. (Earth Pledge Foundation 2005, 20; Dunnet & Kingsbury 2008, 42; Peck 1999, 7.)



Kuva 1 Viherseinien rakentamisen vaikutukset ovat laajat. Yleensä muistetaan vain suorat ympäristövaikutukset.

3.1 Ilmasto ja ilmanlaatu

Kesäisin kaupunkialueiden lämpötila on 2–8 °C lämpimämpi kuin ympäröivillä alueilla. Tätä kutsutaan kaupunkisaarekeilmiöksi, urban heat island:iksi. Ilmiön voimakkuuteen vaikuttavat kaupungin rakenne ja paikallisilmasto. Korkeat kesälämpötilat lisäävät energian kulutusta, koska ilmastoinnit ja jääkaapit tarvitsevat enemmän sähköä. Kuumuus voi myös aiheuttaa terveystarve vanhuksille, pitkäaikaissairaille ja pienille lapsille.

Ilmiön aiheuttavat lämpöä tehokkaasti sitovat eli heijastavuudeltaan pienet materiaalit kuten betoni ja asfaltti. Heijastavuutta, eli kuinka suuren osan säteilystä pinta heijastaa takaisin, mitataan yksiköllä albedo, α . Kasvien albedo on suurempi kuin useimpien rakennusmateriaalien eli niitä käyttämällä voidaan ehkäistä kaupunkien lämpenemistä: tervatun katon albedo on 0,08 α ja nurmikon 0,25 α . Kiiltäväpintailla ja vaaleilla kasveilla on suurin heijastavuus. Yksittäisillä viherseinillä saadaan viilennettyä tehokkaammin sisäilmaa ja seinän välittömässä läheisyydessä olevia alueita kuin varsinaista kaupunkitilaa, jonka viilentäminen tarvitsisi laajempia touteuksia ja julkisen ohjauksen mukaan tuloa.

Vihreiden seinien käyttö viilentää pienilmastoa muutenkin kuin heijastavuutta lisäämällä. Kasvit laskevat ympäristön lämpötilaa haihduttaessaan vettä. Näin ne jäädyttävät sekä itseään, että ympäröivää ilmaa. Ne myös käyttävät aineenvaihdunnassaan lämpöä tehokkaasti sitovaa hiilidioksidia. On myös olemassa sovelluksia, joissa kasvit puhdistavat ilmanvaihdossa käytettävää ilmaa. (Earth Pledge Foundation 2005, 17.)

Paikallinen lämpötilan nousu ei ole ainoa kaupungistumisen haittavaikutus. Ilmanlaatu kärsii pääasiassa liikenteen ja teollisuuden aiheuttamista saasteista, pienhiukkasista ja erilaisista kaasuista. Raskasmetallit ovat vaarallisia jo pieninä pitoisuuksina. Saasteet aiheuttavat mm. hengitystiesairauksia ja laskevat vastustuskykyä. Näistä taas seuraa menoja yhteiskunnalle. (Dunnet & Kingsbury 2008, 62–63.)

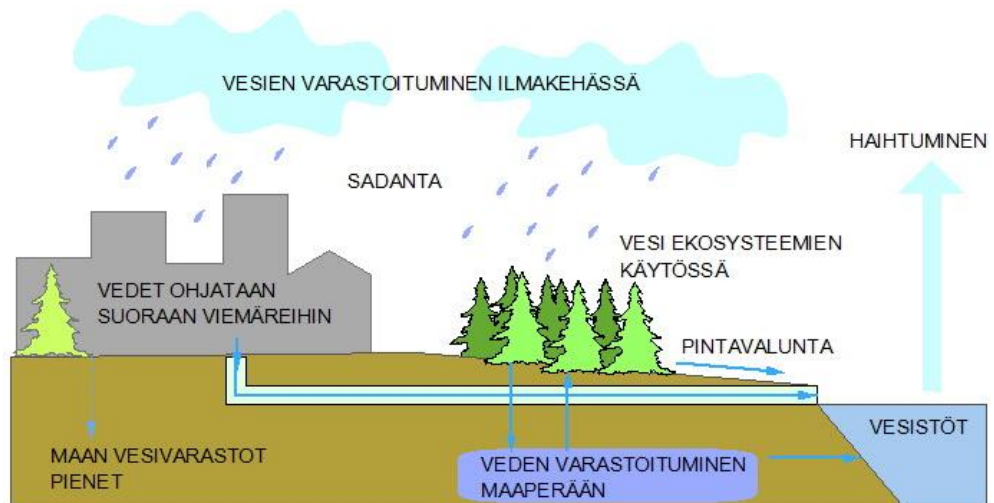
Ilmassa leijuvat pienhiukkaset tarttuvat kasvien pinnoille, josta ne valuvat sadeveden mukana kasvualustaan. Ikkunoiden läheisyydessä oleva viherseinä ehkäisee myös hiukkasten kulkeutumista sisään tuuletettaessa. Lisäksi kasvit sitovat haitallisia kaasuja solukoihinsa. Puut ja pensaat ovat parhaita kasveja ilmanlaadun parantamiseen, mutta myös vihreät seinät ovat suurina alueina toimiva ratkaisu. Tärkeintä on lehtien pinta-ala ja pinnan laatu. Lehdistö ei myöskään saa olla liian tiheä.

Currien ja Bassin (2005) teoreettisella tietokonemallinnuksella on laskettu, että vihreiden kattojen rakentaminen 10–20 % kaupungin rakennuksista parantaisi ilmanlaatua huomattavasti (Dunnet & Kingsbury 2008, 63). Tätä voidaan soveltaa myös viherseiniin. Muutoksen voimakkuudesta ja kasvillisuuden kyvystä sitoa pienhiukkasia kertoo hyvin Johnstonin 1996 tutkimus, jossa tutkittiin katupuiden vaikutusta ilman laatuun. Tuloksena oli, että puilla reunustetun kaupunkikadun ilmassa oli pienhiukkasia vain 10–15 % siitä määrästä, joka oli vastaavan istuttamattoman kadun ilmassa. Minken (1982) samankaltaisessa tutkimuksessa Saksassa ilmeni, että puut-

tomalla kadulla oli yhdessä litrassa ilmaa noin 10 000–20 000 hiukkasta, mutta istutetulla kadulla hiukkasia oli vain noin 3 000. (Peck 1999, 19.)

3.2 Hydrologinen kierto

Tiheään rakennetussa kaupungissa hulevesien määrä voi olla jopa 75 % sadannasta. Kovat pinnat ohjaavat hulevedet nopeasti sadevesiviemäriin ja niitä pitkin vedenpuhdistuslaitokselle tai suoraan vesistöihin, jolloin vesistöissä aiheutuu tulvapiikkejä (Kuva 2). Samalla kaupunkien istutukset kärsivät kuivuudesta ja niitä joudutaan erikseen kastelemaan. Lämpösiementöiden pintojen lisääntyminen kuormittaa viemäriverkostoa yhä enemmän, ja tämä voi ilmetä lisääntyneenä katujen tulvimisena.



Kuva 2 Kuvassa on esitetty hydrologinen kierto normaalisti sekä pahasti vajaaksi jäävä kierto kaupunkiympäristössä.

Erytisesti vanhemmissa viemäriverkoissa hulevedet ohjataan puhdistuslaitokselle, jolloin ne sekoittuvat bakteeripitoisiin talousvesiin. Lämpöön perustuva puhdistusprosessi häiriintyy, kun kylmät hulevedet alentavat altaiden lämpötilaa. Kovien sateiden aikaan vesimäärä voi myös kuormittaa järjestelmää liikaa ja tapahtuu ylivuotoa, eli voimakkaasti saastunut vesi pääsee puhdistamattomana suoraan vesistöön. Tämä luonnollisesti koettelee vesiekosysteemejä. (Dunnet & Kingsbury 2008, 53–62.)

Hulevesien johtaminen suoraan vesistöön ei myöskään ole paras vaihtoehto, sillä vesi saastuu valuessaan katupinnalla sadevesikaivoa kohti. Veden mukana kulkeutuu katupölyä, öljyä, raskasmetalleja, tiesuolaa, torjunta-aineita ja orgaanisia jätteitä, jotka kulkeutuvat viemäriin ja sieltä vesistöihin. Nämä aineet rasittavat vesiekosysteemejä ja raskasmetallit kertyvät mm. kaloihin, joita ihmiset syövät. (Dunnet & Kingsbury 2008, 53–55.) Asia vaatii pikaista ratkaisua, sillä mm. Torontossa hulevedet ovat jo suurin yksittäinen tekijä vesistöjen saastumisessa (Peck 1999, 27).

Koko nykyistä hulevesimäärää ei voida puhdistaa, eikä tätä voidakaan pitää realistisena tai ekologisena tavoitteena. Nykyiset kosteikkoratkaisut viemäreiden suulla eivät ole riittäviä, ja ne vain lieventävät jo syntynyttä

ongelmaa, jota ennemminkin pitäisi ennaltaehkäistä. Jos hulevesien määrä vähenisi, vähenisi myös puhdistamoiden ja vesistöjen kuormitus. Vähäisempi vesimäärä virtaa hitaammin, eikä tällöin kuljeta saasteita tehokkaasti. Viherseiniä voidaan käyttää imeytykseen, jolloin kasvit käyttävät osan vedestä ja ylimääräisen osan virtaus hidastuu siten, että voimakkaita virtaamia ja tulvapiikkejä ei juuri esiinny. (Dunnet & Kingsbury 2008, 57.)

On todettu, että viherkatot voivat vähentää hulevesiä jopa 65 % kasvualustasta ja kasvillisuudesta riippuen. Kasvualustan läpi valumisen muuttua hulevesien määrän lisäksi myös niiden laatua. Berghage (2007) havaitsi, että viherkatot vähentävät sadeveden happamuutta, jolloin happosateiden vaikutukset lievenevät. Tulosten voidaan olettaa olevan samankaltaisia myös viherseinillä. Toinen havaittu vaikutus on ravinteiden sitominen käytettäessä kasvualustaa, jonka humuspitoisuus on pieni. Lannoituksen täytyy myös olla mitoitettu kasvillisuuden mukaan, jotta ravinteet eivät poistu hulevesien mukana. Johnstonin (1996) tutkimuksessa todettiin, että viherkatot sitoi 95 % sadeveden kadmiumista ja kuparista sekä 16 % sinkistä. (Dunnet & Kingsbury 2008, 61; Peck 1999, 29.)

Tutkimusta seinäkasvillisuuden vaikutuksista hulevesiin ei juuri ole tehty, mutta rakennuksen seinäpinta-alahan voi olla monikertainen katon pinta-alan nähden. Viherseiniin sadevesi imeytyy tehokkaasti ilmasta vain tuulisella ja sateisella säällä, jolloin vesi osuu enemmän seinään. (Peck 1999, 28.) Hulevesien määrään voidaan vaikuttaa viherseinillä vain, jos kattovedet ohjataan niiden kasvualustaan ja ainakin osan vedestä imeytyä kasvien käyttöön. Vaikutusten pitäisi olla samaa luokkaa kuin viherkatolla. Maahan asti valuva vesi voitaisiin varastoida maanalaisiin säiliöihin ennen kuin se ehtii saastua. Näiden säiliöiden vettä voitaisiin myös käyttää kasteluvetena myös kuivempina kausina. Viherseinille asennetaan yleensä kastelujärjestelmä, mutta ensisijaisena kasteluvaihtoehtona pitäisi olla kattovesi, ja liitäntä vesijohtoverkostoon toimisi vain varajärjestelmänä.

3.3 Biodiversiteetti

Viherseinät lisäävät kaupunkien ekosysteemien biodiversiteettiä tarjoamalla elintilaa, pesänrakennusmateriaaleja ja ravintoa erilaisille eliöille kuten hyönteisille ja linnuille. Yksittäisessä kerrostaloyhtiössä sisäpihan monipuoliset istutukset voivat tuoda perhoset, linnut ja oravat pihapiiriin. Lontoon Canary Wharfin viherkatolta löydettiin 59 hämähäkkilajia, joista osa oli harvinaisia, ja osa havaittiin ensimmäistä kertaa Lontoon alueella. (Earth Pledge Foundation 2005, 19.) Edellisissä kappaleissa mainittuihin ongelmiin puuttuminen myös vaikuttaa positiivisesti monimuotoisuuteen, sillä puhdas ympäristö on eri eliöille nykyistä kaupunkitilaa mieltäisempi.

Kasvivalinnoilla on vaikutusta kehittyvään ekosysteemiin. Kun sveitsiläisen sairaalan katolle rakennettiin vihreä katto, havaittiin, että kasvillisuudella voidaan vaikuttaa katolla levähtävien muuttolintujen lajiin. Kattokasvillisuudella voidaan siis haluttaessa tukea vaarantuneiden lajien säilymistä. (Earth Pledge Foundation 2005, 98.) Samaa tekniikka voidaan soveltaa viherseinissä. Marjoja ja energiapitoisia siemeniä tuottavat kasvit

houkuttelevat lintuja ja mesipitoiset kukat vetävät puoleensa perhosia ja pölyttäjiä.

Erityisesti Suomen luonnonkasvit tukevat kaupunkien ekosysteemejä, joista voi kehittyä hyvinkin monipuolisia. Suomessa niitty- ja ketokasvit ovat ryhmiä, jota voisi suosia kasvivalintoja tehtäessä. Ne soveltuvat pieneen kasvualustaan, ja niiden luonnollinen elintila on pienentynyt jo vuosikymmeniä. Paikallista maa-ainesta käyttämällä taas saadaan mukaan osa siemenpankista ja mikrobeista (Dunnet & Kingsbury 2008, 46). Kokeilun arvoista olisi myös niittykasvien suora kylvö seinämoduuleihin ja esikasvatus tasamaalla ennen asennusta seinälle. Lajisto muotoutuisi siis omilla ehdoillaan ja muistuttaisi luonnonniittyä.

Alueiden rakentaminen katkoo monesti yhteyksiä ekosysteemien välillä. Viherseiniä voidaan käyttää myös eri viheralueiden linkittämisessä toisiinsa sekä liittämään kaupunkiympäristön kasvit ympäröivään luontoon. Puistojen ym. yhdistäminen toisiinsa luo lisää elintilaa erityisesti liikkuvammille lajeille. (Dunnet & Kingsbury 2008, 44–45.) Tällaisten suurten viherkäytävien rakentaminen kaupungeissa vaatii monen tahon yhteistyötä ja suuria asennemuutoksia yhteiskunnalta. Realistisempi tavoite lähitulevaisuudessa on saada useampia viherseiniä vierekkäin, jolloin muodostuu yksi iso elinympäristö useiden pienempien sijaan.

3.4 Kustannusvaikutukset

Viherseinästä koituu omistajalle luonnollisesti jonkin verran asennus- ja ylläpitokustannuksia viherseinän rakenteesta ja kasvillisuudesta riippuen. Oikean rakenteen valitseminen onkin ensiarvoisen tärkeää. Aiemmissa luvuissa mainittiin jo viherseinien mahdollisuuksia, joilla säästää yhteisiä varoja mm. viemäröinnissä, jäähdytyslaitteiden käytössä sekä terveydenhoitokuluissa. Viherseinät ovat kiinteistön omistajallekin kannattava sijoitus, sillä niiden käyttö laskee rakennuksen ylläpitokustannuksia, jolloin viherarkkitehtuurin aiheuttamat menot voidaan saada vuosien saatossa takaisin korkojen kanssa.

Viherkattojen on todettu pidentävän kattojen korjausväli jopa kaksinkertaiseksi. Ne suojaavat kattopintaa UV-säteilyltä sekä pitävät lämpötilan tasaisempana, jolloin vältytään voimakkaalta lämpöliikkeeltä ja materiaali pysyy vedenpitävänä pidempään. Seinäkasvillisuus suojaa yhtäläillä pystysuoria pintoja säteilyltä. Lehdistö myös varjelee pinnoitetta haposateilta ja saasteilta (Peck 1999, 17). Usein pakokaasut ja pöly aiheuttavat vaaleille pinnoille tummentumia, jotka olisi pestävä tai maalattava piiloon.

Seinäkasvillisuus voi toimia myös eristeenä, joka pitää sisälämmön tasaisempana. Erityisesti kesällä viherseinä estää lämmön johtumista seinärakenteen kautta sisätiloihin, koska auringon säteily ei osu suoraan rakennukseen. Alhaisempi sisälämpötila merkitsee säästöjä jäähdytyslaitteiden energiankulutuksessa. Jo aurinkoisimman seinustan verhoaminen kasvillisuudella viilentää sisäilmaa, mutta vaikutus tehostuu peitetyn seinäpinnan kasvaessa. (Dunnet & Kingsbury 2008, 68–72.)

Liun ja Baskaran (2003) mukaan Enviroment Canadan tekemässä tutkimuksessa Torontossa havaittiin, että kesän jäähdytyskustannukset laskivat 25 % yksikerroksisessa rakennuksessa viherkattoa käyttämällä. Viherkatto vähensi ilmastointikuluja huhtikuusta syyskuuhun. Koska kattopintaa kohdistuu enemmän lämpösäteilyä kuin seiniin, voidaan prosenttiosuutta pitää viherseinien kohdalla vain viitteellisenä. (Dunnet & Kingsbury 2008, 73–74.) Lisätutkimusta siis tarvitaan ja myös viherseinän viilentävää vaikutusta suhteessa rakennuksen korkeuteen ja kerros-pinta-alaan nähden pitää tutkia. Jos talo on korkea, onko yhden seinän verhoaminen tehokkaampaa kuin kattokasvillisuus?

Samaisessa tutkimuksessa käytetyllä 10 cm paksulla heinäkatolla ei ollut merkittävää vaikutusta talven lämmityskustannuksiin. Suomen talvi on samankaltainen kuin Torontossa, joten jäätyneen kasvualustan eristyskyky ei ole yhtä hyvä kuin kesällä. Talvieristystä voidaan tehostaa käyttämällä paksua kasvualustaa ja valitsemalla oikeanlaisia kasveja. Kasvien rakenteen tulee talvella jättää lumen alle paljon ilmataskuja, joten ikivihreät ja hyvin tiheäoksaiset kasvit ovat suositeltavia. Myös seinän rakennetyypillä on vaikutuksia eristykseen. (Dunnet & Kingsbury 2008, 73–74.)

Säästöjä voidaan tehdä jo rakennusvaiheessa, jos viherseinän käyttö on jo tuolloin suunnitelmassa. Lopputulos on parempi, kun rakennuksen yksityiskohtia voidaan vielä muokata viherseinälle soveltuvammaksi. Ilmastointirakenteet ja eristys voidaan mitoittaa pienemmiksi ja peittyvä seinäpinta voidaan verhoilla huokeammalla materiaalilla. (Dunnet & Kingsbury 2008, 68–77.)

3.5 Melusaaste

Suurin melun lähde kaupungeissa on liikenne. Asuttaville alueille on asetettu suurimmaksi sallituksi äänenvoimakkuudeksi 55 desibeliä. Vilkkaasti liikennöidyillä alueilla tämä aiheuttaa suuria kustannuksia rakennusten äänieristyksessä. Tämä ei kuitenkaan laske katutilan äänenvoimakkuuksia. Autojen äänenvaimennustekniikat ovat kyllä kehittyneet huomattavasti, mutta samalla autoilu on lisääntynyt niin paljon, että melun määrä on todellisuudessa kasvanut. (Laine & Ellonen 2004.)

Melusaaste vaikuttaa suoraan asukkaiden viihtyvyyteen. Kommunikointi toisten ihmisten kanssa vaikeutuu, ja kaupunkitila tuntuu rauhattomalta. Jatkuva melulle altistuminen aiheuttaa stressitasojen nousua, nukahtamis- ja keskittymisvaikeuksia sekä aloitekyvyttömyyttä. Nämä vaikuttavat voimakkaasti suorituskyvyn alenemiseen, ja monien sairauksien riski kasvaa. (Jauhiainen, Vuorinen & Heinonen-Guzejev 2007, 59–61)

Kaikkea melua ei voida kaupungeista poistaa, mutta osa kyllä. Kaupunkiympäristön kovat pinnat heijastavat ääniaaltoja tehokkaasti, jolloin äänet voivat kimpoilla pinnasta toiseen ja synnyttää kaikuna tunnetun ilmiön. Kaikuminen lisää melusaastetta, sillä se nostaa nk. taustamelun määrää. Voimakkaat kolahtavat äänet voivat myös tuntua kuulijasta monta kertaa todellista äänekkäämmiltä, kun ääniaallot kimpoilevat kovista pinnoista kuuloelimiin. (Jauhiainen, Vuorinen & Heinonen-Guzejev 2007, 10–14.)

Viherseinät ovat mainio keino torjua juuri kaikumista, sillä ne vievät vähän tilaa ja sopivat kaupunkiympäristöön. Kasvien lehdistöt absorboivat ääntä ja näin vähentävät ääniaaltojen kimpoilua. Absorptio-määrä riippuu käytetyn kasvilajin tekstuurista ja peittävydestä. Talvisin tätä vaikutusta ei kaikilla kasveilla ole. Viherseiniä on todettu vaimentavan myös rakennuksen sisäpuolelle kulkeutuvaa melua. Tällöin äänieristeenä toimii kasvualusta, jonka paksuus vaikuttaa vaimennuksen voimakkuuteen. Vaikutus kuitenkin kumoutuu, jos ikkunoissa on huono äänieristys. (Dunnet & Kingsbury 2008, 67.)

3.6 Viihtyisyys

Luonnon tuominen osaksi kaupunkia ei ole itseisarvo. Kasvillisuudella on kuitenkin todettu suoria vaikutuksia asukkaiden elämänlaatuun. Alueet, joilla on kasvillisuutta, koetaan viihtyisämmiksi, turvallisemmiksi, rentouttavammiksi ja visuaalisesti miellyttävämmiksi kuin istuttamattomat alueet. Merkittävimpiä havaintoja ovat stressin väheneminen ja potilaiden toipumisaikojen lyheneminen. (Earth Pledge, Green roofs 2005, 20.)

Viherseinät ovat Euroopassa suosittu keino saada yhtiöiden rakennukset erottumaan muista. Tällä on myös vaikutusta yhtiön imagoon. Seinäkasvillisuutta on istutettu myös moniin paikallisesti merkittäviin rakennuksiin, mm. museoihin, alikulkutunneleiden suulle, kauppakeskuksiin ja kaupungintaloihin. Vihreät seinät nostavat rakennuksen ja koko alueen arvoa, sillä ne viestivät laadusta sekä ympäristötietoisuudesta. Erityisesti Tokiossa tähän on kiinnitetty huomiota ja suurille alueille on rakennettu vihreitä kattoja ja seiniä, jotta alueen arvo saataisiin kohoamaan. (Earth Pledge, Green roofs 2005, 20.)

Rakennetut alueet, erityisesti kerrostalovaltaiset, ovat Suomessa harvoin silmiä hivelevä näky. Erittäin vanhojen sekä aivan uusien rakennusten arkkitehtuuri, johon on selvästi panostettu, tuo miellyttävää vaihtelua ja paikallisilmettä kaupunkikuvaan. Suurin osa rakennuskannasta on kuitenkin laatikkomaista ja mielikuvituksetonta. Ongelmana ovat usein myös peilastusteiden ja nostopaikkojen muodostamat suuret kovat pinnat, joilla istutusmahdollisuudet ovat hyvin rajattuja kantavuusvaatimuksista johtuen.

Vihreää arkkitehtuuria lisäämällä kaupunkiympäristöön saadaan vaihtelua ja vanhempienkin rakennusten julkisivut saavat aivan uuden ilmeen (Kuva 3). Potentiaalisia käyttökohteita eivät ole vain kaupunkien kuumimmassa ytimessä sijaitsevat asuin- ja toimistorakennukset. Viherseinät ovat yhtä suositeltavia lähiöiden yksityistaloihin kuin julkisiinkin rakennuksiin. Muita sopivia käyttökohteita, joilla voidaan lisätä ympäristön kiinnostavuutta, ovat erilaiset muurit, alikulkutunnelien seinät, vesitornit ym. kovat pystysuorat pinnat. (Hirvonen 2010; Dunnet & Kingsbury 2008, 79–86.)



Kuva 3 Ennen ja jälkeen -kuva katutilasta: Viherseinillä voidaan tehdä ympäristöstä mielenkiintoisempi ja viihtyisämpi viemättä muuhun käyttöön tarvittavaa tilaa.

3.7 Lähiruoka

Lähiruoka on myös ajankohtainen aihe ja erityisesti kaupunkiviljely. Ihmisiä kannustetaan paitsi suosimaan paikallista pientuotantoa myös kasvatamaan hyötykasveja itse. Viherseinät ja -katot ovat tässä avainasemassa. Näillä tekniikoilla voidaan perustaa hyötypuutarhoja, jotka eivät kilpaile tilasta muun rakentamisen kanssa. Seinäpuutarhan etuna on myös parempi ergonomia, kun hoitotöitä ei tarvitse tehdä kumarassa. Kompakteina pakketeina pystysuorat hyötykasvipuutarhat sopivat hyvin myös terapiapuutarhoiksi erilaisiin hoitolaitoksiin sekä kouluihin muistuttamaan, mistä ruoka todella tulee kaupan hyllylle (Irwin 2008).

Taulukko 1 Tiivistelmä viherseinien vaikutuksista

Ilmanlaatu	<ul style="list-style-type: none">• kaupunkisaarekeilmiön lieventyminen• hiilidioksidin sitoutuminen, hapen tuotanto• pienhiukkasten vähentyminen
Hulevedet	<ul style="list-style-type: none">• tulvapiikkien tasoittuminen• viemärien kapasiteetin riittävyys• vesistöjen saastuminen• haposateiden vaikutusten lieventyminen
Biodiversiteetti	<ul style="list-style-type: none">• elintilaa eri lajeille• ravinto, suoja• vaarantuneet lajit• kasvillisuusalueiden linkittäminen
Rakennusten ylläpitokustannukset	<ul style="list-style-type: none">• ilmastointitarpeen vähentyminen• seinäpinnan suojaus
Viihtyisyys	<ul style="list-style-type: none">• taustamelun vähentyminen• turvallisuuden kokeminen• stressin lievitys• kaupunkitilan esteettisyys
Muut vaikutukset	<ul style="list-style-type: none">• terveydenhuollon kustannukset• lähiruoan viljely

4 SEINÄRAKENNE

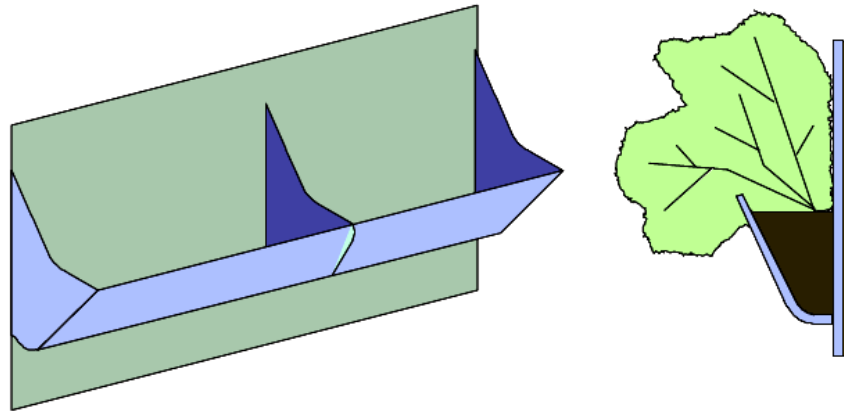
Viherseinän kasvualusta voidaan asentaa suoraan seinäpintaa vasten, mutta suositeltavaa on rakentaa metallinen runko, johon kasvualusta kiinnitetään. Tällöin ilma pääsee kiertämään rakennuksen ja kasvualustan välissä, ja kosteusvaurion todennäköisyys pienenee huomattavasti. Suositusväli on 10 cm ja välin on syytä olla auki ylhäältä ja mielellään alhaaltakin, jotta ilma varmasti kiertää. Rungon on syytä olla ruostumatonta terästä tai vastaavaa, koska sitä on myöhemmin vaikea huoltaa kasveja vahingoittamatta. Kevyt materiaali mahdollistaa useampia käyttökohteita. Rungon ja kasvualustan väliin on suositeltavaa asentaa vettä läpäisemätön taustalevy, jotta kasvien juuret eivät läpäise.

Koska kasvualusta on hyvin rajattu, kastelujärjestelmä on kasvien menestymisen varmistamiseksi välttämätön. Suositeltavaa on varastoida ja hyödyntää kattovesiä kuten jo aiemmin todettiin. Kaikki kasvien tarvitsemat ravinteet on lisättävä kasteluveteen. Ylimääräinen kasteluvesi voidaan kerätä talteen ja käyttää uudelleen, mutta tällöin on tarkkailtava, että kasvualustaan ei kerry haitallisia määriä suoloja tai kalkki tuki kastelujärjestelmiä.

Viherseinät voidaan jakaa kolmeen rakennetyyppiin käytetyn kasvualustan perusteella: irtonainen, mattomainen ja kiinteä kasvualusta. Jokainen kasvualusta vaatii hieman erilaisen rakenteen toimiakseen. Lisäksi eroja on asennus- ja ylläpitokustannuksissa sekä käytettävien kasvien valikoimassa. (Blanc 2008, 97–99.) Kestäviin materiaaleihin on syytä kiinnittää huomiota, jotta viherseinä olisi pitkäikäinen eikä romahdusvaaraa olisi. Kosteudenkestävyyden ja ekologisuuden lisäksi Suomessa on lisähaasteena kovat pakkaset, jotka kastelujärjestelmien, kiinnitysmenetelmien ja kasvualustasäiliöiden täytyy kestä. Paloturvallisuus on myös muistettava materiaallivalinnoissa, jos tehdään suuria pintoja tai seinäistutuksia kerrostaloihin.

4.1 Irtonainen kasvualusta

Kasvualustan materiaali on yleensä multaa, turvetta tai muuta orgaanista materiaalia, joka pakataan pussimaisiin, rullattuihin tai kirjekuorimaisiin tekstiili- tai muovitaskuihin, jotka ovat yhteydessä toisissaan ja kiinnitetty metallirunkoon (Kuva 4). Myös erilaiset laatikot ym. ovat mahdollisia. Taskujen materiaalina ovat usein kookoskuitumatto tai synteettiset kankaat. (Loh 2008, 2.)



Kuva 4 Kaavakuvassa on esitetty tyypillinen kirjukuorimallinen rakennetyyppi. Taskuja voi olla useammassa kerroksessa. Pidemmälle kehitetyissä malleissa on ulompana vettä pitävä kerros ja sisäpinta kosteutta imevää materiaalia.

Ongelmana tässä tyypissä on yleensä kasvualustan valuminen kasteluveden mukana sekä juurten kasvaminen kastelujärjestelmään. Taskujen koosta ja kasvilajista riippuen kasvualustaa joudutaan lisäämään vuosittain tai jopa vaihtamaan kasvualusta kokonaan. Repeämät ovat myös melko tavallisia. Hoitorytmin mukaan on syytä harkita, kannattaako taskuissa käyttää maatuvaa materiaalia vai halutaanko samoja käyttää useamman kerran. Kasvivalinnat on myös tehtävä tätä silmällä pitäen.

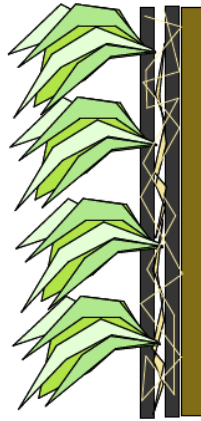
Irtonainen kasvualusta sotkee ympäristöä kulkeutuessaan veden ja tuulen mukana. Tämä viherseinätyyppi onkin syytä sijoittaa seinälle, jota vasten on matala istutusryhmä. Ylimääräinen kasteluvesi ja sen mukana kulkeutuva aine ohjataan valumaan istutusalueelle, jolloin vältytään sotkulta kävelyreiteillä. Kasteluveden kierrättäminen systeemissä useaan kertaan on hankalaa, koska vesi vaatisi perusteellisen puhdistuksen ennen tihkuletkuihin pumppaamista.

Taskuilla toteutettu viherseinä on nopea tehdä, mutta se ei ole ainakaan monivuotisten kasvien kannalta ihanteellinen kasvuympäristö. Koska toteutustekniikka on perin yksinkertainen, parhaat sovellusmahdollisuudet voisivat olla kesäkukkien tai hyötykasvien istutuksessa seinille, jolloin saadaan helposti näyttävyyttä ja väriä koko kesäksi. Taskut voitaisiin ottaa talveksi alas seinältä ja tyhjentää tai heittää kompostiin materiaalista riippuen. Tällöin ei tarvitsisi huolehtia kasvien menestymisestä tai ulkonäöstä Suomen pitkässä talvessa. Viherseinätyypeistä tämä on yksityiselle asiakkaalle helpoimmin markkinoitava vaihtoehto.

4.2 Mattomainen kasvualusta

Erityisesti Patrick Blancin tunnetuksi tekemä rakennetyyppi, jossa ei periaatteessa ole kasvualustaa vaan pelkkä kuori. Kasvit istutetaan taustalevyyn kiinnitettyyn mattoon, joka on valmistettu vettä pidättävästä materiaalista. Kangaskerroksia on kaksi ja kasvi istutetaan niiden väliin rei'ittämällä ulompi kangas (Kuva 5). Blanc itse käyttää kankaana kierrätetty polyamidikuitua ja on patentoinut menetelmän näillä materiaaleilla.

Rakennetta voi jäykistää pvc-kalvolla tai vastaavalla kevyellä, mutta kestäväällä, materiaalilla. Kastelujärjestelmän suuttimet sijoitetaan vain seinän yläreunaan, josta veden on tarkoitus valua alas asti. (Blanc 2008, 97–103.)



Kuva 5 Istutus tapahtuu työntämällä kasvin juuret kankaiden väliin. Juuristo kehittyy siellä ja jopa kasvaa kankaiden pinnalle.

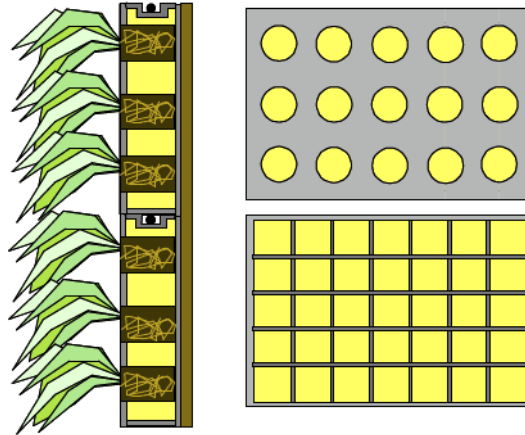
Ohut kangas on kevyin viherseinätyyppi, mutta se vaatii säästävää riippuen lähes päivittäistä kastelua. Ohjeellinen kasteluväli on 3 minuuttia kolmesti päivässä. Kasvualustana matto on hyvin happipitoinen, jolloin mikrobitoiminta tehokasta ja kuolleiden kasvinosien maatuminen nopeaa. Erityisesti tässä rakennetyypissä kannattaa suosia jyrkillä ja pystysuorilla pinoilla kasvavia kasveja, jotka ovat tottuneet rajoittuneeseen kasvualustaan. Siten ylläpidon tarve vähenee huomattavasti. (Blanc 2008, 97–103.) Istutus on työlästä, sillä juuripaakuista on poistettava multa, tai käytettävä paljasjuurisia taimia, ja istutus tehtävä valmiille seinäpinnalle rei'ittämällä kangasta. Kiinnitysongelmien välttämiseksi taimikoko ei voi myöskään olla kovin suuri. Tekniikan etuna on kuitenkin vapaa kasvupinta-ala, jossa erilaiset reiät ja verkot eivät rajoita luontaista leviämistapaa.

Ainut tapa uusien kasvustoa on vaihtaa huopa ja kasvit sen mukana alue kerrallaan. Kangas on herkkä ilkeille. Maatumattomilla kankailla toteutettuna seinä voi kuitenkin kestää yli 10 vuotta ilman uusimisen tarvetta. Tällä tekniikalla on toteutettu monipuolisia viherseiniä ympäri maailmaa. Osa on yli 30 m korkeita ja maailmankuuluja. Madridissa sijaitseva Caixa Forum-museon viherseinä on n. 600 m² ja sen suunnittelijana on Patrick Blanc. (Blanc 2008, 100–103, 179.) Menetelmän toimimisesta Suomessa ei ole tietoa ja paikallisia kokeiluja tarvitaan. Riski paljaana olevien juurien paleltumiseen on suuri.

4.3 Kiinteä kasvualusta

Kiinteä kasvualusta on usein kivivillaa tai muuta huokoista, vettä sitovaa ja muotonsa säilyttävää materiaalia, jonka käyttöikä on pitkä. Kasvualusta pakataan erimallisiin laatikoihin, moduuleihin, joissa on istutusreiät (Kuva 6). Laatikot ovat usein muovia, mutta Suomen ilmastossa ainoita varmasti kestäviä materiaaleja ovat korroosioikäsitellyt metallit. Istutustöiden jäl-

keen moduulit kiinnitetään runkoon. Tämä on rakennetyypeistä painavin, ja kevyimmillä muovilaatikoillakin painoa kertyy yleensä noin 60 kg/m². Moduulivalmistajia on maailmalla jo useita, ja erityisesti Japanissa kehitetään jatkuvasti uuden tyyppisiä ratkaisuja. Kastelujärjestelmä ja kiinnitystekniikka voivat siis vaihdella paljonkin. (Biotecture 2010.) Moduulin paksuus vaikuttaa talvehtimiseen ja Kanadassa on käytetty jopa 20 cm paksua moduulia. (Green Roofs for Healthy cities GRHC 2008)



Kuva 6 Vasemmalla on leikkauskuva perusmoduulista. Moduuli voi olla edestä rei'itetty tai verkotettu.

Kasvuston uusinta tarvittaessa on melko helppoa, koska se voidaan tehdä moduuleittain. Etuna on myös mahdollisuus tehdä istutustyö pöydällä jo ennen moduulien nostamista seinälle. Työn nopeuteen vaikuttavat huomattavasti istutusreikien ja taimien koko. Useimmissa malleissa kasveille on varattu melko pienet reiät, joten rikkaruoho-ongelmaa ei juuri ole, mutta tällöin monet perennat eivät pääse leviämään luontaisella kasvutavallaan. Metallisesta reiästä voi muodostua puuvartiselle kasville jopa kiristävä ”kauluri”. Metallia jää myös helposti näkyviin, kun kasvit ovat vielä pieniä sekä talvella. Ulkomailla markkinoilla on myös moduuleita, joissa etusivu on verkkoa tai muuta vastaavaa materiaalia, joka sallii kasveille luonnollisemman kasvutavan.

Kivivilla valmistetaan yleensä basaltista ja sen perinteisempi käyttö on rakennusten eristeinä. Kasvualustaksi tarkoitettu kivivilla on jätetty ilman vettä hylkivää öljykäsittelyä ja sen rakenteesta on tehty kovempi. Materiaali on Suomessakin paljon käytetty: kasvihuonetuotannossa kasvualustana ja viherrakennuksessa salaojana. Sillä on monia etuja muihin kasvualustoihin nähden. Toisin kuin orgaanisilla materiaaleilla kivivillan ravinnepitoisuudet voidaan säätää tarkalleen. Lisäksi kivivilla sitoo tehokkaasti vettä ja vapauttaa sitä kasveille sopivalla tahdilla. Se on myös alustana inaktiivinen eli siihen ei pelkisty haitallisia aineita. Materiaali ei myöskään maadu tai valu pois kastelueden mukana vaan säilyttää muotonsa. (Grodan 2011.) Viherseinälle materiaali sopii erityisen hyvin keveytensä takia.

Taulukko 2 Vertailu kasvualustojen eduista ja heikkouksista

	EDUT	HEIKKOUEDET
Irtonainen kasvualusta	+ edullinen + yksinkertainen perusrakenne + uusiminen vaivatonta + sopii yksityisille asiakkaille + käytännöllinen yksivuotisille kasveille	– kasvualustan kulkeutuminen – lyhytikäinen – pullistumat/repeämät
Mattomainen kasvualusta	+ erittäin kevyt + pitkäikäinen + vapaa kasvupinta	– työläs korjata ja uusia – istutus työlästä ja hidasta – vaatii paljon kastelua
Kiinteä kasvualusta	+ istutus ennen seinälle asennusta + nopea uusia + eniten kasvualustaa + pitkäikäinen + rikkaruoho-ongelma vähäinen	– painava – mahdolliset kaulurit

5 SUUNNITTELU

Viherseinän rakentaminen on hyvä olla tiedossa jo rakennusta suunniteltaessa, jolloin rakenteissa voidaan huomioida ylimääräinen kuormitus, seinän pinnoitustarve, ilmastointijärjestelyt ja kastelujärjestelmät. Tilan tarve on myös huomioitava ja tulevaa ylläpitoa voidaan helpottaa suunnitteluvaiheen ratkaisuilla. Viherseinä myös muuttaa rakennuksen arkkitehtonisen kokonaisuuden aivan toisenlaiseksi, ja kokonaisuuden kannalta olisi parasta, että arkkitehti ainakin kommentoisi viherseinäsuunnitelmaa. On mahdollista liittää viherseinä myös vanhempaan rakennukseen, mutta tällöin rakennuksen ominaisuudet voivat rajoittaa seinän toteutusmahdollisuuksia paljonkin. (Loh 2008, 1.)

Seinämaalilla on suuri merkitys viherseinää suunniteltaessa. Huokoiset materiaalit kuten kevytharkkoseinät vaativat erittäin hyvät, seinään syvälle tehtävät, kiinnitysmenetelmät, jotta viherseinä olisi turvallinen. Kiinnityksen merkitys korostuu viherseinän korkeuden ja massan kasvaessa. Puuseinä taas on muita alttiimpi kosteusvaurioille. Suurin ongelma niiden kohdalla on kuitenkin kantavuus, eikä viherseinän rungon kiinnittäminen pelkkään verhoukseen riitä takaamaan seinän turvallisuutta.

Kun kohteeseen sopiva rakennetyyppi on valittu, voidaan alkaa suunnitella seinän kokoa ja ulottuvuuksia. On erittäin tärkeää sovittaa seinä rakennuksen arkkitehtuuriin ja huomioida ylläpitoresurssit. Hyvä sijainti ja katseletäisyys asettavat vaatimuksia seinän ulkonäölle, ja siisteysvaatimus voi olla suuri. A-tikkaiden ja työpukkien käyttö ylläpitotöissä on tulkinnanvaraista. Työskentelykorkeuden kasvaessa seinä pitäisi huoltaa kaiteellisilta telineiltä tai nostimilta ja aivan korkeimmat seinät ylhäältä päin laskeutamalla.

Kasvivalikoima myös vaikuttaa paljon ylläpitokuormaan. Suurien pensaiden oksia on leikattava vuosittain, eikä niitä saa päästää venähtämään liikaa, jotta painopiste pysyisi lähellä seinää. Tuulen voima on myös yllättävän suuri ja se voi suuriin pensaisiin tarttuessaan romauttaa viherseinän. Rikkaruoho-ongelmaa voidaan torjua etukäteen istuttamalla kasveja noin 30 kpl/ m² (Blanc 2008, 102).

Viherseinät ovat Suomessa vielä uutuus eikä kokemusta niiden rakentamisesta tai suunnittelusta juuri ole. Yllättäviä kustannuksia tai ongelmia voi tulla useitakin. Tämän seurauksena viherseinien rakennuttaminen sisältää tällä hetkellä pienen riskin niin suunnittelijalle, tilaajalle kuin rakennuttajallekin. Seinä voi olla rahallisena panostuksena melkoinen, joten tuloksen on oltava tilaajaa tyydyttävä. Suurin osa ongelmista voidaan eliminoida jo suunnitteluvaiheessa (Taulukko 3). Suunnittelijan määrittämä huoltorytmi tukee viherseinä kauniina pysymistä takuu-ajan jälkeenkin. Ilkivallan mahdollisuus on myös huomioitava suunnitteluratkaisuissa. Ankarat ilmastot asettaa omat haasteensa, mutta tuskin estää viherseinien yleistymistä, sillä Kanadan melko vastaavassa ilmastossa viherseinät ovat menestyneet hyvin.

Taulukko 3 Alla on suunnittelijan tarkistuslista viherseinien suunnittelutyöhön. Lista auttaa myös neuvoteltaessa eri alojen asiantuntijoiden kanssa, jotka eivät tunne viherseinätekniikkaa.

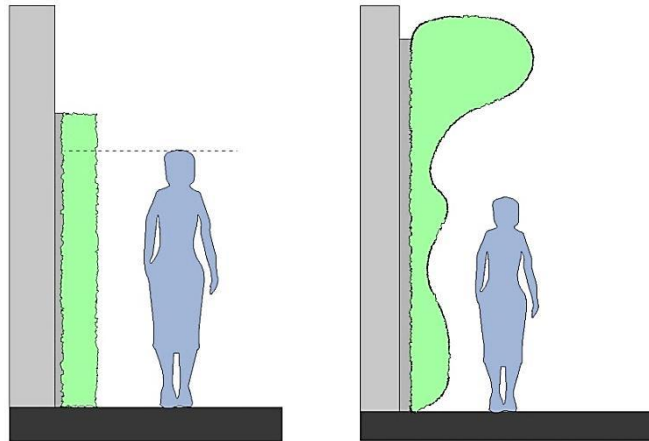
ONGELMA	SUUNNITTELIJAN HUOMIOITAVA
Seinäpinnan vauriot/repeämät/henkilövahingot	<ul style="list-style-type: none"> • Onko seinän kantavuuslaskelmat tehty? → Onko rakenne riittävän tukeva ja kestävä? • Soveltuuko seinämateriaali kiinnitykseen? • Onko lumen ja tuulen vaikutus huomioitu?
Kosteusvauriot	<ul style="list-style-type: none"> • Onko rakennuksen ja viherseinän kasvualustan välissä 10–20 cm tilaa? • Minne kasteluvedet menevät rakennuksen juurelta?
Suuri vedenkulutus	<ul style="list-style-type: none"> • Käytetäänkö sade- vai johtovettä? • Ovatko valitut kasvit paikalle sopivia?
Kasvikuolemat (myös taulukko 4)	<ul style="list-style-type: none"> • Soveltuvatko kasvilajit ääriolosuhteisiin tai onko niistä ennestään kokemusta? • Onko lajivalikoima monipuolinen?
Kasvien suuri hoidon tarve	<ul style="list-style-type: none"> • Kasvavatko kasvit liian suuriksi? • Tekevätkö ne juurivesoja? • Leviävätkö ne aggressiivisesti?
Rikkaruohot	<ul style="list-style-type: none"> • Onko taimia tarpeeksi: n. 30 kpl/m²?
Ylläpito	<ul style="list-style-type: none"> • Onko seinän vieressä työtilaa? • Tarvitaanko nostinta? Mahtuuko se? • Joudutaanko seinä huoltamaan ylhäältä laskeutumalla? • Onko huoltorytmi määritelty?: rakenteiden tarkastus, kasvien kunto, kastelujärjestelmä
Roskaaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Onko lajeilla sotkevia marjoja ym.? • Onko kasvualusta irtonainen? • Kuinka paljon syksyllä syntyy kasvijätettä? Kerätäänkö se pois?

5.1 Tilan luominen viherseinillä

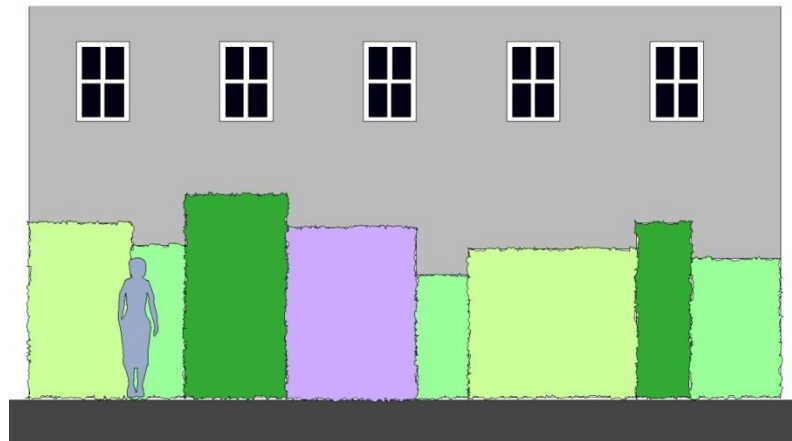
”Kasveilla on eri tekstuureita ja muotoja, joten niiden sijoittelu on kuin maalaamista kasveilla” (L. Corradi, 2010)

Vihreillä seinillä voidaan korostaa arkkitehtuurin parhaita puolia tai peittää ja jakaa liian suuria seinäpintoja. Koko seinän verhoaminen ei ole aina tarpeen halutun tunnelma luomiseksi. Jo pari metriä korkean viherseinän asentaminen muuttaa kadulla kulkijan tilakokemuksen aivan toisenlaiseksi (Kuva 7). Muunnoksia voidaan tehdä yksinkertaisesti kasvivalinnoilla. Kasvilajin koolla on yhtä paljon merkitystä kuin sen värityksellä, eli suun-

nittelussa huomioidaan myös kasvien ulottuvuus seinästä pois päin. Eri lajeilla ja istutuskuvioilla voidaan luoda loputtomasti erilaisia tiloja.

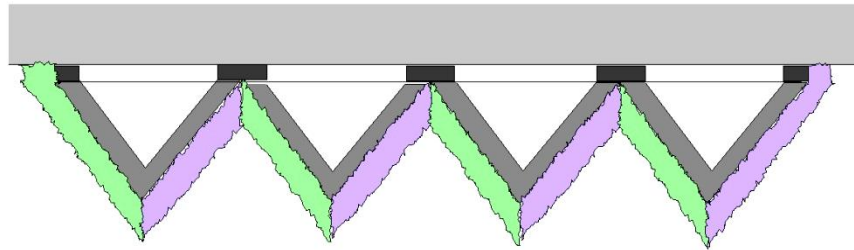


Kuva 7 Yllä vasemmalla: Ihminen kokee tilan omassa mittakaavassaan, joten jo hieman ihmistä korkeampi viherseinä muuttaa tilakokemuksen, eikä seinää tarvitse verhota korkeammalta. Yllä oikealla: Suurten lajien sijoittaminen ylös luo tunteen katoksesta.



Kuva 8 Seinälle on istutettu erivärisiä kasvikaistoja. Ohi kuljettaessa syntyy rytmitys, jonka intensiivisyys riippuu kaistojen leveydestä sekä kulkunopeudesta.

Seinillä voidaan luoda katutilaan tietty rytmitys (Kuva 8), jonka ohikulkiijat kokevat. Blancin mukaan tunne katoksesta voidaan luoda sijoittamalla isompia kasveja ylös ja pienempiä alas (Kuva 7). Tällöin kävelytilaa jää myös enemmän. Tropiikin tunnelmaa taas voidaan tuoda runsaalla lajivälikoimalla. Viherseinään voidaan myös tuoda lisää ulottuvuuksia tekemällä ylimääräisiä kulmia ja syvennyksiä, joita rakennuksessa ei ole. Näin syvyys saadaan tuotua terävämmiin esille kuin käyttämällä isoja kasveja. Seinäpinnan ei tarvitse edes olla rakennuksen suuntainen, vaan erilaiset vinot pinnat ovat mahdollisia, kunhan ne ovat pystysuoria (Kuva 9). Tämä kaikki tietysti vaatii hieman enemmän tilaa, ja veden kulku joka osaan on varmistettava.



Kuva 9 Tukirakenteiden avulla muotoiltu viherseinä esitettynä ylhäältä päin: Muotoa on tehostettu käyttämällä kahta eri kasvilajia. Seinä näyttää toisesta suunnasta lähestyessä vihreältä ja toisesta violetilta. Kaksivärisyys voidaan havaita vasta aivan seinän kohdalla.

5.2 Kasvivalinnat

Viherseinällä kasvit ovat alttiimpia säätiloille kuin maassa kasvaessaan, joten on ensiarvoisen tärkeää valita kasveja, joilla on parhaat edellytykset selvitä seinällä. Hyvä talvehtimiskyky on tarpeen, sillä kasvit joutuvat selviämään ilman maalämmön vaikutusta ja jopa vailla suojaavaa lumipeitettä. Etelä- ja länsiseinustalla taas on kesällä todella kuuma, ja keväällä aurinko saattaa lämmittää viherseinää liikaakin, jolloin kasvuun lähtö tapahtuu liian aikaisin. Toisaalta hallanvaara ei ole korkeammalla yhtä suuri kuin maan rajassa. Monivuotisia käytettävien lajien tulee siis sietää suuriakin lämpötilan vaihteluita. (Liite 1)

Menestymismahdollisuudet paranevat, jos kasvilajin luontainen kasvupaikka muistuttaa jollakin tavalla viherseinää (Blanc 2008, 95). Vuoristossa, kallioilla, rinteillä ja purojen töyräillä luonnostaan kasvavat kasvit ovat siis potentiaalisimpia viherseinäkasveja. Näistäkin lajeista kannattaa suosia luonnollisimpia muotoja, sillä pitkälle jalostetuilla lajikkeilla kestävyysominaisuudet ovat voineet heikentyä jalostuksen keskittyessä kasvin ulkonäköön. Parasta olisi, jos kasvi esiintyisi Suomessa luonnostaan ja olisi siten tottunut ankariin talviin (GRHC 2008).

Viherseinän istutussuunnitelmia tehtäessä ilmansuunta on huomioitava vielä tarkemmin kuin tavallisessa pihasuunnittelussa, sillä kasvuolosuhteet vaihtelevat paljon seinän eriosissa. Alaosa saa vähemmän valoa ja enemmän vettä kuin yläosa. Alas siis istutetaan vähemmän valoa ja kosteamman kasvupaikan tarvitsevia kasveja. Vastaavasti saman seinän yläosa voi olla hyvinkin paahteinen ja tuulinen. Tuulen kuivattava vaikutus lisääntyy aina ylöspäin mentäessä sekä rakennusten kulmien ja kaikenlaisten reunojen lähellä. (Blanc 2008, 102.)

Myös kasvien kasvutapaan on kiinnitettävä enemmän huomiota kuin tasamaalla suunniteltaessa, sillä valo osuu seinään eri kulmasta kuin tasamaalla. Roikkuvat tai kookkaat lajit luovat varjoisia alueita tasaisellekin seinälle. Jos pensaita ei ole tarkoitus leikata, on niiden oltava kooltaan alle 1 metrin korkuisia. Kasvi voi myös näyttää seinällä hyvin erilaiselta kuin tasaisella maalla kasvaessa, joten yllätyksiin kannattaa varautua: hennot kasvit voivat roikkua alaspäin ja tukevavartiset taas kohottautua kohti valoa. Myös niukka kasvualusta vaikuttaa ja suuremmilla lajeilla voi muo-

dostua mitä erilaisimpia kasvutapoja. Muuten kasvilajien istuttamisessa vierekkäin pätevät samat periaatteet kuin tasamaallakin. Yhden lajin istutuksia tulee välttää, sillä homogeeniset istutukset ovat alttiimpia suurille vaurioille kuin monilajiset istutukset.

Kasvien visuaalisista ominaisuuksista tärkein on lehdistön tekstuuri eli lehtien väri, muoto, koko ja pinta. Kukinta toki tuo lisäarvoa, mutta kukinta-aika on lyhyt, ja istutuskuvioiden tulisi erottua koko kasvukauden ajan. Kauniit syysvärit ja marjat, pitävät seinän kauniina syksylläkin, vaikka osa kasveista olisi jo huonomman näköisiä. Rakennuksessa ja ympäristössä käytetyt värit täytyy myös huomioida, jotta voidaan valita sävyyn sopivat kasvit. Tummalla seinäpinnalla kasvit myös erottuvat eri tavalla kuin vaalealla. (Hirvonen 2010.)

Suomen pitkä talvi asettaa haasteensa viherseinän ulkonäölle. Lehdettömät kasvit sekä paljaat istutuskehikot voivat olla sotkuisen näköisiä. Kasvin on oltava oksistoltaan todella tiheä, jotta seinärakenne peittyisi talvellakin. Suunnittelussa talvinen ulkonäkö voidaan huomioida käyttämällä seinässä muutamaa lajia, jolla on talvella erittäin kaunis ilmiasu. Ulkomailla ikivihreät kasvit ovat tärkeä osa viherseiniä ja esimerkiksi japanimarjakuusen menestyminen seinällä olisi kokeilemisen arvoista täälläkin. Ilmastoltaan Suomea lämpimämissä maissa havukasvit sijoitetaan kovan paahteen takia pääasiassa pohjoisseinälle (Blanc 2008, 102). Suuria ja selkeitä istutuskuvioita kannattaa suosia, sillä pienet kuviot tekevät talven ulkoasusta helposti sekavan.

Erilaiset sammalsovellukset ovat myös kokeilun arvoisia, sillä ne sietävät ääriolosuhteita ilman kastelua ja lannoitusta. Tierasammalen peittämiin paneeleihin perustuva tekniikka on kehitetty Japanissa. (Valkonen, Viherkattoseminaari 8.4.2011.) Lehtipensaista kannattaa suosia kasvutavaltaan kauniita, tiheitä tai oksistoltaan kauniin värisiä lajeja. Perennoissa ja heinäissä huomion arvoisia ovat näyttävät siemenkodat. Jouluvalojenkaan mahdollisuutta ei pidä pois sulkea, sillä niillä voidaan ohjata katsetta hie- man pois viherseinärakenteesta.

Taulukko 4 Alla on tarkistuslista istutussuunnitelmien tekoon viherseinillä

Tärkeimmät seikat kasvivalinnoissa

- Onko varjo-/ja tuulianalyysi tehty?
 - Millaiset ylläpitoressurit ovat?
 - Ollaanko pensaita valmiita leikkaamaan?
➔ muutoin alle 1 m korkuisia
 - Onko kasvi todettu kestäväksi tai kasvaako se luonnostaan jyrkällä pinnalla tai pienessä kasvualustassa?
 - Erottavatko kuviot, vaikka kasvit eivät kuki?
 - Roikkuuko joku laji toisten päällä?
 - Miltä seinä näyttää syksyllä/talvella?
-

Jos seinälle halutaan istuttaa kesäkukki, valikoima on todella laaja, sillä lähes kaikki yleiset yksivuotiset kukat menestyvät seinällä. Yksi- ja monivuotisia ei saa istuttaa samalle seinälle, sillä monivuotisten kasvien juuret kärsivät jatkuvasta istutustyöstä. Monivuotisten kasvien väliin voidaan to-

ki istuttaa sipuleita. Kesäkukkaistutuksissa kannattaa suosia nopeakasvuisia lajeja, jotta viherseinän rakenne peittyy mahdollisimman pian. Orgaaninen kasvualusta voi olla tässä tapauksessa käyttökelpoisempi.

Lähes kaikki yksivuotiset ja monet monivuotiset hyötykasvit ovat satoisia viherseinällä. Isot ja syväjuuriset kasvit tarvitsevat syvemmän kasvutilan. (Irwin 2008). Hyötykasvien viljelyssä on oltava järkevä seinää sijoittaessa, jotta saasteet eivät pilaa satoa.

Kasveja, joita on onnistuneesti viljelty viherseinillä (Irwin 2008).

- paprika, chilipaprika
- tomaatti
- kurkku
- kesäkurpitsa
- vesimeloni
- munakoiso
- sipuli
- porkkana
- purjo
- mansikka
- persilja
- salaatti
- basilika
- oregano
- viinisuolaheinä

6 VIHHERSEINÄKOE ENVIRE

Kokeen tilaajana oli Envire, joka on osa VRJ Group:ia, ja siinä tutkitaan kymmenen eri kasvilajin menestymistä Veg Tech Wall -moduuliin istutettuna. Koe oli ensimmäinen laatuaan Suomessa, ja se jatkuu vielä useamman vuoden. Tässä työssä seurattiin seinää vain talven yli kevään kasvuun lähtöön asti eli syksystä 2010 kevääseen 2011. Tutkimuksen tämän osan tavoitteena oli selvittää valittujen lajien talvehtimisestä sekä tarjota kehitysehdotuksia seinän rakenteeseen ja perustamiseen liittyen.

6.1 Tutkimuksen aloituskokous ja kasvilajivalinnat

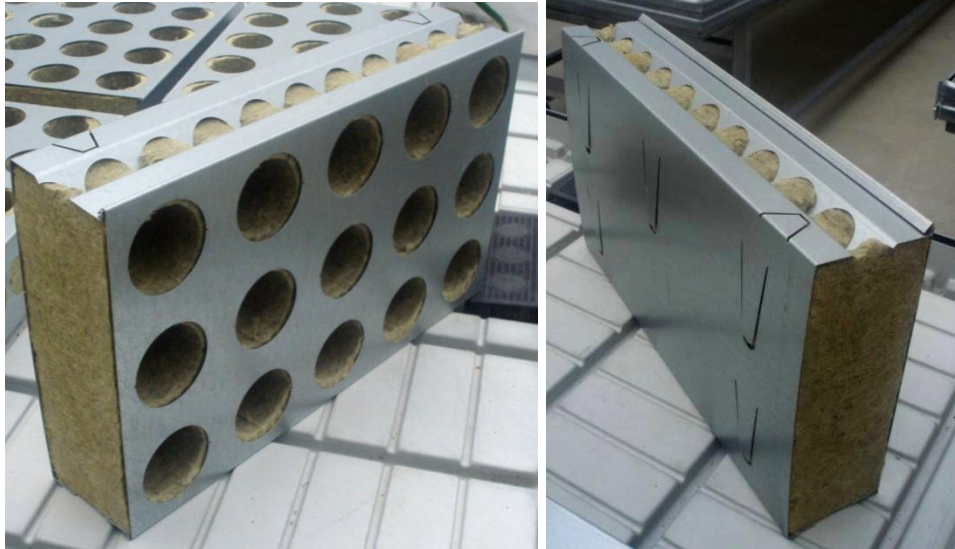
Työssä oli hypoteesina, että ainakin osa taimista paleltuu, mutta käyttökelpoisia lajeja löytyy. Lisäksi seinän alaosan kasvit ovat menestyneet paremmin kuin yläosaan istutetut. Moni alan ammattilainen oli skeptinen kasvien menestymisen suhteen ja oli epäilyksiä, että suurin osa kasveista tai jopa kaikki kuolisivat. Viherseinien rakentamisen suurimpana esteenä tällä hetkellä on tiedon puute ja epävarmuus kasvien menestymisestä Suomen oloissa. Jos tutkimuksella pystytään toteamaan kasvien menestyksensä talvehtiminen viherseinällä, on suurin argumentti viherseiniä vastaan kumottu ja koejärjestelyä voidaan laajentaa useampiin kasvilajeihin.

Aloituskokouksessa 8.9.2010

- valittiin kahdeksan alustavaa kasvilajia ja jätettiin kaksi lajia perennatoimittajan asiantuntijan valittaviksi
- valittiin viherseinän paikka ja koko
- suunniteltiin tuleva rakenne
- sovittiin, että allekirjoittanut hoitaa istutuksen
- istutetut moduulit säilytetään kasvihuoneella
- kastelu lopetetaan termisen kasvukauden loppuessa
- lannoitus aloitetaan vasta keväällä
- mietittiin mahdollisia kosteus- ja lämpömittauksia

Osallistujina olivat allekirjoittaneen lisäksi neljä opettajaa Hämeen ammattikorkeakoulusta sekä Enviren puolesta kaksi edustajaa VRJ Länsi-Suomi Oy:stä. Kasvilajivalinnat päätettiin nopealla vauhdilla yhteistuumin. Kokeen jatko jäi pääasiassa allekirjoittaneen sekä ohjaavien opettajien vastuulle.

Seinämoduuleja on 20 kpl ja ne on kiinnitetty Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan toimipisteen puistohallin seinään, jossa ne muodostavat 1 m x 3 m kokoisin viherseinän. Seinä sijaitsee siis menestymisvyöhykkeellä kaksi. Moduulit ovat mitoiltaan 500 mm x 300 mm x 100 mm ja ne on valmistettu galvanoidusta pellistä (Kuva 10). Niiden etusivulla on 15 istutusreikää, yllä kastelu-ura ja takana pellistä leikattu kiinnityshakanen. Moduulit on täytetty kivivillalla. Laatikko painaa märkänä ja ilman kasveja 15 kg. Yhdelle neliömetrille tulee siis märkänä painoa noin 100 kg.



Kuva 10 Vasemmalla moduuli edestä ja oikealla takaa. Takana erottuvat kiinnityshakaset, joista laatikko ripustetaan runkoon. Päällä näkyy ura kastelujärjestelmälle.

Kasvivalintoja tehtäessä tarkasteltiin erityisesti kasvien talvehtimiskykyä. Seinälle istutetut kasvit eivät hyödy maalämmöstä, eikä rakennetta ole eristetty. Erityisesti peltinen kotelo johtaa kylmyyttä ja taimet ovat erittäin alttiita pakkasille. Pystysuoralla seinämällä tulevan lumisuojan arveltiin jäävän myös huomattavasti vähäisemmäksi kuin vaakasuoralla pinnalla. Kasvualusta on todella rajattu, joten valittujen lajien tulee selvitä vähäisesäkin multatilassa. Perennat toimitti Terolan Taimitarha, ja pensaat olivat Puutarha Tahvoset Ky:ltä. Kaksi perennalajia valitsi Terolan Taimitarhan edustaja.

Joka talvi vaarana on paleltumisvaurioiden lisäksi juurien rikkoutuminen märän kivivillan jäätyessä. Juurivaurioiden minimoimiseksi kastelu suunniteltiin lopetettavaksi termisen kasvukauden päättyessä ja kasvien olisi selvittävä jo imeytyneellä vedellä tai sadevedellä. Kasvivalinnoissa oli siis tarpeellista huomioida myös kuivuuden sietokyky. Viherseinään asennetaan kastelujärjestelmä, joka huolehtii kosteudesta kasvukauden aikana.

Viherseinälle valittiin neljä perennalajia, kaksi heinää ja neljä pensaslajia joilla on edellytyksiä selvitä vaikeista kasvuolosuhteista:

- maahumala
- harmaa-ajuruoho
- rönsyansikka
- kultahanhikki
- metsälauha
- kirjopuntarpää
- lamoherukka
- kurturuusu
- paljakkapaju
- keijuangervo

Kasvilajien tarkempi esittely ja valintaperustelut ovat liitteessä 2.

6.2 Taimien istutus

Taimet istutettiin 1.10.2010, ja jokaista lajia oli 30 kpl eli kaikkia lajeja oli yhteensä 300 kpl. Taimet istutettiin istutussuunnitelman mukaan koeruutuihin (Liite 3). Reunimmaisat kasvit eivät sisälly koeruutuihin, sillä niillä on ankarammat kasvuolosuhteet. Reunoille istutettiin jokaisesta lajista kuusi taimia. Kokeeseen tulee siis taimia mukaan 240 kpl, 24 jokaisesta lajista. Yksi koe ruutu sisältää 3 taimia aseteltuna vinoon (Kuva 11). Koeruutuja on 80 kpl ja kerrannaisia 8.

Koeruudun muodolla pyrittiin jäljittelemään mahdollisia tulevia istutuskuvioita. Aiemmin suunnitelluista vaakaraidoista luovuttiin, koska ylemmän lajin varjostus voi vaikuttaa liikaa alemman lajin kasvuun. Pienemmillä koeruuduilla saadaan samaa lajia myös sijoiteltua paremmin erikorkeuksiin.



Kuva 11 Vasemmalla erottuvat hyvin kolmen kasvin koeruudut, ja oikealla on ensimmäinen kerrannainen istutettu valmiiksi.

Istutustyötä vaikeuttivat istutusreikien pieni koko ja vastaavasti liian suuret taimikoot. Taimitilauksessa ei ollut huomioitu lainkaan istutusreikien kokoa. Kuitenkin reikä oli liian pieni jopa 9 cm:n perennaruukussa kasvatetulle taimelle. Lähes joka kasvin juuria jouduttiin leikkaamaan rajusti ja lähes kaikista pensaista myös oksia. Tämä laski odotuksia kasvien talvehtimisestä entisestään. Taimet istutettiin moduuleihin taimiruukkujen ylimääräisellä mullalla. Kasvualusta ei siis ole enää täysin inaktiivinen.

Taimet jätettiin kasvihuoneelle odottamaan seinälle nostoa, mutta lämpötilan vaihtelut todettiin liian rajuiksi ja moduulit siirrettiin ulos 12.10.2010. Kasvit oli juuri kasteltu samana päivänä ja kastelu jäi viimeiseksi, sillä sateet pitivät kasvualustan hyvin märkänä. Terminen kasvukausi päättyikin 13.10.2010 (Ilmatieteen laitos 2010). Kasvit olivat tässä vaiheessa jo täysin lepotilassa.

6.3 Viherseinän asennus

Tilaaajan järjestämä asennustiimi tuli Lepaalle 26.10.2010. Viherseinä sijoitettiin puistohallin lounaispäätyyn noin metrin päähän rakennuksen kulmasta. Etäisyyttä kulmaan otettiin, jotta viherseinä olisi paremmin suojassa tuulelta. Viherseinä alkaa sokkelin yläreunasta, jotta ilmanvaihto rakenteiden välissä tapahtuu tehokkaasti. Hallin seinämateriaali on kevyt-harkko. Lämpö- ja kosteusmittareita ei seinälle alkuperäisistä suunnitelmista huolimatta saatu.

Ensin seinään tehtiin pystykoolaus kahdella 50 mm x 100 mm painekyllästetyllä laudalla ja yhdellä 50 mm x 50 mm laudalla, joka tuli kahden paksumman väliin (Kuva 12). Runko kiinnitettiin seinään propuilla ja tarttumisessa oli ongelmia seinämateriaalista johtuen. Tämänlaisella rungolla saatiin 5 cm tilaa seinän ja moduulien väliin, jolloin kosteusvaurion riski pienenee. Tosin tilaa olisi saanut olla mielellään 10 cm. Rungon valmistuttua siihen ruuvattiin 20 kpl vaakasuuntaisia lattarautoja moduulien ripustusta varten.



Kuva 12 Seinän asennus on kesken ja tihkuletku on laitettu paikalleen ennen seuraavaa moduulikerrosta. Kuvassa näkyy hyvin myös rungon rakenne.

Moduulit ripustettiin takasivun hakasista lattarautoihin alareunasta aloittaen. Jokaisen kerroksen väliin tuli kappale tihkuletkua. Kun moduulit saatiin seinälle, huomattiin keskimmäisen koolauksen olevan todella heikosti kiinni. Alin moduulirivi myös roikkui hieman, koska sitä ei tukenut alhaaltapain mikään, ja alimpien kerrosten väliin syntyi ikävä rako.



Kuva 13 Valmiiksi asennettu seinä, jonka sivuilla erottuvat tihkuletkujen päät ja rungon osat, jotka peitetään keväällä.

Asennuksen jälkeen seinä jätettiin odottamaan talvea ja kevättä (Kuva 13). Keväällä rakennuksen seinään tehdään läpivienti kastelujärjestelmälle, liitetään tihkuletkut kastelujärjestelmään ja aloitetaan lannoitus. Kastelujärjestelmän valmistuttua runko peitetään pelleillä. Asennuspäivänä kivivilla oli aivan märkää.

Talvi oli hyvin runsasluminen, mutta viherseinään ei juuri tarttunut suojaavaa lumikerrosta. Maassa oleva lumikerros peitti hyvin ohuesti kaksi alinta moduulia, mutta eristävä vaikutus on ollut vähäinen. Seinää ei suojattu pakkaspeitteillä, eikä muuta suojaavaa kasvillisuutta ole. Kasvien ainoa suoja oli siis niiden oma kuollut kasvusto. Vaikka etäisyyttä rakennuksen nurkkaan otettiin, osui pohjoistuuli viherseinän vasempaan reunaan.

Talven 2010–2011 alimpia lämpötiloja Hämeenlinnassa (Ilmatieteen laitos)

- marraskuu – 20 °C
- joulukuu – 28 °C
- tammikuu – 25 °C
- helmikuu – 30 °

6.4 Tulokset

Havainnoinnit viherseinältä tehtiin 23.4.2011 eli hyvin aikaisessa vaiheessa kasvukautta. Kevät oli myös muutaman viikon myöhässä, ja varsinaista kasvua oli havaittavissa ainoastaan lamoherukalla. Niinpä tulosten kirjauksessa kiinnitettiin huomiota nimenomaan merkkeihin kasvien hengissä

olemisesta eli elossa oleviin silmuihin, vihreään jälsikerrokseen ja kasvuun lähteneisiin versoihin. Muutamista lajeista havainnointien teko oli todella vaikeaa. Näissä tuloksissa siis näkyy, mitkä kasvit ainakin olivat tuolloin hengissä (Taulukko 5 ja Liite 4). Osa perennoista voi edelleen osoittautua elossa oleviksi, kun lämpötilat nousevat, ja kasvuun lähtö kiihtyy.

Taulukko 5 Alla on esitetty lajeittain, kuinka monta kasvia todettiin eläväksi 23.4.2011. Taulukossa on myös esitetty talvehtineiden prosentti osuus alkuperäisestä taimimäärästä.

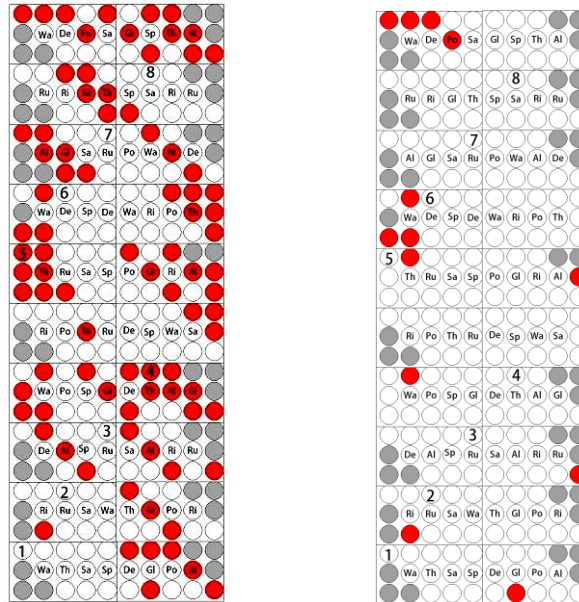
Kasvilaji	Määrä	%
maahumala	2 / 24	8
harmaa-ajuruoho	9 / 24	38
metsälauha	21 / 24	88
kirjopuntarpää	0 / 24	0
rönsyansikka	23 / 24	96
kultahanhikki	20 / 24	83
lamoherukka	24 / 24	100
kurturuusu	22 / 24	92
paljakkapaju	24 / 24	100
keijuangervo	24 / 24	100
Yhteensä	169/240	70

Lamoherukan, paljakkapajun ja keijuangervon kaikki taimet olivat selvinneet talvesta. Rönsyansikoista oli kuollut yksi ja kurturuusuistakin vain kaksi taimea, joista juurenniska oli jäänyt näkyviin todella paljon. Moni muu laji oli myös pärjännyt melko hyvin. Kirjopuntarpää ja maahumala menestyivät huonoimmin, mutta ajankohta on saattanut olla niille liian aikainen eikä näiden lajien kohdalla voida vielä tehdä johtopäätöksiä. Eri lajien vaihtelevista tuloksista huolimatta 70 % kaikkien koeruutujen taimista selviytyi, mikä on olosuhteet huomioon ottaen hyvä tulos ja paljon suotuisampi kuin osattiin odottaa.

6.5 Johtopäätökset

Viherseiniä voidaan toteuttaa ulkotiloihin Suomessa ainakin menestymisvyöhykkeellä kaksi asti. Näiden tulosten pohjalta voidaan todeta, että ainakin lamoherukka, keijuangervo, paljakkapaju, kurturuusu, rönsyansikka, kultahankikki ja metsälauha talvehtivat onnistuneesti viherseinällä myöhäisestä istutuksesta, kasvualustan jäätymisestä, kovasta pakkasesta ja rajusta työstämisestä huolimatta. Tästä kaikesta selvinneiden lajien voidaan olettaa kestävän talvet jatkossakin. Veg Tech Wall-moduuli on myös osoittanut soveltuvansa ympärivuotiseen käyttöön, sillä minkäänlaisia pakkasvaurioita rakenteessa ei ilmennyt, ja kasvit näyttivät viihtyneen. Aino merkittävä ero Suomen ja suurten viherseinämaiden välillä on ankara talvi, jonka vaikutus on nyt osoitettu luultua huomattavasti pienemmäksi. Talvehtiminen ei siis enää ole este viherseinien rakentamiselle Suomessa ja tarvittavat tekniikat ovat jo olemassa.

Kuvaa 14 tarkasteltaessa voidaan huomata, että erityistä kuolleisuutta seinän reunoilla ei talven aikana ole vaan kyse on enemmänkin eri lajien sijoittumisesta. Koeruutujen ulkopuolelle jääneistä kolmen taimen reunaryhmistä kaksi on kirjopuntarpäätä ja kaksi harmaa-ajuruohoa. Jos tarkastellaan vain lajeja, jotka ovat muutenkin menestyneet hyvin, ei kuolleisuutta nimenomaan reunoilla ole havaittavissa. Talvehtiminen on ollut hyvää jopa kulmapaikoilla. Viherseinän tarkastelu paikan päällä paljasti, että hyvin menestyneistä lajeista kuolleet taimet olivat keskivertoa pienempiä. Taimen elinvoimaisuudella on siis enemmän merkitystä talvehtimisen kannalta kuin reunapaikalla.



Kuva 14 Vasemmalla liitteen 4 kaavio, johon on merkitty kaikki kuolleet taimet. Oikealla sama kuvio, josta on poistettu huonosti menestyneiden lajien merkinät.

Tulosten kirjauksen yhteydessä havaittiin, että metsälauhan ja harmaa-ajuruohon taimien kunto huononi selvästi ylöspäin mentäessä. Ohuella lumikerroksella on siis ollut suojaava vaikutus. Se ei tosin riittänyt pitämään yleensä ikivihreän rönсыnsikan lehdistöä vihreänä edes alhaalla. Ylhäällä pakkanen on ollut kovempi, ja metsälauha on selvästi kärsinyt siitä. Sitä vastoin kultahanhikki hyötyi korkeammasta kasvupaikasta. Tämä voisi selittää seinän alaosan liiallinen märkyys. Kyseinen lajihän vaatii läpäisevän maan ja seinän alaosa oli syksyllä todella vettynyt.

Tulevana kesänä taimissa voi ilmetä ongelmia koejärjestelyistä johtuen. Istutuksen yhteydessä tehdyt leikkaukset juurissa ja oksistossa rasittivat kasveja. Kurtturuusua, joka oli täydessä kukassa, lukuun ottamatta kasvit olivat jo lähes lepotilaisia. Lisäksi toimitetut kurtturuusut olivat yli 80 cm paljasjuuritaimia, joiden mutkainen juuristo ei leikkaamisesta huolimatta mahtunut kunnolla istutusreikiin ja osalta taimista jäi juurenniska näkyviin. Samoin oksat jouduttiin leikkaamaan lyhyiksi, mutta jokaiseen jätettiin vähintään kaksi silmua. On yllättävää, että tämä vaikutti talvehtimiseen näin vähän.

Kivivilla ei myöskään ehtinyt kuivua lainkaan ennen pakkasia vaikka näin suunniteltiin, sillä jatkuvat sateet kastelivat ulkona olevat moduulit yhä uudelleen. Kasvualusta oli talvella umpijäässä ja pahatkin juurivauriot ovat mahdollisia. Jäätyminen on ollut voimakkainta seinän läpimärässä alaosassa. Tutkimusaikataulusta johtuen taimet istutettiin juurtumisen kannalta liian myöhään. Samoin tulokset jouduttiin kirjaamaan melko aikaisin keväällä ja on mahdollista, että osa kasveista kuolee näihin vaurioihin vasta tulosten kirjaamisen jälkeen. Veden tarvehan kasvaa suuremmaksi vasta kasvun edetessä silmuvaihetta pidemmälle. Jos halloja ei tule, ja äkillisiä kasvien joukkokuolemia ilmenee silti huhti-toukokuussa, ovat syynä yllä mainitut ongelmat juuristossa.

Jatkotutkimuksissa suosittelen kiinnittämään huomiota viherseinän pitkäikäisyyteen ja nykyisten kasvilajien menestymiseen. Onko kyseinen kivivilla pitkäaikaiseen käyttöön soveltuvaa, ja kuinka monta kasvukautta se toimii? Lisäksi olisi syytä laajentaa tutkimusta myös muihin potentiaalisiin lajeihin (Liite 1) sekä aloittaa kokeilut istutuskuvioilla. Suositeltavinta olisi rakentaa todellinen kohde, jossa seinä sovellettaisiin rakennukseen sopivaksi ja käytettäisiin kunnollisia istutuskuvioita. Tällöin päästäisiin tutkimaan paremmin kasvikuolemien ja ylläpidon merkitystä ulkonäköön sekä talvista ulkoasua. Tällaisella toteutuksella olisi myös markkina-arvoa.

6.6 Veg Tech Wall-moduulin kehittämissuositukset

Kokeen edetessä seinämoduuleissa ilmeni muutamia puutteita, joihin on syytä kiinnittää huomiota, jos tuotteen menekkiä halutaan lisätä. Moduulien istutusreiät olivat todella pienet ja jopa pieniä perennan taimia jouduttiin leikkaamaan. Jos moduuleita myydään viherurakoitsijoille, istutusreikien olisi käytännöllistä olla riittävän kokoisia edes 9 cm läpijuurtuneelle perennaruukulle. Istutustyö on todella työlästä ja taimien kasvuun lähtö vaikeutuu, jos taimea ei mahdu istuttamaan leikkaamatta. (Kuva 15)



Kuva 15 Paljakkapajuja jouduttiin leikkaamaan rajusti, jotta ne saatiin istutettua seinämoduuleihin. Tässä tapauksessa taimikoko on muutenkin ollut liian suuri.

Toki pienempiäkin kokoja on saatavilla, mutta ne vaativat monesti ennakotilausta, joka nykyisillä tarjousaikatauluilla ei aina ole mahdollista. Tällä moduulimallilla on etuna istutusmahdollisuus ennen asennusta, joten taimet voidaan istuttaa pieninä ja ripustaa seinälle vasta kookkaampina, jos vain työn aikataulu sen sallii. Tällöin istutus pelkkään kivivillaankin on mahdollista. Myös moduulin etuosan korvaaminen pelkällä metalliverkolla voisi olla yksi vaihtoehto. Jos haihtuminen kasvaa liikaa, voisi verkon ja kivivillaan väliin kehittää jonkinlaisen kankaan tai kalvon vähentämään tuulen vaikutusta.

Näin seinän alkuvaiheessa, kun kasvit eivät juuri ole ehtineet kasvaa, ja varmasti muutoinkin talvella, moduulien metallipinta tulee näkyviin ja on todella epäsiistin näköinen. Jopa ohikulkijoilta on tullut palautetta aiheesta. Esteettinen ongelma varmasti helpottuu kasvien kasvaessa, mutta suositteaisin moduulien julkisivun pinnoittamista tummemmaksi tai edes vähemmän kiiltäväksi. Suomen talvi on kuitenkin niin pitkä, että talven ulkonäköön on syytä kiinnittää huomiota.

Rakenteeseen olisi syytä kehittää myös jonkinlainen taustalevy, joka viimeistään estää liian kosteuden muodostumisen viherseinän ja rakennuksen seinän väliin. Materiaalin tulee olla vedenpitävä ja kasvien juuret eivät saa läpäistä sitä. Jos varsinaista levyä ei itse tehdä, tulisi mahdollisia toteutusvaihtoehtoja kuitenkin miettiä, jotta moduulien asentajia voidaan ohjeistaa tekemään taustalevy itse.

7 YHTEENVETO

Prosessina opinnäytetyö oli erittäin mielenkiintoinen ja toivottavasti tulevaisuudessa ammatillisesti hyödyllinen. Kannustavia kommentteja tuli paljon, mutta yhtä paljon oli epäluuloja kasvien talvehtimisesta, ja aihevalintaani yleensä ihmeteltiin, koska se koettiin käytännön kannalta hyödyttömäksi. Näin jälkempäin on hämmästyttävää huomata, kuinka ennakkoluuloisesti kokeeseen suhtauduttiin monelta taholta ja vielä alan ammattilaiset keskuudessa. Tästä huolimatta oli hienoa olla tekemässä ensimmäistä tämän kaltaisesta koetta Suomessa ja erityisesti tulosten ollessa näinkin kannustavia ja alan tulevaisuudelle merkittäviä.

Seinäkokeen lisäksi työhön koottiin kattava teoriapaketti, joka toimi pohjana viherseinäkokeen kommentointiin. Jotta teoriaosa ei olisi jäänyt vain pohjustukseksi ja hyödyttäisi tilaajaa mahdollisimman paljon, koottiin se käsikirjamaiseksi oppaaksi, jota suunnittelija tai moduulien myyjä voi hyödyntää työssään. Tätä osuutta suunniteltaessa ei tehty selviä aiherajauksia, ja työn annettiin muodostua löytyvän tiedon perusteella. Työn rakenteen suunnittelun kannalta tämä oli hyvin haasteellista, mutta paketista tuli kattava, ja se sisältää tarvittavat perustiedot viherseinän perustamiseen. Kastelujärjestelmät olivat ainoa aihe, joka rajattiin tietoisesti työstä pois, sillä muuten työ olisi paisunut liian laajaksi.

Suurimmat haasteet olivat aiheeseen liittyvän kirjallisuuden vähäisyys ja viherseinäkokeen aikataulun tiukkuus. Teoriaosuuteen en valitettavasti saanut asiantuntijoiden mielipiteitä tai kommentteja. Yllätyin suuresti, kuinka ulkomaiset alan toimijat varjelivat omaa tietotaitoaan niin voimakkaasti, että minkäänlaista kommenttia ei haluttu antaa. Heidän näkemyksensä olisi ollut erittäin arvokasta työn kannalta, ja juuri tämä käytännön tuoma kokemus viherseinistä on se, mitä Suomessa eniten tarvitaan.

Parhaat oivallukset ja onnistumisen hetket koin kirjoittaessa viherseinien suunnittelusta, joka on työn osioista lähimpänä omaa ydinosaamistani. Lähteiden vähäisyydestä johtuen pääsin käyttämään paljon omaa ammattitaitoani ja soveltamaan oppimaani. Suurimpia oivalluksia lienevät viherseinän korkeuden vaikutus tilaan sekä seinän soveltuvuus pelastusteiden nostopaikoille. Lisäksi mahdollinen rei'itetyn pellin korvaaminen verkolla tai ristikolla Veg Tech moduulin etuosassa on mielestäni perusteltu ehdotus.

Koe on otokseltaan pieni, mutta tästä huolimatta muutamia johtopäätöksiä on tehty. Niiden kanssa on kuitenkin oltu maltillisia, ja tämä on hyvä alkusysäys, joka avaa lisää mahdollisuuksia laajemmille koejärjestelyille. Suurempi otos olisi näin tutkimusten alkuvaiheessa ollut turhan suuri panostus, joka olisi voinut epäonnistuessaan lopettaa kokeilut pitkiksi ajoiksi.

Vihreän arkkitehtuurin yleistymisen kannalta avainasemassa ovat nyt näitä sovelluksia tarjoavat yritykset, joiden tulee tutkimustuloksien ja käytännön projektien osoittaessa myymänsä tekniikan toimivuus ja suunnitteluosaami-

sensa. Viherseinäkojeen kaltaisia projekteja tulisi tehdä lisää ja tutkimusta Lapaalla ehdottomasti jatkaa ja laajentaa. Myöhemmin ehdottomasti tärkeintä olisi perustaa viherseinä, joka toteutettaisiin istutussuunnitelmineen ym. aivan kuten todelliset kohteet. Näkyvällä paikalla viherseinällä olisi mainosarvoa ja samalla saataisiin käytännön kokemuksia todellisesta kohteesta. Tähän voitaisiin yrittää saada myös julkinen puoli mukaan.

LÄHTEET

Kuvat ja taulukot ovat itse piirrettyjä.

Alanko P. 2007. Perennat. Kustannusosakeyhtiö Tammi: Hämeenlinna

Biotope Ltd. 2010. The Award-Winning BioTecture BioWall.
viitattu 3.3.2011
<http://www.biotope.uk.com/services.html>

Blanc, P. 2008. The vertical garden: From nature to city. Michel Lafon Publishing. New York & London: W.W. Norton Company Inc.

Corradi, L. 2010. Living Walls and Vertical Gardens. Greenwall installation in Phyto Universe
viitattu:12.4.2011
<http://www.livingwallart.com/living-walls/greenwall-installation-in-phyto-universe/>

Dunnet, 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

Green walls for Healthy cities. 2008. Green Wall design Vancouver.
viitattu: 12.4.2011
http://www.greenroofs.org/index.php?option=com_content&task=view&id=1036&Itemid=136

Grodan 2011. Stone wool substrate
viitattu: 11.4.2011
<http://www.grodan.com/about+grodan/stone+wool+substrate>

Hirvonen, S., 2010. Sävyä syksyn väreillä. Meidän Talo.
viitattu 1.3.2011
<http://www.meidantalo.fi/artikkeli/savayta-syksyn-vareilla>

Ilmatieteen laitos. 2010. Termisen kasvukauden 2010 alkamis- ja päätty-mispäivämäärät.
viitattu 10.11.2010
<http://ilmatieteenlaitos.fi/707>

Ilmatieteen laitos. 2010. Paikallissää Hämeenlinna. päivittäinen seuraus
<http://ilmatieteenlaitos.fi/saa/H%C3%A4meenlinna>

Irwin, G. 2008. Green walls column. greenroofs.com
viitattu 12.4.2011
http://www.greenroofs.com/archives/green_walls.htm

Jauhiainen, T & Vuorinen, H & Heinonen-Guzejev, M 2007. Ympäristömelun vaikutukset. Suomen ympäristö 3/2007. pdf-tiedosto
viitattu 25.11.2010
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=64456&lan=fi>

Laine, T. & Ellonen A. Melu on miljoonan suomalaisen ongelma. Ympäristö-lehti 4/2004 Uudenmaan ympäristökeskus.
viitattu 25.11.2010
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=83879&lan=FI>

Loh, S. 2008. Living walls- Way to green the built environment. BEDP Environment design guide. TEC 26 tiivistelmä. pdf-tiedosto
viitattu 10.11.2010
<http://www.environmentdesignguide.com.au/media/TEC26.pdf>

Peck S., Callaghan C., Kuhn M. & Bass B. 1999. Greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada. Canada Mortgage and Housing Corporation. pdf-tiedosto
viitattu 4.11.2010
<http://ohio.sierraclub.org/miami/images/files/Greenbacks.pdf>

Räty E. 2005. Kotipihan pensaat. Helsinki: Taimistoviljelijät ry

Valkonen, J. Helsingin yliopiston professori. Sammal elävänä rakenteena: kestävän käytön perustutkimusta ja kokemuksia Japanista. Viherkattoseminaari 8.4.2011. Viheraluerakentajat

KASVILAJISUOSITUKSIA VIHHERSEINÄLLE

Potentiaalisia lajeja jatkokokeita ja viherseinien rakentamista varten:

Ulkomailla paljon käytettyjä lajeja: (Blanck 2008 ; Biotecture Ltd)

- japaninkurjenmiekka
- kurjenpolvet
- vuorenkilvet
- keijunkukat
- pikkutalvio
- kiiltotuhkapensas
- suikeroalpi
- hopeahärkki
- varjoyrtti
- jättipoimulehti
- kuunliljat
- ruoholaukka
- mäkimeirami
- rentoakankaali
- japanimarjakuusi

Muuten kokeilunarvoisia kasveja: (Räty 2005; Alanko 2007)

- lamohietakirsikka
- verhoangervo
- peittopaju
- vuohenkuusamat
- tuivio
- pensashanhikki
- hiirenporras
- kallioimarre
- ketoneilikka
- kielo
- ahomansikka
- ruoholaukka
- puna-apila
- keltapeippi
- siperiankurjenmiekka
- ohotanmaruna
- päivänliljat
- patjarikko
- karpaattienkello
- maahumala

TUTKIMUKSEEN VALITUT KASVILAJIT

Maahumala *Glechoma hederacea*

on varma maanpeitekasvi, joka leviää voimakkaasti rönsyillään. Lehdet ovat pienet, vastakkaiset ja pyöreät. Sininen kukinto on pieni ja huomaamaton. Kasvutapa on maanmyötäinen. Menestyy kosteissa-kuivissa kasvupaikoissa. (Alanko 2007, 244.)

Valintaperusteet: varma talvehtivuus, sietää juurivaurioita, rönsyilevä kasvutapa

Harmaa-ajuruoho *Thymua praecox var. pseudolanuginosus*

on ainavihanta maanmyötäisesti kasvava varpu, joka menestyy aurinkoisilla ja kuivilla paikoilla. Kasvin kukinta on huomaamaton, ja sen lehdet todella pienet. Varma talvehtija, joka peittää maanpinnan tiheällä kasvustolla. (Alanko 2007, 72.)

Valintaperusteet: varma talvehtivuus, sietää kuivuutta, rönsyilevä kasvutapa

Rönsyansikka *Waldsteinia ternata*

on ainavihanta helposti leviävä maanpeitekasvi, joka muodostaa rönsyillään matalan ja tiheän kasvuston. Lehdet ovat kolmisormisia ja kiiltävän tummanvihreät. Kukkat ovat keltaiset. Kasvi menestyy parhaiten puolivarjoisilla ja varjoisilla kasvupaikoilla ja sietää hyvin kuivuutta. Rönsyansikka talvehtii hyvin ja se menestyy myös pienessä kasvualustassa. (Alanko 2007, 88.)

Valintaperusteet: varma talvehtivuus, sietää kuivuutta, rönsyilevä kasvutapa

Kultahanhikki *Potentilla aurea*

on auringossa viihtyvä matala maanpeiteperenna. Viisisormiset lehdet ovat päältä tummanvihreät ja hopeankarvaiset. Kukka on keltainen ja melko iso. Laji on varma talvehtija, joka viihtyy kuivassa ja pienessäkin kasvualustassa. Kasvutapa on mätästävä. (Alanko 2007, 107.)

Valintaperusteet: Terolan Taimitarhan edustajan valitsema

Metsälauha *Deschampsia flexuosa*

on kuivilla kangasmailla kasvava 50-70 cm luonnonheinä, joka leviää valoisailla paikalla tehokkaasti ja tukahduttaa muuta kasvillisuutta. Menestyy hyvin ohuessaakin multakerroksessa. Mätästävä lehdistö on ikivihreä, kukinto on hyvin kevyt ja hopeanharmaa. Ohuet korret saavat punaisen värin auringossa. Esiintyy koko maassa. (Alanko 2007, 413)

Vaalintaperusteet: Terolan Taimitarhan edustajan valitsema

Kirjopuntarpää *Alopecurus pratensis 'Aureovariegatus'*

on tuoreessa maassa viihtyvä nurmipuntarpää-lajike, joka kasvaa noin 30 cm korkeaksi. Lehdet ovat keltareunaiset, näyttävät ja suoraan ylöspäin kasvavat. Kasvutapa on mätästävä. Kasvilla on voimakasjuuristo, jonka avulla se leviää pienistäkin palasista. Kasvi on kestävä talvehtija. (Alanko 2007, 427.)

Valintaperusteet: varma talvehtija, sietää juuristovaurioita

Lamoherukka *Ribes glandulosum*

on noin puoli metriä korkea nopeakasvuinen pensas, joka leviää tehokkaasti yli metrin pituisilla versoillaan. Lehdet puhkeavat varhain ja saavat auringossa punaisen syysvärin. Kukinto on huomaamaton. Kasvi talvehtii jopa VII kasvuvyöhykkeellä ja menestyy niin varjossa kuin auringossakin. Paras kasvualusta on tuore. (Räty 2005, 8.)

Valintaperusteet: erittäin varma talvehtija, sietää kuivuutta, rönsyilevä kasvutapa

Kurtturuusu *Rosa rugosa 'Alba'*

on noin 50-150 cm kasvava jatkuva kukintainen pensas. Koko suomessa menestyvä kasvi tunnetaan sitkeydestään, ja se viihtyy lähes kaikenlaisissa kasvupaikoissa. Lajikkeen koko vaihtelee kasvualustan mukaan. Paras kasvupaikka on kuivahko ja aurinkoinen. Kasvi on voimakaskasvuinen ja kasvattaa laajan juuriston ja juurivesoja. Lehdet ovat kiiltävät ja varret tiheäpiikkiset. Kukka on valkoinen ja se kasvaa kesän kuluessa oranssiksi kiulukaksi. (Räty 2005, 26.)

Valintaperusteet: erittäin varma talvehtija, sietää kuivuutta ja kasvullisia vaurioita. Tämän lajit piti aluksi olla Pavement-ryhmästä, mutta tilauksissa oli ongelmia.

Paljakkapaju *Salix glauca var. callicarpae 'Haltia'*

on matala VI (VII) kasvuvyöhykkeellä asti menestyvä peittopensas, joka on jalostettu tunturipajusta. Kasvi voi kasvaa leveyttä jopa 2 metriä ja on nopeakasvuinen sekä kasvutavaltaan koheneva. Pyöreähköt lehdet ovat pienet ja harmaanvihreät. Oksat ovat punertavat. Lajike viihtyy parhaiten tuoreessa maassa, aurinkoisella tai puolivarjoisella paikalla. Ei takuuta syysistutukselle. (Räty 2005, 24.)

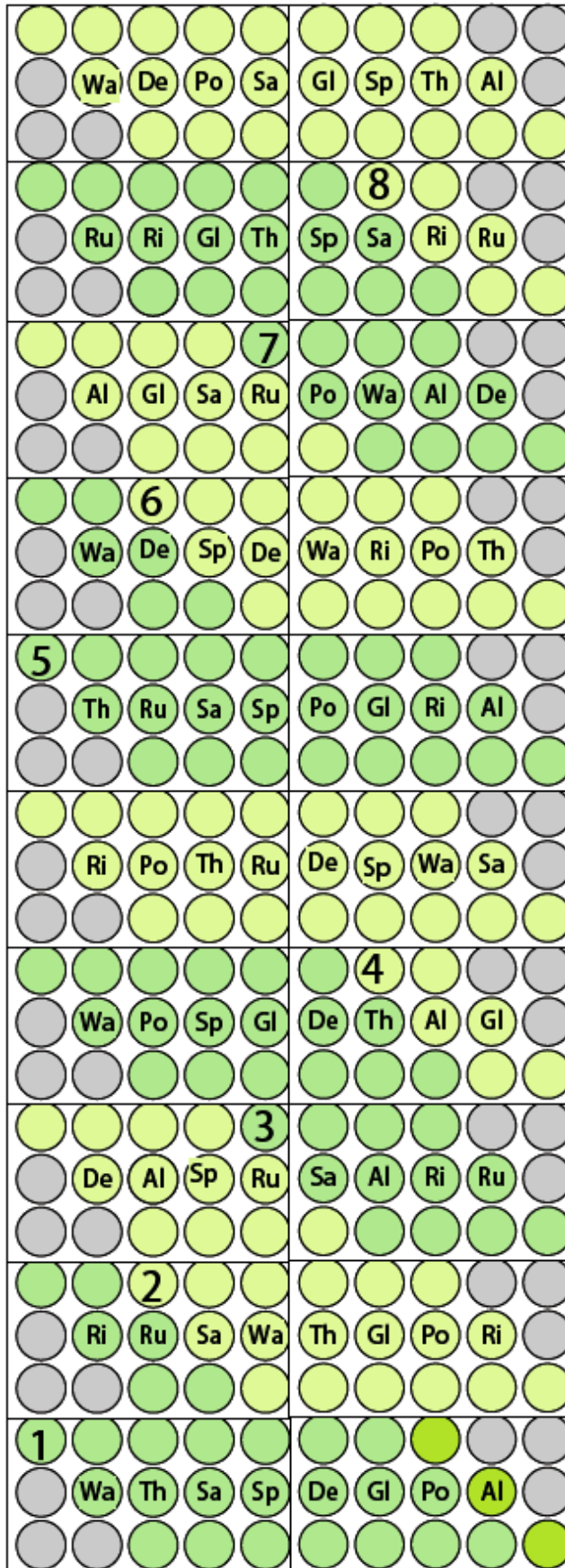
Valintaperusteet: erittäin varma talvehtija, matala kasvutapa

Keijuangervo *Spiraea japonica 'Little Princess'*

on alle metrin korkuinen pensas, joka menestyy aina VI kasvuvyöhykkeellä asti. Kasvi viihtyy kuivassa ja tuoreessa kasvualustassa, aurinkoisella-puolivarjoisella paikalla. Lehdet ovat muutaman sentin mittaiset ja vaaleanvihreät. Kukinto on vaaleanpunainen ja varret ovat punertavat. (Räty 2005, 21.)

Valintaperusteet: varma talvehtija, sietää kuivuutta

TUTKIMUKSEN ISTUTUSSUUNNITELMA



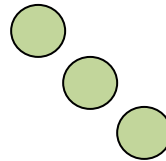
Kasvilista:

Sa	Paljakkapaju
Po	Kultahanhikki
Wa	Rönsyansikka
Ru	Kurtturuusu
Sp	Keijuangervo
De	Metsälauha
Al	Kirjopuntarpää
Th	Harmaa-ajuruoho
Gl	Maahumala
Ri	Lamoherukka

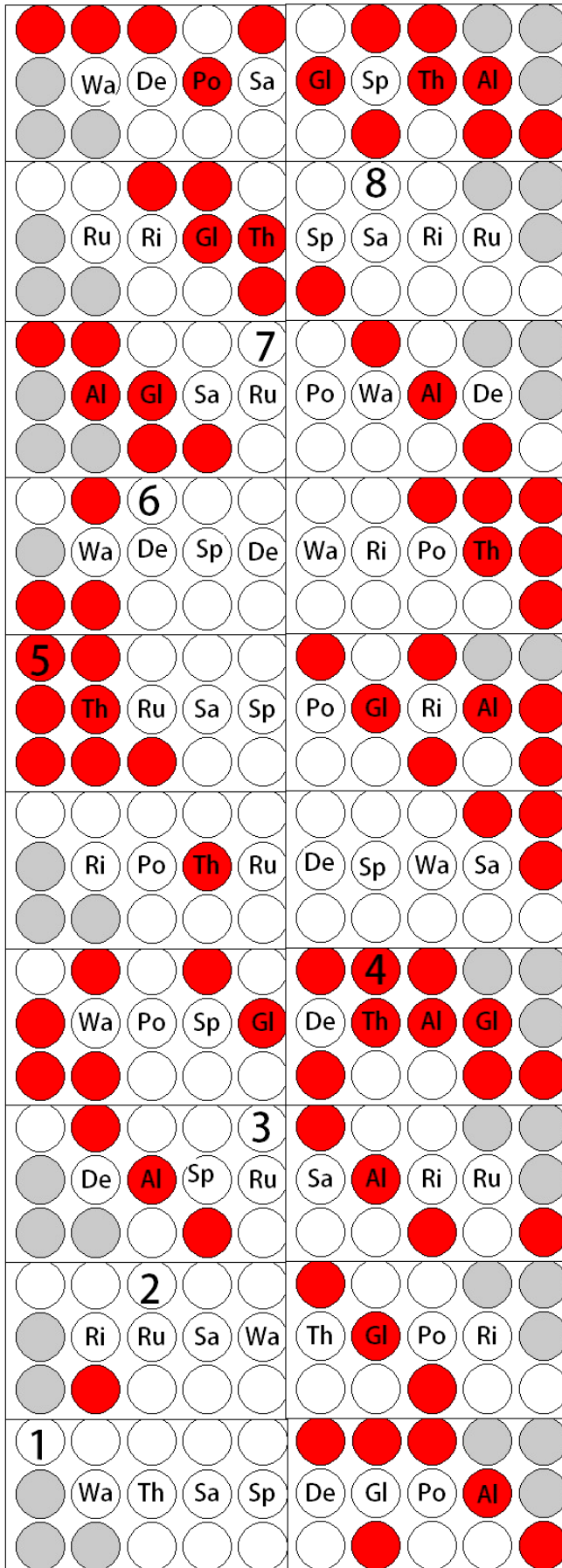
Harmaalla merkityt kasvit jäävät reu-
nimmaisina otoksen ulkopuolelle,
eikä niitä lasketa mukaan prosentuaa-
lisiin tuloksiin.

Kerrannaiset on merkitty vaihtuvin
värein sekä numeroitu

Koeruutu on kolme taimea.



TUTKIMUKSEN TALVEHTIMISTULOKSET



Kasviliista:

- | | |
|----|-----------------|
| Sa | Paljakkapaju |
| Po | Kultahanhikki |
| Wa | Rönsyansikka |
| Ru | Kurtturuusu |
| Sp | Keijuangervo |
| De | Metsälauha |
| Al | Kirjopuntarpää |
| Th | Harmaa-ajuruoho |
| Gl | Maahumala |
| Ri | Lamoherukka |

Kuolleet tai vielä täysin lepotilaiset kasvit on merkitty punaisella.
(Havainnot tehty 23.4.2011)