

Kasvillisuuden tehtävät julkisessa ympäristössä



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Maisemasuunnittelun koulutusohjelma

Lepaa, kevät 2017

Heli Kiander

Heli Kiander

Maisemasuunnittelun koulutusohjelma
Lepaa

Tekijä	Heli Kiander	Vuosi 2017
Työn nimi	Kasvillisuuden tehtävät julkisessa ympäristössä	
Ohjaaja	Outi Tahvonen	

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön alkuperäisenä tavoitteena oli koota nykyhetken tietoa kasvillisuuden tehtävistä julkisessa ympäristössä. Tietämys kasvillisuuden teknisestä, taloudellisesta ja sosiaalisesta merkityksestä kaupunkiympäristössä on runsaasti lisääntynyt viime vuosien aikana ja selkeää näyttöä on jo siitä, että hyödyntämällä kasvillisuutta esim. hulevesien käsittelyssä saavutetaan taloudellista hyötyä.

Työ on kirjallisuustutkimus ja tiedon lähteinä on käytetty paljon ulkomaisia ja kotimaisia artikkeleita. Ilmeni, että suuri osa tehdyistä tutkimuksista tuottaa samansuuntaista tietoa. Kasvillisuuden tehtävät ovat moninaiset ja monilaiset, kasveja käyttämällä saamme teknisiä, sosiaalisia ja kulttuurisia etuja samanaikaisesti mutta taloudellisia vaikutuksia on vaikea tutkia ja mitata. Kasvillisuuden vaikutus on usein välillistä ja näin ollen vaikea todentaa täysin pitävästi.

Tutkimustyön edetessä pääasialliseksi havainnoksi nousi kasvillisuuden suojavaikutus. Kasvillisuus antaa meille parhaimman suojan pölyltä, tuulelta ja melulta, samalla käsitellen hulevesiämme, nykymittapuun mukaan hoitamattomana. Jatkossa tulisikin selvittää, voidaanko saavuttaa taloudellista säästöä pudottamalla tiealueiden ja suojavyöhykkeiden hoitotaso vielä entisestään ja samalla saavuttaa suojavaikutuksen maksimaalinen hyöty.

Avainsanat Kasvillisuus, katualueet, julkinen ympäristö

Sivut 28 s.

Lepaa
Degree programme in Landscape design

Author	Heli Kiander Year 2017
Subject of Bachelor's thesis	Functions of vegetation in an urban environment
Supervisor	Outi Tahvonen

ABSTRACT

The aim of this thesis was to collect the latest information of the function of vegetation in an urban environment. The knowledge of the vegetation's technical, economic and social significance in urban cities has increased in the past years and there is already evidence of the economic benefits of using vegetation for instance when managing storm-water runoff.

This work is a literature analysis and both Finnish and foreign articles were examined. It became apparent that most of the research done ended up to the similar conclusions. The functions of vegetation are diverse and various. By using vegetation, we can achieve technical, social and cultural benefits but the economic benefits are difficult to study and measure. The effect of the vegetation is often indirect and difficult to prove firmly.

While proceeding, the protective effect of vegetation came to the fore. Vegetation is the most efficient sheltering us from dust, wind, noise – meanwhile handling runoff – with low maintenance. Further research should be done investigating the possibility to even lower the maintenance especially by roadsides and vegetation belts and yet achieve all the benefits.

Keywords Vegetation, streets, urban environment

Pages 28 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	EKOLOGISET KIERTOKULUT	2
2.1	Hydrologinen kierto	2
2.2	Hiilen kierto	3
3	KASVULLINEN YMPÄRISTÖ KAUPUNGISSA.....	5
3.1	Maaperä	6
3.2	Vesi	7
3.3	Ravinteet ja pH	8
3.4	Valo.....	8
3.5	Lämpö.....	8
4	KASVILLISUUDEN TEKNISET VAIKUTUKSET.....	9
4.1	Hulevedet	10
4.2	Karkeat ja pienhiukkaset	11
4.3	Melu	15
4.4	Tuuli.....	16
5	TALOUDELLISET VAIKUTUKSET	17
5.1	Viherpalveluiden läheisyyden vaikutus kiinteistön arvoon	17
5.2	Terveydenhuollon kustannukset.....	17
6	TERVEYDELLISET VAIKUTUKSET.....	18
6.1	Psyykkiset ja fyysiset vaikutukset.....	18
6.2	Turvallisuuden tunne viheralueilla.....	20
7	VISUAALISET JA ARKKITEHTONISET VAIKUTUKSET.....	21
7.1	Visuaalinen merkitys	21
7.2	Arkkitehtoniset tehtävät	22
8	SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN.....	25
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	27
	LÄHTEET	29

1 JOHDANTO

Kasvillisuuden tehtävät rakennetussa ja julkisessa ympäristössä on aihepiiri, jossa kestävä kehityksen ulottuvuudet kohtaavat kaupungistuvan elinympäristön ja infrastruktuurin haasteet ja vaatimukset. Tietoisuus kasvillisuuden merkityksestä asuinympäristössämme lisääntyy jatkuvasti lisäten ymmärrystä kasvillisuuden monitahoisista ja laaja-alaisista vaikutuksista elinympäristöömme.

2050 kaupungeissa asuu 70 % maailman väestöstä. Ilmastonmuutoksen seuraukset laajenevat ja mm. vesijärjestelmien ongelmia ratkotaan paikallisesti ja monitieteellisesti (Sitra megatrendit, 2016). ”Vihreä infrastruktuuri on luonnontilassa olevien alueiden, osaksi luonnontilassa olevien alueiden ja muiden ekosysteemipalveluja tuottavien viheralueiden verkosto, joka tukee ihmisten hyvinvointia ja elämänlaatua.” (EKY, 2015.) Vihreä infrastruktuuri tulee olemaan entistä tärkeämmässä roolissa elinympäristön kehittämisessä kaupungeissa.

Opinnäytetyön tavoitteena on koota ajantasaista tietoa kasvillisuuden moninaisista rooleista kaupunkiympäristössä, jossa joudutaan huomioidaan lukuisien eri tahojen tarpeita ja vaatimuksia. Ymmärryksellä kasvillisuuden vaikutuksista on merkitystä niin taloudellisesti, kulttuurisesti kuin sosiaalisestikin. Kestävä, resurssit huomioiva ja kustannustehokas kaupunkisuunnittelu vastaa tiivistyvän kaupunkirakenteen asettamiin haasteisiin myös viherympäristön ja luonnonmukaisuuden keinoin.

Ekosysteemipalvelut tarkoittavat kaikkea luonnosta saatavaa hyötyä. Ekosysteemipalvelut jaotellaan tuotantopalveluihin, säätelypalveluihin, kulttuuripalveluihin ja ylläpitäviin ja säilyttäviin. Kaupungeissa tuotantopalveluilla – syötävät luonnonvarat, energiantuotanto, raaka-aineet on vähäinen rooli, joten ne on tästä työstä jätetty pois kuten myös kokonaisuudessaan eläimistön tuottamat palvelut (mm. pölytys).

Hiilen ja veden kierto, fotosynteesi ja pohjaveden muodostaminen ovat palveluita, joihin esim. kaupunkien hulevesien hallinta ja kasvillisuus vaikuttavat. Ekosysteemipalveluja ei ole hinnoiteltu mutta säätely- sekä ylläpitävät ja säilyttävät palvelut kuten veden puhdistaminen, tulvien torjunta ja ilmastonmuutoksen hidastaminen ovat kalliimpia tuottaa keino-tekoisin menetelmin. Kulttuuripalvelut – hyvinvointi, virkistys, koulutus – ovat merkittäviä kaupunkiasumisen lisääntyessä (SII, Ekosysteemipalvelut n.d.).

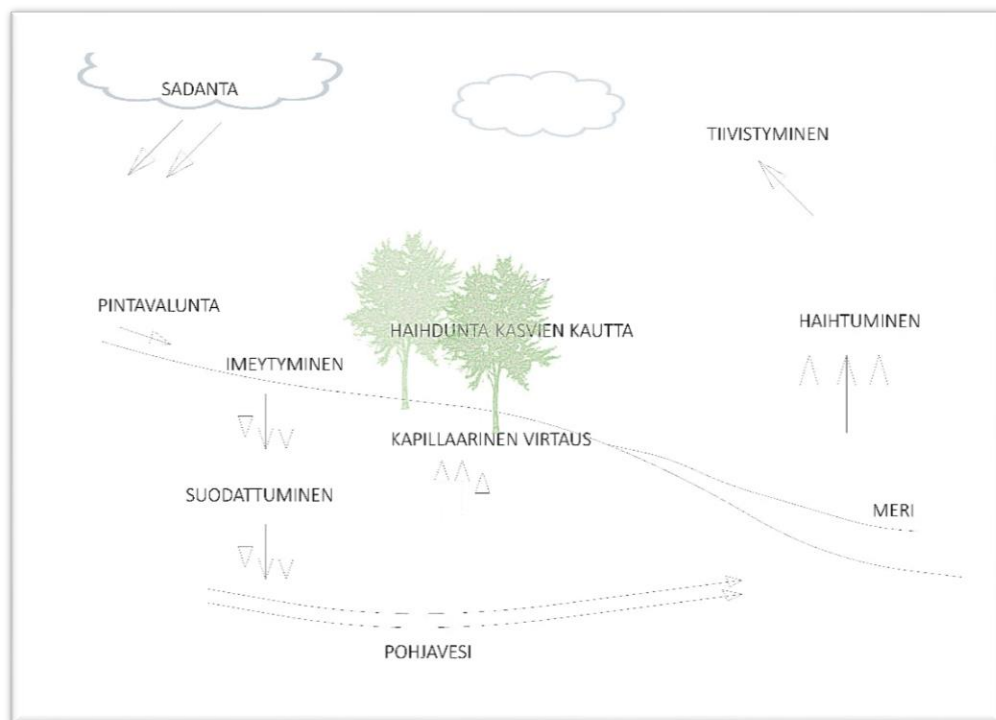
Mitä ovat kasvillisuuden tehtävät julkisessa ympäristössä? Pystyykö tiivistyvä kaupunkirakenne tuottamaan viher- ja ekosysteemipalveluja mahdollisimman laaja-alaisesti mutta kuitenkin monipuolisesti ja kustannustehokkaasti? Jos pystyy, niin miten ja millä keinoin?

2 EKOLOGISET KIERTOKULUT

Vesi ja hiili ovat elämän perusedellytyksiä. Molemmat ovat fotosynteesin lähtöaineita ja luonnollinen hydrologinen sekä hiilen kiertokulku häiriintyvät rakennetussa ympäristössä. Kovat ja läpiseemättömät pinnat, asfaltti, betoni ja rakennusten katot estävät veden imeytymisen maaperään aiheuttaen tulvariskin, pohjaveden muodostus estyy vaikuttaen väheneviin makean veden varastoihin, kaupungeissa veden kierto on suljettu putkistoihin. Ilman hiilen kiertoa ja fotosynteesiä meillä ei ole happea. Kaupunkien kasvillisuus vaikuttaa mm. hengitysilman laatuun, kovat pinnat taas estävät maahengityksen ja kasvillisuuden juurihengityksen.

2.1 Hydrologinen kierto

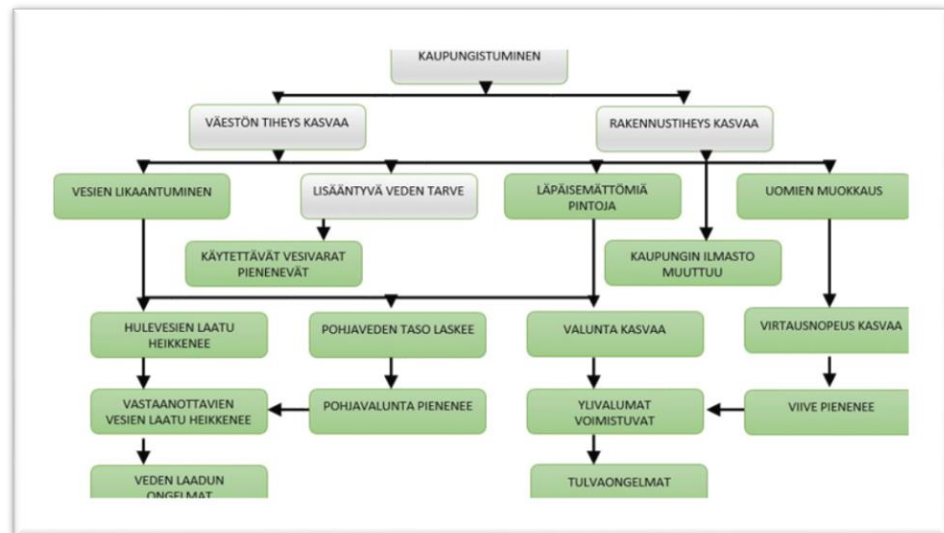
Joissa ja järvissä olevaa helposti hyödynnettävää makeaa vettä on maapallon vesivaroista vain 1 %. 97 % on suolaista merivettä ja loput makeasta vedestä on jäätiköissä, maaperässä ja ilmakehässä.



Kuva 1. Hydrologinen kierto, Kiander

Rakennetussa ympäristössä veden luonnollinen kiertokulku häiriintyy ja kierrosta tulee suljettu. Vesi ohjataan mahdollisimman nopeasti viemäristöön, jolloin moni veden kiertokulun vaihe jää toteutumatta. Läpiseemättömien pintojen lisääntyessä sade- ja sulamisveden imeytyminen estyy, vettä ei suodatu ja samalla puhdistu. Pidätyminen kasvillisuuteen ja haihtuminen ilmaan vähenee pintavalunnan lisääntyessä. (Jormola, 41)

Tiivistyvässä kaupunkirakenteessa tonttikoot pienenevät, jolloin tilaa ei enää jää taloudellisesti tuottamattomiksi koetuille viheralueille. Sadevesiviemäristöön verrattuna kasvillisuuteen perustuvan hulevesijärjestelmän rakentaminen uudelle alueelle on kuitenkin n. 10 % edullisempaa. Säästöä syntyy myös veden puhdistuksen ja jatkokäsittelyn jäämisestä pois. (Susdrain,n.d.)



Kuva 2. Kasvillisuuden mahdollisuudet vaikuttaa hulevesiin. (Ruthin (2003) taulukkoa mukailten. Kiander)

Ruthin (2003) kaavio vihreällä osa-alueet, joihin kasvillisuudella pystyy vaikuttamaan. Kasvipeitteiset pinnat vähentävät valuntaa, virtausta, ylivalluman ja tulvan riskiä samalla haihduttaen vettä. Viivyttäminen on todettu tehokkaaksi epäpuhtauksien käsittelyssä, kiintoaineet kertyvät hulevesipainanteisiin, eivät kulkeudu puhdistamoihin eivätkä vesistöön.

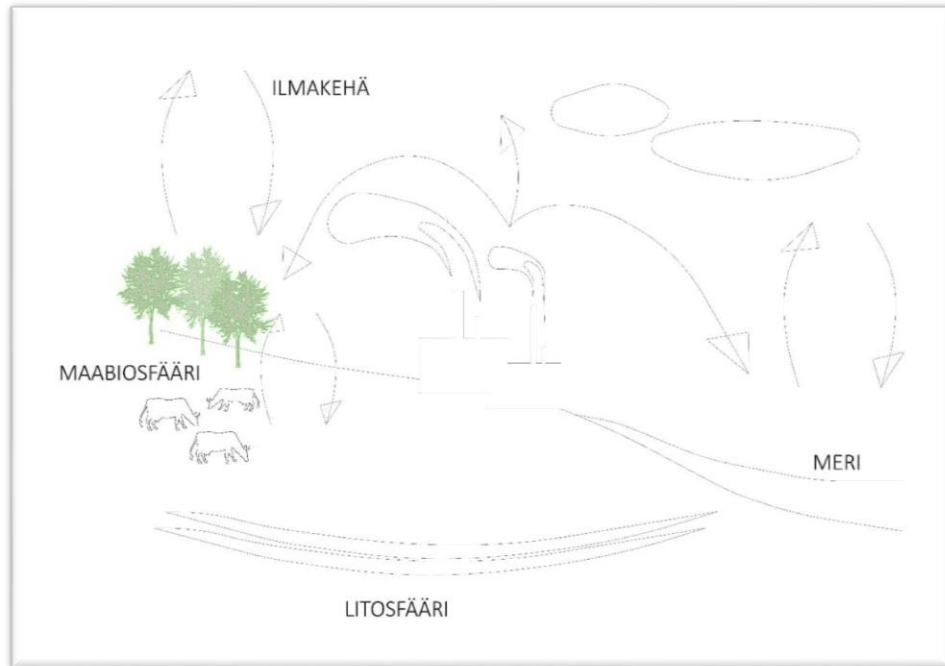
2.2 Hiilen kierto

Hiiltä esiintyy kaikkialla, missä on elämää ja orgaanisia yhdisteitä. Hiiltä on varastoituneena eri olomuotoina kasvien ja eläinten biomassassa, ilmakehässä (enimmäkseen hiilidioksidina, CO₂), liuenneena valtameriin ja erilaisissa kiviaineksissa (mm. kalkkikivissä ja kivihiilessä). Hiilen siirtymistä olomuodosta ja varastosta toiseen kutsutaan hiilen kierroksi (Rasinmäki, 5).

Hiiltä on varastoituneena maabiosfääriin, ilmakehään, litosfääriin ja mereen. Maabiosfääri tarkoittaa maanpinnan eläviä organismeja kuten kasvillisuutta, eliöitä ja orgaanista humuskerrosta maan pinnalla. Maabiosfääri toimii hiilinieluna. Osa hiilidioksidista vapautuu takaisin ilmakehään, hiilinielu muuttuu hiilen lähteeksi, kun siitä tiettyssä ajassa vapautuu ilmakehään enemmän kuin siihen sitoutuu.

Eliöiden käyttäessä kasveja ravinnokseen tulee niistä myös hiilivarastoja ja eliön tai organismin hengitys tuottaa hiiltä ilmakehään.

Maanpinnan alla elää mikrobisto, jonka toiminnasta vapautuu hiilidioksidia maahan ja sitä kautta ilmakehään. Mikrobisto hajottaa orgaanista ainesta ja kariketta ja tuottaa hiilidioksidia. Tämä on maahengitystä. Myös puiden juuret tuottavat hiilidioksidia. Juurten kasvattaminen ja ylläpito kuluttaa energiaa ja vapauttaa hiilidioksidia maahan. Tätä kutsutaan juurihengitykseksi (hiilipuu.fi, n.d.). Läpäisemättömät pinnat kaupungeissa estävät maa- ja juurihengityksen.



Kuva 2. Hiilen kierto. Kiander.

Litosfääri koostuu maan kuoren ja vaipan ylimmästä osasta ja on n. 100 km paksu. Litosfääri on hiilivarasto, hiiltä on sitoutunut erityisesti kalkkikiveen ja kivihiileen. Litosfääristä hiiltä vapautuu ilmakehään maan rakentamisen, fossiilisten polttoaineiden ja teollisuuden kautta.

Meriin varastoitunut hiili on 5 % orgaanista ja 95 % ilmakehästä liuennutta. Kylmä vesi sitoo hiiltä tehokkaimmin ja merten lämpiäminen muuttaakin meret hiilivarastosta hiilen lähteeksi. (Ryynänen, 2011.)

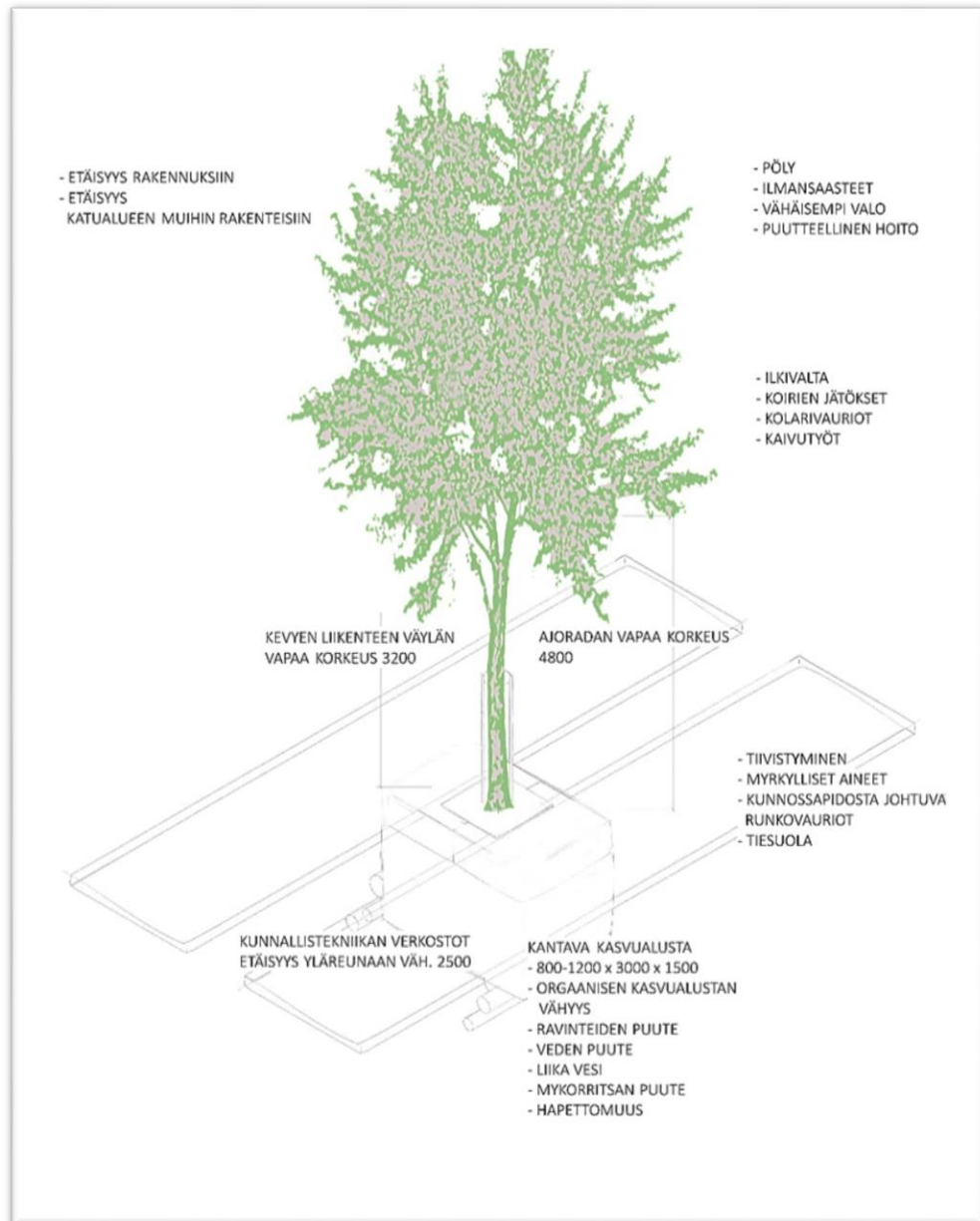
Ilmakehän kautta kasvit saavat hiilidioksidia, yli 90 % kasvien käyttämästä hiilestä tulee ilmakehästä (Ryynänen, 2011). Ihmisen tuottamat kasvihuonekaasut ja ennustettu ilmastonmuutos edellyttävät toimenpiteitä ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Yksi keino kasvihuonepäästöjen vähentämisen lisäksi on hiilinielujen lisääminen.

Suomessa hiilidioksidi varastoituu erityisesti puihin ja maaperään sekä soiden turpeeseen. Hiilinielujen maksimointi ja lisääminen ovat ilmastomuutoksen hillinnän keinoja. Kasvillisuusalueiden ottaminen rakentamiskäyttöön, maan tiivistyminen, kaupunkirakenteen hajautuminen ja kasvillisuusalueiden häviäminen ovat hiilinieluihin kohdistuvia uhkia.

3 KASVULLINEN YMPÄRISTÖ KAUPUNGISSA

Julkinen ympäristö, katu- ja puistoalueet, elintilana kasveille poikkeaa täysin luonnollisesta kasvuympäristöstä. Maan tiivistyminen, maaperän saastuminen, ilmansaasteet sekä runsas pienhiukkasten määrä heikentävät kasvillisuuden selviytymismahdollisuuksia. Katetut kovat pinnat, rakenteiden kuivatus sekä pohjaveden pinnan lasku vaikuttavat vesioloihin, jolloin kasvit joutuvat kestämään keskimääräistä kuivempia olosuhteita tai maan tiivistymisestä johtuvia keskimääräistä märempiä olosuhteita.

Ihmisen toiminta kasvillisuuden parissa saattaa myös vaikeuttaa olosuhteita. Puilta edellytetään oikeanlaista, kyseiseen paikkaan soveltuvaa kokoa ja muotoa. Tehdään hoitoleikkauksia, muotoillaan ja muovataan, jolloin toimenpide on aina rasite puulle. Kustannussyistä hoitoleikkaukset saattavat jäädä tekemättä, jolloin toimenpiteisiin ryhdyttäessä joudutaan tekemään rajujakin leikkauksia. Kaupungeissa puistot ja viheralueet ovat suosittuja lemmikkien ulkoilutuspaikkoja, jolloin niiden jätökset vahingoittavat ja myös tappavat kasvillisuutta. Virkistyskäyttö kuluttaa pinta- ja kenttäkerrosta, ilkkivalta ja virheet hoitotoimenpiteissä aiheuttavat vaurioita kuten myös kaivutyöt juuriston alueella. Juuristo joutuu myös käsittelemään huleveden mukana kulkeutuvia epäpuhtauksia; raskasmetallit, tiesuola ja öljy, rikki- ja typpihappo päätyvät suoraan tai liikennepäästöjen laskeuman kautta hulevesiin (Airola, Nurmi, Pellikka 2014, 12).



Kuva 3. Katupuun kasvuolosuhteet. (Kiander)

3.1 Maaperä

Kaupunkiympäristö muuttaa maaperää monin eri tavoin. Sauerwein (2011) listaa tyypilliset maaperää muokkaavat tekijät:

- rakentaminen ja maaperän kattaminen (kovat pinnat)
- täyttäminen (pinnan muotoilu, täyttö, kulttuuriroskat; täyttömateriaali voi koostua: tuhkasta, jätteistä, rakennusjätteistä, kuonasta)
- muotoilu (materiaalien lisääminen esim. puistorakentamisessa)
- kaivuu: maaperän poisto tai rajoitettu kaivuu
- tiivistyminen (mekaaninen tiivistyminen rasituksen myötä: koneet, ajoneuvot, tasoittaminen, kulku)

- kuivuminen (syyinä ihmisen toiminnasta johtuva pohjaveden pinnan lasku)
- siirtäminen ja uudelleensijoittaminen (rakentaminen)
- sekoittuminen (maan muokkaus, rakentaminen)
- saastuminen (onnettomuudet, vuodot, päästöt, saastunut maaperä, rakennustyöt, tiesuola).
- kuivatus
- rakennetut kasvualustat

Kasvillisuuden juuristo joutuu selviytymään ahtaassa ja toisinaan myös saastuneessa maaperässä. Orgaanista ainesta ei voi olla katualueiden alla, joten suuren puun kasvualusta on usein ns. kantava, jolloin orgaanisen aineksen määrä on vähäinen.

Mekaaninen tiivistyminen heikentää juuriston kasvua ja kaasujen vaihtoa lisäten maan märkyyttä ja hapettomuutta, joka osaltaan johtaa kasvien heikkoon kasvuun. Heikosti kasvavat kasvit eivät pysty täysin hyödyntämään ravinteita, jolloin ravinteiden huuhtoutuminen lisääntyy (Artikkeli MTK 2015). Katupuiden sopeutumista ympäristöoloihin kantavissa kasvualustoissa tutkineen Mäen (2014,49-50.) mukaan pelkkä kasvualustaan investointi ei paranna puiden selviytymismahdollisuuksia, jollei kasvualustan vesitalous ole kunnossa.

3.2 Vesi

Kaupungeissa veden kiertokulku on luonnontilaista aluetta nopeampaa. Kovat pinnat eivät läpäise vettä ja vedet ohjataan nopeasti viemäriin, jolloin haihtumiselle ei jää juurikaan aikaa. Kasvillisuuden peittämällä luonnontilaisilla alueilla n. 40 % vedestä palautuu ilmakehään haihtumalla, 50% imeytyy maahan ja 10 % valuu maan pinnalla päätyen puroihin ja järviin (Ruth, Vaalgamaa 2003, 6). Asfaltilta sadeveden valuma on 62 %, kun taas puiden kasvualustoilta n. 20 % (Mullaney, Lucke, Tryemann 2014, 158).

Lämpösaarekeilmiön seurauksena kaupunkien keskustoissa ilmankosteus on 6 % ympäröivää maaseutua vähäisempi ja sademäärä 5-10 % runsaampi. Suuremmasta sademäärästä huolimatta ilma on kuitenkin kuivempaa, koska haihtumista tapahtuu vähemmän. (Ruth ym.,11-12).

Läpäisemättömien pintojen johdosta kaupunkialueilla ei pääse muodostumaan pohjavettä. Rakenteiden vaatima kuivatus, kivennäismaalajien runsas käyttö ja pohjaveden pinnan lasku heikentävät kasvillisuuden vesitaloutta (Helsingin yleiskaava 2014). Helsingin yliopiston mittaustulokset EKO-hyöty hankkeessa viittaavat siihen, että viheralueet ja läpäisevät pinnat vähentävät selkeästi huleveden määrää. Vesien puhdistamisessa

viheralueet ovat tehokkaita, mutta vaikutus tulvahuippujen imeytymisessä on vaatimatonta (Pelkonen, 17).

3.3 Ravinteet ja pH

Puhtaan veden pH on 7,0. Aiolan ym. (2014) selvityksessä hulevesien ravinteista todettiin, että happamuus eli hulevesien pH:n keskiarvo Helsingissä on 7,2-7,3 korkeimman arvon ollessa 8,0 ja matalimman 6,4. Huuhoutuminen betonipinnoilta lisää veden emäksisyyttä, sillä sementin kalkki neutraloi sadevesiä, jotka ovat luonnostaan happamia ja joissa on liikenteen päästöistä johtuvia happamoittavia rikki- ja typpiyhdisteitä. Näin ollen rakennetun ympäristön kasvillisuudelle veden happamuus ei olisi ongelmallinen.

Ravinteiden saantiin vaikuttaa kasvualustan lisäksi orgaanisen aineksen hajoaminen ja vesitalous. Mäen (2014) mukaan on vaikea määrittellä sitä, mikä osatekijä vaikuttaa eniten katupuun kasvuun. Viikin katupuukokeessa kasvualusta, joka sisälsi eniten orgaanista ainesta, tuotti parhaan versonkasvun, mutta mikäli kasvin vesitalous ei ole kunnossa ei se myöskään pysty hyödyntämään kasvualustan ravinteita täysipainoisesti.

3.4 Valo

Kaupunkien keskustoissa auringon kokonaissäteily on 0-20 % vähäisempää kuin kaupunkien ympäristössä, pilvisyyttä on 5-10 % enemmän (Ruth 2003, 11.) Metropoleissa runsas ja korkea rakennuskanta varjostaa maanpinnan läheisyydessä kasvavaa kasvillisuutta, Suomen olosuhteissa varjostaminen on vähäisempää. Kasvien valonsaantiin vaikuttavat enemmän kaupunkien ilman korkeat hiukkaspitoisuudet.

3.5 Lämpö

Kaupungin keskustassa vuotuinen lämpötila on keskimäärin 2°C korkeampi kuin ympäröivillä alueilla. Tämä johtuu lämpösaarekeilmästä, tiivis kaupunkirakenne ja kovat pinnat, erityisesti asfaltti varastoivat auringon säteilyenergiaa ja luovuttavat sitä yöllä. Kasvillisuuspeitteen vähäisyys aiheuttaa haihdunnan viilentävän vaikutuksen puuttumisen ja lämpötilaan vaikuttavat myös kaupungin rakenteellinen sijainti, ihmistoiminnan aiheuttama hukkalämpö ja kaupunkirakenne. Korkeiden rakennusten takia lämpöä jää myös katukuiluihin (Drebs, Suomi 2014, 2).

Kasvipeitteisyys vähentää lämpösaarekkeen vaikutuksia, toisaalta korkeampi lämpötila ja pidempi kasvukausi kaupunkialueilla mahdollistavat uusien kasvilajien käyttämisen. Keräämällä lämpötilatietoja on mahdollista hyödyntää kaupungin erityispiirteitä eri toimintojen sijoittelussa. Esimerkiksi Turussa on lämpötilatietoja jo hyödynnetty siirtolapuutarhan paikan arvioinnissa (ilmastotyökalut.fi, n.d.)

4 KASVILLISUUDEN TEKNISET VAIKUTUKSET

Melun torjunta, hulevesien ohjaaminen, tuulen ja ilmvirtausten ohjaaminen, ilmansaasteiden käsittely ja suojavyöhykkeiden muodostaminen ovat kasvillisuuden teknisiä tehtäviä rakennetussa ympäristössä. (Pikkarainen 1978) Lisääntyvän kaupungistumisen myötä rakentamisessa on entistä enemmän huomioitava eko- ja kustannustehokkuus kuin myös energiatehokkuus. Kasvillisuudella pystytään vaikuttamaan rakennetun ympäristön lämpötilaan, tuuliolosuhteisiin ja ilmankosteuteen, joilla on merkitystä myös rakentamisen suunnittelussa ja energian kulutuksessa.

Mullaney ym. (2014) listaa katupuiden hyötyjä, samoja hyötyjä tuottaa myös muu kasvillisuus rakennetussa ympäristössä:

- hulevesien hallinta
- hiilidioksidin varastointi
- ilmanlaadun parantaminen
- varjostaminen
- biodiversiteetin edistäminen; ravinto, elinympäristö, viherkäytävät
- melun vähentäminen
- lämpötilaerojen tasaaminen



Kuva 4. Viherkaistan tekniset vaikutukset. (Kiander)

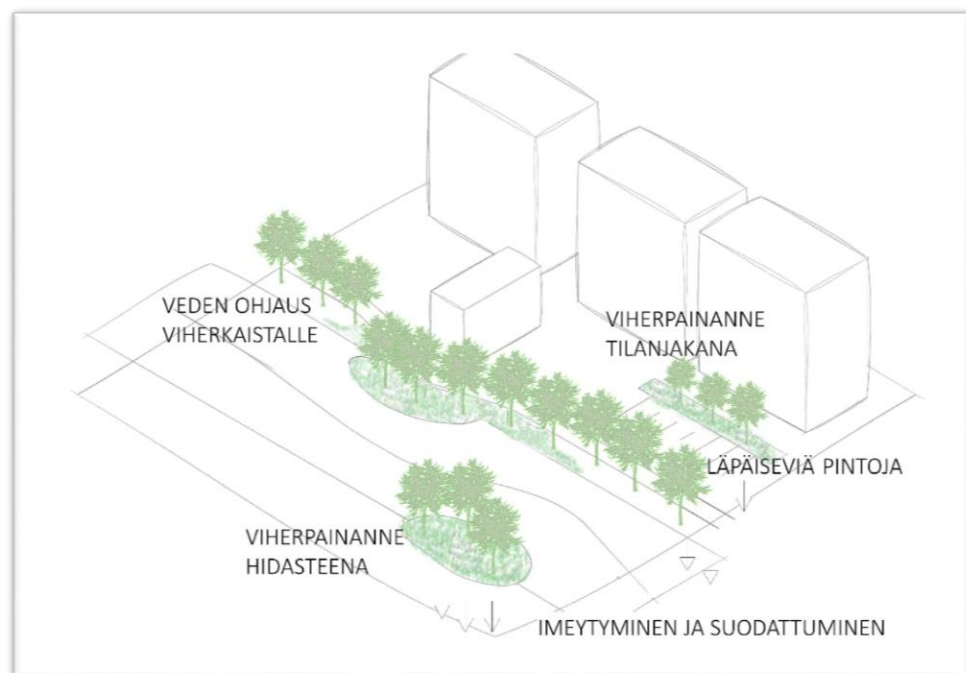
4.1 Hulevedet

Hulevesillä tarkoitetaan maan pinnalta ja rakennetuilta pinnoilta pois johdettavia sade- ja sulamisvesiä. Luonnonoloissa kaikilla maalajeilla on yhteys pinta- ja pohjavesien välillä, rakennetussa ympäristössä yhteys on katkaistu läpäisemättömillä pinnoilla. Taajama-alueilla hulevesien kulkeutuminen on yleensä ratkaistu viemäröinnillä ja käytössä on sekä erillisviemäröinti että sekaviemäröinti. Huleveden hallinnalla tarkoitetaan kokonaisvaltaista ratkaisua, jolla pyritään parantamaan rakennetun alueen hydrologista kiertoa ja valunnan laatua. (Hulevesiopas 2012, 18.)

Hulevesien kokonaisvaltaisessa hallinnassa ja suunnittelussa yleisiä menetelmiä ovat (Hulevesiopas 2012, 20.)

- hulevesien muodostumisen estäminen
- hulevesien määrän vähentäminen eli käsittely ja hyödyntäminen syntypaikalla
- johtaminen suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä
- johtaminen hidastus- ja viivytyksalueille esim. kosteikkoihin
- johtaminen purkuvesiin tai pois alueelta.

Kasvillisuuden hyödyntäminen hulevesirakenteissa tarjoaa runsaasti mahdollisuuksia kehittää vihreää infrastruktuuria sekä viherpalveluja. Yhdistämällä monipuolisesti erilaisia hulevesien hallinnan menetelmiä on pienelläkin alueella mahdollista lisätä viihtyvyyttä, virkistyskäyttöä ja esteettistä mielihyvää. Katuviheralueilla imeytyspainanteita voi käyttää liikenteen ohjaamiseen ja ajonopeuden hidastamiseen.



Kuva 5. Hulevedet katualueilla. (Kiander)

Viherpainanne on ympäristöään alempana oleva kasvillisuuden peittämä alue. Kaadoilla ja kallistuksilla läpäisemättömien pintojen vesi ohjataan painanteeseen, jolloin kasvillisuus sitoo, viivyttää ja haihduttaa vettä. Katualueilla veden ohjaaminen kasvillisuusalueille kaipaa innovatiivisia ratkaisuja. Ajojorodoilta hulevettä voi tietyissä olosuhteissa johtaa reunakiven aukkojen kautta katuvihreille, mutta käytännössä tällainen ratkaisu aiheuttaa ongelmia katujen kunnossapidolle.

Monilajisessa ja kerroksellisessa kasvillisuudessa on paljon haihduttavaa pintaa ja juuristo pitää kasvualustan huokoisena. Tällöin vesi imeytyy maahan tehokkaasti kasvualustan sitoessa kiintoaineita ja epäpuhtauksia. Läpäisevä ja suodattava kasvualusta ei estä pohjaveden muodostumista ja parantaa kasvillisuuden vesitaloutta.

Hulevesien käsittely osittainkin kasvillisuuden avulla ilman vesien johtamista suoraan putkistoon on edullisempaa jo siksin, että vesien käsittely – pumppaus, puhdistaminen ja kiintoaineen poistaminen – ovat prosesseja, joiden tarve vähenee puhumattakaan putkistojen rakentamiskustannuksista.

4.2 Karkeat ja pienhiukkaset

Ulkoilman pienhiukkaset jaotellaan karkeisiin hengitettäviin 2,5–10 µm ja pienhiukkasiin > 2,5 µm. Hiukkasia syntyy luonnossa sekä ihmisen toiminnan tuloksena. Ihmisen tuottamia karkeita hengitettäviä hiukkasia (2,5µm - 10µm) ovat mm. jarru-, rengas-, nasta- ja asfalttipöly, hiekoitus- hiekan ja tiesuolan muodostama pöly ja maansiirtopöly. Pienhiukkasia (> 2,5µm) tuottavat pienpolton ja liikenteen nokipäästöt, teollisuuden hiukaspäästöt, kaasumaisista hiilivedyistä muodostuvat orgaaniset hiukkaset sekä oksideista muodostuvat epäorgaaniset hiukkaset. Luonnossa syntyviä karkeita hiukkasia ovat hiekkapöly, merisuola, kasvijäänteet ja homeitiöt. Pienhiukkasia luonnossa syntyy metsä- ja maastopalojen nokipäästöistä ja kasvillisuuden orgaanisista hiukkasista (Salonen, Pennanen, 2006 8).

Hiukkaset ovat merkittävä terveysriski ja kasvillisuuden roolia niiden si-
donna on tutkittu paljon. Ilmaston hiukaspitoisuuksiin vaikuttavat tekijät ovat moninaisia ja kenttä- ja tuulitunnelikokeiden tuloksia on haasteellista soveltaa käytännössä. Ilmanlaatuun vaikuttavat mm. liikennesuorite, ruuhkautuminen, alueen meteorologia sekä tien varsilla olevat rakennukset ja maasto. (Vuorinen, Niemi, Kousa 2015, 8.) Ilmanlaatuun vaikuttavat myös tuulen voimakkuus ja suunta (Zheming, Baldauf, Isakov, Deshmukhd 2016, 920–927).

Katukuilussa olevat virtausesteet, kuten puut, nostavat kuilujen epäpuhtauspitoisuuksia. Puiden latvusto rajoittaa ilmanvaihtoa ja siten epäpuhtauspitoisuuksien kulkeutumista pois katukuilusta. Kenttämittausten perusteella tätä haittavaikutusta voidaan vähentää rajoittamalla puiden latvusten kokoa ja kokonaispeittoa. Katukuilun pieni leveys/korkeussuhde vaikuttaa epäpuhtauspitoisuuksien kertymiseen puustoa enemmän (Vuorinen 2015. 44, 45). Buccolierin (2011, 1702-1713) mukaan puiden merkityksessä ilmanlaatuun on merkittävin tekijä vallitseva tuulensuunta, joka tulisi suunnittelussa ottaa huomioon.

Massiivinen puusto saattaa merkittävästi heikentää katukuilun ilmanlaatua ja vaihtoehto on matalan pensasaidanteen sijoittaminen tien sivuun. Pensasaidanne ei estä virtausta ylöspäin vaan kohtaa katukuilun pinnalla olevan pyörteen ja tartuntapinta on suurempi päästölähteen lähellä (Vuorinen ym. 2015. 39).



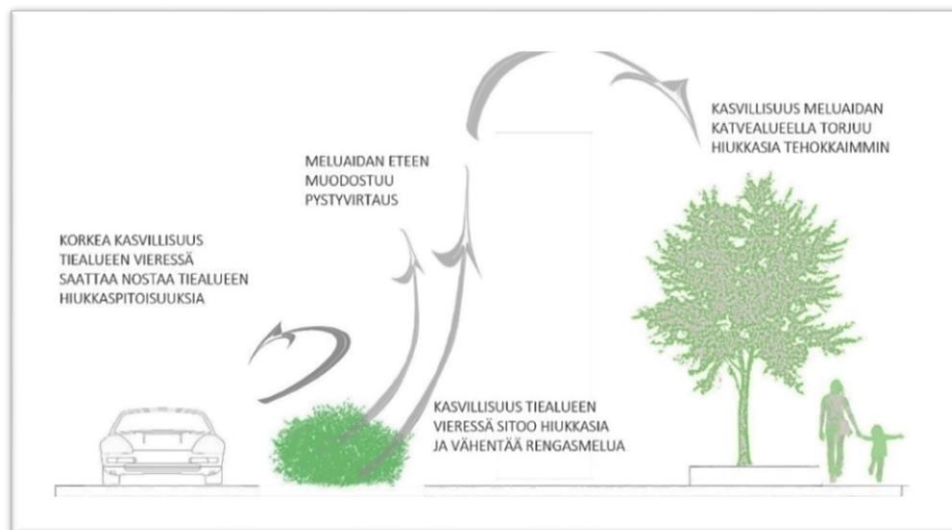
Kuva 6. Katukuilun pyörteet. (Kiander)

Tiealueiden suojavyöhykkeistä hiukkasia torjuvat parhaiten leveä kasvillisuusvyöhyke tai kasvillisuus yhdistettynä kiinteään suojamuuriin siten, että kasvillisuus on istutettu suojamuurin taakse katvealueelle tiestä nähdä (Zheming ym. 2016. 920-927). Ilmanlaatuun tiealueilla vaikuttavat eniten dispersio (hajonta) ja depositio (tartunta) ja vain kasvillisuus mahdollistaa deposition.

Zhemingin ym. (2016) ryhmän kokeissa vertailtiin kiinteän meluesteen ja kasvillisuuden vaikutuksia hiukkasten dispersioon. Melueste (meluaita) aiheuttaa pystyn virtauksen aidan ylitse ja pitoisuudet laskevat välittömästi aidan takana mutteivat laajemmalla alueella. Pitoisuuksien väheneminen perustuu dispersioon eli hajontaan.

Meluaita-kasvillisuusyhdistelmässä aidan katvealueen kasvillisuus sitoo hiukkasia tehokkaammin kuin kasvillisuudella peitetty meluaita eikä me-

luaidan pinnoitteella ole havaittu olevan merkitystä pitoisuuksien vähenemiseen (Vuorinen 2015, 44).



Kuva 7. Meluaidan katvealueen kasvillisuus sitoo hiukkasia tehokkaimmin. (Kiander)

Kasvillisuusvyöhykkeen leveys on myös oleellinen dispersion ja deposition suhteen. Zhemingin ym. (2016) kokeissa testattiin 6 m, 12 m ja 18 m levyisiä vyöhykkeitä. Leveyden lisääminen johtaa hiukkasten pitoisuuksien vähenemiseen katvealueella johtuen lisääntyneestä depositiosta. Todetakaan kuitenkin, että leveämpi kasvillisuusvyöhyke todennäköisesti lisää tiealueen pitoisuuksia vähentyneen dispersion johdosta muttei kuitenkaan samassa määrin kuin kiinteä melueste.

Lisäämällä kasvillisuusvyöhykkeen leveyttä pystytään vähentämään pitoisuuksia, sillä suojametsävyöhyke vähentää pitoisuuksia sekä vyöhykkeen sisällä että takana. Suojavyöhykkeen korkeuden lisääminen ei tuo samantaisia hyötyjä siinä määrin, kuin leveämpi vyöhyke vastaavasti tuo, mutta korkeampi virtauseste lisää dispersiota ja katvealueen arvioidaan ulottuvan 5-15 kertaa esteen korkeuden etäisyydelle. (Vuorinen 2015, 44; Zheming ym. 2016. 920-927).

Kasvillisuuden tulisikin tien reunassa olla matalaa, jolloin depositio on tehokkainta lähellä päästöjen lähdettä. (Janhäll 2015, 135) Monimuotoinen ja -lajinen kasvillisuus sitoo hiukkasia tehokkaimmin (Säumel, Weber, Kowarik, 2015, 3). Tien suuntainen sekä suoraan kasvillisuusvyöhykkeeseen kohdistuva tuuli vähentävät pitoisuuksia (Zheming ym. 2016, 920-927). Voimakas tuuli lisää karkeiden hiukkasten kiinnittymistä lehdistöön ja heikentää pienhiukkasten kiinnittymistä (Janhäll 2015, 135).

Suunnittelussa tulisi huomioida sivuteiden ja kevyenliikenteenväylän sijoittelu suhteessa kasvillisuusvyöhykkeeseen huomioiden katvealue ja mahdollinen tiealueen pitoisuuksien nousu (Vuorinen 2015, 45).



Kuva 8. Ilmavirta ja hiukkaset katualueella. (Kiander)

Ilmavirran tulee kulkeutua kasvillisuuden läpi, ei yli. Näin ollen kasvillisuuden tulisi olla läpäisevää mutta kuitenkin riittävän korkeaa ja tukevaa, jotta ilmavirta kulkee läheltä lehdistön pintaa. Lehdistön tulisi olla suuri-pinta-alainen ja lehden pinnan karvainen, jotta depositio olisi mahdollisimman tehokas (Janhäll 2015, 132). Pääasiassa karkeat hengitettävät hiukkaset sade huuhtelee lehdistöstä. Mikäli hiukkaset tarttuvat lehtivahaan on hiukkasten irtoaminen tuulen tai sateen vaikutuksesta vähäisempi. Mittaukset 13 eri kasvilajilla osoittavat, että keskimäärin 60 % hiukkasista huuhtoutuu veden mukana ja loput 40 % tarttuu lehtivahaan. Vaihtelua on runsaasti riippuen kasvilajista. (Janhäll 2015, 135).

Vastoin yleistä käsitystä lehvästön merkittävästä roolista pitoisuuksien sijoitajana ovat Setälä, Viippola, Rantalainen, Pennanen & Yli-Pelkola (2013, 211.) todenneet, ettei kesä- ja talviajalla ole eroa pitoisuuksien määrässä. On mahdollista, että puiden rungot ja oksisto sitovat, erityisesti lumipeitteisinä, epäpuhtauksia ja sama vaikutus saattaa olla maan lumipeitteellä.

Tienvarsien puusto-pensasvyöhyke ei ole vain virtauseste, vaan se läpäisee osan virtauksesta lisäten sekoittumista ja tarjoten depositiopintaa. Kenttämittausten perusteella tienvarsikasvillisuuden on esitetty vähentävän hiukkaspitoisuuksia. Ultrapienten hiukkasten lukumääräpitoisuuksien ja mustan hiilen massapitoisuuden on mittauksissa havaittu laskevan virtauksen kulkiessa kapeankin (2,2 m) kasvillisuuskaistaleen läpi ja yli. (Vuorinen 2015, 45).

Niemi (2015) listaa optimaalisen suojavaohykkeen päätien varrelle:

Metsän reuna niin lähelle tien reunaa kuin liikenneturvallisuus sallii;

- mahdollisimman suuri osa saasteista törmää metsän reunaan ja kulkeutuu sen sisälle
- reuna korkea, jyrkkä, monikerroksinen, melko tiheä ja epäsäännöllisen kiharainen

Kauempana tiestä puustossa runsaasti korkeusvaihtelua ja epäsäännöllinen rakenne;

- tehostaa ilmavirtojen pyörteisyyttä sekä saasteiden laimenemista ja takertumista lehtiin
- monilajisuus, eri-ikäinen puusto, pensaskerros, korkeita puita

Suositaan havukasveja, jotka pidättävät tehokkaasti saasteita myös vuoden ympäri;

- tien varrelle lehtikasveja (tai meluete), koska kestävät paremmin saasteita
- suositaan lehdiltään karvaisia ja/tai tahmeita lehtipuita ja – pensaita.

4.3

Melu

Riittävän voimakas tai ominaispiirteiltään huomiota herättävä ääni ja värähtely koetaan meluna ja tärinä. Melua voi syntyä useista eri lähteistä, kuten liikenteestä, teollisuudesta, työmaista ja ulkoilmatapahtumista. Melu vähentää ja heikentää elinympäristön viihtyisyyttä ja laatua erityisesti asumiseen käytettävillä alueilla (Ympäristö.fi, n.d.).

Pikkaraisen (1978) mukaan parhaita äänenvaimentajia ovat lajit, joilla on

- mahdollisimman suuret kovapintaiset lehdet
- mahdollisimman kohtisuorasti ääntä vastaan järjestyneet lehdet
- suuri lehdistötiheys myös kasvin sisäosissa tai tiheät neulas- ja oksapatjat
- mahdollisimman pitkä viheriöimiskausi
- paksut rungot
- mahdollisimman alas ulottuva lehvästö.

Pääasiassa puiden runkojen ja metsänpohjan yhteisvaikutus johtaa tiemelun vähenemiseen. Yleissääntönä voidaan todeta, että tulisi tavoitella runsasta vihermassaa, joka voidaan saavuttaa vähentämällä puiden välistä tilaa ja kasvattamalla puiden rungon ympäröimistä. Runkojen paksuuden vaihtelu ja satunnainen sijoittelu, jota luonnossakin ilmenee, estää paremmin melun kulkeutumista. Puiden korkeus ei välttämättä ole niinkään merkittävä tekijä. Sopivan lähellä toisiaan sijaitsevat ohuemmat puunrungot saattavat vähentää melua tehokkaammin kuin paksimmat rungot harvempana samaisella alalla. (Renterghem 2014, 284)

Tiemelun vähentämiseksi tehokkainta on sijoittaa kasvillisuus mahdollisimman lähelle melun lähdettä. Pitkä heinä tai huokoinen, paksu karikerros osaltaan vähentää myös melua n. 1 dBn verran (Van Renterghem 2014, 277.)

Puurivit voivat johtaa 15 metrin levyisellä vyöhykkeellä 5,8dBAn vähenykseen liikennemelussa. (Van Renterghem 2014, 284). Vaikka melutaso ei selkeästi laske, saattaa melun luonne olla vähemmän häiritsevää ja viheralueen viihtyisyyden lisäys vähentää melun häiritsevyyttä. (SYKE, Lan-ki, 25)

Viheralueen tehokkain tapa torjua melua on käyttää monimuotoista ja moni-ikäistä kasvillisuutta.



Kuva 9. Kasvillisuuden meluntorjunta. (Kiander)

4.4 Tuuli

Kasvillisuudella pystytään ohjaamaan ilmavirtauksia. Pikkarainen (1978) luettelee keinot, joilla kasvillisuudella pystytään vaikuttamaan tuuleen

- katkaisemalla tuulen pääsy
- suodattamalla eli vähentämällä
- ohjaamalla pysty- ja vaakatasossa.

Tuulen läpäisykyky havukasveilla pysyy samana koko vuoden, kun taas lehtikasvien läpäisykyky muuttuu talven aikana suodattavaksi. Korkea kuusiaita pysäyttää ilmavirrasta n. 50–60%, jolloin talvioloissa saattaa aidan tuulenpuolelle muodostua kylmän ilman alue. Tätä voidaan välttää aukoilla, joiden suhteen tulee kuitenkin huomioida mahdolliset tuulensoilat ja pyrkiä välttämään niiden muodostumista.

Ilmavirta heikkenee suodattuessaan kasvillisuuden läpi eikä tällöin myöskään synny pyörteitä tuulensuojan puolelle katvealueelle. Lehtikasvit suodattavat ilmavirtauksia tehokkaammin kuin havukasvit.

Tuulen suunnasta kohoava istutusvyöhyke ohjaa ilmavirran suojattavan kohteen ylitse vaimentaen näin tuulen vaikutusta. Kasvillisuutta voidaan käyttää luomaan mikroilmastoja rakennusten, oleskelualueiden ja leikkipaikkojen yhteyteen.

5 TALOUDELLISET VAIKUTUKSET

5.1 Viherpalveluiden läheisyyden vaikutus kiinteistön arvoon

Australialaisen tutkimuksen mukaan katupuut nostavat kiinteistön arvoa 4,27 %, tontilla olevilla puilla ei ole vaikutusta kiinteistön hintaan. Tämän oletetaan johtuvan siitä, että katupuut eivät ole kiinteistön omistajan hoitovastuulla mutta kuitenkin lisäävät alueen viihtyisyyttä. (Pandit, Polyakov, Tapsuran & Moran, 2013, 140.)

Tiheästi asutetuilla kerrostaloalueilla viherpalvelut nostavat asuntojen arvoa, mikäli etäisyys on enintään 600 m ja puistoalueet vähäisiä. Alueilla, joilla on pääasiassa pientaloja arvonnousu ei ole niinkään merkittävä. Suurempien puistoalueiden korkeampi käyttöaste saattaa myös laskea asuntojen arvoa. (Tyrväinen 2000, 221)

Janssonin (2010) opinnäytetyössä arvioidaan kiinteistön rakennetun pihan arvonnousuksi keskimäärin 11,5 %. Tärkeimmiksi tekijöiksi Janssonin (2010) tutkimuksessa nousevat hoidettu yleisilme ja rakenteiden ja istutusten kunto, ei niinkään rakenteiden ja istutusten määrä. Escobedo ym. (2015, 216.) toteaa Floridassa tehdyissä tutkimuksissa, että puut nostavat kiinteistön arvoa, suurempi määrä kasvillisuutta (puita ja pensaita) ei niinkään vaikuta kiinteistön hintaan mutta laajempi nurmialue tontilla vaikuttaa kiinteistön hintaa laskevasti.

5.2 Terveystuhojen kustannukset

Viherpalvelujen vaikutusta terveydenhuollon kustannuksiin on vaikea mitata aukottomasti. Ekosysteemipalveluille ei ole hintalappua, joten taloudellisen arvon määrittely on tehtävä havaitun tai oletetun toiminnan perusteella.

Wolf, Measells, Grado ja Robbins (2015, 694-701.) ovat koostaneet tutkimustuloksia potentiaalisista taloudellisista vaikutuksista Yhdysvalloissa: 3 3 470 000 3-17 vuotiasta lasta saa lääkehoitoa keskittymis- ja ylivilkkaushäiriöön (ADHD) 2012. Mikäli luonnossa liikkumista käytetään lääke-

hoitoa tukevana menetelmänä, on lasten lääkehoitoa mahdollista vähentää 5-25 %.

Wolf ym. (2015, 694-701.) mukaan miehillä, jotka asuvat alueilla, joiden viherpeittävyys on yli 25 %, on viisi prosenttia pienempi todennäköisyys kuolla sydän- ja verisuonitauteihin. Tulokseen vaikuttaa kuitenkin myös henkilöiden elintaso, joka osaltaan vaikuttaa myös asuinalueen tasoon. Omakotialueille viherpeittävyys on suurempi kuin tiheään rakennetuilla kerrostaloalueilla, joilla asukkaat saattavat olla sosioekonomisesti heikommassa asemassa.

Dementikoiden mahdollisuuden liikkua ja ulkoilla puutarhassa on todettu vähentävän kaatumisia jopa 30 %, kun päinvastoin lääkityksen on todettu lisäävän kaatumisen riskiä. Kaatumisten vähenemisen lisäksi lääkityksen tarpeen todettiin vähentyvän keskimäärin 10,5 %. Yhdysvaltain 5,2 miljoonan dementiapotilaan säästöt lääkityskuluissa olisivat 725 000 000 – 1,5 biljoonaa (2012 USD).

6 TERVEYDELLISET VAIKUTUKSET

6.1 Psyykkiset ja fyysiset vaikutukset

Chiesura on jo 2004 todennut, että kaupunkiluonto täyttää asukkaiden sosiaalisia ja psyykkisiä tarpeita. Eri ikäryhmillä on kuitenkin erilaisia tarpeita ja motiiveja esim. puistossa käymiseen ja tämä tulisi huomioida jo suunnitteluvaiheessa. Tänä päivänä toimintojen monimuotoisuus onkin ollut paljon esillä ja käytännössä toteutunut viheralueiden, leikkipuistojen ja liikuntapaikkojen suunnittelussa.

Viherympäristö lisää emotionaalista hyvinvointia ja viheralueet houkuttelevat liikkumaan. Jo lyhytaikaisella (15 min) luontokokemuksella on positiivinen vaikutus henkiseen hyvinvointiin, vihreä ympäristö vähentää stressitekijöitä, kohentaa mielialaa ja vahvistaa positiivisia tunteita (Ojala 2015).

Luonnossa oleskelu vaikuttaa myönteisesti kokonaismielialaan lisäämällä positiivisia ja vähentämällä negatiivisia tuntemuksia. Positiiviset tuntemukset lisääntyvät, kun työ- tai opiskelumatkasta yli puolet kulki puistojen, taajamametsien tai muiden viheralueiden kautta. Tulosten mukaan sekä kaupungin että kaupungin ulkopuolisten viheralueiden käyttö lisää positiivisia tuntemuksia. Myönteiset tuntemukset lisääntyvät jo verraten vähäisestä vapaa-aikaan liittyvästä viheralueiden käytöstä. Kävely puistossa lisää tarkkaavaisuutta, keskittymiskykyä ja vähentää stressiä.

Negatiivisten tuntemusten ja viheralueiden käytön välinen yhteys ei ole yhtä suoraviivainen. Kaupungin ulkopuolisten luontoalueiden käyttö vähensi negatiivisia tuntemuksia, mutta kaupunkialueen viheralueiden käy-

töstä ei vastaavia vaikutuksia löytynyt. Lisäksi viheralueita tulee käyttää melko runsaasti, ennen kuin negatiiviset tuntemukset vähenevät (Tyrväinen ym. 2007, 73.)

Metsien ja laajojen luonnonalueiden lisäksi kaupunkien viheralueet tarjoavat miellyttäviä kokemuksia. Mahdollisuus päivittäiseen lyhyeenkin luontokontaktiin saattaa olla hyvinvoinnille olennaisempaa kuin harvemmin toteutuvat luontoretket metsiin. (Austin, 27.)

Luontokokemuksen mittaamiseen on vaikea löytää yhtenäisiä määritelmiä. Peschardt ja Stigsdotter (2013) käyttävät kahdeksaa aistinvaraisesti tunnistettavaa tekijää:

Rauhallisuus	<ul style="list-style-type: none"> • hiljaisuus • tyyneys
Tila	<ul style="list-style-type: none"> • avaruus • esteetön
Luonto	<ul style="list-style-type: none"> • villi • koskematon
Lajirikkaus	<ul style="list-style-type: none"> • useita kasvilajeja • useita eläinlajeja
Oleskelu	<ul style="list-style-type: none"> • penkkejä • mahdollisuus ulkopeleihin
Kulttuuri	<ul style="list-style-type: none"> • suihkulähteitä • koristekasveja
Näkymä	<ul style="list-style-type: none"> • laajat nurmikentät • käytäviä
Sosiaalinen	<ul style="list-style-type: none"> • ravintoloita • viihdettä

Kuva 10. Luontokokemuksen määritelmiä. (Kiander)

Mitä useampi näistä tekijöistä toteutuu viheralueella, sitä miellyttävämmäksi alue koetaan. Tärkeimmiksi useimmat mieltävät rauhallisuuden, tilan tunteen ja luonnon. Seuraaviksi tärkeimpiä ovat lajirikkaus, oleskelu, kulttuuri, näkymä ja sosiaalinen. Erityisen stressaantuneille tärkeiksi ovat nousseet oleskelu, luonto ja lajirikkaus. Puistoalueen koolla ei näyttäisi olevan vaikutusta käyttäjien kokemukseen rauhallisuudesta, tilasta ja lajirikkaudesta vaan näitä ominaisuuksia on mahdollista kokea myös pienemmällä alueilla. Tiivistyvän kaupunkirakentamisen myötä lisääntyä myös pienten puistoalueiden merkitys; niitä on suuria puistoja enemmän ja tiheämmin, ne ovat päivittäisten kulkureittien varrella ja työpaikkojen ja kotien lähetyillä eli ne ovat helposti saavutettavia (Peschardt 2013).

Bertram (2016,5.) toteaaakin, että arkipäivinä ihmisille on tärkeää lähellä sijaitsevien viheralueiden saavutettavuus, alueen koolla ei niinkään ole

merkitystä. Viikonloppuisin hakeudutaan suuremmille puistoalueille, jolloin suurempi etäisyyskään ei haittaa. Tärkeimmäksi koetaan kuitenkin alueen siisteys ja hyvä taso kunnossapidossa.

Liikunnan terveysvaikutukset ovat tunnettuja. Liikunnallinen aktiivisuus vaikuttaa myös henkiseen hyvinvointiin ja kaupunkiympäristön tuleekin tarjota mahdollisuuksia liikunnan harrastamiseen. Puistoalueiden saavutettavuus ja läheisyys tukevat liikkumista. Iäkkäämmän väestön liikkumista ei lisää niinkään viheralueen tyyli tai design, vaan saavutettavuus.

Borodulinin (2014, 25-30) mukaan luonto vaikuttaa terveyteen ja hyvinvointiin myös aistikokemusten kautta:

- terävöittää aisteja ja tarkkaavaisuutta
- syvyysnäkö kehittyy, sillä katsetta joutuu ohjaamaan eri etäisyyksille
- kuulo kehittyy tunnistamaan laajemmalla taajuuskaistalla
- tasapaino kehittyy epätasaisella alustalla
- haju- ja tuntoaisti saavat monipuolisesti impulsseja

Tieteellinen näyttö luontoalueiden vaikutuksesta lisääntyvään liikuntaan on puutteellista eikä ole selkeää näyttöä siitä, että juuri luonnossa harrastettu liikunta olisi muutoinkin harrastettua liikuntaa tehokkaampaa. Näyttöä on kuitenkin siitä, että liikunta lisääntyy, mikäli siihen on tarjolla mielekkäitä ympäristöjä. Asuinympäristöt, jotka tarjoavat viheralueita, kävely- ja pyöräilyreitit sekä liikuntapaikkoja kannustavat liikkumaan. (Borodulin 2014, 30).



Kuva 11. Psyykkiset ja fyysiset vaikutukset. (Kiander)

6.2 Turvallisuuden tunne viheralueilla

Julkisilla viheralueilla tiheä kasvillisuus koetaan usein uhkana turvallisuudelle. Janssonin (2013, 131-132.) mukaan tehokkaimpia keinoja vaikuttaa turvallisuuteen ovat hyvä suunnittelu, mahdollisuus nähdä ja hallita ympäröivää tilaa, kasvillisuuden tiheys ja kasvillisuuden tyyppi ja ylläpito.

Suunnittelun keinoin voidaan alueesta tehdä monimuotoinen tarjoamalla väyliä, jotka ovat selkeästi avoimia ja hyvin valaistuja. Kasvillisuuden avulla pystytään luomaan myös vaihtoehtoisia, suojaisempia reittejä erityisesti päiväaikaan käytettäväksi. Käyttämällä korkeampaa pensaskasvillisuutta saadaan myös toivottua yllätyksellisyyttä reittien varrelle. Korkeampien pensaiden vastapainona kulkuväylillä tulisi olla avointa tilaa väylän vastakkaisella puolella, esimerkiksi puita, joiden latvus on korkealla ja pensasryhmien tulisi olla myös jossain määrin läpinäkyviä.

Puistoalueilla ja taajamametsissä turvallisuuden tunnetta lisää mahdollisuus nähdä tila laajasti, toisaalta turvallisuuden tunnetta vähentää mahdollisuus tulla nähdyksi. Pensasryhmien tulisi olla alle polvenkorkuisia, jolloin on mahdollista nähdä laajempi alue helposti ja nopeasti.

Hoitotason on todettu vaikuttavan turvallisuuden tunteeseen selkeästi. Hoitamattomuus koetaan välinpitämättömyytenä koko aluetta kohtaan ja hoitamattomuuteen yhdistetään myös roskaantuminen ja vandalismin lisääntyminen aiheuttaen turvattomuutta. Istutettu ja hoidettu kasvillisuus koetaan turvallisuutta lisäävänä (Jansson 2013, 132.)

7 VISUAALISET JA ARKKITEHTONISET VAIKUTUKSET

7.1 Visuaalinen merkitys

Kasvillisuuden oletetaan tuottavan visuaalista ja esteettistä mielihyvää. Visuaalisia ja esteettisiä vaikutuksia on kuitenkin vaikea mitata, sillä miten määritellään esteettinen, kaunis? Kauneutta on yritetty määritellä lukuisin eri tavoin. Kaunista voi olla jokin määrätyn muotoinen tai jokin, joka on luonnon muovaamaa tai jotain nautintoa tuottavaa. (Kuisma 2014) Mittasuhteilla ja lajisidonnaisuudella voidaan määritellä kauneutta. Kulttuurisilla eroilla ja aistikokemuksella kokonaisuudessaan on merkitystä kauneuden kokemiseen.

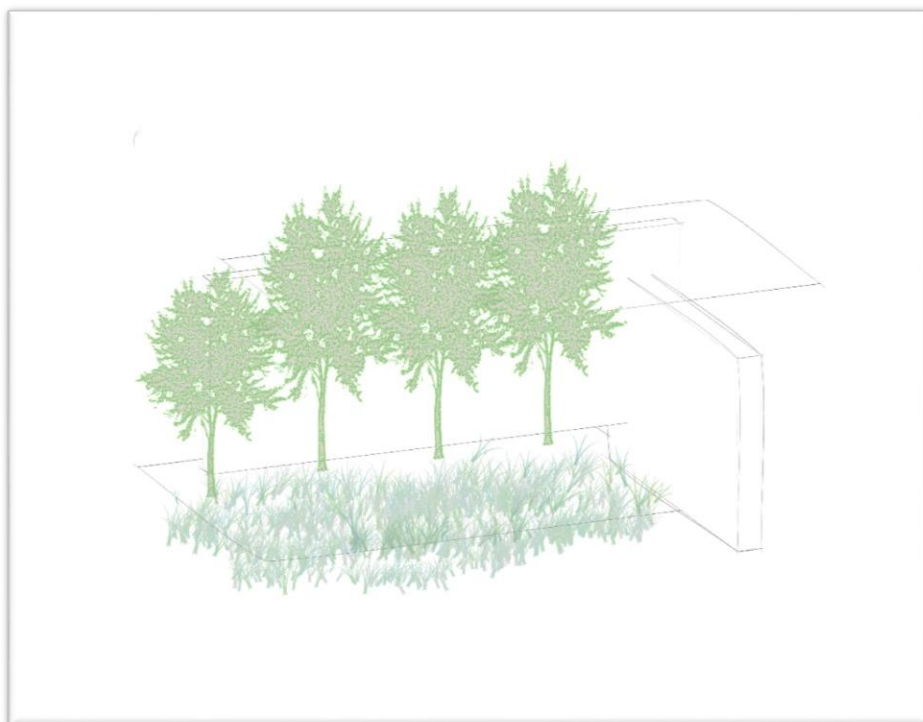
Ronghua, Jingwei ja Zhenyu (2016, 210-217) ryhmineen ovat tutkineet, miten neljä eri maisematyyppiä miellyttää katsojaa. Kuvia täysin rakennetusta kaupunkialueesta, rakennetusta viheralueesta, viljellystä maaseutumaisemasta ja metsästä esitettiin koeryhmälle. Kokemukseen maiseman visuaalisesta miellyttävyydestä Ronghua ym. (2016) arvelee vaikuttavan myös ihmiskunnan historian. Suurimman osan olemassaolostaan ihmiskunta on elänyt luonnonympäristössä. Rakennetun ympäristön miellyttävyyteen vaikuttavat myös kulttuuriset erot. Vaikuttava tekijä voi olla myös evoluutioteoriaan perustuva. Miellyttäväksi koetaan ympäristö, jossa on elämän perusedellytyksiä täyttäviä elementtejä; kukkia (ravinto), puita (suoja), avointa maisemaa (vihollisten havaitseminen) ja vettä. Miellyttävimmäksi koettiin hoidettu, mahdollisimman kasvipeitteinen mutta kuitenkin rakennettu ympäristö.

Kasvillisuus tuottaa niin visuaalisia kuin myös muita aistikokemuksia; valon ja varjon vaihtelu, tekstuuri ja tuntu, tuoksut, värit ja ääni. Vuodenaikojen vaihtelu ja kasvien elinkaari tarjoavat vaihtelua ja mielenkiintoa näkymään.

7.2 Arkkitehtoniset tehtävät

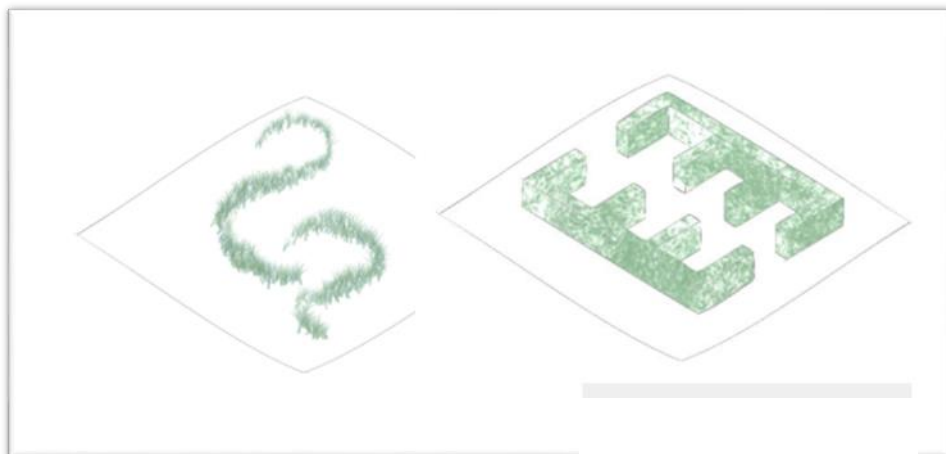
Viheralueet kaupungeissa vaikuttavat rakennetun ympäristön toimintoihin ja kulkuväyliin. Puistot muodostavat aukioita, joilla vietetään aikaa, harrastetaan liikuntaa ja kohdataan muita. Kadut ovat kulkuväyliä, joille kasvillisuus ja katupuut antavat ominaispiirteet. Kasvillisuuden suunnittelussa on huomioitava myös autoliikenteen ja jalankulkijoiden tarpeet.

Kasvillisuus muodostaa tilan ja tasoja; seinämät, katon ja lattiapinnan. Puut ja pensaat muodostavat seinämät, puiden latvus tilan katon ja matalampi kasvillisuus tilan lattiapinnan. (Dee 2001, 62.)



Kuva 12. Kasvillisuus muodostaa tasoja: lattiapinta, seinämät ja katto. (Kiander)

Kasvillisuuden valinnasta, muodosta, sijoittelusta ja hoitotavasta riippuen tila voi olla muodollinen tai luonnollinen, suljettu tai avoin tai niiden yhdistelmä.



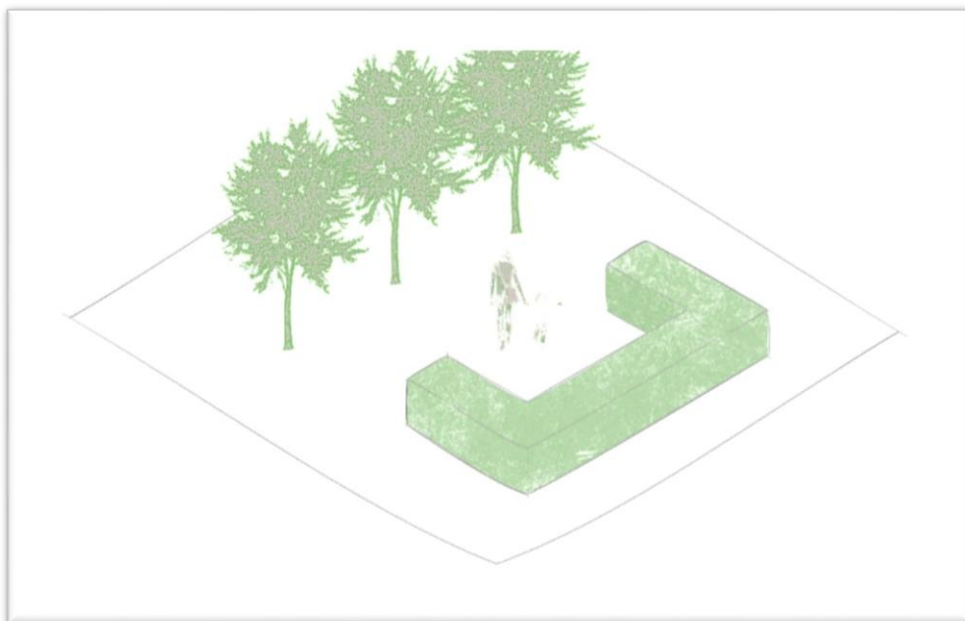
Kuva 13. Luonnollinen ja muodollinen. (Kiander)

Rajaamalla erotetaan tiloja, joilla voi olla erilainen käyttötarkoitus tai jotka ovat luonteeltaan erityyppisiä. Kasvillisuudella voidaan katkaista näköyhteyksiä, kun tavoitellaan yksityisyyttä tai peitetään epämiellyttävää näkymää. Raja tai reuna viestii myös siirtymästä tilasta toiseen tai liittyy ja lomittaa yhteen tiloja tai maisemaa ja ohjaa katsetta esim. katupuut tien varrella tai aukko pensasaidassa.



Kuva 14. Puut ohjaavat katsetta. (Kiander)

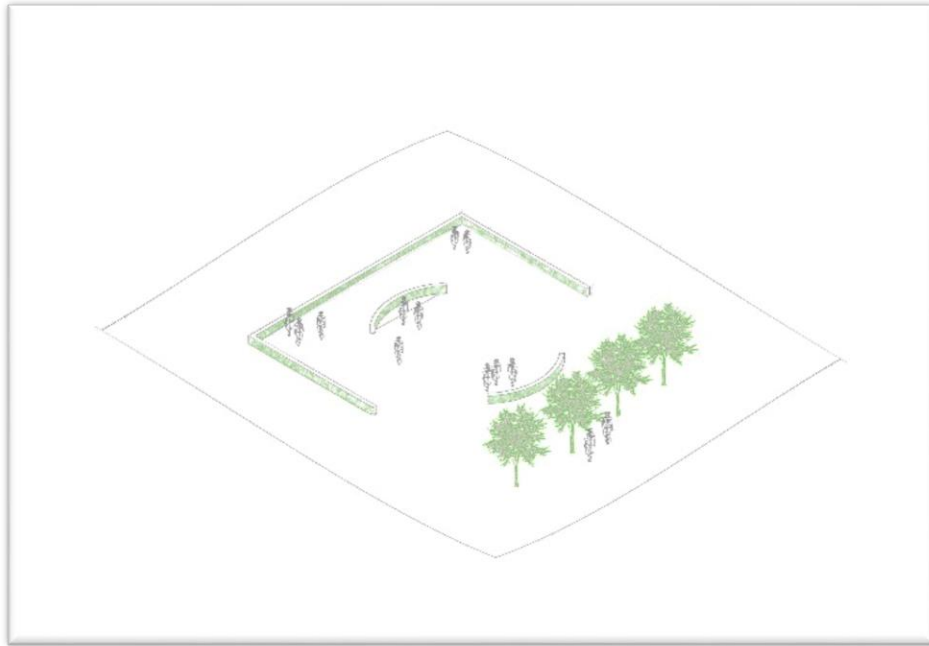
Yhtenäinen tiivis reuna sulkee tilan ja näkymän, osittain läpäisevä reuna mahdollistaa liikkeen ja näköyhteyden tilan sisältä ulkopuolelle ja päinvastoin.



Kuva 15. Puiden läpäisevä reuna mahdollistaa näköyhteyden. (Kiander)

Kasvillisuuden muodostama rosainen ja epätasainen pinta on monimuotoinen ja pehmeämpi kuin esim. suoralinjainen ja sileäpintainen kivimuuuri. Yhdistämällä molempia elementtejä voidaan saavuttaa kiinnostava, visuaalisesti miellyttävä reuna, tilan rajaus.

Reuna-alueet ovat myös sosiaalisesti tärkeitä. Yleisillä paikoilla ihmiset usein istahtavat, odottavat tai viettävät aikaa mieluummin alueen reunamilla kuin keskeisillä paikoilla.



Kuva 17. Tyypillisiä oleskelupaikkoja aukealla. (Kiander)

Peittäminen on visuaalisesti häiritsevän kohteen sulkemista katseilta. Näköyhteyksien katkaisulla pyritään alueiden rajaamiseen ja yksityisyyden lisäämiseen. Katkaisua tarvitaan yleensä rakennusten, teiden, jalankulkureittien ja asuntojen välillä (Pikkarainen 1978).

8 SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN

Ilmastonkestävä kaupunki (ILKKA, n.d.) hankkeen osana on tehty tarkistuslista, jossa esitetään toimenpiteitä, jotka vaikuttavat hiilivarastojen ylläpitämiseen. Taulukkoon pohjautuen on tähän kerätty toimenpiteitä, joilla voidaan vaikuttaa suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon tasoilla hulevesiin, hiilinieluihin, maaperään ja kasvillisuuteen.

Monet ehdotetuista toimenpiteistä ovat säästäviä ja edellyttävätkin suunnittelulta perehtymistä alkuperäisiin olosuhteisiin. Hyödyntämällä tietoa maaperästä ja vallitsevista olosuhteista on mahdollista saavuttaa myös kustannussäästöä käyttämällä esim. olevaa maaperää ja valitsemalla toimenpiteet siihen mukautuen, käyttämällä alkuperäistä kasvillisuutta tai alentamalla hoitoluokitusta.

Taulukko 1. Suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon toimenpiteitä. (Ilkka-hankkeen tarkistuslistaa mukailien Kiander)

TOIMENPIDE	YLEISKAAVA	ASEMAKAAVA	YLEISSUUNNITELMA	VIHERRAKENTAMINEN	YLLÄPITO
Rakentamisen vaikutus pintavesiin	x		x		
Vaikutus valuma-alueisiin	x				
Hulevesien paikallinen käsittely, viivytys ja imeyttäminen		x	x	x	
Rakentamisen sijoittaminen vähäisen kasvillisuuden alueille	x				
Tiivis yhdyskuntarakenne kasvillisuusalueiden säilyttämiseksi	x				
Säilytetään kasvillisuusalueet ja viheryhteydet mahdollisimman laajoina	x	x			
Ohjataan kulutus käytäväverkostoille		x	x		
Pyritään säilyttämään luonnontilaisia kasvillisuusalueita	x	x	x	x	
Minimoidaan päällystettyjen alueiden pinta-ala ja käytetään läpäiseviä pinnoitteita		x	x	x	
Hyödynnetään paikan omaa maaperää			x	x	
Istutetaan puita		x	x	x	
Suositaan luonnonmukaisuutta			x	x	x
Suositaan monikerroksellista kasvillisuutta			x	x	
Vältetään leikatun kasvimateriaalin poistoa alueelta			x	x	x
Hyödynnetään vertikaalisia pintoja ja viherkattoja			x	x	
Käytetään olosuhteisiin sopivia terveitä kasveja			x	x	
Suositaan maa-ainesten luonnonmukaista käsittelyä			x	x	x
Säästetään monimuotoisia ja -ikäisiä metsäalueita		x	x	x	x

Vältetään koneellista hoitoa vaativia alueita				x	x
Vältetään välivarastointia ja hyödynnetään ylijäämämaita			x	x	x
Vältetään koko kasvualustan vaihtoa			x	x	x
Vältetään maakerrosten sekoittamista			x	x	
Jätetään metsiin lahpuuta					x
Sovitetaan hoitoluokitus ekologisten olosuhteiden mukaiseksi					x
Vähennetään niittokertoja					x

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Viheralueilla ja kasvillisuudella on meille paljon annettavaa. Kaupungeissa neliöitä mitataan tehokkuudella ja taloudellisella hyödyllä eikä kasvillisuuden tarjoamien palvelujen hinnoittelu ole kaikin osin edes mahdollista. Viime vuosina on kuitenkin ryhdytty etsimään menetelmiä, joilla voitaisi todentaa viherpalveluista saatu hyöty myös taloudellisesti. Todistamalla viherpalvelujen taloudellinen arvo saattaisi niiden säilyttäminen ja rakentaminen olla helpommin perusteltavaa kuin nykytilanteessa. Tutkimustietoa on kuitenkin kertynyt viime vuosina sen verran, että nyt voidaan todeta taloudellista hyötyä tulevan ainakin hulevesien käsittelystä, viheralueiden vaikutuksesta asukkaiden terveyteen, kiinteistöjen hintaan ja energian säästöön.

Tässä tutkimuksessa on noussut esiin myös kasvillisuuden laatu. Tehokkaimmillaan kasvillisuuden tekniset vaikutukset ovat silloin, kun kasvillisuus on moni-ikäistä, monilajista ja monen kokoista. Ovatko viheralueemme liian hoidettuja? Hoidettu ympäristö koetaan mielekkäämmäksi ja turvallisemmaksi. Kuinka löytää kaikkia miellyttävä ja kustannustehokas kompromissi? Jo nyt kustannussyistäkin tiealueiden viherkaistojen hoitotasoa on alennettu. Olisiko mahdollista olla vielä rohkeampi ja samalla saavuttaa etuja niin melun kuin liikenteen päästöjenkin torjunnassa? Tiealueille, joilla liikutaan suurilla nopeuksilla, on tarpeetonta ylläpitää kovinkaan huoliteltua hoitotasoa. Näin ollen, kuten Niemi toteaa, metsän reunan tulisi olla niin lähellä tietä kuin on turvallista ja Janhällin ehdotuksen mukaisesti mahdollisimman lähellä tien reunaa tulisi vielä olla matalaa kasvillisuutta. Kaupungeissa tiealueiden luiskat poissulkien risiteysalueet voisivat näin ollen olla hoitoluokituksestaan alhaisempia. Heinikko ja matala kasvillisuus vähentävät osaltaan rengasmelua sekä tuottavat enemmän hiukkasten depositiopintaa kuin lyhyeksi leikattu nurmi,

jonka hoitaminen on kalliimpaa kuin niityn. Samaa tulisi toteuttaa katuviheralueilla.

Melua torjuu parhaiten puusto, jonka rungot ovat eri paksuisia ja joiden sijoittelu on satunnaista kuten luonnossakin. Puuston korkeus ei ole niinkään merkittävää, joten vesakoituminen tässä mielessä olisi perusteltua ja hoitotoimenpiteiksi riittäisi ajoittainen harventaminen.

Puut tarjoavat suojaa ja varjoa ja puhdistavat hengitysilmaamme mutta sekään ei aina ole itsestäänselvyys. Puiden latvus saattaa aiheuttaa pyörteen, jonka seurauksena liikenteen tuottama pöly ja hiukkaset jäävät katutasolla jalankulkijoiden hengitysilmaan. Olisiko näin ollen erityisesti katukuiluissa mielekkäämpää käyttää matalaa pensaskasvillisuutta, joka tarjotessaan tartuntapintaa päästölähteen tasolla mahdollistaa pyörteen nousemisen ylöspäin pois katutasolta? Katupuiden istuttaminen ja hoito on haasteellista ahtailla katualueilla. Olisiko pensaskasvillisuus kuitenkin edullisempi ja tehokkaampi vaihtoehto? Pensaiden kasvualusta tarjoaa myös enemmän imeytyspintaa hulevesille ja kasvialustan rakentaminen edellyttää katupuita vähemmän investointeja.

Teknisten vaikutusten lisäksi kasvillisuus ja viheralueet tarjoavat emotionaalista ja fyysistä hyvinvointia. Viheralueet lisäävät mielenkiintoa liikunnan lisäämiseen, tuottavat positiivisia kokemuksia, tarjoavat lapsille mahdollisuuden luontokokemukseen ja sitä kautta uuden oppimiseen samalla kehittämällä motorisia taitoja.

Kasvillisuus tuottaa myös mielikuvia kuten Lanki toteaa. Melu koetaan vähemmän häiritseväksi, kun meluntorjunnassa käytetään kasvillisuutta. Kasvillisuuden tuottama visuaalisen mielihyvän kokemus on hyvin yksilökohtaista ja kulttuurisidonnaista, joten visuaalisesti positiivisen, kaikkia osapuolia miellyttävän kokemuksen tarjoaminen on kutakuinkin mahdollista. On kuitenkin osoitettu, että kasvillisuuden läsnäololla on enemmän positiivisia kuin negatiivisia vaikutuksia teknisesti, taloudellisesti kuin sosiaalisestikin.

LÄHTEET

Airola J., Nurmi, P. & Pellikka K. (2014). *Huleveden laatu Helsingissä*. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 12/2014. Kopio Niini Oy. 12, 40.

MTK (2015). Maaperänsuojelu. Viitattu 3.10.2015.
https://www.mtk.fi/ymparisto/Luonnonsuojelu/fi_FI/maaperansuojelu/

Ympäristö.fi. Melu. Viitattu 16.1.2016
http://www.ymparisto.fi/fiFI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Elinymparisto/Melu

Austin, G. (2014). *Green infrastructure for landscape planning: integrating human and natural systems*. Abingdon: Routledge.

Bertram, C., Meyerhoff, J., Rehdanz, K. & Wüstemann, H. (2016). Differences in the recreational value of urban parks between weekdays *and* weekends: A discrete choice analysis. *Landscape and urban planning*. Elsevier.5.

Borodulin, K., Lanki, T., (2014). Luonto lähelle ja terveydeksi. Ekosysteemipalvelut ja ihmisen terveys. *Suomen ympäristökeskuksen raportteja 35/2014*. Viitattu 27.1.2017.
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/153461/SYKEra_35_2014.pdf?sequence=1

Buccolieri, R. (2011). Analysis of local scale tree atmosphere interaction on pollutant concentration in idealized street canyons and application to a real urban junction. *1712 Atmospheric Environment* 45. Elsevier. Viitattu 3.10.2015.

Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban planning* 68. Elsevier. Viitattu 27.1.2017.

Dee C. (2001). *Form and fabric in landscape architecture*. 7.painos. Glasgow: Bell & Bain.

Drebs, A., Suomi, J. (2014). *Ilmaston kestävä kaupunki, Kaupungin lämpösaarekkeen ominaispiirteitä*. Viitattu 17.1.2017.
<http://ilmastotyokalut.fi/files/2014/10/L%C3%A4mp%C3%B6saarekkeen-ominaispiirteet.pdf>.

Ekosysteemipalvelut. Suomen luonnonsuojeluliitto. Viitattu 27.1.2017.
<http://www.sll.fi/mita-me-teemme/metsat/ekosysteemipalvelut>

Escobedo F., Adams D. & Timilsina N. (2015). Urban forest structure effects on property value. *Ecosystem Services* 12. Viitattu 27.1.2017.

Helsingin yleiskaava. (2014). *Helsingin kestävä viherrakenne* Helsingin kaupunki-suunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2014:27. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto.33-37. Viitattu 13.10.2015
http://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/yos_2014-27.pdf

Hulevesiopas. (2012). Suomen kuntaliitto. Viitattu 18.12.2016.
shop.kunnat.net/download.php?filename=uploads/hulevesiopas-2012.pdf

Ilmastonkestävä kaupunki ILKKA. *Kaupunkisuunnittelijan tarkistuslista maankäytön hiilinielujen lisäämiseen*. Viitattu 21.1.2017.
<http://ilmastotyokalut.fi/files/2014/07/Tarkistuslista-hiilinielujen-hallintaan.pdf>

ilmastotyokalut.fi, 2014. Ilmastonkestävä kaupunki.7. Viitattu 18.2.2017.
http://ilmastotyokalut.fi/files/2014/07/3.2.Hulevesien-hallintarakenteet-ja-niiden-kunnossapito_ty%C3%B6kalu.pdf

ilmastotyokalut.fi. Lämpösaareke ja kaupunkisuunnittelu. Viitattu 17.1.2017.
<http://ilmastotyokalut.fi/kaupungin-lamportilaerot/lamposaareke-ja-kaupunkisuunnittelu/>

InfraRyl 23312.3, 23312.4. Viitattu 17.1.2017.
http://www.rts.fi/infraryl/infraryl_paivystiedostot_251115/23312%20Katupuut%20JULK.pdf

Janhäll, S. (2015). Review on urban vegetation and particle air pollution – Deposition and dispersion. *Atmospheric environment*. Elsevier. Viitattu 18.7.2016.

Jansson I. (2010). *Piharakentamisen vaikutus kiinteistöhintoihin: - kiinteistöväylittäjien arvonnäytetyö*. Opinnäytetyö. Maisemasuunnittelun koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.8.2016.
<http://www.theseus.fi/handle/10024/15058>

Jansson, M., Fors, H., Lindgren, T. & Wiström, B. (2013). Perceived personal safety in relation to urban woodland vegetation. *Urban forestry & urban greening*. Viitattu 20.11.2016.

Jaskara, M. , Haapoja T.,Helsingin yliopisto/Metsätieteiden laitos. Viitattu 18.2.2017.
<http://www.hiilipuu.fi/fi/artikkelit/hiilen-kierto>

Jormola, J. (2008).*Vesisuhteiden hallinta kaupunkisuunnittelussa*. Viitattu 19.2.2017
<http://www.yss.fi/yks20081-jormola.pdf>

Kuisma, O. 2014. *Kauneus*. Viitattu 18.2.2017.

<http://filosofia.fi/node/5354>

Mullaney, J., Lucke, T. & Tryeman, S. (2014). A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. *Landscape and urban planning* 158

Mäki, M. (2014). *Kantava kasvualueista edistää katupuiden sopeutumista vaihteleviin ympäristöolosuhteisiin*. Helsingin yliopisto metsätieteiden laitos. Viitattu 27.01.2017.27

<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/45121/Pro%20gradu%20Mari%20M%C3%A4ki.pdf?sequence=1>

Niemi, J. (2015). *Kasvillisuuden ja melusteiden vaikutus ilmanlaatuun*. Viitattu 23.10.2016.

https://hsy.fi/fi/asiantuntijalle/tapahtumat/seminaarit/kaupunkisuunnittelu/Documents/Niemi_kasvillisuus%20melusteet%20ilmanlaatu%202015.pdf

Ojala, A. (2015). *Lataa luontoa!* Luonnonvarakeskus. Viitattu 11.3.2016.

https://www.hyria.fi/files/12486/Luonnon_terveysvaikutuksista_Ojala_24092015.pdf

Pandit, R., Polyakov, M., Tapsuwan, S. & Moran, T. (2013). The effect of street trees on property value in Perth, Western Australia.. *Landscape and urban planning* 110. Viitattu 21.1.2017

Pelkonen, V., Setälä, H. (2016). *Mitattua tutkimustietoa ekosysteemipalveluista metropolialueen kestävän kasvun tueksi (EKO-hyöty)*. Helsingin yliopisto. Viitattu 16.1.2017.

http://www.helsinki.fi/kaupunkitutkimus/dokumentit/YM_roadshow/Yli-Pelkonen_EKO-HY%C3%96TY_06062016.pdf

Peschardt, K., Stigsdotter, U. (2013). Associations between park characteristics and perceived restorativeness of small public urban greenspace. *Landscape and urban planning* 112. Elsevier. Viitattu 21.1.2017

Pikkarainen, A. 1978. Artikkelikokoelma, lähde tuntematon.

Rasinmäki, J., Känkänen, R. (2014). *Kuntien hiilitasekartoitus osa 2*. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Viitattu 16.1.2017

http://ilmastotyokalut.fi/files/2014/06/hiilitase_osa2_julkaisu_ymk_2014.pdf

Ronghua W., Jingwei Z. & Zhenyu L. (2016). Consensus in visual preferences: The effects of aesthetic quality and landscape types. *Urban forestry & urban greening* 20. Elsevier. Viitattu 18.1.2017.

Ruth O., Vaalgamaa S., (2003). *Wet City, veden kiertokulku kaupungissa*. Helsingin yliopiston maantieteen laitos. Viitattu 12.01.2017.
<http://www.helsinki.fi/maantiede/labrat/weci.pdf>

Ryynänen, K. (2011). Luento 15.8.2011
http://www.helsinki.fi/~ryynane/luento_15.8.2011_6x_www.pdf. Viitattu 19.1.2017

Salonen O., Pennanen A. (2006). *Pienhiukkasten vaikutus terveyteen*. Te-kes. Helsinki: Libris Oy. Viitattu 16.11.2015.
https://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/fine_terveys.pdf

Sauerwein, M. (2011). *Urban soils-characterization, pollution, and relevance in urban ecosystems*. Teoksessa Niemelä, J. (toim.) *Urban ecology, patterns, processes and applications*. New York: Oxford University Press 45-58.

Setälä H., Viippola, v., Rantalainen A-L., Pennanen, A. & Yli-Pelkonen, V. (2013). Viitattu 18.11.2017. Does urban vegetation mitigate air pollution in northern conditions? *Environmental Pollution 183*. Elsevier. Viitattu 21.1.2017.

Susdrain. *Lamb drove, Cambourne case study*. Viitattu 27.1.2017.
http://www.susdrain.org/casestudies/case_studies/lamb_drove_residential_suds_scheme_cambourne.html

Säumel, I., Weber, F. & Kowarik, I. (2015). Toward livable and healthy urban streets: Roadside vegetation provides ecosystem services where people live and move. *Environmental Science & Policy*. Elsevier. Viitattu 21.1.2017.

Tyrväinen, L., Miettinen, A. (2000). Property Prices and Urban Forest Amenities. *Journal of Environmental Economics and Management 39*. Elsevier. Viitattu 18.9.2016.

Tyrväinen, L., Silvennoinen H, Korpela K. & Ylen M. (2007). *Luonnon merkitys kaupunkilaisille ja vaikutus psyykkiseen hyvinvointiin*. Metlan työraportti 52. Metla. Viitattu 18.9.2016.

Van Renterghem, T. (2014). Guidelines for optimizing road traffic noise shielding by non-deeptree belts. *Ecological engineering 69*. Elsevier. Viitattu 27.1.2017.

Vihreä infrastruktuuri: parempi elämänlaatu luontoon perustuvilla ratkaisuilla. (2015). Euroopan ympäristökeskus, artikkeli. Viitattu 22.07.2016.

<http://www.eea.europa.eu/fi/articles/vihrea-infrastrukturi-parempi-elamanlaatu-luontoon>

Vuorinen, J., Niemi, J. & Kousa, A. (2015). *Kasvillisuuden ja melusteiden vaikutus ilmanlaatuun liikenneympäristöissä*. Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymä. Viitattu 21.1.2017.

https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Julkaisusarja/4_2015_Kasvillisuuden_ja_melusteiden_vaikutus_ilmanlaatuun_liikenneymparistoissa.pdf

Wolf K., Measells M., Grado S. & Robbins A. (2015). Economic values of metro nature health benefits: A life course approach. *Urban forestry & urban greening. Elsevier*. Viitattu 21.8.2016.

Zheming T., Baldauf R., Isakov V., Deshmukhd P. & Zhanga K. (2016). Roadside vegetation barrier designs to mitigate near-road air pollution impacts. *Science of The Total Environment 541*. Elsevier. Viitattu 21.1.2017.