

**KATSELMUS VIHERRAKENTAMISESSA KÄYTETTÄVISTÄ  
EKOLOGISISTA MATERIAALEISTA JA MENETELMISTÄ**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Lepaa, maisemasuunnittelun koulutusohjelma

kevät, 2017

Karoliina Junnola

Maisemasuunnittelun koulutusohjelma  
Lepaa

---

<b>Tekijä</b>	Karoliina Junnola	<b>Vuosi</b> 2017
<b>Työn nimi</b>	Katselmus viherrakentamisessa käytettävistä ekologisista materiaaleista ja menetelmistä	
<b>Työn ohjaaja/t</b>	Hannu Äystö	

---

## TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin ekologisen viherrakentamistavan menetelmiä ja etsittiin viherrakentamisessa käytettyjen perinteisten rakennusmateriaalien tilalle vaihtoehtoisia uusiomateriaaleja. Materiaalien osalta opinnäytetyö rajautuu koviin pintamateriaaleihin, maanrakennus-aineisiin sekä kasvualustoihin. Lisäksi opinnäytetyössä perehdyttiin ole-massa oleviin ohjeistuksiin ja vaatimuksiin, joita ekologiselle rakentamis-tavalle ja uusiomateriaaleille on asetettu.

Tämän opinnäytetyön tavoite on tuoda esiin ekologisemman viherraken-tamisen keinoja piharakentamisen näkökulmasta sekä pohtia kestävään ympäristörakentamiseen liittyviä ongelmakohtia ja tulevaisuuden mah-dollisuuksia. Opinnäytetyö on teoriapohjainen kirjallisuustutkimus ja työn tilaajana toimi Hämeen ammattikorkeakoulu, rakennettu ympäristö.

Opinnäytetyön tuloksena selvisi, että Keski-Euroopassa ja Yhdysvalloissa ekologinen viherrakentaminen ja sen merkityksen korostaminen luonnon monimuotoisuudelle on huomattavasti yleisempää kuin Suomessa. Suo-messa ekologinen viherrakentamistapa on kehittyneempää ja yleisempää julkisen sektorin hankkeissa kuin yksityisen sektorin puolella. Lisäksi Suomen ja Euroopan Unionin lainsäädännöllä on kestävänpä ympäristöra-kentamisen yleistymistä hidastava vaikutus. Ekologisen viherrakentamis-tavan yleistymiseen tarvitaan muutoksia lainsäädäntöön, lisää koulutusta, ohjeistuksia toimintatapoihin sekä yhteistyötä rakentamishankkeiden eri tahojen välille.

**Avainsanat** Viherrakentaminen, kestävä ympäristörakentaminen, ekologisuus, uusiomateriaali

**Sivut** 44 sivua, joista liitteitä 1 sivu

Degree Programme in Landscape Design  
Lepaa

---

<b>Author</b>	Karoliina Junnola	<b>Year</b> 2017
<b>Subject</b>	A review of the ecological methods and materials in landscape construction	
<b>Supervisors</b>	Hannu Äystö	

---

ABSTRACT

The object of this thesis was to figure out the ecological methods of landscaping and find out alternative recycled materials to replace the conventional materials of landscaping. In this thesis the materials of landscaping were limited to hard surfaces, materials of excavation and substrates. Additionally, the purpose of this thesis was to find the existing instructions and demands for the ecological ways of construction and recycled materials.

The purpose of this thesis was bringing out the ecological ways of landscape construction from a garden planning perspective. The problematics and the future possibilities of sustainable landscaping were also considered. This thesis is a theoretical literary research, and the thesis is ordered by Häme University of Applied Sciences, Lepaa.

As a result of this thesis it was discovered, that ecological ways of landscaping and its meaning for a biodiversity are substantially discovered that the ecological ways of landscape construction in Central Europe and the United States of America than in Finland. In Finland the ecological ways of landscaping are more developed and general in the public sector than in the private sector. Also the laws of Finland and the European Union are slowing down the sustainable landscaping to become more general. The sustainable landscaping requires revisions to the laws, more training, directions and collaborations with different quarters to become more general.

**Keywords** Landscape construction, sustainable landscaping, ecological, recycled material

**Pages** 44 pages including appendices 1 page

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	EKOLOGINEN KESTÄVÄ KEHITYS.....	2
2.1	Kestävä ympäristörakentaminen .....	2
2.1.1	Yleisimmät kestävänpäristörakentamisen keinot .....	4
2.1.2	Ohjeistukset ja kriteerit .....	5
2.2	Ekomittarit.....	6
2.2.1	SITES-periaatteet .....	7
2.2.2	Viherkerroinmenetelmä .....	7
2.3	Ekologiset menetelmät taloudellisista näkökulmista .....	10
3	MATERIAALIT .....	11
3.1	Maanrakennusaineet eri rakennekerroksissa .....	12
3.1.1	Kantava ja jakava kerros .....	12
3.1.2	Suodatinkerros .....	13
3.1.3	Geotekstiilit .....	15
3.2	Kasvualustat .....	16
3.2.1	Paikalla valmistettavat kasvualustat .....	17
3.2.2	Vaihtoehtoiset kasvualustat .....	17
3.2.3	Kasvillisuus.....	18
3.3	Päällysteet .....	19
3.3.1	Ladottavat päällysteet .....	19
3.3.2	Vettä läpäisevät päällysteet .....	21
3.4	Muut rakenteet .....	22
4	SÄÄDÖKSET JA OHJEISTUKSET .....	24
4.1	Lainsäädäntö .....	24
4.2	Tuotteistaminen .....	26
4.3	Ympäristömarkkinointi.....	27
5	TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTOT .....	28
5.1	Ekologisen viherrakentamisen keinot .....	28
5.2	Ekologisen materiaalin määritelmä .....	30
5.3	Viherala kestävänpäistyneen kehityksen murroksessa .....	32
6	POHDINTA.....	35
	LÄHTEET .....	37

## Liitteet

Liite 1	Ekologisen viherrakentamisen vaiheet ja menetelmät
---------	--

## 1 JOHDANTO

Kestävän kehityksen periaatteet ja ekologisuus ovat nousseet merkittäviksi tekijöiksi teollisuuden ja rakentamisen eri aloilla ilmastonmuutoksen ja luonnonvarojen hupenemisen aiheuttamien globaalien ongelmien myötä. Myös viheralalla on herätty hitaasti kehittämään uusia kestäväään ympäristörakentamiseen suuntautuvia rakentamistapoja ja menetelmiä hyödyntämällä mm. materiaalien uusiokäyttöä ja kierrätystä. Suomessa ekologinen viherrakentaminen on melko uusi suuntaus, mutta sen yleistymistä edistävät mm. EU:n kattavat jätteiden käsittelyä koskevat lainsäädännölliset muutokset ja muutosten myötä innovatiivisten uusiotuotteiden kehittämisen luomat mahdollisuudet uuteen liiketoimintaan. Lisäksi Suomessa Ympäristöministeriön lanseeraama Vihervuosi 2016 pyrki yhtenä pääteemoistaan nostamaan ekologisempia rakennustapoja niin rakentajien kuin kuluttajienkin tietoon.

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin ekologisen viherrakentamistavan keinoja ja etsittiin ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoisia materiaaleja viherrakentamisessa käytettyjen perinteisten rakennusmateriaalien, eli neitseellisten kivi- ja maa-ainesten, tilalle. Materiaalien osalta työ rajautuu markkinoilla oleviin vaihtoehtoisin koviin pintamateriaaleihin, maanrakennusaineisiin sekä kasvualustoihin, joiden käytöllä voidaan korvata neitseellisiä materiaaleja. Menetelmien osalta opinnäytetyössä perehdyttiin yleisesti käytössä oleviin ekologisuutta ja biodiversiteettiä, eli luonnon monimuotoisuutta, tukeviin rakentamistapoihin ja ratkaisuihin, joita ovat mm. biotooppipohjainen eli luontotyyppin mukainen suunnittelu, viherkatot ja hulevesialtaat. Lisäksi opinnäytetyössä perehdyttiin olemassa oleviin lainsäädäntöihin ja ohjeistuksiin, joita ekologille rakennustavoille ja uusiomateriaaleille on asetettu.

Opinnäytetyö on teoriapohjainen kirjallisuustutkimus, jossa tietoperustana toimi aiemmin julkaistut uusiomateriaaleihin liittyvät oppaat, ohjeistukset, opinnäytetyöt sekä internet-lähteet. Lähdemateriaalina sovellettiin myös tarvittaessa maarakentamiseen ja kaavoitukseen liittyviä julkaisuja. Lisäksi opinnäytetyössä kerättiin sähköpostiviestein käydyillä vapaamuotoisilla keskusteluilla viheralan ammattilaisten näkökulmia viherrakentamisessa käytettävistä ekologisista materiaaleista ja menetelmistä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli vastata tutkimuskysymyksiin: Mitä on ekologinen viherrakentaminen? Mikä on ekologisen materiaalin määritelmä? Opinnäytetyössä tuodaan esiin ekologisemman viherrakentamisen keinoja piharakentamisen näkökulmasta sekä pohditaan kestäväään ympäristörakentamiseen liittyviä ongelmakohtia ja tulevaisuuden mahdollisuuksia.

## 2 EKOLOGINEN KESTÄVÄ KEHITYS

Luonnon monimuotoisuus eli biodiversiteetti on tärkeä osa ekosysteemien toimintaa ja sen säilyminen on edellytys elämän jatkuvuudelle maapallolla. Ekosysteemi muodostuu luonnonolosuhteiltaan yhtenäisellä alueella vuorovaikutuksessa elävien eliöyhteisöiden ja elottoman ympäristön muodostamasta toiminnallisesta kokonaisuudesta. Tällä hetkellä biodiversiteetin suurin uhka ilmastonmuutoksen lisäksi on ihmiskunnan aiheuttamat uhat, joita ovat esimerkiksi maankäyttömuutosten aiheuttamat elinympäristöjen häviäminen ja pirstoutuminen. Näiden tekijöiden yhteisvaikutus on suuri uhka ekosysteemien ja lajien sietokyvylle. (Suomen ympäristökeskus n.d.)

Eurooppa on suhteellisen tiheään asuttu maanosa muihin maanosiin verrattuna ja suuri osa sen maa-alueesta on hyötykäytössä. Tämä kuormittaa ja aiheuttaa pirstoutumista monilla jäljellä olevilla luontoalueilla, mikä vaarantaa ekosysteemien toiminnan. Suuri osa Euroopan uhanalaisten lajien ja luontotyyppien elinympäristöistä kuuluu biodiversiteettiä tukevaan Natura2000 -luonnonsuojeluverkoston, mikä kattaa 18 % EU:n pinta-alasta. Pelkkien luonnonsuojelualueiden perustaminen ei kuitenkaan enää riitä turvaamaan biodiversiteetin elinvoimaisuutta, vaan tarvitaan myös muita toimia luonnonsuojelualueiden ulkopuolelle jääville alueille. (Euroopan unioni 2010.)

Kansainvälinen ilmastopolitiikka pyrkii päätöksillään ja toiminnallaan mm. vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä, lisäämään uusiutuvien energiamuotojen käyttöä ja tavoittelee ilmastokestävää kehitystä. Suomi on sitoutunut ilmastopolitiikkaan mm. pyrkimyksellä vähentää aiheuttamiaan kasvihuonepäästöjä 16 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä. (Suomen ympäristökeskus n.d.) Kestävä kehitys pyrkii maailmanlaajuisesti turvaamaan maapallon säilymisen elinkelpoisena nykyisille ja tuleville sukupolville. Kestävää kehitystä voidaan tarkastella ekologisista, taloudellisista, sosiaalisista tai kulttuurisista näkökulmista. Ekologisen kestävän kehityksen perusehtona on biodiversiteetin ja ekosysteemien toimivuuden säilyminen sekä pitkällä aikavälillä ihmisten toiminnan sopeuttaminen luonnon sietokykyyn. (Ympäristöministeriö 2013.) Myös viheralalla on herätty ekologisten rakentamistapojen merkitykseen tulevaisuuden kannalta ja niiden luomiin taloudellisiin mahdollisuuksiin. Ekologinen viherrakentaminen on Suomessa hitaasti yleistynyt käytäntö ja se muodostuu ympäristöystävällisistä menetelmistä, eri tahojen yhteistyöstä ja olemassa olevien rakenteiden ja materiaalien hyödyntämisestä. (Vihervuosi 2016 n.d.)

### 2.1 Kestävä ympäristörakentaminen

Viherrakentamisessa pyritään sosiaalisesti toimivan, esteettisen ja ekologisesti tasapainoisen elinympäristön rakentamiseen ja ylläpitoon. Ekolo-

ginen viherrakentaminen tunnetaan yleisemmin terminä kestävä ympäristörakentaminen, jonka kehitystä Suomessa on ajanut eteenpäin Viherympäristöliitto ry ja Ympäristöministeriön nimeämä Vihervuosi 2016 -teemavuosi alateemalla Kestävä ympäristörakentaminen. Teemavuoden tavoitteena on ollut mm. määrittellä mitä kestävällä ympäristörakentamisella tarkoitetaan ja laatia ko. rakentamistavalle kriteerit (ks. *2.1.2 Ohjeistukset ja kriteerit*). ”Kestävä ympäristörakentaminen on osa kestävästä kehityksen mukaista toimintaa, jossa pyritään säästämään luonnon resursseja, kierrättämään, käyttämään materiaaleja uudelleen ja välttämään turhaa kulutusta” (Vihervuosi 2016 n.d.). Edellytyksenä kestävälle ympäristörakentamiselle on koko rakentamisprosessin kattava tavoitteiden asettaminen ja määrittely sekä kaikkien osapuolten kokonaisvaltainen sitoutuminen sovittuihin tavoitteisiin ja menetelmiin. Siihen lukeutuu suunnittelu aina kaavoituksesta lähtien, rakentaminen ja ylläpito sekä materiaalit ja palvelut. (Vihervuosi 2016 n.d.)

Viheralueet muodostavat erilaisia ekosysteemipalveluja, kuten monimuotoisia elinympäristöjä sekä esteettisiä ja kulttuurisia arvoja. Ekologisen kestävyuden merkitys korostuu esimerkiksi maaperään tai veden kiertoon vaikuttavissa viherrakentamisen hankkeissa. Rakennushankkeissa luonnon omien prosessien huomioiminen vaatii kestävästä ympäristörakentamisen toimintatapojen luomisen ja niiden noudattamisen. Kestävästä ympäristörakentamisesta periaatteilla pyritään mm. säästämään luonnonvaroja, ylläpitämään elinvoimaisia ekosysteemejä ja luomaan ympäristöjä, joissa ylläpidon tarve olisi vähäisempi kuin perinteisillä menetelmillä rakennetuissa ympäristöissä. Lähtökohtina kestävästä ympäristörakentamisen prosessissa huomioidaan vallitsevat olosuhteet, vesiolot, maaperä, kasvillisuus sekä käytettävät rakennusmateriaalit. Viheralalla on paljon potentiaalia ekosysteemit huomioivaan toimintamalliin, sillä esimerkiksi talorakentamisella on huomattavat ympäristövaikutukset, mutta viheralalla on mahdollisuudet ennaltaehkäistä rakentamisen ympäristölle aiheuttamia haittoja esimerkiksi hulevesien hallinnan kannalta. (Vihervuosi 2016 n.d.)

Kestävästä ympäristörakentamisesta yleistyminen edellyttää Vihervuosi 2016 julkilausuman (Viherympäristöliitto ry 2016, 2016) mukaan uutta ajattelutapaa viheralan ammattilaisten lisäksi myös kuntien päättäjiltä, rakennushankkeiden tilaajilta ja rakennuttajilta, viranomaisilta, poliitikoilta ja kuluttajilta. Viheralan ammattilaisten kanssa käytyjen sähköpostikeskustelujen mukaan kysyntä ekologiselle piharakentamiselle on yksityisellä sektorilla vähäistä. Kysyntä on kuitenkin kasvanut suhteessa kaikkiin viherrakennushankkeisiin nähdessä viimeisten kymmenen vuoden aikana. (Hannonen 2016, Säilä 2016.) Jotta rakentamistapa yleistyisi, vaatii siihen liittyvä prosessi kehitystä selkeiden ohjeiden ja toimintatapojen muodossa sekä prosessin kaikkien osapuolten tiedon ja osaamisen lisäämistä. Viherympäristöliitto ry:n lisäksi viheralueiden suunnitteluun ja toteutukseen erikoistunut Vihreät Suunnittelijat ry haluaa edistää tätä kehitystä lisäämällä viheralan ammattilaisten osaamista ja eri tahojen yhteistyötä

mm. järjestämällä ekologiseen viherrakentamistapaan pohjautuvia kursseja ja seminaareja. (Vihreät Suunnittelijat ry n.d.)

### 2.1.1 Yleisimmät kestävän ympäristörakentamisen keinot

Kestävä ympäristörakentaminen on osalle viheralan ammattilaisista yritystoiminnan perusarvo, jolloin yritys pyrkii toiminnallaan mahdollisimman pienen hiilijalanjäljen aiheuttamiseen (Hannonen 2016, Säilä 2016). Viherrakentamisessa suurin ympäristöä rasittava tekijä on materiaalien, erityisesti maamassojen, kuljetuksissa käytettävien fossiilisten polttoainneiden aiheuttamat päästöt. Kuljetusten haittavaikutuksia pyritään välttämään kuljetusmatkoja lyhentämällä mm. suosimalla kotimaisia raaka-aineita ja materiaaleja. (Hannonen 2016.) Tehokkain keino päästöjen vähentämiseen on kartoittaa suunnitteluvaiheessa mahdollisuudet hyödyntää paikalla olevia materiaaleja, maamassoja ja rakenteita. Tulevaisuudessa paikallisten maamassojen hyödyntämiselle suuremmissa rakennushankkeissa luodaan paremmat lähtökohdat varaamalla niille varastointipaikkoja jo kaavoitusvaiheessa. Piharakentamisessa syntyviä ylijäämämaita voidaan hyödyntää tonttikohtaisesti maastonmuotoilussa ja kasvualustoina. Paikallisista pintamaista tehtävät kasvualustat sisältävät usein lajirikkaan siemen- ja juuristopankin, mistä muovautuu luonnonvalinnan kautta vallitsevissa olosuhteissa menestyvä ja luonnon monimuotoisuutta tukeva lajisto. Kasvillisuutta voidaan lisätä luonnonkasvien lisäksi kasvu- paikkavaatimukseen sopivilla kasvilajeilla. Samalla muodostuu suotuisia pienilmastoja ja elinympäristöjä hyönteisille, mikä puolestaan ylläpitää luonnon biodiversiteettiä. Paikallisten materiaalien ja tuotteiden, kuten luonnonkivien ja kasvilajien, käyttö on ympäristöystävällisen ratkaisun lisäksi paikallista identiteettiä vahvistava tekijä. (Vihervuosi 2016 n.d.)

Paikallisten materiaalien käytön lisäksi kestävä ympäristörakentaminen suosii neitseellisten materiaalien korvaamista kierrätys- ja uusiomateriaaleilla sekä tuotteita, joilla on pieni hiilijalanjälki tai vähäiset huoltokustannukset sekä keinoja, joilla voidaan vähentää alueen ylläpitokustannuksia. Ylläpidossa ekologisuus ja kustannustehokkuus ilmenevät mm. kasvu- paikkavaatimukset täyttävillä kasvivalinnoilla sekä torjunta-aineiden ja lannoitteiden käytön minimoimisena. Muita yleisiä keinoja ovat hulevesien käsittely paikallisesti niiden syntypaikalla, esimerkiksi suosimalla vettä läpäiseviä päällysteitä (*ks. 3.3.2 Vettä läpäisevät päällysteet*) läpäisemättömien päällysteiden sijaan sekä hulevesialtaiden rakentaminen. Niiden avulla vähennetään pintavalumien syntymistä sekä ylläpidetään mm. pohjavesivarastoja, kasvillisuutta ja pienilmastoja. Tehokas hallintakeino tiivistyneissä kaupunkirakenteissa on myös viherkattojen rakentaminen. Hulevesien hallinnan lisäksi viherkatolla voidaan maisemoida kaupunkiympäristöä ja vähentää lämpösaarekkeiden muodostumista. (Viherympäristöliitto ry 2012, 52-54.)



### 2.1.2 Ohjeistukset ja kriteerit

Viherympäristöliitto ry on sitoutunut kansalliseen kestävän kehityksen strategiaan ”Suomi, jonka haluamme 2050”, mikä tähtää konkreettisiin kestävän kehityksen mukaisiin tekoihin (Sitoumus 2050, 2015). Viherympäristöliiton on nimennyt kesällä 2015 Kestävän ympäristörakentamisen (KESY) -työryhmä laatimaan viheralalle kestävän ympäristörakentamisen ohjeet ja kriteerit osana liiton järjestämää Vihervuosi 2016 -teemavuoden alateemaa Kestävä ympäristörakentaminen. Työryhmä on laatinut selvityksen kestävän ympäristörakentamisen ongelmakohdista, joiden pohjalta tavoitteena on kehittää kestävän ympäristörakentamisen toimintamallia käytännön, rakentamistapojen, lainsäädännön, määräysten ja määritelmien osalta. Selvityksessä on huomioitu tilaajien, valvojen, suunnittelijoiden, rakentajien ja ylläpitäjien näkökulmat. Laadittavat kriteerit kattavat viherrakentamishankkeen kaikki vaiheet eli tilaamisen, suunnittelun, rakentamisen sekä ylläpidon. Kriteereitä on testattu pilottihankkeena Hämeenlinnan Kaurialan Liikennepuiston kunnostuksessa kesällä 2016. Puistossa tehtiin mm. paikalla olevista pintamaista kasvualustoja ja uusiokäyttettiin Hämeenlinnan kaupungin varikolta löytyneitä luonnonkiviä ja kivilohkareita. (Viherympäristöliitto n.d.)

Viherympäristöliitto ry:n järjestämässä valtakunnallisessa Viherpäivät 2017 - seminaari- ja näyttelytapahtumassa julkistettiin Kestävän ympäristörakentamisen toimintamalli. Laaditulla toimintamallilla halutaan edistää kestävää kehitystä konkreettisin keinoin ja toimia esimerkkinä muille infrarakentamisen aloille. Toimintamallissa kestävän ympäristörakentamisen kriteerit on jaoteltu viiteen teemaan, jotka ovat

- vesiolot
- maaperä ja kasvillisuus
- käytettävien materiaalien valinta
- terveys ja hyvinvointi
- energiansäästö, ilmanlaadun ja ympäristön suojeleminen.

Kriteerien laadinnassa on sovellettu yhdysvaltalaisia SITES-periaatteita (ks. 2.2.1 *SITES-periaatteet*) ja muokattu niitä Suomessa vallitseviin olosuhteisiin soveltuviksi. Kriteerien laadinnassa on myös kerätty huomioita kriteerikohtaisesti liittyen Suomen ja EU:n nykyisiin lakeihin, asetuksiin ja ohjeisiin. Tarkoituksena on vaikuttaa mm. uusiomateriaalien käyttöä ohjaaviin lainsäädäntöihin ja asetuksiin (ks. 4.1 *Lainsäädäntö*), jotta kestävän ympäristörakentamisen mukainen toiminta olisi jatkossa nykyistä helpompaa. (Viherympäristöliitto ry 2017.)

Kestävän ympäristörakentamisen toimintamallin julkaisemisen yhteydessä Viherympäristöliitto ry ja sen 10 jäsenyhdistystä allekirjoittivat Kestävän ympäristörakentamisen sitoumukset. Allekirjoittaneet tahot sitoutuvat noudattamaan Viherympäristöliitto ry:n laatimia kestävän ympäristörakentamisen kriteerejä ja eettisiä pelisääntöjä. Viheralan eettiset pelisäännöt koskevat mm.

- yhteiskunnallisia velvoitteiden hoitamista ja Suomen lakien, ohjeiden ja määräysten noudattamista
- avointa yhteistyötä ja rehellistä kilpailua
- ammattitaidon ja osaamisen ylläpitoa
- elinvoimaisen viherympäristön arvostusta ja kehittämistä.

(Viherympäristöliito ry 2017.)

Kestävän ympäristörakentamisen kriteerien on määrä valmistua kokonaisuudessaan vuoden 2017 aikana (Weckman 2017).

Hollannin Green City -hankkeen pohjalta on tehty kansainvälinen Green City -ohjeisto, jonka on suomentanut Viher- ja ympäristörakentajat ry (VYRA). Ohjeiston verkkojulkaisu on vapaasti kaikkien käytettävissä ja ohjeistoa kampanjoidaan monissa maissa päättäjille erilaisten hankkeiden avulla. Hankkeet pyrkivät edistämään kestävää ympäristörakentamista sekä jakavat tutkimuksiin pohjautuvaa tietoa viheralueiden myönteisiä vaikutuksia ihmisten terveydelle ja hyvinvoinnille. Hollannissa Green City -hankkeeseen liittyy olennaisesti Green Label -sertifikaatti, joka arvioi kestävästä ympäristörakentamisesta kriteerien pohjalta rakennetun kohteen, rakentamistavan, käytetyt materiaalit sekä ylläpidon. Kohde voi olla piha, puisto tai taloyhtiönpiha. Kohteen täyttäessä vaaditut kriteerit, sille myönnetään sertifikaatti, joka määrittelee kohteen ekologisen arvon. Hollannissa kestäväällä ympäristörakentamisella on kysyntää markkinoilla ja sertifioinnilla on kohteen arvoa nostava vaikutus. Suomessa ei ole käytössä vastaavanlaista sertifiointijärjestelmää. (Viheraluerakentajat ry 2012.)

## 2.2 Ekomittarit

Nykyisellä kulutustasolla ihmiskunta käyttää luonnonvaroja nopeammin kuin ne ehtivät uusiutua, minkä takia kuluttajia sekä tuottajia ohjeistetaan energia- ja materiaalihokkuuteen. Kustannustehokkuuden lisäksi luonnonvarojen ja materiaalien säästämällä on kasvihuonepäästöjä pienentäviä vaikutuksia, mikä puolestaan hillitsee ilmastonmuutosta. Lisääntyneen ympäristötietoisuuden, lainsäädännöllisten velvoitteiden sekä tuoteryhmäkohtaisten asetusten ansiosta yrityksille on kehitetty erilaisia arviointijärjestelmiä selvittämään tuotteiden ja palveluiden kokonaisvaltaisia ympäristövaikutuksia. Yleisimmät arviointijärjestelmät ekotuotesuunnitteluun ovat

- Elinkaariarviointi (LCA)
- Ympäristöjalanjälki
- Ekologinen jalanjälki
- Hiilijalanjälki
- Vesijalanjälki
- Ympäristöriskianalyysit (RA)
- Ympäristöjärjestelmät.

(Suomen ympäristökeskus 2013.)

Yleisiä käytössä olevia kestäväan kaupunkisuunnitteluun pyrkiviä rakennusten energiatehokkuuden pohjalta kehitettyjä arviointi- ja suunnittelu-työkaluja ovat britannialainen BREEAM Communities (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) ja yhdysvaltalainen LEED-ND (Leadership in Energy and Environmental Design - Neighbourhood Development). Ne keskittyvät rakennuksien ja niiden välittömän ympäristön ekologisuuden arvioimiseen, mutta eivät huomioi ympäröivää maisemaa, mikä on olennainen osa rakennettua ympäristöä. Erilaiset arviointijärjestelmät liittyvät kuitenkin olennaisesti kestäväan ympäristörakentamisen mukaiseen suunnitteluun. Esimerkiksi vuonna 2016 julkaistu Kaavoituksen ekolaskuri (KEKO) on maankäytön suunnittelijoille kehitetty ekologisen kestävyuden arviointityökalu. (Suomen ympäristökeskus 2016.) Eri ohjelmistojen tarkoitus on tuoda ekologisuuteen pyrkivät suunnitelmat ideoista käytännön teoiksi ja niiden avulla rakennushankkeille luodaan lähtökohdat, kriteerit ja tavoitteet. Ne toimivat myös apukeinoina asetettujen vaatimusten toteutumisen seuraamisessa sekä helpottavat hankkeiden eri osapuolten välistä viestintää. (Piipponen 2015.) Viherrakentamiseen suunnatut ekologisuuden arviointijärjestelmät eivät ole vielä yleistyneet yksityisen sektorin pihasuunnittelussa, vaan niiden käyttö on yleisempää julkisen sektorin viherrakennushankkeissa (Hannonen 2016, Säilä 2016). Seuraavissa kappaleissa on esitelty olemassa olevia kestäväan ympäristörakentamista tukevia arviointijärjestelmiä.

### 2.2.1 SITES-periaatteet

Yhdysvalloissa on vuodesta 2006 alkaen kehitetty ekologista maisemasuunnittelua tukevaa SITES-arviointijärjestelmää (The Sustainable Sites Initiative). SITES-järjestelmä pyrkii edistämään rakennetun ympäristön laatua kestäväan ympäristörakentamisen näkökulmasta. Järjestelmän avulla eri viherrakennushankkeille voidaan määrittää ympäristötavoitteet sekä arvioida ja seurata niiden toimivuutta ekologisuuden näkökulmasta hankkeen aikana ja sen jälkeen. SITES-järjestelmään osallistuvilla projekteilla on mahdollisuus sertifiointiin eli virallisen tunnustuksen saamiseen onnistuneesta ympäristönäkökulmien huomioimisesta. Kestäväan ympäristörakentamisen kriteerien lähtökohtana toimineen SITES-järjestelmän soveltaminen Suomen olosuhteisiin ei ole täysin ongelmaton Suomen ja Yhdysvaltojen erilaisten ilmasto- ja ympäristöolosuhteiden takia. Hyviä puolia ovat kuitenkin järjestelmän monipuoliset näkökulmat ekologiseen maisemasuunnitteluun sekä ohjelman hyödyntämisen suunnitteluprosessin tarkastuslistana. (Piipponen 2015.)

### 2.2.2 Viherkerroinmenetelmä

Ilmastonkestävä kaupunki (ILKKA) - työkaluja suunnitteluun -hanke oli Lahden, Turun ja Vantaan kaupungin, Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymän, Ilmatieteen laitoksen ja Turun yliopiston vuosina 2012-2014 toteuttama hanke edistämään ilmastonkestävää kaupunkisuunnit-

telua. Helsingin kaupungin koordinoiman hankkeen pohjalta toteutettiin kaupunkisuunnittelijoille sekä rakennus- ja viheralanyrittäjille suunnattu verkkopohjainen Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas, johon on koottu suunnittelutyökalujen lisäksi oppaita, selvityksiä ja raportteja ilmastonmuutoksen vaikutuksista ja niihin sopeutumisesta. Yksi oppaan työkaluista on kaavoittajille, maisema-arkkitehdeille ja -suunnittelijoille tarkoitettu viherkerroinmenetelmä. Alun perin Berliinissä kehitetty Green Factor eli vihertehokkuus -työkalu on ekologisuuteen pyrkivä työkalu, jonka avulla voidaan arvioida tonttien viherpinta-alan riittävä määrä kaupunkiympäristössä. Menetelmää hyödyntävien suunnitelmien ja rakentamistapojen lopputuloksena syntyy vihreitä ja viihtyisiä pihoja, jotka edistävät tiivistyvän kaupunkirakenteen sopeutumista ilmastonmuutokseen. (Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas n.d.)

Viherkerroinmenetelmä toimii samanlaisina verkko- ja Excel-pohjaisina laskentataulukko versioina. Ohjelmassa suunnittelija asettaa tontille viherkerrointavoitetaso, joka on lähtökohtana pihasuunnitelmalle. Viherkerroin on voitu myös sisällyttää kaavamääräyksiin minimi- ja tavoite-tasoina. Viherkerroimen laskemista varten kullekin vihertehokkuutta lisäävälle elementille on annettu omat kerroinarvot väliltä 0,1 - 1,0/m<sup>2</sup> (ks. Kuva 1). Viherkerroin saadaan laskemalla eri elementeistä saadut pisteet yhteen ja jakamalla niiden summan koko alueen pinta-alalla (Kaava 1). Lopuksi ohjelma laatii tulokortin, jossa tärkeimmät tulokset esitetään tulos-tettavassa muodossa.










(1)

$$\text{Viherkerroin} = \frac{\text{pisteytetty viherpinta-ala}}{\text{kokonaispinta-ala}}$$

Viherkerroinmenetelmän on tarkoitus olla joustava työkalu, jota voidaan räätälöidä kohdekohtaisesti ja suunnittelutavoitteiden mukaisesti eri arvoja painottaen. Menetelmä huomioi eri viherelementtien ekologisuuden, toiminnallisuuden, maisema-arvon sekä ylläpidon. Vihertehokkaimpia ratkaisuja ovat esimerkiksi monimuotoiset istutukset, hulevesipainanteet, läpäisevät päällysteet sekä tiiviisti rakennetuilla alueilla viherseinät ja -katot. Suomessa viherkerroinmenetelmää on kokeiltu vuonna 2014 Jyväskylän Äijärannan asuatomessualueen suunnittelussa ns. Green Factor-pilottikorttelina. Pilottihankkeen tavoitteena oli mm. ilmanlaadun parantaminen ja luonnon monimuotoisuuden lisääminen kaupunkiympäristössä. Vihertehokkuutta edistävillä ratkaisuilla parannettiin mm. hulevesien luonnonmukaista käsittelyä sekä lisättiin tonttien monipuolista ja runsasta kasvillisuutta. (Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas 2013.) Helsingin kaupungin ympäristökeskus teetti puolestaan vuonna 2013 selvityksen, jossa kaupungille laadittiin oma viherkerroinmalli (EPECC 20013). Selvityksessä tutkittiin viherkerroimen käytettävyyttä piha-alueiden suunnittelussa ja mahdollisuuksia kytkeä viherkerroin osaksi nykyistä suunnittelujärjestelmää. Viherkerroimen laskentamenetelmää on testattu Helsingin alueella eri pilottikohteissa, esimerkiksi Kuninkaan-tammen kortteliin laadittiin kolme erilaista mallipiha-alueen suunnittelusta eri viher-

kertoimen tavoite- ja minimitasoilla. (Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas 2014.)

Berliinissä vuodesta 1994 alkaen sitovana säädöksenä ollut viherkerroinmenetelmä (Biotope Area Factor, BAF) on uudis- ja korjausrakentamisessa rakennuslupien ehtona kaupungin 21 eri alueella ja kattaa 16 % kaupungin pinta-alasta. Menetelmän ehtona on tietyn osuuden jättäminen rakennettavasta alueesta viheralueeksi, millä pyritään lisäämään mm. viheralueiden kehitystä, vesitasapainon toimivuutta ja ilmakehän puhtautta tiheään rakennetuilla kaupunkialueilla. Menetelmän etuna on sen mahdollistama suunnittelun vapaus asetetun viherkerrointavoitearvon saavuttamiseksi, sillä käytettävät viherelementit ovat vapaasti valittavissa ja yhdisteltävissä kohdekohtaisesti. Viherelementit on kuitenkin pisteytetty eri tavoin (Kuva 1.) mm. haihtuvuuden, sadeveden varastoitumisen sekä kasveille ja eläimille sopivan elinympäristön mukaan.

Surface type		Weighting factor
<b>Sealed surface</b> Impermeable to air and water and has no plant growth (concrete, asphalt, slabs with a solid subbase)		<b>0.0</b>
<b>Partially sealed surfaces</b> Permeable to water and air, but no plant growth (mosaic paving, slabs with a sand/ gravel subbase)		<b>0.3</b>
<b>Semi-open surfaces</b> Permeable to water and air, some plant growth (gravel with grass coverage, wood-block paving, honeycomb brick with grass)		<b>0.5</b>
<b>Surfaces with vegetation unconnected to soil below</b> On cellar covers or underground garages with less than 80 cm of soil covering		<b>0.5</b>
<b>Surfaces with vegetation unconnected to soil below</b> No connection to soil below but with more than 80 cm of soil covering		<b>0.7</b>
<b>Surfaces with vegetation connected to soil below</b> Vegetation connected to soil below, available for development of flora and fauna		<b>1.0</b>
<b>Rainwater infiltration per m² of roof area</b> Rainwater infiltration for replenishment of groundwater; infiltration over surfaces with existing vegetation		<b>0.2</b>
<b>Vertical greenery up to 10m in height</b> Greenery covering walls and outer walls with no windows; the actual height, up to 10 m, is taken into account		<b>0.5</b>
<b>Green roofs</b> Extensive and intensive coverage of rooftop with greenery		<b>0.7</b>

Kuva 1. Viherelementtejä ja niiden painotus pisteinä saksalaisessa BAF -viherkerroinmenetelmässä (Kazmierczak, A. & Carter, J. 2010).

Berliinin lisäksi useissa muissakin maissa on käytössä vastaavia kunkin maan olosuhteisiin räätälöityjä viherkerroinmenetelmiä, joista esimerk-

keinä Ruotsin Malmössä vuodesta 2001 käytössä ollut Grönytefaktor (GYF) ja Pohjois-Amerikan Seattlessa vuodesta 2007 käytössä ollut Seattle Green Factor. (Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas n.d.)

### 2.3 Ekologiset menetelmät taloudellisista näkökulmista

Ilmastonmuutoksen torjumisen ja luonnonvarojen hupenemisen pohjalta on syntynyt yksi maailman nopeimmin kasvavista liiketoiminta-aloista; materiaalien hukkaamista ehkäisevä ja jätteen syntymistä minimoiva kiertotalous. Avaintekniikoiksi uusien innovaatioiden syntyemisessä nousevat mm. uudet materiaalitekniikat ja kierrätys, joiden pohjalta on syntynyt myös viherrakentamiseen soveltuvia uusiomateriaaleja ja -tuotteita. Suomella on hyvät lähtökohdat kilpailu kiertotalouden kansainvälisillä markkinoilla korkean koulutuksen, teknologiaosaamisen ja cleantech-toiminnan ansiosta. Cleantech-toiminta tarjoaa luonnonvarojen kestäväää käyttöä ja haitallisia ympäristövaikutuksia pienentäviä tuotteita, prosessi-, teknologia- ja palveluratkaisuja. Suomelle kiertotalouden taloudellisten mahdollisuuksien arvioidaan olevan jopa 1,5 - 2,5 miljardia euroa vuodessa. Kiertotalouden haasteena on kierrätettävien materiaalien kustannustehokas kerääminen ja tuottaminen uusiomateriaaliksi. Esimerkiksi kaivosteollisuudessa syntyvät sivukivet jäävät usein käyttämättä, koska kaivokset sijaitsevat käyttökohteeseen nähden kaukana ja kuljetuskustannukset nousisivat liian suuriksi. (Sitra n.d.)

Kiertotalouteen liittyy olennaisesti materiaalitehokkuus, mikä tähtää kilpailukykyisten tuotteiden ja palveluiden tuottamiseen siten, että materiaalien ja energiankulutuksen määriä sekä päästöjä minimoidaan koko tuotteen elinkaaren ajan. Viherrakentamisen suurimmat päästöt aiheutuvat kuljetuksista, mutta ne ovat myös yksi suurimmista kustannuseristä. Tyypillisessä viherurakassa paikalla oleva maa-aines nostetaan kuorma-autoon, kuljetetaan maankaatopaikalle ja tuodaan tilalle vaaditut kriteerit täyttävää neitseellistä maa-ainesta. Kuljetuskustannuksia voidaan vähentää hyödyntämällä rakennuspaikalla syntyviä maamassoja ja olemassa olevia rakenteita. Säästöt tuotanto- ja rakentamiskustannuksissa edistävät samalla yrityksen kilpailukykyä. (Suomen ympäristökeskus n.d.) Suomessa on tehty Motivan toimesta vuosina 2014 - 2015 materiaalitehokkuuteen pohjautuvia materiaalikatsemuksia. Tuloksien perusteella materiaalitehokkuudella saavutettu säästöpotentiaali oli keskimäärin 1 M €/katselemus. (Motiva 2016.)

Kestävän ympäristörakentamisen periaatteiden mukaisessa suunnittelussa apuna käytettävistä arviointijärjestelmistä monet ovat maksullisia. Esimerkiksi The Sustainable Sites Initiative (SITES) ja Kestävän kaavoituksen ekolaskuri (KEKO) -ohjelmistot vaativat maksullisten lisenssien hankinnan, mutta verkko- tai Excel-pohjaisen Viherkerroinmenetelmän käyttö on ilmaista. Ilmastonmuutoksen haittavaikutuksien lieventämiseksi on kuitenkin taloudellisesti järkevämpää panostaa luonnon oman toimintakyvyn ylläpitämiseen materiaalitehokkuuden ja kestävään ympäristöraken-

tamisen keinoin jo suunnitteluvaiheessa, kuin korvata menetettyjä luonnonvaroja kalliilla keinotekoisilla ja teknisillä ratkaisulla. Yksi tehokkaimista keinoista on noudattaa ns. vihreää infrastruktuuria (green infra) eli maankäytön yhtenäistä suunnittelutapaa, missä huomioidaan eri maankäyttöalueiden välisten vuorovaikutuksien säilyminen kuntatasolla, kaupunginosissa, yksityispihoilla ja lähimetsissä. Tällaisia keinoja ovat mm. pienten vesiyhteyksien säilyttäminen, vihersiltojen rakentaminen suurille kulkuväylille sekä luonnonsuojelualueiden perustaminen. Kaupunkialueille rakennetun vihreän infrastruktuurin on tutkittu nostavan asuntojen arvoa Helsingissä n. 1 – 4 % neliometriä kohden riippuen viheraluetyypistä (puisto, kaupunkimetsä, niitty) ja sen sijainnista asuntoon nähden (Votsis A. 2017). Ekologisen ja perinteisen pihan suunnittelukustannukset ovat samassa hintaluokassa, mutta ekologisen pihan rakentaminen ja ylläpito tulevat edullisemmiksi (Hannonen 2016). Ekologisuuteen pyrkiville ja sitä kehittäville rakennushankkeille on mahdollista saada EU:n rahoitusta. Tällaisia hankkeita ovat esimerkiksi monikäyttöiset maankäyttöalueet, jotka ennallistavat tai ylläpitävät luonnon biodiversiteettiä. Rahoituksia myöntäviä tahoja ovat esimerkiksi EU:n LIFE-Biodiversiteetti -ohjelma sekä LIFE Ympäristö -ohjelma. (Euroopan unioni 2010.)

### 3 MATERIAALIT

Tässä luvussa tarkastellaan viherrakentamisen yleisimmissä rakennusvaiheissa kestävästä ympäristörakentamisesta mukaiseen piharakentamiseen soveltuvia materiaaleja ja tuotteita. Tarkasteltavat materiaalit ja tuotteet ovat vähintään osittain orgaanisia tai kierrätysmateriaaleista valmistettuja uusiomateriaaleja ja -tuotteita, jotka voidaan niiden elinkaaren lopussa tarvittaessa kierrättää tai hävittää ympäristöä mahdollisimman vähän kuormittavasti. Materiaalien kohdalla kerrotaan yleisesti viherrakentamisessa käytettävistä neitseellisistä luonnonmateriaaleista ja esitellään yksi vaihtoehtoinen uusiomateriaali tai -tuote. Tuotteiden kohdalla kerrotaan niiden valmistamisesta, teknisistä ominaisuuksista, ympäristövaikutuksista sekä kierrätysmahdollisuuksista.

Uusiomateriaalien ja -tuotteiden on täytettävä samat tekniset, toiminnalliset ja laadulliset vaatimukset kuin neitseellisistä materiaaleista valmistettujen rakenteiden ja tuotteiden. Huomattava osa uusiomateriaaleista luokitellaan lainsäädännössä jätteiksi, jolloin niiden käyttöä voidaan rajoittaa erilaisilla lupa-, selvitys- ja ilmoitusvaatimuksilla (ks. 4.1 Lainsäädäntö). Tässä opinnäytetyössä käsitellään vain sellaisia uusiomateriaaleja ja -tuotteita, joiden käyttö ei vaadi erillisiä lainsäädännöllisiä toimenpiteitä ja joiden käyttö ei aiheuta ympäristöriskejä. Joistakin uusiomateriaaleista ja -tuotteista on markkinoilla useamman eri valmistajan tuotteita vaihtoehtoja neitseellisille materiaaleille. Tässä opinnäytetyössä esitellään saman tuoteryhmän uusiomateriaaleista ja -tuotteista se vaih-

toehto, jossa kierrätysmateriaalien prosentuaalinen osuus tuotteesta on muihin vastaaviin tuotteisiin nähden suurin.

### 3.1 Maanrakennusaineet eri rakennekerroksissa

Pihan perustukset eli rakennekerrokset voidaan jaotella päällyys- ja maarakenteisiin. Maarakenne jaotellaan toiminnallisesti kantavaan, jakavaan ja suodatinkerrokseen. Päällysrakenne sisältää maarakennekerrosten lisäksi sitomattomat ja sidotut päällysteet. Rakennekerroksissa eniten käytettyjä neitseellisiä luonnonmateriaaleja eli kiviaineita ovat sora, hiekka ja kalliomurske. Etenkin soravarat ovat alkaneet ehtyä suurten asutuskeskusten läheisyydessä, mikä on johtanut suurempaan uusiutumattomaan kalliosta louhittavan kiviaineksen käyttöasteeseen. Uusiutumattomia luonnonmateriaaleja voidaan kuitenkin korvata uusiomateriaaleilla, joita ovat esimerkiksi voimalaitoskuonat ja -tuhkat, masuunihiekka sekä rakennuspurkujätteistä murskattu betoni- tai tiilimurske. Uusiomateriaalien käyttö vaatii kuitenkin useimpien materiaalien kohdalla erillisiä lupatoimenpiteitä, joten niiden käyttö on yleisempää suurissa maarakennushankkeissa, kuten tieverkoston pohjien rakentamisessa, kuin piharakentamisessa. (RT 89-11002, 2010.) Tässä luvussa esitellään kestävän ympäristörakentamisen mukaiseen piharakentamiseen soveltuvia materiaaleja, joilla voidaan korvata neitseellisiä kiviaineita ilman erillisiä lupamenetelyjä.

#### 3.1.1 Kantava ja jakava kerros

Kantavassa ja jakavassa kerroksessa käytettävät materiaalit ovat perinteisesti neitseellisiä kiviaineita. Kantava kerros tehdään yleisesti sorasta, sepelistä, murskeesta tai soramurskeesta. Kantavan kerroksen tehtävä on ottaa vastaan päällysteeseen kohdistuva paino. Jakava kerros tehdään puolestaan sorasta tai murskeesta ja se jakaa päällysteeseen kohdistuvan painon leveämmälle alueelle. (RT 89-11002, 2010.)

Neitseellisille kiviaineksille on olemassa markkinoilla useita vaihtoehtoisia uusiomateriaaleja, mutta lainsäädäntö asettaa rajoitteita niiden käytölle. Esimerkiksi kun kierrätysbetonia käytetään murskeena ja se peitetään vähintään 10 cm paksuisella luonnonkiviaineksesta tehdyllä kerroksella, sen käyttö on sallittua Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY) ympäristönsuojelun tietojärjestelmään tehtävällä ns. MARA -asetuksen mukaisella ilmoitusmenettelyllä (ks. 4.1 Lainsäädäntö). Esimerkiksi Rudus Oy:n tuotteistaman ja CE-merkityn kierrätysbetonista valmistetun Betoroc -betonimurskeen käyttö peitettynä sallitaan ilmoitusmenettelyllä (Rudus n.d.), mutta muunlainen kierrätysbetonin käyttö esimerkiksi kulkuväylillä päällysteenä tai kivikorien täyttönä vaatii ympäristöluvan. Euroopassa betonimurskeen hyödyntäminen viherrakentamisessa on huomattavasti yleisempää. Esimerkiksi vuonna 2012 valmistuneessa Lontoon Olympiapiistossa hyödynnettiin 170 000 tonnia alueelta purettuja ja



murskattuja betonirakenteita mm. kivi- ja kivi-tyyppisten muurien ja -rakenteiden täytöissä. (Betoniteollisuus ry 2015.) Kierrätysbetonin valmistaminen tuotteeksi vaatii kuitenkin enemmän sementtiä kuin uusiobetonin valmistaminen ja valmiista tuotteesta saattaa liueta ympäristöön vesistöille haitallisia aineita. Tuotantoprosessin aiheuttamien kasvihuonepäästöjen ja mahdollisten liukenevien aineiden takia kierrätysbetonin ympäristöhyödyt jäävät vähäisiksi. Muita neitseellisiä kiviaineita korvaavia uusiomateriaaleja ovat esimerkiksi asfalttimurske, maasuunihiekka ja rakennusteollisuuden sivukivet. (Motiva n.d.)

Luonnonkivilouhinnan sivutuotteena syntyvät sivukivet on luokiteltu lainsäädännöllisesti jätteeksi, vaikka niiden hyödyntämisellä ei ole ympäristölle suoria haittavaikutuksia. Vaikka sivukivi on koostumukseltaan samaa ainesta kuin louhinnan päätuote, eivät ne kuitenkaan täytä luonnonkiville asetettuja laatuvaatimuksia, joten vuosittain 10 - 20 miljoonaa tonnia sivukiviä jää pääosin hyödyntämättä. Soravarojen ehtymisen takia sivukiven mursketuotanto on kuitenkin yleistymässä. Vuosina 2013 - 2014 Geologian tutkimuskeskus (GTK) toteutti yhteistyössä Savonia ammattikorkeakoulun kanssa Kaikki käyttöön -hankkeen, jonka tarkoituksena oli edistää louhimoiden sivukivien hyötykäyttöä infrarakentamisessa. Myös tulevat lainsäädännölliset muutokset tulevat helpottamaan sivukivien hyödyntämistä jatkossa (ks. 4.1 Lainsäädäntö). Sivukiveä voidaan käyttää murskattuna esimerkiksi teiden ja pihojen rakenteissa ja hiekoitussepelinä. Ehyt sivukivi sopii käytettäväksi sellaisenaan esimerkiksi kivimuureissa ja pihojen koriste-elementteinä. (Geologian tutkimuskeskus 2014.)

### 3.1.2 Suodatinkerros

Suodatinkerros eli eristyskerros rakennetaan routivalle pohjamaalle estämään routiminen, kapillaariveden nousu sekä alus- ja päällysrakennekerrosten sekoittuminen. Kerros tehdään ohjeistuksien mukaan suodatinkankaasta ja hiekkakerroksesta, mutta luonnonmateriaalien saatavuuden vaikeuksien vuoksi hiekkakerros korvataan usein jakavan kerroksen murskeella ja suodatinkerros tehdään pelkästä suodatinkankaasta. Rakennekerrosten keskinäisiä suhteita voidaan muuttaa siten, ettei rakenteen kokonaispaksuus tai -kantavuus muutu. Routamitoitus rakenteen vaaditusta paksuudesta tehdään tapauskohtaisesti suunnittelukohteen olosuhteisiin soveltuviksi. (RT 89-1102, 2010.) Markkinoilla on olemassa mm. teollisuuden kuonista ja tuhkista valmistettuja eristekerrosmateriaaleja, mutta ne niiden käyttö vaatii ympäristöluvan ja yleisempää maa- ja tierakentamisessa.

#### *Foamit® -vaahtolasimurske*

Foamit® -vaahtolasimurske on Uusioaines Oy:n vuodesta 2011 Forssassa valmistama ympäristöystävällinen puhdistetusta ja jauhetusta kierrätyslasista valmistettu eriste- ja kevennysmateriaali. Ensimmäiset vaahtolasia valmistaneet tehtaot on perustettu jo 1980-luvulla Sveitsissä ja Saksassa,

eli Euroopassa vaahtolasimursketta on käytetty yli 20 vuoden ajan. Pohjoismaista Norjassa ja Ruotsissa vaahtolasimurske on ollut käytössä 1990-luvulta lähtien. (Ramboll 2012.)

Teollisessa valmistusprosessissa puhdistettu lasinsiru jauhetaan raekooltaan alle 0,1 mm kokoiseksi lasijauheeksi, johon sekoitetaan vaahtotusagenttia. Lasijauhe kuumennetaan 900 °C:seen, jolloin lasimassa paisuu viisinkertaiseksi ja kovettuu n. 92 % ilmahuokosia sisältäväksi vaahtolasiksi. Tämän jälkeen massa jäädytetään, jolloin se hajoaa murskemäiseksi kappaleiksi. Vaahtolasimurskeesta tehty rakennekerros toimii käyttökohteesta ja tarkoituksesta riippuen keventeenä, kuivatuskerroksena, routa- tai lämpöeristeenä. Vaahtolasimursketta käytetään rakentamisessa samoin asennettuna kuin sillä korvattavaa kalliomursketta. Vaahtolasimurskeen tilavuuspaino rakenteessa on vain viidesosa verrattuna murskeeseen, mutta kantavuudeltaan se vastaa karkeaa hiekkää. Lämmöneristeenä se vastaa neljä kertaa paksumpaa hiekkakerrosta. Vaahtolasimurskeella on suuri kitkakulma, minkä ansiosta esimerkiksi sortumisriski kaivutöissä on pienempi. Pienen tilavuuspainon ja suuren kitkakulman ansiosta rakenteiden kuormituksia voidaan vähentää huomattavasti vaahtolasimursketta käyttämällä, jolloin maanpaine on vain murto-osan verrattuna perinteiseen soratäyttöön. (Ramboll 2012.)

Vaahtolasia voidaan käyttää myös viherrakentamisessa kasvualustojen keventeenä sellaisilla kasvilajeilla, jotka vaativat vettä ja ravinteita läpäisevän kasvualustan. Esimerkiksi kuivan ja paahtaisen paikan kasvilajit, kuten niittykasvillisuus ja kallioketojen kasvillisuus, menestyvät parhaiten melko kuivissa ja niukkaravinteisissa olosuhteissa. Vaahtolasia voidaan käyttää myös viherkattojen kasvualustan keventeenä. Vaahtolasin käyttö kasvualustoissa korvaa perinteisesti käytetyt kevennemateriaalit, kuten perliitin, lecasoran tai laavakiven, joilla on ympäristöä enemmän kuormittava vaikutus. (MTT Jokioinen 2014.)

Vaahtolasimurskeesta tehdyt rakenteet säästävät neitseellisten kiviainesten ja muiden maarakennusmateriaalien käyttöä, sillä vaahtolasimurskeesta voidaan rakentaa perinteistä rakennetta ohuempia kokonaisrakennepaksuuksia. Materiaalin lämmöneristävyys ansiosta mm. teiden ja katujen routavauriot vähenevät, mikä säästää korjauskustannuksia. Kevyen materiaalin käyttö vähentää myös kuljetusten ja niihin tarvittavien polttoaineiden määrää, jolloin kuljetuskustannukset ja niiden aiheuttamat päästöt vähenevät. Vaahtolasimurskeen käyttö on ympäristölle turvallista, sillä siitä ei liukene esimerkiksi vesistöille haitallisia aineita. Lopuksi jätteen käsittelymenetelmiksi on suositeltu pienten erien kohdalla hävittämistä normaalin sekajätteen mukana ja isompien erien talteenottoa ja uudelleenkäyttöä. (Uusioaines Oy 2014.)

### 3.1.3 Geotekstiilit

Geotekstiilit ovat maarakennustekstiileitä, kuten suodatin- ja maakatekankaita, joita käytetään mm. sitomaan maa-aineksia, routasuojaukseen ja eroosion estämiseen. Geotekstiilit valmistetaan yleensä tekokuiduista, kuten polypropeenista tai polyesterista. On myös olemassa biohajoavia luonnonkuiduista valmistettuja suodatinkankaita, joiden materiaaleina on käytetty esimerkiksi, pellavaa, hamppua tai juuttia. Niiden käyttö on kuitenkin yleisempää ammattiviljelyssä kuin viherrakentamisessa. (RT 89-10998, 2010.) Luonnonkuiduista, kuten kookos- ja pellavakuiduista, valmistettuja maakatekankaita käytetään eroosiosuojauksen lisäksi rikkakasvien torjuntaan ja veden haihdunnan pienentämiseen, jolloin hoitotarve vähenee ja säästetään ylläpitokustannuksissa. (EG-Trading Oy 2016.)

#### *GREENFIX-pensaseroosiomatot*

Greenfix on vuodesta 1972 markkinoilla ollut saksalaisen SOILTEC:n tuotama orgaanisista materiaaleista valmistettujen eroosiosuojamattojen tuotesarja. SOILTEC on edelläkävijä luonnonkuitutuotteiden kehityksessä ja sen tuotevalikoima koostuu monipuolisista, ympäristöystävällisistä ja kustannustehokkaista ratkaisuista eroosio-ongelmiin. Yrityksellä on liiketoimintaa yli 50 maassa ja Suomessa Greenfix -tuotteita jälleenmyy EG-Trading Oy. (SOILTEC 2010.)

Greenfix-matot koostuvat pääkerroksesta, jonka materiaalina käytetään maatuivia luonnonmateriaaleja, kuten kookos-, olki- tai heinäkuituja sekä kierrätyspuuvillaa. Mattojen pääkerroksen alla on vahvikkeena ohut maatuva polyeteeni -verkko, joka hajoaa altistuessaan luonnonvalolle. Vaativampiin rakennuskohteisiin kuten jyrkkiin rinteisiin on markkinoilla kestävämpiä eroosiomattoja, joissa vahvikkeena on polypropyleenistä tai metallista valmistettu verkko. Esimerkiksi Greenfix Bio-Mulchmat on 7 - 10 mm paksuinen yhteen ommelluista kookoskuidusta ja kahdesta tärkkelysfoliokerroksesta valmistettu pensaseroosiomatto mm. istutusryhmiin pensaille ja perennoille tai yksittäisille puille. Mattojen kalvokerroksia on kahta tyyppiä: toinen hajoaa UV-säteilyn vaikutuksesta ja toinen mikroorganismien vaikutuksesta. Tärkkelyskalvo muodostaa ihanteelliset kasvuolosuhteet maton alle mm. optimaalisen kosteuden säilyttämisen ansiosta. Foliokerrokseen tehdyt ristikkäiset viillot mahdollistavat veden ja ravinteiden esteettömän liikkuvuuden kasvien saataville. Pensaseroosiomaton käyttöikä on 3 - 5 vuotta. (SOILTEC 2010.)

Greenfix-pensaseroosiomatot suojaavat ja nopeuttavat kasvien kasvua ja kehitystä mm. haihdunnan vähenemisen ansiosta ja ovat luonnollinen tapa ehkäistä eroosion syntymistä. Ne ehkäisevät rikkaruohojen kasvamista, mikä vähentää tarvetta kemiallisten torjunta-aineiden käytölle ja samalla laskee ylläpitokustannuksia. Eroosiomattojen orgaanisten kuitujen maatuessa vähitellen niistä muodostuu vahva kasvukerros, eikä niistä liu-

kene maatumisen yhteydessä ympäristölle haitallisia aineita. Helpon ja nopean asennettavuuden ansiosta eroosiomatot ovat kustannustehokkaita käyttää. Mattojen kiinnitys toteutetaan kohdekohtaisesti käytetyn eroosiomaton ja käyttökohteen vaativuuden mukaan. Huomioitavia ominaisuuksia ovat mm. rinteiden kaltevuus ja pituus sekä maalaji. Kiinnityksellä estetään mattojen kohoamisen ja valumiin aiheuttamat korjauskustannukset. (EG-Trading Oy 2016.)

### 3.2 Kasvualustat

Tällä hetkellä tavanomaiset tuotteistetut eli eri raaka-aineista sekoitetut kasvualustat koostuvat kivennäis- ja eloperäisistä aineksista. Kivennäisainesta eli epäorgaanista ainesta ovat mm. moreenit, hiekat, hiesut ja savet, jotka ovat usein peräisin hiekkaharjuista. Eloperäinen eli orgaaninen aine on usein pelto- tai metsämullaa, turvetta tai kompostia. Puutarhamulta on yleisnimitys erilaisille seoksille, joiden raaka-aineet ovat turve, hiekka ja komposti. Kompostimullan raaka-aineita ovat mm. bio- ja puutarhajäte sekä tukiaineet, kuten puunkuori, hake ja olki. Muita yleisiä kasvualustoissa käytettyjä aineksia ovat esimerkiksi teollisesti valmistetut perliitti ja leca-sora, joita käytetään keventeinä lisäämään kasvualustan ilmapuutusta ja veden liikkuvuutta. (MTT Jokioinen 2014.) Kasvualustan vaadittu ominaisuudet määräytyvät kohteen käyttötarkoituksen ja alueelle istutettavan kasvillisuuden mukaan. Viherrakentamisessa käytettävän kasvualustan tulee käyttökohteen asettamien vaatimusten lisäksi täyttää lannoitevalmistelain asettamat vaatimukset. Viherympäristöliitto ry:n kasvualustaryhmä on myös antanut suosituksia mm. kasvualustan ravinnepitoisuuksista Viheralueiden kasvualustat -käsikirjassa (julkaisija Viherympäristöliitto ry). (RT 89-10988, 2010.)

Viherrakentamisessa käytettävien kasvualustojen määrät kasvavat jatkuvasti. Määristä ei ole olemassa tarkkoja lukuja, mutta esimerkiksi Helsingin kaupungin alueella on arvioitu vuonna 2007 käytettyjen kasvualustojen määrien olleen lietepohjaisia 30 000 m<sup>3</sup>:ta ja turvepohjaisia 125 000 m<sup>3</sup>:ta. (MTT raportti 161.) Turvepohjaisten kasvualustojen käytön kokonaismääräksi Suomessa on arvioitu n. 1 milj. m<sup>3</sup> vuodessa ja nykyisellä kulutuksella kasvuturvetta riittäisi käytettäväksi 100 - 200 vuodeksi. Euroopassa turve on tärkein kasvualustojen raaka-aine, mutta Keski-Euroopassa vaalean rahkaturpeen määrä on ehtymässä, joten esimerkiksi Englannissa lainsäädäntö asettaa rajoitteita turpeen käytölle. Oman haasteensa turpeenkäytölle asettaa eurooppalainen ympäristömerkkijärjestelmä (EU Ecolabel), mikä on osa EU:n kestävästä kulutuksesta ja tuotantoa koskevaa politiikkaa. EU:n ympäristömerkin mukaan kasvualustan tulee olla turvevapaa ja orgaanisen aineksen kierrätettyä, eikä se saa sisältää bakteereja tai saastuta maaperää raskasmetalleilla. (Kiteen Mato ja Multa Oy 2014.) Suomessa Ympäristöministeriö on uudistanut vuonna 2015 turvetuotannon ympäristönsuojeluohjeen, jonka tarkoitus on parantaa vesiensuojelua ja vähentää tuotannon aiheuttamia ympäristöhaittoja. Turvetuotanto vaatii aina ympäristöluvan, koska sillä on vaikutuksia mm.

luonnon monimuotoisuuteen, maisemaan ja maankäyttöön sekä vesistöihin. Turpeen käytön ekologisuuden kyseenalaistaminen on edesauttanut vaihtoehtoisen orgaanisten kasvualustojen tutkimus- ja kehitystyötä. (Pohjois-Pohjanmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2013.)

### 3.2.1 Paikalla valmistettavat kasvualustat

Tällä hetkellä viherrakentamisessa yleistynyt käytäntö on paikalla valmistettavat kasvualustat. Paikalla valmistettavalla kasvualustalla tarkoitetaan kohteessa olevista maa-aineksista sekä lisätyistä maanparannusaineista ja lannoitteista sekoitettua kasvualustaa. Käytäntö noudattaa kestävän ympäristörakentamisen periaatteita, jolloin rakennushankkeessa pyritään ensimmäisenä kartoittamaan mahdollisuudet paikalla olevien materiaalien, maamassojen ja rakenteiden hyödyntämiseen, jonka jälkeen suunnitellaan mahdollisuudet ja menetelmät niiden uudelleenkäyttöön ja kierrättämiseen. Paikallisten pintamaiden hyödyntäminen kasvualustoina tulee huomioida suunnitteluvaiheessa biotooppipohjaisena eli luontotyyppin mukaisena suunnitteluna. Pintamaa muodostaa monipuolisen siemen- ja juuristopankin, josta luonnonvalinnan ja hoitotoimenpiteiden kautta kehittyy paikallisissa olosuhteissa menestyvä kasvilajisto tukemaan luonnon monimuotoisuutta. (Viherympäristöliitto ry 2016.)

### 3.2.2 Vaihtoehtoiset kasvualustat

Kasvualustojen yleisenä raaka-aineena käytetty kompostoinnin lopputuote on pitkälle maatunutta ja hygieenistä eloperäistä ainesta. Komposti sisältää yleensä runsaasti ravinteita ja sen ominaisuuden ovat lähellä maatuneen turpeen ominaisuuksia. Kompostin raaka-aineet ovat kuitenkin laadultaan vaihtelevia, joten kompostikasvualustojen tuotteistaminen vaatii jatkuva kemiallista ja fysikaalista laadunvalvontaa. Kompostien käytön yleistymisellä voitaisiin tulevaisuudessa vähentää turvepohjaisten kasvualustojen ja epäorgaanisten lannoitteiden käyttöä, mikä vähentäisi mm. turpeen nostoon liittyviä vesistöihin kohdistuvia haittavaikutuksia. Myös jätemaista valmistettavien kasvualustojen käytöllä voidaan vähentää turvepohjaisten kasvualustojen käyttöä. Jättemaiden raekokojakauma ja aineksen tasalaatuisuus ovat kuitenkin ratkaisevia ominaisuuksia, jotta niitä voidaan hyödyntää kasvualustoissa. Kierrätettävät maa-ainekset sisältävät usein runsaasti savea, jolloin ne soveltuvat huonosti sellaisenaan käytettäväksi. Uusien ympäristöystävällisempien seosaineksen käyttö kierrätyskasvualustoina vaatii tuotekehittelyä ja sopivien seosten testaamista. Selvitettävä on mm. sopiva orgaanisen ja epäorgaanisen aineksen suhdeluku eri käyttötarkoituksissa, epäorgaanisten ainesten raekokojakauma ja kasvualustan pH:n tasaamiseen sopivat seosaineet. (MTT Jokiainen 2014.)

Kasvualustoissa käytettävälle turpeelle on kehitetty korvaavia kasvikuittupohjaisia materiaaleja kasvualustojen raaka-aineiksi, joita ovat esimerkiksi

si ruokohelppi, järviruoko, sammal ja puukuitu. Ruokopohjaisten kasvualustojen käyttö on kuitenkin toistaiseksi yleisempää ammattiviljelyssä. Suomessa Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT), Valtion teknillinen tutkimuslaitos (VTT) ja Luonnonvarakeskus (Luke) ovat yhteistyössä tutkineet esimerkiksi rahkasammaleen käyttöä kasvualustojen raaka-aineena, johon sillä on todettu olevan hyvät fysikaaliset, kemialliset ja biologiset ominaisuudet. Rahkasammaleen nostossa sammalesta kerätään ainoastaan sen pintakerros n. 20 - 30 cm syvyydeltä, jolloin käsittelyn jälkeen sammal jatkaa kasvua ja maisema palautuu ennalleen 3 - 5 vuoden kuluessa. Rahkasammal uusiutuu luonnossa puustoa nopeammin, joten nosto voidaan tehdä kerran 30 vuodessa. Sammaleen keräämiseen soveltuvia alueita ovat ojitetut suoalueet eli ns. kitumaat, jotka eivät sovellu metsänkasvatukseen. Tällaisia alueita on Suomessa n. 800 000 ha ja laskelmien mukaan kasvualustasammalta voitaisiin tuottaa myös Keski-Euroopan markkinoille. (MTT Jokioinen 2014.) Suomessa sammalkasvualustan tuotannon on aloittanut kesällä 2016 EcoMoss Oy, joka tuottaa kasvualustaa suomalaiseen ja kansainväliseen ammattiviljelykäyttöön (Biolan Oy 2016). Kesällä 2016 Kekkilä Oy ja Metsä Group -konserni alkoivat yhteistyössä jalostaa sellutehtaalla kertyvästä hiekkaisesta puukuoresta kasvualustaa viher- ja ympäristörakentamisen tarpeisiin (Kekkilä Oy 2016).

### 3.2.3 Kasvillisuus

Kestävä ympäristörakentaminen suosii kasvillisuudessa luonnonkasveja sekä suomalaisia perinnelajeja ja -kantoja, jotka ovat tottuneet Suomen vallitseviin ja vaihteleviin sääolosuhteisiin. Käytettävä kasvillisuus suunnitellaan kohdekohtaisesti kasvupaikkavaatimusten mukaan ja viheralueet pyritään tekemään mahdollisimman vähäistä hoitoa vaativiksi. Kasvillisuudessa suositaan monipuolista lajistoa ja kerroksellisuutta, jolloin niistä muodostuu ekosysteemejä ylläpitäviä ja monimuotoisia elinympäristöjä mm. pieneläimille ja hyönteisille. Kerroksellinen kasvillisuus on myös luonnollinen keino torjua rikkakasveja ja välttää mahdollisten kasvitautien aiheuttamia tuhoja, sillä yhden lajin tuhoutuessa jää alueelle muita elinvoimaisia lajeja, jotka levittäytyvät ja peittävät vapautuneen tilan. Laajat nurmialueet eivät kuulu ekologiseen piharakentamiseen niiden vaatiman hoidon ja ylläpitokustannusten takia, vaan ne voidaan korvata kokonaan tai osittain esimerkiksi helppohoitoisemmilla maanpeitekasveilla tai niityillä. Niittyjen perustaminen on kuitenkin haasteellista ja se vaatii onnistuakseen niukkaravinteisen maaperän. Kaikki maanpeitekasvit eivät myöskään kestä kulutusta, joten ne sopivat paremmin paikkoihin joissa nurmikon leikkaus on haasteellista ja kulutus vähäistä, kuten jyrkkiin rinteisiin. Suomalaiset taimet ovat yleisesti kalliimpia kuin ulkomaiset tuontitaimet, mutta ne ovat sopeutuneet Suomen vaihteleviin olosuhteisiin ja ovat siten geeniperimältään kestävämpiä, mikä vähentää mahdollisten kuolleiden taimien aiheuttamia korjauskustannuksia. Suosimalla suomalaisia taimia vältetään myös tuontitaimien kuljetuksien aiheuttamia päästöjä sekä mahdollisten haitallisten vieraslajien, kasvitautien ja

tuholaisten leviäminen. (Ritanen-Närhi 2011.) Kasvillisuus sitoo hiilidioksidia ja muodostaa siitä fotosynteesin eli yhteyttämisen avulla kasvuun tarvittavaa energiaa. Se siis toimii hiilinieluna ja samalla ehkäisee mm. kaupungeissa lämpösaarekkeiden muodostumista. (Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas n.d.)

### 3.3 Päälysteet

Viherrakentamisessa käytettävät päälysteet ovat maarakenteen kulutuskerros, joka tehdään perinteisesti joko sidotuista tai sitomattomista kiviaineksista. Sidotun kulutuskerroksen eli esimerkiksi bitumilla sidotun kiviaineksen materiaaleja ovat asfaltti, ladottavat betoni- ja luonnonkivet ja -laatat sekä tiili. Sitomattomat materiaalit eli irtonaiset kiviainekset ovat puolestaan yleisimmin sora, murske, kivituhka ja hiekka. Käytettävien päälysteiden valintaan vaikuttaa päälystettävän alueen käyttötarkoitus ja alueella tapahtuvan toiminnan asettamat vaatimukset. Vaikuttavia ominaisuuksia ovat mm.

- haluttu ulkonäkö
- rakennus- ja hoitokustannukset
- kestävyys, korjattavuus ja huollettavuus
- päälysteiden pitkäikäisyys ja materiaalitehokkuus
- pintavesien kuivatus ja ympäristön olosuhteet.

Lisäksi mm. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 1 Väylät ja alueet, InfraRYL2010 -julkaisussa (julkaisija Rakennustietosäätiö RTS) on lueteltu laajemmin käytettävien päälysteiden laatuvaatimuksia. Betoni- ja luonnonkivipäälystyksille asetettuja laatuvaatimuksia on esitelty mm. Betoni- ja luonnonkivituotteet päälysrakenteena -julkaisussa (julkaisija Suomen Betonitieto Oy). (RT 89-11002, 2010.)

#### 3.3.1 Ladottavat päälysteet

Ladottu päälyste on asennuskerroksen päälle yleisimmin betoni- tai luonnonkivistä tai -laatoista rakennettu päälysrakenne. Kestävässä ympäristörakentamisessa kivrakentaminen on kuitenkin vähäisempää läpäisevien pintojen säilymiseksi ja luonnonmateriaalien säästämiseksi. Viherrakentamisessa pihakiviä voidaan kierrättää mahdollisuuksien mukaan, eli hyödynnetään olemassa olevia materiaaleja uudelleen asennettuna. Markkinoilla on olemassa valmiiksi patinoituja pihakiviä, joten vanhojen pihakivien kierrättämisellä säästetään materiaalikustannuksissa ja välteetään tuotannon aiheuttamia päästöjä. Neitseellisiä materiaaleja voidaan myös korvata ekologisemmilla uusiomateriaaleilla. (RT 89-11002, 2010.)

#### *Destaclean® Puukivi*

Destaclean Oy on vuonna 1998 perustettu materiaalien kierrätykseen erikoistunut cleantech-yritys. Destaclean Oy:n kehittämä Destaclean® Puukivi on ensimmäinen suomalainen tuoteratkaisu, jossa tavanomaisen be-

tonikiven kiviainesta on korvattu käytöstä poistetulla puhtaalla kierrätyspuumurskeella. Tuote koostuu kierrätyspuumurskeesta, luonnonkiviaineksesta, sementistä ja vedestä. Puumurskeeksi kelpaavat AB-luokan puu eli puhdas ja sekalainen puu kuten kuormalavat ja muottilaudat. Destaclean Oy:lla on omat rakennusjätteen kierrätysasemat, jossa materiaalit vastaanotetaan ja lajitellaan. Rakennus- ja pakkauspuu työstetään puukuiduksi Tuusulassa yhtiön kierrätysasemalla mekaanisin puhdistus- ja hienonnutmenetelmin. Menetelmällä varmistetaan, ettei uusioraaka-aine sisällä vaarallisia jätejakeita kuten kestopuuta. Jätepuu lajitellaan erikseen ja murskataan bio- tai kierrätyspolttoaineeksi. Kierrätysasemalta puukuitu kuljetetaan yhtiön Hyvinkään tehtaalte, jossa puukivet valmistetaan. (Destaclean Oy 2016.)

Puukivi on innovatiivinen, ekologinen ja EU:n uudistuneen rakennus- ja purkujätteen kierrätystavoitteet määrittelevän jätedirektiivin (ks. 4.1 Lainsäädäntö) mukainen tuoteratkaisu. Puukuidun valmistaminen on ympäristöluvan varaista toimintaa ja Destaclean Oy teki 3 - 4 vuotta kestäneet moniportaiset selvitykset, jotta EU-direktiivien ja Suomen lainsäädännön asettamat vaatimukset täyttyivät. Destaclean Oy on saanut käyttämilleen materiaaleille ensimmäisenä Suomessa End Of Waste-kriteerit (EoW) eli kriteerit materiaalin jätteen luokittelun päättymisestä. Puukiven ensimmäinen CE-merkitty tuoteperhe tuli markkinoille 2015, eikä niiden käyttö vaadi enää erillisiä lupatoimenpiteitä. Puukivien asentaminen vaatii samat pohjatyöt kuin perinteiset kivit tuotteet ja niitä voidaan käyttää mm. terassien, oleskelualueiden ja pihateiden kiveyksiin. (Betoniteollisuus ry 2015.)

Puukuidun ja betonin muodostama Puukivi-uusiokomposiitti omaa hyvät lujuus- ja säilyvyysominaisuudet. Tällä hetkellä Puukiven tilavuudesta kierrätyspuukuitua on n. 25 %, mutta Destacleanin mukaan puukuidun osuutta voidaan nostaa jopa 50 - 60 prosenttiin. Puukuidun ansiosta Puukivi on normaalia betonikiveä n. 20 % kevyempää, joten puukivien asennus on helpompaa eikä tuotteen kuljetuksiin kulu yhtä paljon polttoainetta kuin perinteisten kivit tuotteiden kuljetuksiin. Kierrätyspuun käytössä korostuu materiaalitehokkuus, sillä sen avulla säästetään neitseellisiä raaka-aineita ja saadaan kierrätyspuulle jopa 30 vuotta lisää käyttöikä. (Betoniteollisuus ry 2015.)

### *Kumitiili*

Kumitiili Finland Oy:n maahantuomat kumitiili ja -laatta ovat kiinalaisia 100 %:sta kierrätysmateriaaleista valmistettuja kumipäälysteitä. Päälysteiden materiaalina on auton rengaskumeista mekaanisesti rouhittu kumirae, joka kuumennetaan ja puristetaan lopulliseen tiili- tai laattaelementin muotoon. Tuotteita on ollut käytössä esimerkiksi Saksassa jo yli 10 vuoden ajan ja Suomessa ne ovat olleet saatavilla vuodesta 2014 alkaen. Tuotteiden yleisimpiä käyttökohteita viherrakentamisessa ovat mm.



leikkipaikat, piha-alueet, terassit ja kevyen ajoneuvoliikenteen kulkuväylät. (RT 38nnn 2014.)

Kumipäällysteet ovat vaihtoehtoisia materiaaleja betonikivi-, asfaltti- tai sorapinnoitteille. Kumitiili ja -laatta ovat ominaisuuksiltaan joustavaa, kulumusta kestävä ja helposti työstettäviä esimerkiksi puutyökalujen avulla. Kumipäällysteet voidaan asentaa maavaraisesti, jolloin pohjarakenteen teossa ja asennuksessa noudatetaan samoja periaatteita kuin perinteisissä kivitöissä. Käytöstä poistettu kumipäällyste voidaan toimittaa jätteiden vastaanottopisteeseen ja kierrättää energiajätteenä. (RT 38nnn 2014.)

### 3.3.2 Vettä läpäisevät päällysteet

Hulevesien hallinta on yksi infrarakentamisen haasteista, sillä tulevaisuudessa sääolojen äärimuotojen lisääntyessä hulevesien määrään ennustetaan kasvavan. Tiivistyvän kaupunkirakentamisen vuoksi vesimassat eivät aina pääse imeytymään maaperään niiden syntypaikalla, eikä sadevesiviemäröinnin kapasiteetti ole riittävä rankkasateilla. Esimerkiksi asfaltti ja tiiviit betoni- ja luonnonkiveykset muodostavat paikoittain laajoja vesiä läpäisemättömiä pintoja, mikä voi aiheuttaa pintavalumien ja hulevesien muodostamia kaupunkitulvia ja vaurioittaa rakenteita. Viherrakentamisessa vesiä ohjataan ja hallitaan yleisesti kiveyksien kaadoilla, kouluilla ja painanteilla pois rakennusten läheisyydestä. Uusia ratkaisuja hulevesien hallintaan on kehitetty rakentamalla vettä läpäiseviä päällysteitä vesien muualle ohjaamisen sijaan. Vettä läpäiseviä päällysteitä ovat mm.

- harvaan asetettu betonikiveys, saumaus soralla tai nurmella
- sora- tai viherpintaist vahvikekennot
- reikäkivet ja -laatat
- huokoinen betoni
- ns. avoin asfaltti.

Tavanomaisen betonikiveyksen vedenläpäisevyys on erittäin pieni, mutta esimerkiksi läpäisevä betoni Pervious Concrete PC on oma tuotteensa. Betonissa olevan kiviaineksen rakeisuus tekee tuotteesta huokoisen ja vettä läpäisevän. Niin sanottu avoimessa asfaltissa hienomman kiviaineksen määrä on vähäisempi verrattuna tavalliseen asfalttiin. (Betoniteollisuus ry n.d.)

Pohjoismaissa vettä läpäisevien päällysteiden yleistymistä on rajoittanut epävarmuus niiden soveltuvuudesta talviolosuhteisiin. Suomessa Valtion Teknologian tutkimuskeskus (VTT) Oy:n vuosina 2012 - 2014 toteuttama projekti CLASS –Climate Adaptive Surfaces tutki mm. läpäisevien päällysteiden soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin. Projektin lopputuloksena laadittiin ohjeistus läpäisevien päällysteiden suunnitteluun ja kehitettiin yhteistyössä betonivalmistajien kanssa talviolosuhteisiin soveltuvia päällysteratkaisuja. (Valtion teknologian tutkimuskeskus Oy 2015.) Euroopassa läpäisevien päällysteiden käyttö on Pohjoismaita yleisempää tiiviimpien kaupunkirakenteiden ja suurempien asukaslukujen takia. Esimerkiksi

Belgiassa autojen ja pysäköintipaikkojen määrä on huomattavasti suurempi kuin Suomessa, joten siellä on runsaasti vettä läpäisevillä päällysteillä rakennettuja pysäköintialueita. Maa on yksi läpäisevien päällysteiden käytön edelläkävijöistä, sillä Belgiassa on rakennettu vuoden 2003 jälkeen yli  $1\text{M}/\text{m}^2$  läpäisevillä päällysteillä pinnoitettuja yleisiä parkkipaikoja. Belgian tietutkimuskeskus Road Research Centre (BRRC) toteutti 2003 - 2007 tutkimuksen läpäisevien päällysteiden rakennesuunnittelusta ja toteuttamisesta, minkä tulokset vahvistivat läpäisevien päällysteiden toimivuuden periaatteet. (Betoniteollisuus ry 2014.)

BRRC:n tutkimuksen mukaan vettä läpäiseviä päällysteitä käyttämällä sadevesi pääsee imeytymään maaperään, jolloin ennaltaehkäistään hulevesien muodostuminen ja vähennetään niiden jatkokäsittelyn tarvetta. Olennaista läpäisevien rakenteiden toteutuksessa on läpäisevän materiaalin valinta ja mitoitus kohdekohtaisesti. Rakenteen päällysteen pinta-alasta tulee olla vähintään 10 % vettä läpäisevää, jolloin osan vedestä imeytyy alempiin rakennekerroksiin. Esimerkiksi huokoinen betonikiveys läpäisee veden sekä saumoista että kiven läpi. Tehokkain vettä läpäisevä sauma on tehty sorasta tai murskeesta, joka on puhdistettu hienosta maa-aineksesta. Veden läpäisevyyteen vaikuttaa päällysteen lisäksi sen alapuoliset rakennekerrokset, joten läpäisevän päällysteen alle tulee rakentaa maarakenne mikä ei sisällä hienoainesta ja jolla on hyvä vedenjohdavuus sekä varastointikyky. Pinnan läpi imeytyvät hulevedet varastoituvat maarakenteeseen ja vapautuvat siitä hallitusti joko imeytymällä maaperään tai putkien avulla muualle johdettuna. Läpäisevien rakenteiden kantavuus ja rasituksen kestävyys perustuvat päällysteen ja kantavien kerrosten yhteisvaikutukseen. (Betoniteollisuus ry 2014.)

Vettä läpäiseviä päällysteitä voidaan käyttää mm. pysäköinti- ja piha-alueilla sekä muilla vähäliikenteisillä paikoilla. Suurilla pysäköintialueilla, esimerkiksi urheilukeskuksien yhteydessä, käytetään soralla ja kennorakenteella vahvistettuja läpäiseviä ruohojärjestelmiä. Kaupunkiympäristössä, esimerkiksi ostoskeskusten pysäköintialueilla, käytetään raskaan liikenteen kestävä vettä läpäiseviä betonilaattoja. (Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas n.d.) Vettä läpäisevät pinnat ovat kestävä ja ekologinen ratkaisu vesien käsittelyyn, sillä imeytetty hulevesi mm. ylläpitää ympäristön kosteutta mikä vähentää keinokastelun tarvetta. Ekologisten etujen lisäksi useimpien läpäisevien päällysteiden elinkaaren aikaiset kustannukset ovat pienemmät kuin läpäisemättömillä päällysteillä ja läpäisevien päällysteiden käytöllä voi olla pitkällä aikavälillä viheralueiden ylläpitokustannuksia alentavia vaikutuksia. (Betoniteollisuus ry 2014.)

### 3.4 Muut rakenteet

Piharakentamisen olennainen osa rakennekerrosten ja kasvillisuusalueiden lisäksi ovat puurakenteet, kuten terassit ja aidat. Yleisimmät piharakentamisessa käytettävät puulajit ovat mänty, kuusi ja lehtikuusi. Puu altistuu kuitenkin ulkona vaihteleville sääolosuhteille ja erityisesti kosteus

tekee puun alttiiksi lahottaja- ja homesienille sekä värjäytymille. Esimerkiksi maavaraisen puurakenteen, kuten aitatolppien, materiaaliksi suositellaan sääoloja paremmin kestäviä ja pitkäikäisempiä painekyllästettyjä tai lämpökäsiteltyjä puutuotteita. Ne ovat kuitenkin pitkälle prosessoituja materiaaleja, joten niiden elinkaaren aikainen ympäristökuormitus on käsittelemätöntä puuainesta suurempi. Lisäksi painekyllästetty puu luokitellaan sen elinkaaren lopussa ongelmajätteeksi. Markkinoilla on olemassa puumateriaaleja korvaavia uusiomateriaaleista valmistettuja komposiittituotteita eli niin sanottuja puumuovikomposiitteja. Komposiitti on kahdesta tai useammasta materiaalista valmistettu yhdistelmä, jossa materiaalit eivät kuitenkaan ole liunneet tai sulautuneet toisiinsa. Puumuovikomposiitin materiaaleja ovat kuidut, kuten puu, bambu tai kierrätysmuovi sekä tuotteiden ominaisuuksia parantavat lisäaineet, kuten väri-, suoja- ja sidosaineet. Puumuovikomposiitista valmistetaan mm. lankkuja, terassilautoja, pihakalusteita ja istutuslaatikoita. (Puuinfo Oy n.d.)

#### *CIRCO® -kierrätysmuoviprofiilit*

Ekokem Oyj tuottaa Riihimäellä Pohjoismaiden ensimmäisessä Ekokem - konsernin omistamassa Muovijalostamossa 100 % kierrätysmuovista valmistettuja CIRCO® -kierrätysmuovituotteita. Muovijalostamossa sekajätteestä erotellut muovit sekä teollisuudelta, kuluttajilta ja maataloudelta erilliskerätyt muovit jalostetaan uusiomuovituotteiksi. Tuotevalikoimaan kuuluu teollisuuden käyttöön suunnitellut muovigranulaatit eli muovirakeet sekä mm. viherrakentamisen käyttöön soveltuvat muoviprofiilit. Muovijalostamo on Ekokemi Oyj:n konkreettinen hanke siirtymiseen kohti kiertotaloutta ja konsernin keino parantaa materiaalitehokkuutta ja säästää luonnonvaroja. (Ekokem Oyj n.d.)

CIRCO® -kierrätysmuoviprofiilit soveltuvat käytettäväksi viherrakentamisessa painekyllästetyn tai lämpökäsitellyn puun tavoin useissa eri rakenteissa. Lujan koostumuksen omaava tuote sopii erityisesti paikkoihin, joissa tarvitaan sään, kosteuden- ja kulutuksenkestoa, esimerkiksi maanvaraiseen rakenteeseen. Yleisimpiä kierrätysmuoviprofiilin käyttökohteita viher- ja ulkorakentamisen ovat mm.

- aidat ja aitatolpat
- terassien, laitureiden ja piharakennusten alusrakenteet ja sokkelit
- puistokalusteet
- pengerrykset.

Kierrätysmuoviprofiili on helppo asentaa ja sitä voidaan työstää mm. puutyökaluilla useilla eri tekniikoilla, kuten jyrsimällä, sahaamalla ja poraamalla. Tuote on lähes huoltovapaa, sillä se ei hajoa biologisesti, värjäydy tai ime kosteutta eikä kasvata homekasvustoa kuten tavanomaiset puurakenteet. Lisäksi tuotteella on hyvät kulutuksenkesto ominaisuudet, joten se on pitkäikäinen. Nopean asennettavuuden ja pitkäikäisyyden ansiosta kierrätysmuoviprofiilin käyttö säästää asennus- ja huoltokustannuksia. CIRCO® – kierrätysmuoviprofiilit eivät sisällä ympäristölle haitallisia

aineita ja tuotteen elinkaaren lopussa se voidaan kierrättää muiden muovituotteiden tavoin kierrätyspisteessä. (Ekokem Oyj 2016.)

## 4 SÄÄDÖKSET JA OHJEISTUKSET

Kansainvälinen ilmastopolitiikka pyrkii päätöksillään ja toiminnallaan ehkäisemään ihmiskunnan toiminnan aiheuttamia haitallisia vaikutuksia ilmastolle ja säästämään neitseellisiä luonnonvaroja. Ilmastopolitiikan keskeisiä asiakirjoja ovat kansainvälinen Yhdistyneiden kansakuntien (YK) ilmastopöytäkirja (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC, 1992), EU:ssa ilmaston ja energiapaketin säädökset (2008) ja Suomessa ilmasto- ja energiastrategia (2008) sekä ilmasto- ja energiapolitiikkaa koskeva hallituksen tulevaisuusselonteko (2008). Ilmastopolitiikan lisäksi Suomessa astui voimaan 2015 ilmastolaki (609/2015), jonka tavoitteena on mm. viranomaistoiminnan tehostaminen ja selkeyttäminen sekä pitkänä aikavälitavoitteena kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen 16 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä. (Suomen ympäristökeskus, n.d.) Näiden kansainvälisten ilmastopoliittisten tavoitteiden ja kansallisen ilmastolain lisäksi Suomessa on voimassa useita muita lakeja, jotka pyrkivät osallaan kestävään kehitykseen ja ympäristöhaittojen vähentämiseen. Tässä luvussa käsitellään kestävää ympäristörakentamista ja uusiomateriaaleja koskevia keskeisimpiä kansallisia ja EU-tason lainsäädäntöjä.

### 4.1 Lainsäädäntö

Jättemateriaalien kierrätys tulee muuttumaan merkittävästi vuoteen 2020 mennessä vuonna 2010 voimaantulleeseen EU:n uudistuneeseen jätedirektiivin (EY) N:o (98/2008) ja sen pohjalta vuonna 2012 Suomen uudistetun jätelain (646/2011) myötä. EU:n jäsenmaita koskevat uudistukset edellyttävät, että rakennus- ja purkujätteistä kierrätetään uudelleen materiaalina vähintään 70 %. Jätelain mukaan jätteen kierrätys on toimintaa, jossa jäte hyödynnetään aineena. Uudelleenkäytöllä tarkoitetaan materiaalin, tuotteen tai sen osan käyttämistä samaan tarkoitukseen, johon se on suunniteltu alun perin. Uusiomateriaali on puolestaan jätteestä tai teollisuuden sivutuotteista valmistettu rakennusmateriaali, joka täyttää vaaditut tekniset ja ympäristökelpoisuuden kriteerit. Uudistuneeseen jätelain myötä jätteenpolttoa ei tulla enää hyväksymään kierrätysmuotona ja kaatopaikalle jäte tulisi sijoittaa vain, jos sen hyödyntäminen ei ole teknisesti mahdollista tai taloudellisesti kannattavaa. Kaatopaikalle sijoitettavasta jätteestä peritään jäteverolain (1126/2010) mukaista jäteveroa lain määräämiltä jätteiltä, jonka suuruus on ollut vuodesta 2016 alkaen 70 € jätetonnilta. Uudistuksien on tarkoitus yhtenäistää jätehuollon menetelmiä, ennaltaehkäistä syntyvän jätteen määrää, vähentää sen haitallisuutta ympäristölle ja ihmisten terveydelle sekä lisätä jätteen kierrätystä ja muuta hyödyn-

tämistä energiapolton tai kaatopaikkakäsittelyn sijaan. (Ympäristöministeriö 2016.)

Jätelain uudistukset mahdollistavat uusien innovatiivisten uusiomateriaalien kehittämisen ja tuotteistamisen. Prosessiin vaaditaan kuitenkin paljon lainsäädännön velvoittamia tutkimus- ja kehittämistöitä, ennen kuin jäte on jalostettu uusiomateriaaliksi tai -tuotteiksi ja saatu markkinoille. (Destaclean 2013.) Keskeisimmät uusiomateriaalien käyttöä ohjaavat lainsäädännöt ovat

- Jätelainsäädäntö: jätelaki (646/2011) (Finlex) ja jäteasetus (179/2012) (Finlex) sekä uutena jätedirektiivi (EY) N:o 98/2008 (EUR-Lex)
- Ympäristölainsäädäntö: ympäristönsuojelulaki (527/2014) (Finlex) ja -asetus (713/2014) (Finlex)
- Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (591/2006) (Finlex)
- Tuotelainsäädäntö: rakennustuoteasetus (EU) N:o 305/2011
- Kemikaalilainsäädäntö: REACH -asetus (EY 1907/2006) ja CLP -asetus (EY 1272/2008).

(Ympäristöministeriö 2016.)

Uusiomateriaalien käyttämiseen maarakentamisessa vaaditaan usein ympäristönsuojelulain 27§ mukainen ympäristölupa (527/2014). Jätelain perusteella kaivettu pilaantumaton maa-aines luokitellaan jätteeksi, jos sille ei ole suunniteltua hyötykäyttöä. Tämän takia esimerkiksi luonnonkivilouhimoiden sivukivien hyödyntäminen voi edellyttää jätteenkäsittelyä tai ympäristöluvan hankkimista. Jäteluokituksen saaneelle materiaalille voidaan kuitenkin hakea EU:n jätedirektiivin mukaisella arviointimenetelmällä eli ns. EoW-kriteereillä (End of Waste) jätteeksi luokittelun päättymistä materiaalin hyödyntämisen helpottamiseksi. (Ympäristöministeriö 2016.) Viherrakentamisessa hyödynnetään ylimääräisiä pilaantumattomia maamassoja paikalla valmistettavina kasvualustoina. Viherrakentamisessa käytettävät kasvualustat olivat 1980-luvulle asti pääasiassa peltomultaa, mutta ongelmat peltomullan saatavuudessa ja sen laadunvaihtelut johtivat nykyisten kasvualustojen valmistamiseen eri raaka-aineista käyttötarkoituksen mukaisesti. Kasvualustojen laatua valvontaan mm. lannoitevalmistelain (539/2006) mukaisesti Elintarviketurvallisuusviraston (Evira) toimesta. (MTT Jokioinen 2014.)

Eräiden jätteiden, kuten betonimurskeen ja turpeen polton lentotuhkan, käyttöä säätelee Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa eli ns. MARA -asetus (591/2006) ja asetukseen tehty lisäys (430/2009). MARA -asetuksen 5 §:ssä määritellään perusteet, joiden täytyessä asetuksessa mainittujen jätteiden käyttöön maarakentamisessa ei tarvita ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaista ympäristölupaa, vaan niitä voidaan käyttää Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukseen (ELY) ympäristönsuojelun tietojärjestelmään tehtävällä ilmoitusmenettelyllä. Asetuksen on tarkoitus edistää ja nopeuttaa teollisuudessa

syntyvien ylijäämäaineiden tarkoituksenmukaista ja turvallista hyödyntämistä sekä vähentää neitseellisten luonnonvarojen käyttöä maarakentamisessa. Aineiden hyödyntämistä lisäämällä olisi resurssitehokkuutta parantavia ja teollisuuden ympäristövaikutuksia vähentäviä vaikutuksia. (Suomen ympäristökeskus 2013.) Tekeillä on uusi vuoden 2006 MARA -asetuksen korvaava Rakentamisen maa-ainesjätteiden hyödyntäminen maarakentamisessa asetus eli ns. MASA -asetus. Asetus tulee koskemaan ensisijaisesti rakentamisessa syntyviä jätteeksi luokiteltavia maa-aineksia. Asetus tuo ilmoitusmenettelyn piiriin uusia jätemateriaaleja, kuten rengasrouheen ja asfalttimurskeen sekä laajentaa jätteiden hyötykäytön mahdollisuuksia infra- ja maarakentamisessa. Asetuksen voimaantulo vaatii Euroopan komission ennakoarviointia, joka on alkanut tammi-kuussa 2017. Asetuksen on tarkoitus tulla voimaan keväällä 2017. (Uusiuutiset 2016.)

## 4.2 Tuotteistaminen

Ympäristölähtöisen tuotesuunnittelun tavoite on pyrkiä vähentämään tuotteen koko elinkaaren aikana aiheutuvia ympäristöhaittoja. Tuotteistamisprosessi kuvaa materiaalin kehittämistä tuotteeksi kokonaisuudessaan aina ideatasolta tuotteen markkinoille tuloon asti. Lainsäädäntö voi vaikuttaa uusiomateriaalien tuotekehittelyyn esimerkiksi rajoittamalla tai kieltämällä tiettyjen haitallisten aineiden käytön tai asettamalla vaatimuksia materiaalin uudelleenkäytölle ja kierrätykselle. Lainsäädäntö ei aseta velvoitteita materiaalien teknisille ominaisuuksille, mutta se edellyttää kuitenkin mm. ympäristökelpoisuuden ja teknisten ominaisuuksien arviointia. Uusiomateriaalin ympäristövaikutukset täytyy arvioida koko sen elinkaaren ajalta, johon sisältyy tuotteen

- valmistus ja esikäsittely
- kuljetukset
- mahdollinen välivarastointi
- rakentaminen
- käyttö
- huoltotoimenpiteet
- purkaminen ja käytöstä poisto.

(Motiva 2016.)

Uusiomateriaalin tuotteistaminen vaatii yritykseltä pitkälle suunnitellun päätöksen prosessin aloittamisesta, sillä tuotteistaminen vaatii aikaa, rahaa ja sitoutumista. Prosessin alussa suoritetaan markkinatutkimus mahdollisista olemassa olevista vastaavista tuotteista ja uusiomateriaalin markkinaraosta, jonka jälkeen arvioidaan tuotekehityksen taloudellinen kannattavuus. Tuotteistamisen lähtökohtana ovat tuotteelle suunnitellun käyttökohteen tekniset vaatimukset, materiaalin tekniset ominaisuudet ja ympäristökelpoisuus. Vaatimuksia asettavat käyttötarkoituksen lisäksi mm. Suomen lainsäädäntö ja viranomaisten ohjeistukset. Varsinainen tuotekehitys vaatii valvotuissa olosuhteissa suoritettuja pilottihankkeita, laboratoriotutkimuksia, laadunvalvontaa sekä niiden dokumentointia.

Tuotekehitykseen sisältyy riski, että tutkimustulosten perusteella todetaan, ettei tuotteistettava uusiomateriaali täytä vaadittuja ominaisuuksia. Tämän seurauksena prosessin aikataulu pitkittyy ja kustannuskulut nousevat tai koko tuotteistamisprosessi voi päättyä. Kokonaisuudessaan suuria riskejä sisältävä tuotteistamisprosessi kestää jopa 3 - 4 vuotta, ennen kuin uusiomateriaali saadaan markkinoille. (Ramboll 2016.)

Ympäristöministeriö nimesi keväällä 2012 osana Rakentamisen materiaaalitehokkuuden edistämishjelmaa (RAMATE) työryhmän nostamaan materiaaalitehokkuuden ja kierrätyksen merkitystä paremmin esille ja luomaan puitteet EU:n uudistuneen jätedirektiivin asettamien tavoitteiden saavuttamiseksi. Yksi hankkeen pääkohdista oli edistää rakennus- ja purkujätteen uudelleenkäyttöä ja kierrätystä poistamalla kierrätysmateriaalien käyttöön liittyviä lainsäädännöllisiä esteitä. Tavoite oli myös lisätä tietoa kierrätysmateriaaleista ja muuttaa niihin liittyviä asenteita positii-visemmiksi; kierrätysmateriaalien käyttö ei tarkoita laadusta, turvallisuudesta tai terveydestä tinkimistä. (Destaclean 2013.)

#### 4.3 Ympäristömarkkinointi

Kuluttajien lisääntynyt tietoisuus ilmastonmuutoksesta ja sen haittavaikutuksista on tehnyt ympäristöystävällisyydestä yritysten myyntivaltin. Kuluttajien voi kuitenkin olla vaikeaa arvioida tuotteen ekologisuutta ja yritysten mainonnan todenmukaisuutta. Lisäksi ympäristömerkkien suuri määrä voi johtaa kuluttajia harhaan, sillä virallisesti valvottuja ympäristömerkkejä on vain muutama. Virallisia ympäristömerkkejä ovat esimerkiksi pohjoismaiden ja EU:n ympäristömerkit. Tämän takia Kilpailu- ja kuluttajavirasto (KKV) valvoo kuluttajansuojalain (38/1978) mukaisesti yritysten valmistamien tuotteiden ympäristövaikutusten asianmukaista markkinoimista. Esimerkiksi tuotteen valmistusprosessin, ainesosien tai käytön ympäristövaikutuksista tulee olla tutkittua tietoa tuotteen koko elinkaaren ajalta, jotta tuotteen ympäristövaikutuksiin voidaan vedota mainonnassa. Kilpailu- ja kuluttajavirasto määrittelee myös vaatimukset ekologiseksi markkinoidun tuotteen hajoavuuden realistisuudelle, uusiokäyttömahdollisuuksille ja kierrätettävyydelle. Tuotteen hajoamistulokset eivät saa aiheuttaa ympäristöhaittoja ja kuluttajalle tulee kertoa hajoaako tuote valon vai mikrobien vaikutuksesta. Markkinoinnissa tulee täsmentää mm. miltä osin tuote on valmistettu kierrätetyistä materiaaleista ja kuinka se voidaan kierrättää tai käyttää uudelleen tuotteen elinkaaren lopussa. (Kilpailu- ja kuluttajavirasto 2015.)

## 5 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTOT

Tämä opinnäytetyö on teoriapohjainen kirjallisuustutkimus, jonka tavoitteena oli vastata tutkimuskysymyksiin ”mitä on ekologinen viherrakentaminen” ja ”mikä on ekologisen materiaalin määritelmä”. Näiden tutkimuskysymysten pohtiminen ja termien avaaminen osoittautui haastavaksi niiden tulkinnanvaraisuuden ja viherrakentamista koskevien suomalaisten lähdemateriaalien vähäisyyden vuoksi. Laajentamalla tiedonhakua maarakentamiseen ja kaavoitukseen löytyi tietolähteitä huomattavasti enemmän ja soveltamalla niitä viherrakentamisen käytäntöihin alkoi muodostua käsitys ekologisesta viherrakentamisesta. Ekologista viherrakentamista on tutkittu ja sovellettu käytännössä laajemmin ulkomailla useiden vuosikymmenten ajan. Etenkin Keski-Euroopassa ja Yhdysvalloissa ekologisten menetelmien mukaisten viherrakennushankkeiden määrä on jatkuvasti kasvussa ilmastonmuutoksen ja tiivistyvien kaupunkirakenteiden aiheuttamien ongelmien takia. Ulkomailla toteutettuja hankkeita ja menetelmiä on käytetty tässä opinnäytetyössä esimerkkeinä ekologisuuutta edistävästä käytännöstä. Vaikka ekologinen rakentamistapa on ulkomailla yleisempää ja pidemmälle kehitettyä kuin Suomessa, vaikuttaa ulkomaalaisten menetelmien sovellettavuuteen maiden erilaiset ilmasto-olosuhteet. Ulkomaiset hankkeet ja menetelmät toimivat kuitenkin hyvinä malleina siitä, mihin suuntaan suomalaista kestävästä ympäristörakentamista tulisi kehittää. Maarakentamisen, kaavoituksen ja ulkomaisten esimerkkien lisäksi sähköpostikeskustelut viheralan ammattilaisten kanssa antoivat vahvistusta käsitykselle ekologisesta viherrakentamisesta tämän hetkisestä yleisyydestä ja menetelmistä Suomessa. Julkisella sektorilla ekologisuuden korostaminen ja kestävästä ympäristörakentamisesta käytännön toteutukset ovat yleistymässä hitaasti Suomen suurimmissa kaupungeissa. Yksityisellä sektorilla ekologisesta rakentamisesta yleisyys on kuitenkin vähäistä suurelta osin kuluttajien ja viheralan ammattilaisten tiedonpuutteen takia. Suomessa ekologisesta viherrakentamisesta on huomattavasti muuta Eurooppaa ja Yhdysvaltoja jäljessä, mikä ilmenee mm. puuttuvina ohjeistuksina ja kriteereinä. Suomen ja EU:n lainsäädännöllä on myös kestävästä ympäristörakentamisesta yleistymistä hidastava vaikutus.

### 5.1 Ekologisen viherrakentamisen keinot

Ekologinen viherrakentaminen tunnetaan yleisemmin terminä kestävästä ympäristörakentamisesta. Kestävästä ympäristörakentamisesta korostaa ekosysteemien ylläpidon merkitystä, neitseellisten luonnonvarojen maltillista käyttöä ja ympäristölle haitallisten päästöjen minimoimista. Viherympäristöliitto ry:n nimeämä kestävästä ympäristörakentamisesta KESY-työryhmä on vuodesta 2016 alkaen edistänyt kestävästä ympäristörakentamisesta yleistymistä ja toimintamallin kehitystä Suomessa. Tärkein huomioitava asia kestävästä ympäristörakentamisesta on rakentamispaikan ja sen asettamien lähtökohtien huomioiminen eli vesiolot, olemassa ole-



va maaperä ja kasvillisuus. Olennaista on myös tontin ulkopuolisen ympäristön huomioiminen ja olemassa olevan kasvillisuuden hyödyntäminen. Rakentamisvaiheessa olennaista on käytettävien materiaalien valinta, niiden tuotannon ympäristövaikutusten huomioiminen ja materiaalin elinkaaren lopussa sen loppusijoitus tai kierrätysmahdollisuudet. Lisäksi ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin sekä energiansäästöön ja ympäristön suojelemiseen liittyvät seikat tulee huomioida. Vaikka ympäristöstä huolehtiminen ja ilmastomuutoksen haittavaikutuksien minimoiminen on äärimmäisen tärkeää ekosysteemien elinvoimaisuuden ja jatkuvuuden kannalta, ekologisuuutta edistävä ympäristörakentaminen ei tarkoita ihmisten viihtyvyydestä, terveydestä tai turvallisuudesta tinkimistä. Etenkin uusiomateriaalien käytössä tulee huomioida materiaalin käytön turvallisuus ympäristölle ja kuluttajille. Ekologisen viherrakentamisen vaiheet ja menetelmät ovat koottuna taulukkomuodossa Liitteessä 1 (ks. Liite 1).

Avaintekijäksi kestäväälle ympäristörakentamiselle nousee koko rakentamisprosessin kattava tavoitteiden asettaminen ja määrittely sekä hankkeen kaikkien osapuolten yhteistyö sekä sitoutuminen sovittuihin toimintatapoihin. Tällä hetkellä ekologinen rakentamistapa perustuu tilaajan asettamiin vaatimuksiin, joihin suunnittelija ja urakoitsija vastaavat mahdollisuuksien mukaan. Jos hanketta ei pystytä toteuttamaan ekologisilla menetelmillä, toteutetaan se perinteisin menetelmin neitseellisiä materiaaleja käyttäen. Huomionarvoista on myös se, että urakoitsija voi ehdottaa ekologisempia rakentamistapoja, kuten paikalla syntyvien maamassojen käyttöä. Tämä tulisi kuitenkin huomioida suunnitteluvaiheen yhteistyönä suunnittelijan ja tilaajan kanssa tai viimeistään rakennusvaiheen aloituskatselmuksessa. Julkisen sektorin lisäksi yksityiset kuluttajat ovat keskeisiä toimijoita ilmastomuutoksen hillitsemisessä, sillä yksityiset pihapiirit muodostavat paikoittain laajoja elinympäristöjä ja viheryhteyksiä. Ekologisessa piharakentamisessa painotetaan tontilla olemassa olevien rakenteiden käyttöä, materiaalien kierrätystä ja uudelleenkäyttöä. Esimerkiksi pihakivet ovat usein käyttökelpoisia uudelleenasetettuna.

Tällä hetkellä Suomessa käytössä olevia ekologisuuuteen pyrkiviä viherrakentamisen keinoja ovat maamassojen hyödyntäminen ja hulevesien hallintaa niiden syntypaikoilla sekä viherkattojen rakentaminen. Nämä keinot eivät kuitenkaan huomioi aina ekologisuuutta käytettävien materiaalien tai rakennustapojen osalta. Esimerkiksi hulevesialtaat rakennetaan usein täysin neitseellisistä materiaaleista runsaasti fossiilisia polttoaineita kuluttavien työkoneiden avulla, jolloin rakentamistapa ei ole ekologinen vaikka käyttötarkoitus on hulevesien hallinnan lisäksi mm. edistää ympäristön kosteustasapainoa ja luoda elinympäristöjä hyönteisille ja pieneläimille. Ekologisuuutta lisäävä keino hulevesialtaiden rakentamisessa on esimerkiksi hyödyntää altaiden pintamateriaalina muualle kelpaamattomia ruosteisia luonnonkiviä. Viherkatoilla on ihmisten hyvinvoinnin ja ympäristön viihtyvyyden lisäksi vaikutus mm. kaupunkiympäristössä ilmanlaatuun ja lämpösaarekkeiden muodostumiseen hillintään. Niiden yleistyminen on kuitenkin ollut hidasta, johon yksi syy on Suomen talvi-

olosuhteet. Yleisin ekologisuutta edistävä käytäntö Suomessa on maamassojen hyödyntäminen paikallisesti niiden syntypaikoilla joko pintojen muotoiluun, täyttöihin tai kasvualustojen tekoon. Lisäksi olemassa olevia maastonmuotoja, kuten kallioiden pintoja, hyödynnetään nykyisin viherkentämisen kohteiden kiinteinä rakenteina. Maamassoja ja maastonmuotoja hyödyntämällä säästetään luonnonvaroja sekä rakennuskustannuksia. Etenkin tiivistyvissä kaupunkirakenteissa maamassojen hyödyntämistä edistää niiden huomioiminen jo kaavoitusvaiheessa varaamalla maamassoille varastointipaikkoja, jolloin vältetään massojen kuljetuksia toisaalle. Maamassojen hyödyntämisessä on ongelmana jäljelle jäävät maamassat, jotka ovat usein savikkoja ym. huonolaatuisia maita. Siksi piharakentamisessakin kuljetettavien maamassojen määrä on suuri, eikä massanvaihtojen yhteydessä jäljelle jää olemassa olevaa kasvustoa eikä pintamaan muodostamaa siemen- ja juuristopankkia.

Maarakentamisessa uusiomateriaalien käyttö on huomattavasti yleisempää täyttöihin tarvittavien maamassojen suurien määrien takia. Useimpien maarakentamisessa käytettävien uusiomateriaalien käyttöä on kuitenkin rajoitettu lainsäädännön keinoin mm. vaatimalla ympäristölupahakemus. Lainsäädännön rajoittamien uusiomateriaalien käyttö ei ole täysin riskitöntä, sillä joistain uusiomateriaaleista saattaa ajan myötä liueta ympäristölle haitallisia aineita. Suurin riski uusiomateriaalien käytössä on pohjavesialueilla. Uusiomateriaalien käyttö tulee arvioida aina kohdekohtaisesti riskitekijät huomioiden, jotta niiden käyttö olisi turvallista sekä ympäristölle että ihmisille. Lainsäädännön rajoitteiden ja mahdollisten liukenevien aineiden takia monien teollisuusperäisten uusiomateriaalien käyttö ei ole yleistynyt piharakentamisessa.

## 5.2 Ekologisen materiaalin määritelmä

Materiaalin tai tuotteen ekologisuuden arviointiin ja määritelmään ei ole yksiselitteistä ratkaisua, sillä ekologisen tuotteen suunnitteluun on olemassa lukuisia arviointijärjestelmiä, joiden tulokset voivat olla keskenään ristiriitaisia. Jotta materiaali tai tuote olisi ekologinen, tulisi sen tuotantoprosessiin kulua mahdollisimman vähän neitseellisiä luonnonvaroja ja energiaa. Materiaalien elinkaari- ja ympäristövaikutuksiin vaikuttavat käytettävän raaka-aineen lähde, valmistusprosessi, kuljetukset, rakentamisvaiheen aikainen toiminta, käyttötarkoitus, ylläpito sekä uudelleenkäyttömahdollisuudet ja loppusijoitus. Viheralalla ei ole tarkkaa määritelmää mitä ekologisuudella tarkoitetaan, eikä tutkimillani uusiomateriaaleista valmistetuilla tuotteilla ollut ekologisuuteen viittaavia ympäristömerkintöjä. Tuotteiden valmistajat ja maahantuojat kertoivat internet-sivustoillaan avoimesti ja neutraalisti tuotteidensa elinkaaresta ja tuotteen ympäristöhyödyistä. Viheralan ammattilaisten kanssa käymissäni sähköpostikeskusteluissa ilmeni kuitenkin, ettei viherrakentamisessa käytettäviä materiaaleja mielletä ekologisiksi tai vaihtoehtoisen uusiomateriaalien olemassaoloa tiedetä. Myös niitten saatavuudessa koettiin olevan ongelmia lainsäädännön aiheuttamien rajoitteiden takia.

Lainsäädäntö ei aseta velvoitteita uusiomateriaalien teknisille ominaisuuksille, mutta se edellyttää tuoteominaisuuksien, kuten ympäristökelppoisuuden ja teknisten ominaisuuksien arviointia. Uusiomateriaaleja käyttämällä rakennetaan siis yhtä laadukkaita ja kestäviä viheralueita kuin neitseellisiä materiaaleja käyttämällä, koska uusiomateriaalien on täytettävä kaikki samat käyttökohteen asettamat vaatimukset kuin neitseellisten materiaalien. Viherrakentamisessa on myös huomioitava, että käytetyt materiaalit eivät ole aina ekologisia, mutta niiden käyttötarkoitus voi olla ekologinen etenkin pitkällä aikavälillä. Esimerkiksi neitseellisten luonnonkivien käytön ekologisuutta voidaan arvioida monesta näkökulmasta, mutta suomalaisten graniittikivien käyttö on huomattavasti ekologisempaa kuin tuontikivien käyttö niiden kuljetusmatkojen aiheuttamien päästöjen takia. Myös uusiomateriaaleista valmistettujen tuotteiden alkuperä tulee huomioida, sillä pitkät kuljetusmatkat vähentävät etenkin ulkomaalaisten usiotuotteiden ympäristöhyötyjä.

Kestävän kehityksen periaatteiden korostaminen ja lainsäädäntöjen muutokset ajavat eteenpäin jätteeksi luokiteltujen materiaalien hyötykäytön lisäämistä tulevaisuudessa. Hyödynnettävien jätemateriaalien ja niistä tehtävien uusiomateriaalien tulo markkinoille vaatii kuitenkin monitahoisien tuotteistamisprosessin ja käyttökohteen jossa riittää kysyntä. Lainsäädännön velvoittamien arviointien ja tutkimusten takia uusiomateriaalien tuotteistaminen on kallista, aikaa vievää ja prosessiin liittyy epävarmuus tuotteen saamisesta markkinoille, jos vaaditut ominaisuudet eivät täyty tai asetetut raja-arvot ylittyvät. Siksi yritysten täytyy pohtia onko tuotteistamiseen ryhtyminen taloudellisesti kannattavaa, kuinka tuotannosta saadaan kustannustehokasta ja kuinka uusiomateriaaliin tarvittavat raaka-aineet saadaan kerättyä tehokkaasti tuotantopaikalle pitkienkin välimatkojen päästä. Lainsäädännön jäykkyyden takia uusiomateriaaleja on markkinoilla melko vähän ja uusien innovaatioiden markkinoille tulo on hidasta.

Suomessa viherrakentamisessa käytetään kasvillisuutta runsaasti ja monipuolisesti. Tässä opinnäytetyössä kasvillisuuden käsittely on tarkoituksella yleispiirteistä eikä yksittäisiä kasvilajeja ole nostettu tarkemmin esille, sillä kasvillisuus tulee valita aina kohdekohtaisesti vallitsevien olosuhteiden mukaan. Ekologinen viheralue vaatii mahdollisimman vähän ylläpitoa, suosii kotimaisia taimia ja luonnonkasveja. Suomalaiset taimet ovat geeniperimältään sopeutuneet Suomen vaihteleviin olosuhteisiin, joten ne ovat kestävämpiä ja niiden käyttö vähentää kuljetusten aiheuttamia päästöjä sekä ulkomaisten taimien mahdollisia tuholaisia, kasvitauteja ja haitallisia vieraslajeja. Viherrakentajat toteuttavat ekologisuuden runsaan kasvillisuuden lisäksi kierrättämällä esimerkiksi vanhoja pihakiviä tai keksimällä tontilta löytyville tuotteille uusia käyttötarkoituksia.

### 5.3 Viherala kestävän kehityksen murroksessa

Suomessa asutaan vielä suhteellisen väljästi verrattuna esimerkiksi Keski-Eurooppaan, minkä ansiosta etenkin pientaloalueet ovat vehreitä ja kaupunkialueille on rakennettu runsaasti viheralueita. Suomessakin on havaittavissa kaupunkirakenteiden tiivistymistä etenkin suurissa kaupungeissa ja sääolojen äärimuotojen yleistymistä, joten tulevaisuudessa viheralueiden merkitys haittavaikutuksia hillitsevinä tekijöinä ja etenkin piharakentamisen rooli biodiversiteetin ylläpitäjänä korostuu. Tiivistyvissä kaupunkirakenteissa maankäytön tehostuminen johtaa nopeasti laajojen läpäisemättömien pintojen muodostumiseen, mikä johtaa pahimmillaan kaupunkitulvien syntymiseen. Haittoja voidaan ehkäistä mm. läpäisevien päällysteiden avulla, jotka vähentävät hulevesien käsittelyn tarvetta ja esimerkiksi nurmisaumatut reikäkivet lisäävät samalla viherpintojen määrää. Suomessa ollaan kuitenkin huomattavasti jäljessä ekologisen rakentamistavan kehityksessä ja toteutuksessa muuhun Eurooppaan verrattuna. Lainsäädännölliset rajoitteet ja mahdolliset uusiomateriaaleista liukenevat haitta-aineet ovat hidastaneet uusiomateriaalien käytön yleistymistä etenkin piharakentamisessa. Siksi ekologisuuden huomioivien rakentamistapojen ja materiaalien kehittäminen sekä ekologisuuden huomioivat lakimuutokset ovat nyt ajankohtaisia. Ennakoimalla tulevaisuuden olosuhteita ja ylläpitämällä luonnon monimuotoisuutta on mahdollisuus hillitä ilmastonmuutoksen haittavaikutuksia niin ihmisille kuin ympäristöllekin ja ennakoiva toiminta on taloudellisesti kannattavampaa kuin haittojen korjaaminen keinotekoisilla ja teknisillä ratkaisuilla. Esimerkiksi huomioimalla piharakentamisessa myös tontin ulkopuolinen ympäristö voidaan säilyttää ekosysteemeille tärkeitä viheryhteyksiä ja luonnonkasvien hallitulla leviämällä sekä kerroksellisella kasvillisuudella luodaan elinympäristöjä.

Suomessa ei ole vaatimuksia tai pakotteita ekologisuuden huomioimiseen rakentamisessa eikä ekologisuuteen pyrkivälle viherrakentamiselle ole ollut ohjeistuksia tai kriteereitä, joten viherrakentamisessa ympäristönäkökulmien huomioiminen on ollut lähinnä tilaajan, suunnittelijan ja urakoitsijan tulkintoja ekologisuudesta sekä omien tavoitteiden ja toimintatapojen luomista. Tiedonpuute näkyy piharakentamisessa ekologisuuden painottamisessa kasvillisuuteen ja olemassa olevien materiaalien kierrätykseen. Rakentamisen ja ylläpidon vaiheissa esimerkiksi käytettävillä työkaluilla ja niiden nykyaikaisuudella sekä kasvillisuuden hoidon tasolla on suuri vaikutus viherrakentamishankkeen ekologisuuteen. Esimerkiksi työkaluiden fossiiliset polttoaineet ja kasvillisuuden hoidossa käytettävät torjunta-aineet ovat hankkeen ekologisuutta vähentäviä tekijöitä. Tulevaisuudessa kaavoituksen merkitys viherrakentamisen ekologisuuteen vaikuttavana tekijänä tulee korostumaan. Kaavoituksessa ekologisuuden huomioiminen näkyy suunnitteluvaiheen avuksi laadittuina ekologisuuden arviointijärjestelminä ja suurten kaupunkien ekologisen rakentamistavan pilottihankkeina. On kuitenkin syytä pohtia, onko ekologisuuden arviointityökaluja kannattavaa käyttää vain yhdellä tontilla, vai tulisiko

niiden avulla laatia suurempia kokonaisuuksia. Esimerkiksi kokonaan uuden asuinkorttelin lähtökohdaksi voidaan asettaa kestävä kehitys, jolloin ekologisuus on huomioitu piharakentamisen lisäksi talorakentamisessa ja sille voidaan määrittää kaavoituksessa tavoite- ja minimitasot. Vaatimustason asettamine vaatisi konkreettisen houkuttimen, jotta sitä ei koettaisi negatiivisena rajoitteena. Esimerkiksi Hollannissa käytössä oleva Green Label -sertifikaatti määrittelee kohteen ekologisen arvon, ja sillä on todettu olevan kohteen arvoa nostava vaikutus. Euroopassa kestäväälle ympäristörakentamiselle on kysyntää ja kuluttajat suhtautuvat positiivisesti ympäristönäkökulmien huomioivaan rakentamistapaan. Vastaavanlaista ekologisten ratkaisuiden noudattamista edellyttävää laatuluokitusta tulisi soveltaa myös Suomessa, jotta kuluttajat näkisivät ympäristön huomioimisen hyödyt myös henkilökohtaisella tasolla. Ekologisuuden huomioivista viheralueiden suunnittelun tueksi laadituista arviointijärjestelmistä Yhdysvaltojen SITES-periaatteet eivät sovellu täysin käyttäväksi Suomessa maiden poikkeavien ilmasto- ja ympäristöolosuhteiden takia. Tämän hetkistä viheralueiden arviointijärjestelmistä Suomessa toimivin on suomalainen viherkerroinmenetelmä ja kaavoituksen ekolaskuri KEKO.

Gloaalina haasteena on kulutuksen saaminen kestäväälle tasolle jatkuvan väestönkasvun ja elintason liittyvien kulutusmieltymysten takia. Siksi tarvitaan lisää materiaalitehokkuutta tuotantovaiheessa ja uusia innovatiivisia tuoteratkaisuja. Suomessa on olemassa tehokas kierrätysjärjestelmä, mutta jätteen loppusijoitus on yleisimmin energiapoltto tai kaatopaikka. Ympäristöseikat huomioivan lakiuudistuksen myötä jätteen polttoa ei enää hyväksytä kierrätysmuotona, joten syntyville jätemassoille kehitetään uusia käyttötarkoituksia ja niitä tuotteistetaan uudelleen markkinoille. Ympäristöarvojen lisäksi yritykset ovat pyrkineet kustannusyistä pienentämään materiaalihukkaa ja syntyville sivuvirroille keksitään uusia käyttömahdollisuuksia. Haasteena on kierrätettävien materiaalien kustannustehokas tuotantoprosessi ja kerääminen pitkienkin välimatkojen päästä, jotta uusiomateriaali saadaan markkinoille myös asiakkaalle edulliseen hintaan. Lisäksi joidenkin uusiomateriaalien sisältämien ja käytössä ympäristöön liukenevien aineiden takia tarvitaan lisää tietoa ja tutkimuksia uusiomateriaalien käytöstä, sillä ekologisen viherrakentamisen tulee olla turvallista sekä ympäristölle että ihmisille. Tarvitaan lisää lakimuutoksia, kuten tuleva uusiomateriaalien käyttöä helpottava MASA-asetus, jotta uusiomateriaalien tuotekehityksestä tulisi yrityksille kannattavaa, niitä tulisi lisää markkinoille ja käyttö yleistyisi. Jotkut yritykset ovat alkaneet myös tarjoamaan palveluita uusiomateriaalien käyttöä vaativien lupa- ja ilmoitusmenettelyjen hoitamiseen. Ekologisuudella myyminen ja ekotuotemarkkinointi ovat lisääntyneet viime vuosina, mutta samalla se vaikeuttaa kuluttajan kykyä arvioida tuotteen todellista ekologisuutta, joten myös markkinoinnin valvontaa tulee lisätä.

Lakimuutosten lisäksi pelkästään viheralan ammattilaisten työpanos ei riitä ekologisten viherrakennushankkeiden yleistymiseen ja toteuttamiseen,

vaan vaaditaan eri tahojen yhteistyötä koko rakentamishankkeen aikana. Uutta ajattelutapaa, asennemuutoksia ja poikkeamista totutuista käytännöistä tarvitaan viheralan ammattilaisten lisäksi kuntien päättäjiltä, rakennushankkeiden tilaajilta, suunnittelijoilta, rakentajilta, materiaalien valmistajilta, viranomaisilta, poliitikoilta ja kuluttajilta. Viherrakentamisessa tilaajan toiveet ovat suunnitelman lähtökohtana, mutta myös rakentajalla on mahdollisuus ehdottaa käytettäviä materiaaleja. Jos rakentaja on eri kuin suunnittelija, tulee rakentajan kuitenkin noudattaa suunnittelijan tavoitteita, keinoja ja materiaaleja. Eri tahojen yhteistyö jo hankkeen alkuvaiheessa on tärkeää, jotta kaikilla olisi mahdollisuus vaikuttaa ja eri näkökulmat tulisivat esille. Ongelmana on kuitenkin yleisesti havaittava tiedonpuute ekologisista materiaaleista ja menetelmistä, sillä Suomessa ei ole vakiintunutta käytäntöä miten rakentaa ammattitason viheralueita ekologisesti eikä viheralan ammattilaisissa ole riittävästi tietoa markkinoilla olevista uusiomateriaaleista eikä suunnitteluvaiheen arviointijärjestelmistä. Tarvitaan siis KESY-työryhmän tulevien ohjeistuksien ja kriteerien kaltaisten uusien julkaisujen lisäksi yhteistyötä myös koulutusten muodossa ja alan ammattilaisten omaa aktiivisuutta. Viheralan ammattilaisten kanssa käydyissä sähköpostikeskusteluissa ilmeni tarve ekologisen rakentamistavan ohjeistuksille, mutta samalla arveltiin ohjeistuksien ja lainsäädännön vaikeuttavan uusiomateriaalien käytön ja materiaalien uudelleenkäytön mahdollisuuksia. Lainsäädännön hankaloittavat vaikutukset uusiomateriaalien käytön yleistymiselle ovat kuitenkin vähentyneet erilaisten lakimuutosten ja asetusten myötä. Samalla ilmeni tiedonpuute olemassa olevista neitseellisiä materiaaleja korvaavista uusiomateriaaleista, eikä esimerkiksi luonnonkiville osata etsiä vaadittuja ominaisuuksia täyttävää vaihtoehtoista uusiomateriaalia. Esimerkiksi pilttihankkeet ovat hyvä keino lisätä eri tahojen tietoisuutta ja samalla kouluttaa viheralan ammattilaisia kestävän ympäristörakentamisen mukaisiin toimintatapoihin. Tarvitaan suunnittelijoiden innovatiivisuutta ja urakoitsijoiden taitoja uusien näkemysten toteuttamiseen, mutta myös valmistajien ja maahantuojien aktiivista markkinointia jotta uusiomateriaalien käyttö lisääntyisi.

Kestävän kehityksen mukainen rakentamistapa yleistyy jatkuvasti Euroopassa ja myös hitaasti Suomessa, joten tulevaisuudessa uusiomateriaalien valmistajilla on suuret mahdollisuudet uusien innovatiivisten tuotteiden kehittämiseen ja myös kansainväliseen markkinointiin. Tulevaisuuden tuotekehityksillä on myös positiivinen vaikutus Suomen talouteen ja mahdollisuus luoda uusia työpaikkoja. Tulevaisuudessa selviää yleistyvätkö esimerkiksi turvepohjaisia kasvualustoja korvaavat vaihtoehtoiset kasvualustat, kuten sammal ja kookoskuitu, ammattiviljelyn lisäksi myös viherrakentamisessa. Ekologisuuden kannalta on kuitenkin olennaista käyttää suomalaisia materiaaleja korvaamaan neitseellisiä luonnonvaroja, jotta vältetään kuljetusten aiheuttamia päästöjä ja tuetaan Suomen talouden kehitystä ja ylläpidetään työllisyyttä. Viherrakentamisessa harmillinen ilmiö on etenkin taloyhtiöiden viheralueiden toteuttaminen minimibudjetilla eikä takuuajan jälkeiseen ylläpitoon laadita hoitosuunnitelmaa.

Huonolla hoidolla hyvinkin rakennettu piha rapistuu jolloin korjausvelka kasvaa nopeasti. Kestävä ympäristörakentaminen pyrkii luomaan viheralueita joiden ylläpitokustannukset olisivat mahdollisimman alhaiset ja joiden ylläpitoa voidaan vähentää vuosien kuluessa. Ylläpidon määrään voidaan vaikuttaa käyttämällä kestäviä ja laadukkaita materiaaleja sekä suosimalla helppohoitoista kasvillisuutta. Olennaisia ovat rakentamisen jälkeiset 1-2 vuotta, jolloin taimien hukkaprocentti ja ylläpidon tarve ovat suurimmillaan. Takuuajan jälkeisinä vuosina ylläpitoon tulisi panostaa, jotta kasvillisuus ehtisi kehittyä riittävästi, jonka jälkeen ylläpitoa voitaisiin vähentää ja minimoitaisiin korjauskustannukset. Ekologinen piha ei kuitenkaan tarkoita ylläpidosta luopumista, vaan tasapainoa hoitamattoman ja hoidetun alueen välillä. Kaupunkien tulisi panostaa viheralueiden laaduntarkkailuun vihervälvön keinoin, mutta sekin vaatisi investointeja ja rahoituksen järjestäminen on haastavaa.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoitus oli pohtia ekologisuuksi viherrakentamisen näkökulmasta. Työn aihe kehittyi omasta mielenkiinnostani kestäväksi kehitykseen ja Biotalousen mahdollisuudet -moduulijakson opintojen kautta aloin pohtia aiheen käsittelyä opinnäytetyön muodossa. Työn sisällön rajaaminen muuttui prosessin aikana useaan otteeseen, sillä ekologisuus on aiheena erittäin laaja ja näkökulmia voi pohtia monelta eri kannalta. Opinnäytetyön alkuperäinen tarkoitus perehtyä uusiomateriaaleihin ja laatia niiden pohjalta pihasuunnitelma ekopihasta, mutta prosessin aikana ymmärsin ekologisuuksiin pyrkivän viherrakentamisprosessin kokonaisuuden merkityksen ja ettei ekologisuuksi pysty määrittelemään pelkkien materiaalien perusteella.

Päätin rajata opinnäytetyöksi käsiteltävät materiaalit sellaisiin uusiomateriaaleihin, joiden käyttöön ei liity lainsäädännön aiheuttamia rajoitteita, mikä rajasi suurimman osan uusiomateriaaleista opinnäytetyön ulkopuolelle. Materiaalien rajaaminen koviin pinta materiaaleihin, maanrakennusaineisiin ja kasvualustoihin oli yksi haaste, sillä halusin käsitellä opinnäytetyöksi kaikkia viherrakentamisen yleisimmissä rakennusvaiheissa tarvittavia materiaaleja. Kaikkiin viherrakentamisen vaiheisiin ei kuitenkaan ole tarjolla uusiomateriaaleja tai niiden käyttöä rajoitetaan lainsäädännön keinoin. Kasvillisuuden käsittely on tarkoituksella yleispiirteistä, sillä kasvillisuus on lähtökohtaisesti ekologinen elementti ja niiden käyttö tulee suunnitella kohdekohtaisesti kasvupaikkavaatimusten mukaan. Näiden seikkojen takia päätin luopua pihasuunnitelman laatimisesta ja laajensin aiheen käsittelyä koko viherrakentamisen prosessiin, mukaan lukien suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito. Lisäksi lainsäädännön käsitteleminen auttoi ymmärtämään, miksi uusiomateriaalien käytölle on asetettu rajoitteita ja toisaalta miksi niiden käyttö ei ole vielä yleistynyt. Oli yllättävää huomata, kuinka vähän ammattitason tietoa ekologisesta viherra-

kentamisestä Suomessa on ja samalla harrastelija-tason ratkaisuja on runsaasti tarjolla. Ekologisille ratkaisuille on siis selkeästi kysyntää. Avain-tekijäksi tiedonkeruulle osoittautui sähköpostikeskustelut viheralan ammattilaisten kanssa, joiden avulla sain hyödyllisiä linkkejä ja aloin hahmottaa myös suunnitteluvaiheen merkitystä ekologisemmalle viherrakentamistavalle.

Opinnäytetyön aiheen tutkiminen vaati runsaasti aikaa ja rajatussa aiheessa pysyminen oli haasteellista, mutta löysin prosessin aikana vastaukset tutkimuskysymyksiini, vaikka ne eivät olekaan yksiselitteisiä riippuen siitä mistä näkökulmasta esimerkiksi ekologisuutta lähtee pohtimaan. Omamielenkiintoni aiheeseen kasvoi opinnäytetyöprosessin aikana ja koken sen olevan yksi suuntautumisvaihtoehto ammatillisen kehityksen kannalta. Ympäristönäkökulmien huomioiminen on tulevaisuutta ja viheralalla tarvitaan lisää tietoa ja koulutusta aiheesta. Tämä opinnäytetyö on katselmus 2010-luvulla käytettyihin viherrakentamisen ekologisiin materiaaleihin ja menetelmiin ja sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi ekologista viherrakentamisprosessia käsittelevän opintojakson kurssimateriaalina.



## LÄHTEET

Betoniteollisuus ry (2014). Belgiassa kokemusta läpäisevistä päällysteistä jo yli 10 vuoden ajalta. Betoni 2/2014. Haettu 14.1.2017 osoitteesta [http://www.vtt.fi/files/sites/class/CLASS\\_2014\\_BETONillehti\\_v2\\_p42\\_45.pdf](http://www.vtt.fi/files/sites/class/CLASS_2014_BETONillehti_v2_p42_45.pdf)

Betoniteollisuus ry (2015). Destaclean Puukivi: Uusi ulottuvuus rakennusjätteen kierrätykseen. Betoni 3/2015. Haettu 31.1.2017 osoitteesta [http://betoni.com/wp-content/uploads/2015/10/BET1503\\_54-57.pdf](http://betoni.com/wp-content/uploads/2015/10/BET1503_54-57.pdf)

Betoniteollisuus ry (n.d.). Hulevesien hallinta. Haettu 14.1.2017 osoitteesta <http://maisemabetoni.fi/paallysteen-suunnittelu/toiminnallinen-suunnittelu/hulevesien-hallinta/>

Betoniteollisuus ry (2015). Kierrätysbetonin käyttö ympäristörakentamisessa. Betoni 2/2015. Haettu 27.1.2017 osoitteesta [http://betoni.com/wp-content/uploads/2015/08/BET1502\\_44-49.pdf](http://betoni.com/wp-content/uploads/2015/08/BET1502_44-49.pdf)

Biolan Oy (2016). Sammaleesta maanomistajille tuhansien eurojen tuotto. Haettu 30.1.2017 osoitteesta <http://news.cision.com/fi/biolan-oy/r/sammaleesta-maanomistajille-tuhansien-eurojen-tuotto,c2026830>

Destaclean Oy (2015). Destaclean Puukivi - uusi, ekologisempi vaihtoehto. Haettu 30.1.2017 osoitteesta <http://www.destamatic.fi/fi/ajankohtaista/destaclean-puukivi-uusi-ekologisempi-vaihtoehto>

Destaclean (2013). Jätelainsäädökset tiukentuvat – uusia kierrätystuotteita tarvitaan! Haettu 5.12.2016 osoitteesta <http://www.destamatic.fi/fi/ajankohtaista/jatelainsaadokset-tiukentuvat-uusia-kierratystuotteita-tarvitaan>

EG-Trading Oy (2016). Eroosiomatot. Haettu 12.1.2017. osoitteesta <http://www.eg-trading.fi/content/eroosiomatot>

EG-Trading Oy (n.d.). Greenfix tuoteluettelo. Haettu 12.1.2017 osoitteesta [http://www.eg-trading.fi/sites/default/files/Greenfix%20tuotteet%202016\\_0.pdf](http://www.eg-trading.fi/sites/default/files/Greenfix%20tuotteet%202016_0.pdf)

EG-Trading Oy (2016). Rikkaruohomatot ja maakatekankaat. Haettu 12.1.2017 osoitteesta <http://www.eg-trading.fi/content/kate-ja-maanpeittokankaat>

Ekokem Oyj (n.d.). CIRCO® -kierrätysmuoiviprofiilit – Aikaa kulutusta ja kosteutta kestävä ratkaisu. Haettu 16.1.2017 osoitteesta

<http://ekokem.studio.crasman.fi/pub/Circoplastics/Placeholders/CIRCO-kierratysmuoviprofiilitesite.pdf>

Ekokem Oyj (n.d.). CIRCO® -kierratysmuoviprofiilit, tuotelehti. Haettu 16.1.2017 osoitteesta

<http://ekokem.studio.crasman.fi/pub/Circoplastics/Placeholders/CIRCO-kierratysmuoviprofiilittuotelehti.pdf>

Ekokem Oyj (2016). CIRCO® käyttöturvallisuustiedote. Haettu 16.1.2017 osoitteesta

<http://ekokem.studio.crasman.fi/pub/Circoplastics/pdf/K%C3%A4ytt%C3%B6turvallisuustiedote+>

Ekokem Oyj (n.d.). Pohjoismaiden ensimmäinen Muovijalostamo tuottaa laadukasta uusiomateriaalia teollisuudelle. Haettu 16.1.2017 osoitteesta

<http://www.ekokem.com/fi/kiertotalous/kiertotalouskyla-nostaa-sekaiatteen-kierratysastetta/muovijalostamo/>

Euroopan unioni (2010). Vihreä infrastruktuuri. Haettu 7.1.2017 osoitteesta

[http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/green\\_infra/fi.pdf](http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/green_infra/fi.pdf)

Geologian tutkimuskeskus (2014). Kaivosten ja louhimoiden sivukivien käyttöä edistetään Pohjois-Savossa. Haettu 24.1.2017 osoitteesta

<http://www.gtk.fi/system/print.html?from=/ajankohtaista/media/uutisarkisto/index.html&year=2014&newsType=PressReleases&number=546>

Hannonen J. (2016). Opinnäytetyö viherrakentamisessa käytettävistä ekologisista materiaaleista ja menetelmistä. Sähköpostiviesti tekijälle 12.12.2016.

Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas (n.d.). Ilmastonkestävä kaupunki – työkaluja suunnitteluun. Haettu 4.12.2016 osoitteesta

<http://ilmastotyokalut.fi/hanke/>

Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas (2013). Jyväskylän asuntomessualueella hyödynnetään viherkerrointa. Haettu 4.12.2016 osoitteesta

<http://ilmastotyokalut.fi/parhaat-kaytannot/vihrea-infrastruktuuri/jyvaskylan-asuntomessualueella-hyodynnetaan-viherkerrointa/>

Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas (n.d.). Laskuri. Haettu

5.12.2016 osoitteesta <http://ilmastotyokalut.fi/laskuri/>

Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas (n.d.) Lämpäiset päällysteet. Haettu 14.1.2017 osoitteesta

[http://ilmastotyokalut.fi/files/2014/07/lapaisevat\\_paallysteet\\_tyokalu.pdf](http://ilmastotyokalut.fi/files/2014/07/lapaisevat_paallysteet_tyokalu.pdf)

Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas (2014). Viherkerroin rakennuslupien ehtona uudis- ja korjausrakentamisessa eri osissa Berliiniä. Haettu 5.12.2016 osoitteesta

<http://ilmastotyokalut.fi/parhaat-kaytannot/vihrea-infrastruktuuri/viherkerroin-rakennuslupien-ehtona-berliinissa/>

Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas (2014). Viherkerroinmenetelmän kehittäminen Helsingin kaupungille. Haettu 5.12.2016 osoitteesta

[http://ilmastotyokalut.fi/files/2014/07/Viherkerroin\\_julkaisu\\_ymk\\_0814.pdf](http://ilmastotyokalut.fi/files/2014/07/Viherkerroin_julkaisu_ymk_0814.pdf)

Kazmierczak, A. & Carter, J. (2010). Adaptation to climate change using green and blue infrastructure. A database of case studies. Haettu 5.12.2016 osoitteesta

[https://orca.cf.ac.uk/64906/1/Database\\_Final\\_no\\_hyperlinks.pdf](https://orca.cf.ac.uk/64906/1/Database_Final_no_hyperlinks.pdf)

Kekkilä Oy (2016). Kekkilä ja Metsä Group aloittavat merkittävän yhteistyön. Haettu 30.1.2017 osoitteesta <http://www.kekkila.fi/articles/kekki-la-ja-metsa-group-aloittavat-merkittavan-yhteistyon>

Kiviteollisuusliitto ry (n.d.). Luonnonkivilouhimoiden sivukivi. Haettu 24.1.2017 osoitteesta

<http://www.suomalainenkivi.fi/kiviteollisuusliitto/ymparisto/luonnonkivilouhimoiden-sivukivi/>

Kilpailu- ja kuluttajavirasto (2015). Kuluttaja-asiamiehen linjaus - Ympäristömarkkinointi. Haettu 1.2.2017 osoitteesta

<http://www.kkv.fi/ratkaisut-ja-julkaisut/julkaisut/kuluttaja-asiamiehen-linjaukset/aihekohtaiset/ymparistomarkkinointi/>

Kiteen Mato ja Multa Oy (2014). Loppuraportti – Kasvikuitupohjaisen turvevapaan kasvualustan testaaminen, tuotannon käyntiin saattaminen ja tuotteistaminen. Haettu osoitteesta 13.1.2017 osoitteesta

[http://www.ym.fi/fi-FI/Luonto/Itameri\\_ja\\_merensuojelu/Ohjelmat\\_ja\\_strategiat/Ravinteiden\\_kierratyksen\\_edistamista\\_ja\\_Saaristomeren\\_tilan\\_parantamista\\_koskeva\\_ohjelma/Hankkeiden\\_tulokset/Sivuvirrat](http://www.ym.fi/fi-FI/Luonto/Itameri_ja_merensuojelu/Ohjelmat_ja_strategiat/Ravinteiden_kierratyksen_edistamista_ja_Saaristomeren_tilan_parantamista_koskeva_ohjelma/Hankkeiden_tulokset/Sivuvirrat)

Motiva (2016). Ympäristö ja lupaprosessi. Haettu 8.12.2016 osoitteesta

<http://www.uuma2.fi/ymp%C3%A4rist%C3%B6-ja-lupaprosessi-0>

MTT Jokioinen (2014). MTT Raportti 161 – Kierrätysmateriaalien hyödyntäminen viherrakentamisen kasvualustoissa ja rakenteissa. Haettu 7.12.2016 osoitteesta

<http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/484572/mttraportti161.pdf>

Piipponen, H-M. (2015). Ekologisesti kestävä maisema – SITES - arviointijärjestelmän soveltaminen Maskun Rivieran virkistysalueen kehittämissuunnitelmassa. Diplomityö. Maisema-arkkitehtuurin koulutusohjelma. Aalto-yliopisto. Haettu 3.12.2016 osoitteesta <https://aalto.doc.aalto.fi/handle/123456789/18613>

Pohjois-Pohjanmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (2013). Turvetuotannon ympäristönsuojelu. Haettu 15.1.2017 osoitteesta [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ ja\\_ tuotanto/Luonnonvarojen\\_ kestava\\_ kaytto/Turvetuotannon\\_ ymparistonsuojelu](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ ja_ tuotanto/Luonnonvarojen_ kestava_ kaytto/Turvetuotannon_ ymparistonsuojelu)

Puuinfo Oy (n.d.). Mitä puuta pihalle? Haettu 1.2.2017 osoitteesta <http://www.puuinfo.fi/puutieto/mit%C3%A4-puuta-pihalle>

Rakennustaito (2016). Ekologinen vaihtoehto on usein edullisin. Haettu 9.1. osoitteesta <http://rakennustaito.fi/rakentaminen/ekologinen-vaihtoehto-usein-edullisin/>

Ramboll (2012). FOAMIT® Vaahtolasi - Suunnittelu ja rakennusohje. Haettu 15.12.2016 osoitteesta [http://www.foamit.fi/wp-content/uploads/2016/10/Suunnittelu- ja\\_ Rakennusohje.pdf](http://www.foamit.fi/wp-content/uploads/2016/10/Suunnittelu- ja_ Rakennusohje.pdf)

Ramboll (2016). UUMA 2 – Uusiomateriaalien tuotteistamisohje maarakentamisessa. Haettu 4.2.2017 osoitteesta [http://www.uuma2.fi/sites/default/files/Tuotteistamisohje%202016\\_0520\\_0.pdf](http://www.uuma2.fi/sites/default/files/Tuotteistamisohje%202016_0520_0.pdf)

Ritanen-Närhi P. (2011). Ekologinen viherrakentaminen kiinnostaa. *TM Rakennusmaailma* 6, 178. Luettu 26.1.2017.

RT 38nnn (2014). Kumiitiili ja kumilaatta päällysteet – Kumiitiili Finland Oy. RT Net. Haettu 31.1.2017 osoitteesta [http://kumiitiilifinland.weebly.com/uploads/2/6/9/3/26938068/kumiitiili\\_finland\\_rt-kortti.pdf](http://kumiitiilifinland.weebly.com/uploads/2/6/9/3/26938068/kumiitiili_finland_rt-kortti.pdf)

RT 89-10998 (2010). Kasvillisuusalueiden maatyöt. RT Net. Haettu 12.1.2017 osoitteesta <https://www-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2410998%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-105113/10998.pdf>

RT 89-11002 (2010). Pihojen pohja- ja päällysrakenteet. RT Net. Haettu 10.1.2017 osoitteesta <https://www-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2411002%2446%24>

[4pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-105110/11002.pdf](http://pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-105110/11002.pdf)

RudusOy (n.d.). Betoror-betonimurske. Haettu 24.1.2017 osoitteesta <http://www.rudus.fi/tuotteet/kierratys/betonimurske>  
Sitoumus 2050 (2015). Kestävä ympäristörakentaminen. Haettu 19.1.2017 osoitteesta <https://sitoumus2050.fi/commitment/kestaevae-ympaeristoerakentaminen>

Sitra (n.d.). Kiertotalous. Haettu 26.11.2016 osoitteesta <https://www.sitra.fi/ekologia/kiertotalous>

SOILTEC (2010). Orgaaniset eroosiosuojamatot & Taimien suojat tuotteet. Haettu 12.1.2017 osoitteesta [http://www.eg-trading.fi/sites/default/files/greenfix\\_brochure\\_3.pdf](http://www.eg-trading.fi/sites/default/files/greenfix_brochure_3.pdf)

Suomen ympäristökeskus (2013). Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panostuotusmalli. Haettu 5.1.2017 osoitteesta [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Tuotesuunnittelu\\_ja\\_tuotteet/Elinkaariarviointi\\_ja\\_alanjaltet\\_ja\\_panostuotusmalli](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Tuotesuunnittelu_ja_tuotteet/Elinkaariarviointi_ja_alanjaltet_ja_panostuotusmalli)

Suomen ympäristökeskus (n.d.). Ilmastonmuutoksen vaikutukset ekologisiin prosesseihin ja Suomen luonnon monimuotoisuuteen. Haettu 4.1.2017 osoitteesta [https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/399c86d0-fec7-472a-876c-75a862d37324/ekologiset-prosessit.html#cli\\_links](https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/399c86d0-fec7-472a-876c-75a862d37324/ekologiset-prosessit.html#cli_links)

Suomen ympäristökeskus (n.d.). Ilmastopolitiikka. Haettu 4.1.2017 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/12fcf320-4ed1-44e6-bba1-c6425f5a39e6/ilmastopolitiikka.html>

Suomen ympäristökeskus (2013). Jätteen hyödyntäminen maarakentamisessa. Haettu 5.1.2017 osoitteesta [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi\\_luvat\\_ja\\_ymparistovaikutusten\\_arviointi/Luvat\\_ilmoitukset\\_ja\\_rekisterointi/Ymparistonsuojelulain\\_mukaiset\\_ilmoitukset/Jatteen\\_hyodyntaminen\\_maarakentamisessa](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistonsuojelulain_mukaiset_ilmoitukset/Jatteen_hyodyntaminen_maarakentamisessa)

Suomen ympäristökeskus (n.d.). Materiaalitehokkuus. Haettu 26.11.2016 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/38393e35-469e-4b53-8a31-15fbeb897c/materiaalitehokkuus.html>

Suomen ympäristökeskus (n.d.). Päästöjen vähentäminen Suomessa. Haettu 5.1.2017 osoitteesta <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/d88180dc-1fa8-436c-8036-4411ae5ff252/paastojen-vahentaminen-suomessa.html>

Säilä H. (2016). Opinnäytetyö viherrakentamisessa käytettävistä ekologisista materiaaleista ja menetelmistä. Sähköpostiviesti tekijälle 8.12.2016.

Uusioaines Oy (2014). Käyttöturvallisuustiedote. Haettu 5.12.2016 osoitteesta <http://www.foamit.fi/tuotteet/kayttoturvallisuustiedote/>

Uusiouutiset (2016). Vielä ehtii lausua MARA-luonnoksesta. *Uusiouutiset-lehti* 8/2016. Haettu 8.12.2016 osoitteesta <http://www.uusiouutiset.fi/viela-ehcii-lausua-mara-luonnoksesta/>

Valtion teknologian tutkimuskeskus Oy (2015). Vettä läpäisevät päällysteet – Käsikirja suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon Haettu 14.1.2017 osoitteesta [http://maisemabetoni.fi/wp-content/uploads/2014/01/vett-lpisevt-llysteet-class\\_wp3\\_guidelines2015.pdf](http://maisemabetoni.fi/wp-content/uploads/2014/01/vett-lpisevt-llysteet-class_wp3_guidelines2015.pdf)

Viheraluerakentajat ry (2012). Green City –ohjeisto. Haettu 19.1.2017 osoitteesta [http://www.vyra.fi/sites/default/files/Green\\_City\\_ohjeisto\\_web-1.pdf](http://www.vyra.fi/sites/default/files/Green_City_ohjeisto_web-1.pdf)

Viherympäristöliitto ry (n.d.). Kestävän ympäristörakentamisen prosessit vaativat kehittämistä. Haettu 15.11.2016 osoitteesta <http://www.vihervuosi.fi/content/fi/1015/22253/Kest%C3%A4v%C3%A4n%20ymp%C3%A4rist%C3%B6rakentamisen%20prosessit%20vaativat%20kehitt%C3%A4mist%C3%A4.html>

Viherympäristöliitto ry (2016). Kestävän ympäristörakentamisen puolesta - julkilausuma. Haettu 4.1.2017 osoitteesta <https://www.epressi.com/tiedotteet/lifestyle/vihervuoden-julkilausuma-kestavan-ymparistorakentamisen-puolesta.html>

Viherympäristöliitto ry (2012). Luonnonmukainen hulevesien hallinta. *Viherympäristö* 1, 52-54. Haettu 5.1.2017 osoitteesta [http://data.viherymparisto.fi/files/resourcesmodule/@random4f9681d9578d9/1335263738\\_Hakola\\_Hulevesi.pdf](http://data.viherymparisto.fi/files/resourcesmodule/@random4f9681d9578d9/1335263738_Hakola_Hulevesi.pdf)

Viherympäristöliitto ry (n.d.). Teemat. Haettu 4.1.2017 osoitteesta <http://www.vihervuosi.fi/content/fi/1/22424/Teemat.html%20viitattu%2029.11.2016%20viitattu%2028.11.2016>

Viherympäristöliitto ry (2017). Viheralan yhteiset eettiset pelisäännöt. Haettu 11.2.2017 osoitteesta <https://www.epressi.com/media/userfiles/70444/1486031342/viheralan-eettiset-pelisa-cc-88a-cc-88no-cc-88t.pdf>

Viherympäristöliitto ry (2017). Viheralalle kestävän ympäristörakentamisen toimintamallit. Haettu 11.2.2017 osoitteesta

<http://www.vyl.fi/ajankohtaista/ajankohtaista/viheralalle-kestavan-ymparistorakentamisen-toimintamallit>

Vihreät Suunnittelijat ry (n.d.). Kestävä ympäristörakentaminen. Haettu 5.1.2017 osoitteesta <http://www.viheraluesuunnittelijat.fi/kestava-ymparistorakentaminen/>

Votsis A. (2017) Planning for green infrastructure: The spatial effects of parks, forests, and fields on Helsinki's apartment prices. Haettu 2.2.2017 osoitteesta <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800916311430>

Ympäristöministeriö (2016). Jätelainsäädäntö edistää luonnonvarojen järkevää käyttöä ja ehkäisee jätteistä aiheutuvia haittoja. Haettu 8.12.2016 osoitteesta [http://www.ym.fi/fi-fi-ymparisto/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/jatelainsaadanto](http://www.ym.fi/fi-fi/ymparisto/lainsaadanto_ja_ohjeet/jatelainsaadanto)

Ympäristöministeriö (2013). Mitä on kestävä kehitys. Haettu 4.1.2017 osoitteesta [http://www.ym.fi/fifi/ymparisto/kestava\\_kehitys/mita\\_on\\_kestava\\_kehitys#L%C3%A4hestymistapoja](http://www.ym.fi/fifi/ymparisto/kestava_kehitys/mita_on_kestava_kehitys#L%C3%A4hestymistapoja)

Weckman E. (2016 & 2017). Lähdemateriaaleja opinnäytetyötä varten. Sähköpostiviesti tekijälle 28.11.2016 & 30.1.2017.

## Ekologisen viherrakentamisen vaiheet ja menetelmät

Vaiheet	Menetelmät
Suunnittelu	Arviointijärjestelmien käyttö Toimintaperiaatteiden luominen Yhteistyö, avoimuus ja viestintä
Maaperän ja kasvillisuuden valinta	Paikallisuuden suosiminen Kasvupaikkavaatimuksien huomioiminen Luonnonkasvien hyödyntäminen Viheryhteyksien säilyttäminen
Materiaalien valinta	Materiaalin alkuperä Paikallisuuden suosiminen Elinkaaren aikainen hiilijalanjälki Uusiomateriaalit Olemassa olevien materiaalien kierrätys ja uudelleenkäyttö Jätteiden loppusijoitus tai kierrätysmahdollisuudet
Rakentamisvaiheen ratkaisut	Toimintaperiaatteiden noudattaminen Materiaalikuljetusten vähentäminen Välivarastoinnin huomioiminen työmaalla Jätteiden kierrätys
Ylläpitovaiheen ratkaisut	Takuuajan jälkeinen hoitosuunnitelma Toimintaperiaatteiden noudattaminen Ylläpidon vähentäminen pitkällä aikavälillä
Ympäristöön kohdistuvat vaikutukset	Tuotteen tai materiaalin sisältämät haitalliset aineet Viheryhteyksien säilyttäminen Ekosysteemien huomioiminen
Kuluttajiin kohdistuvat vaikutukset	Tuotteen tai materiaalin sisältämät haitalliset aineet Laatu Terveys ja turvallisuus Kustannustehokkuus pitkällä aikavälillä