

Kasvualustan vaikutus kasvien menestymiseen kansipihoilla Helsingissä ja Espoossa

Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Puutarhatalous

Lepaa 2016

Ali Romar

TIIVISTELMÄ

Lepaa
Puutarhatalouden koulutusohjelma

Tekijä	Ali Romar	Vuosi 2016
Työn nimi	Kasvualustan vaikutus kasvien menestymiseen kansipiholla Helsingissä ja Espoossa	

TIIVISTELMÄ

Kaupunkien viherrakentamisen lisääntyessä ja siihen käytettävissä olevan maa-alan vähetessä kansipihat ja viherkatot alkavat kasvattaa suosiota niin rakentajien kuin kaupunkien asukkaidenkin silmissä. Viherympäristöliiton kanssa yhteistyössä päätettiin tehdä tämän opinnäytetyön muodossa tutkimusta kansipihojen kasvualustojen vaikutuksesta kasvien hyvinvointiin.

Opinnäytetyössä valittiin mitattaviksi suureiksi kasvualustan pH, johtokyky, vedenläpäisykyky, eloperäisen aineksen määrä, kasvualustan tiiviys sekä raekokojakauma. Työn edetessä pois mittaustuloksista jäivät pois kasvualustan tiiviys ja raekokojakauma, joskin edellisestä on saatavilla seulonnan tulokset liitteissä. Näytteidenotto suoritettiin valituissa kansipihakohteissa vuonna 2013 ja samana vuonna näytteiden analysointi suoritettiin HAMK Lepaan kampuksen laboratoriossa, pois lukien vedenläpäisevyys joka suoritettiin sovelletulla menetelmällä. Näiden mitattavien suureiden vertailukohtaksi suoritettiin kansipihakohteissa kasvuston silmämääräistä arviointia vuosina 2013 ja 2014.

Selkeää yksittäistä vaikuttajaa tai vaikuttajien yhdistelmää kasvien hyvinvointiin kansipiholla ei opinnäytetyön mittauksilla selvinnyt. Opinnäytetyö luo kuitenkin pohjaa jatkotutkimuksille samasta aihealueesta tai jopa samoista kansipihosta.

Avainsanat Kasvualustat, viherrakentaminen

Sivut 18 s. + liitteet 9 s.

ABSTRACT

Lepaa
Degree programme in Horticulture

Author	Ali Romar Year 2016
Subject of Bachelor's thesis	The effect of substrate on the thriving of landscaping plants on deck yards at Helsinki and Espoo

ABSTRACT

As the construction of green areas in the cities increases and the area available for plants decreases, deck yards and green roofs increase in popularity among the landscapers and common citizens alike. It was decided with the Finnish Association of Landscape Industries that a thesis on the effect of substrates on deck yard landscaping plants would be conducted.

The measurements in the thesis were pH, electric conductivity, water permeability, amount of organic material in the medium, compactness of the medium and grain-size distribution. As the thesis progressed, compactness of the substrate and grain-size distribution were left out of the measurements, although the results of the grain size analysis are available in the appendices. Gathering of the samples was conducted at the chosen deck yards in the year 2013 and in the same year the samples were analysed at HAMK Lepaa campus laboratory, excluding the water permeability which was conducted at by applied methods. These measurements were compared to visual estimates of the deck yard landscaping plants that were conducted in the years 2013 and 2014.

A single meaningful factor or a combination of them affecting the well-being of the landscaping plants on deck yards was not found from the measurements of the thesis. The thesis however creates base for further research of the same subject area or even the same deck yards.

Keywords Soil substrate, landscaping

Pages 18 p. + appendices 9 p.

SISÄLLYS

1	Johdanto.....	1
2	Kasvien hyvinvoinnin perusteet: kasvualusta ja ympäristö.....	1
2.1	Kasvualustan ominaisuudet	1
2.1.1	Fysikaaliset ominaisuudet	2
2.1.2	Kemialliset ominaisuudet	4
2.1.3	Biologiset ominaisuudet	6
2.2	Kasvien hoidon ja ympäristön vaikutus.....	7
3	Aineisto.....	8
3.1	Kohdesijainnit ja esitiedot kohteista	10
4	Mittaukset	11
5	Mittausten tulokset ja tulkinta	14
5.1	Fysikaaliset ominaisuudet.....	14
5.2	Kemialliset ominaisuudet	16
5.3	Biologiset ominaisuudet	17
5.4	Mittaustulosten keskinäinen vertailu sekä vertailu kasvien arvioinnin tuloksiin 18	
6	Johtopäätökset ja pohdintaa.....	19
7	Lähteet	21

1 JOHDANTO

Kasvava kaupungistuminen näkyy Suomessa erityisesti pääkaupunkiseudulla. Kaupunkien maa-alan arvon noustessa yhtenä ratkaisuna pidetään vertikaalista rakentamista eli laajemmalle alueelle levittäytymisen sijaan rakennetaan korkeammalle sekä maanpinnan alle.

Tiiviimmän rakentamisen myötä myös kaupunkien viheralueisiin kohdistuu erilaisia paineita ja viherympäristöä siirretäänkin entistä enemmän pois maaperäkontaktista viherkatoille sekä erilaisille kansipihaille. Siinä missä viherkatot hyödyntävät olemassa olevaa, joskin omalla tavallaan uutta kasvuympäristöä, kansipihat mahdollistavat rakennusten alaisen tilan hyödyntämisen esimerkiksi parkkitilana.

Suomessa tutkimusta kansipihojen viheralueista ei juurikaan ole tehty vaan mielenkiinto on keskittynyt enemmänkin viherkattoihin ja niiden avaamiin uusiin mahdollisuuksiin. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena onkin keskittyä kansipihojen viheralueisiin ja tarkemmin niillä sijaitsevien kasvualustoihin. Työn tavoitteena on siis selvittää kasvualustamittauksilla kasvualustan vaikutus kasvien hyvinvointiin kaupunkiympäristön rajatuissa kasvualustoissa kansipihoilla.

2 KASVIEN HYVINVOINNIN PERUSTEET: KASVUALUSTA JA YMPÄRISTÖ

Kasvien hyvinvointi, kuten ihmistenkin, on monen tekijän summa. Tämän opinnäytetyön aihe huomioon ottaen tässä teoriaosiossa käsitellään pääasiassa kasvualustaa sekä sivutaan yleisiä ympäristötekijöitä.

2.1 Kasvualustan ominaisuudet

Kasvualustan ominaisuudet voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan: fysikaaliset, kemialliset ja biologiset. Tätä jakoa käytetään yleisesti alan kirjallisuudessa, kun puhutaan kasvualustan ominaisuuksista. Tulee kuitenkin ottaa huomioon, että vaikka suhteellisen selkeä jako osaluoiden kesken pystytäänkin tekemään niin nämä erilliset alueet ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa keskenään eli muutos yhdessä vaikuttaa hyvin todennäköisesti myös muihin.

Kuten esimerkiksi viherkatoilla, myös kansipihojen rajatuilla kasvualustoilla maapohjasta eristetty tila asettaa kasvualustan laadulle suuria paineita. Kasvien keskinäinen kilpailu vedestä ja ravinteista sekä tilasta voi olla kovempaa kuin perinteisessä maapohjaan rakennetussa istutuksessa. Esimerkiksi maapohjasta nousevan kapillaariveden olemattomuus johtaa usein erillisten kastelu- ja vedenkeräysjärjestelmien pakollisuuteen rajatuissa kasvualustoissa. (Eskelinen 2008)

2.1.1 Fysikaaliset ominaisuudet

Nimensä mukaisesti kasvualustan fysikaaliset ominaisuudet käsittelevät maan fysiikkaa. Kaiken perustana on tietysti kasvualustan koostumus; kivennäisaines ja sen lajitteet sekä eloperäinen materiaali ja eloperäisen aineksen osuus kasvualustasta. Kasvualustan koostumus vaikuttaa suoraan sen rakenteeseen; kuinka tiivis alusta on ja kuinka helposti se tiivistyy lisää, miten helposti kasvien juuristo pystyy siinä kasvamaan. Olennaisesti kasvualustan rakenne vaikuttaa myös sen vesitalouteen.

Maa-aines pystytään siis jakamaan kahteen eri luokkaan: kivennäisainekseen ja eloperäiseen eli orgaaniseen ainekseen. Vaikkakin eloperäisen aineksen osuus kasvualustasta on tyypillisesti vain 1-10% niin sen merkitys ravinnevarastona on olennainen kasvien ja muun maaperän biologisen toiminnan kannalta. (Eldor 2007, 32) Kivennäisainekset voidaan luokitella raekokonsa mukaan eri lajitteiksi. Lajitteiden suhteellinen osuus kivennäisaineksen kokonaismäärästä, erityisesti alle 0,063 mm eli siltin ja saviaineksen määrä, hienoaines, vaikuttaa suuresti kasvualustan tiivistymiseen huokoskoon kautta ja näin myös sen vedenpidätys- sekä vedenläpäisyominaisuuksiin. Paljon hienoainesta sisältävät kivennäisainespitoisten kasvualustojen keskimääräinen huokoskoko on pienempää joka johtaa niiden lisääntyneeseen vedenpidätyskykyyn; vedenpidätyskyky on erityisen tärkeää rajattujen kasvualustojen tapauksessa sillä kasvien vedensaanti riippuu täysin sateista sekä hoitotoimenpiteenä suoritettavasta kastelusta. (Soini 2009, 170) Toisaalta vedenläpäisevyys laskee suurempien huokosten määrän vähentyessä jota tapahtuu kun kasvualusta tiivistyy. Tiivistymistä tapahtuu kun eri kokoiset rakeet siirtyvät lomittain eli usein pienemmät rakeet täyttävät isompien rakeiden välitilat. Tämä aiheutuu usein kasvualustaan mekaanisesti vaikuttavista ulkopuolisista tekijöistä kuten maan pintaan iskeytyvästä sateesta, tai sillä kävelevästä ihmisestä, mutta myös kasvualustan sisäiset prosessit aiheuttavat tiivistymistä. Tiivistymistä sen sijaan ehkäisee ja korjaa esimerkiksi routiminen ja kasvualustan mikrobiologinen toiminta. Tiivistyneiden kasvualustojen vedenläpäisevyys on siis yleisesti ottaen heikompi sillä niissä on vähemmän suurta huokostilaa joista vesi voisi kulkea läpi. Tiivistyminen on ominaista kasvualustoille jotka sisältävät runsaasti eri raekokoja eli ovat sekarakeisia. (Gregory & Nortcliff 2013, 241) Tasarakeiset eli runsaasti samaa raekokoa

sisältävät kasvualustat sen sijaan läpäisevät vettä huomattavasti paremmin.

Eloperäinen aines vaikuttaa kasvualustan rakenteeseen niin määrällään kuin laadullaankin ja tarjoaa oleellisen pohjan kasvualustan biologiselle toiminnalle sekä toimii myös huomattavana kationinvaihtokapasiteetin alueena. (Gregory & Nortcliff 2103, 86) Eloperäisen aineksen määrästä puhuttaessa voidaan käyttää humus-nimitystä tarkoittamaan maa-aineksen sisältämän eloperäisen aineksen suhteellista osuutta kivennäisaineksen määrään verrattuna. (Soini 2009, 35) Humuksesta puhuttaessa voidaan myös tarkoittaa kasvualustan eloperäistä ainesta pois lukien hajoamaton tai vain osittain hajonnut aines eikä määperän eliöstö. (Gregory & Nortcliff 2013, 100) Eloperäisen aineksen määrän kasvaessa kasvualustan huokoisuus lisääntyy ja näin myös sen ilmapitoisuus ja vedenpidätyskyky, mutta sen vedenläpäisykyky pienenee. (Soini 2009, 35) Maatumisen alkuvaiheessa oleva aines tosin heikentää enemmän kasvualustan kantavuusominaisuuksia toisin kuin hyvin maatumus aines. Kasvualustan fyysisten rakenteiden lisäksi eloperäisellä aineksella on myös suuri vaikutus kasvualustan biologisiin ominaisuuksiin.

Kasvualustan koostumus ja rakenne ovat siis tärkeässä asemassa kasvin hyvinvointia ajatellessa. Käytännössä näiden tekijöiden suurin vaikutus näkyy kasvualustan huokosten määrän ja koon kautta mikä vaikuttaa kasvualustan ilmastukseen sekä vedenpidätyskykyyn. (Gregory & Nortcliff 2013, 240) Kasvualustan huokokset jaotellaan yleensä kokonsa mukaan makro- (>10um) ja mikrohuokosiin (<10um). (Eldor 2007, 36) Kasvualustan vesitaloudesta puhuttaessa mikrohuokokset voidaan edelleen jakaa kahteen eri ryhmään: kapillaarihuokosiin (1-10um) sekä adsorptiovesihuokosiin. Makrohuokosista käytetään vesitaloudessa nimitystä gravitaatiovesihuokokset. Huokosten koko vaikuttaa siihen kuinka vesi ja ilma liikkuvat ja pidättäytyvät kasvualustassa. Isoimmat, gravitaatiovesihuokokset, ovat usein ilman täyttämiä, sillä vesi valuu niistä ajan kanssa läpi. Niitä kutsutaankin usein ilmahuokosiksi. Gravitaatiovesihuokokset ovat hyvin tärkeitä sillä ne toimivat kasvualustan ilma- ja vesivarastoina sekä kaasujenvaihto tiloina. Mikrohuokosista 1-10 um kokoisia huokosia kutsutaan kapillaarihuokosiksi sillä niissä vesi liikkuu kapillaarisesti ylöspäin. Näiden huokosten avulla kasvi saa vettä kun gravitaatiovesihuokosten vesivarannot ovat tyhjentyneet. (Gregory & Nortcliff 2013, 274-275) Kasvualustan pienimmät huokokset, adsorptiovesihuokokset, sitovat kyllä vettä kasvualustaan, mutta ne tekevät sen niin tehokkaasti, että kasvit eivät tätä vettä pysty nesteytystarpeisiinsa suoranaisesti hyödyntämään. Sen sijaan adsorptiohuokosten veteen varastoituu liukoisuustasapainon vaikutuksesta ravinteita jotka siirtyvät takaisin kasvien hyödynnettäviin kun muut kasvualustan ravinteet on käytetty. Ravinteiden varastoimis ominaisuutensa lisäksi adsorptiohuokosilla on toinenkin tärkeä ominaisuus. Talvella niihin varastoitunut vesi jäätyy ja laajenee. Tämä kuohkeuttaa maata ja jään sulettua kasvualustaan muodostuukin parempi mururakenne ja sen huokoisuus lisääntyy merkittävästi.

2.1.2 Kemialliset ominaisuudet

Kasvin ravinnetalous on hyvin pitkälti kemiaa. pH ja johtokyky, ravinteiden sitoutuminen kasvualustaan, ovat kaikki kemiallisia ominaisuuksia jotka vaikuttavat siihen kuinka hyvin kasvi saa tarvitsemansa ravinteet niin lyhyellä kuin pitkälläkin aikavälillä. Osaan näistä tekijöistä pystytään ainakin lyhyellä aikavälillä vaikuttamaan lisäämällä kasvualustaan ravinteita lannoittamalla tai kalkitsemalla kasvualustaa happamuuden vähentämiseksi.

Kasvialustan sisältämät ravinteet ryhmitellään vesiliukoisiin, vaihtuviin ja vaikealiukoisiin, koska kasvi pystyy hyödyntämään niitä vain tietyssä kemiallisessa muodossa. (Gregory & Nortcliff 2013, 160; Bohn, McNeal & O'Connor 2001, 206-210) Pääasiällisin ravinteidenotto kasvilla tapahtuu juuriston kautta kasvialustassa olevasta vedestä. Suoraan hyödynnettävissä olevia ravinteita ovat vesiliukoiset ravinteet joita löytyy vapaasti liuenneena kasvialustan veteen. Nämä ovat yleensä ionimuodossa, mutta esimerkiksi booria esiintyy yleisesti boorihappomolekyylinä. Vaikka valmiiksi vesiliukoiset ravinteet ovat helposti kasvin hyödynnettävissä ne ovat myös alttiita esimerkiksi huuhtoutumiselle. Nämä vesiliukoiset ravinteet ovat kaliumia lukuunottamatta kasvin pääosainen ravinteiden lähde. (Gregory & Nortcliff 2013, 169)

Kasvialustan maahiukkasten pinnoille kuitenkin sitoutuu ravinteita sähköisesti turvaan huuhtoutumiselta. Osasta näin sitoutuneista ravinneioneista käytetään nimitystä vaihtuvat ravinteet. Vaihtuvat ravinteet ovat sitoutuneet maahiukkasiin, koska hiukkasissa oleva sähköinen varaus pyrkii neutraloitumaan. Näin ollen positiivisesti varautuneisiin hiukkasiin kiinnittyy negatiivisesti varautuneita ravinneanioneja ja negatiivisesti varautuneisiin hiukkasiin positiivisesti varautuneita ravinnekationeja. Sidos ei vaihtuvien ravinteiden tapauksessa ole kuitenkaan täysin pitävä. Hiukkasiin sitoutuneet ravinteet voivat vaihtua maanesteestä vastaavasti varautuneisiin ioneihin ja tästä johtuukin nimitys vaihtuva ravinne. (Bohn ym. 2001, 7)

Kasvialustan pH vaikuttaa negatiivisesti ja positiivisesti varautuneiden maahiukkaspintojen suhteellisiin määriin niin, että alhaisemmissa pH tasoissa positiivisesti varautuneiden pintojen määrä lisääntyy. Tämä vaikuttaa edelleen niihin sitoutuneiden ravinneionien määrään ja sidoslujuteen eli kasville käyttökelpoisten ravinteiden määrään maanesteessä. Kasvit saavat huonommin tarvitsemiaan ravinteita, mutta niille myrkyllisten aineiden liukoisuus ja näin myös pitoisuus maanesteessä lisääntyy. (Bohn ym. 2001, 272) Kasvialustan happamuus vaikuttaa myös välillisesti sen rakenteeseen, koska happamassa

ympäristössä esimerkiksi maata muokkaaville eliöille myrkyllisen alumiinin määrä lisääntyy. Happamien ympäristöjen alumiini on yhtä lailla myrkyllistä myös kasveille ja voi rajoittaa tai kokonaan pysäyttää niiden juuriston kasvun. (*Bohn ym. 2001, 272*) Kasvualustan koostumus voi kuitenkin niin sanotusti puskuroida happamuuden vaikutuksia sitomalla ravinnekierron ulkoa tulevia uusia happamoittavia oksoniumioneja. Vastaavasti kyseisiä ioneja saatetaan vapauttaa kiertoon jos kasvualustan pH uhkaa lähteä nousuun.

Viheralueiden kasvualustoissa valtaosa vesiliukoisten ja vaihtuvien ravinteiden keskinäisistä vaihdoista tapahtuu negatiivisesti varautuneilla hiukkaspinnoilla. Tätä negatiivisesti varautuneilla pinnoilla tapahtuvaa vaihtoa kutsutaan kationinvaihdoksi. Kasvualustan käyttökelpoista ravinteidenpidätyskykyä voidaan siis mitata sillä kuinka paljon siinä on sähköisesti varautunutta ominaispinta-alaa. Koska kationien vaihto on verrattain suurempi osa viheralueiden kasvualustan ravinnevaihdosta kuin anionien vaihto, kationinvaihtokapasiteetista voidaan käyttää mittarina kasvualustan ravinteidenpidätyskyvylle. (*Bohn ym. 2001, 206-210*) Kationinvaihtokapasiteetin yksikkönä käytetään cmol / kg. Eloperäisen aineksen kationinvaihtokapasiteetti määräytyy pitkälti sen maatumisasteen mukaan. Tumman, hyvin maatuneiden turpeen kationinvaihtokapasiteetti voi olla jopa yli kaksi kertaa suurempi kuin vähän maatuneen vaalean turpeen. Luonnostaan hyvän kationinvaihtokapasiteetin omaavat saves- ja humuspitoiset maat suuren ominaispinta-alansa sekä suotuisten sähköominaisuuksiensa johdosta.

Aina ravinteet eivät kuitenkaan kiinnity maahiukkasten pintaan vaihtuvaan muotoon. Toisinaan ravinneioni päätyy sitoutumiskohtaan johon se sopii täydellisesti ja tällöin muodostuva sidos on niin luja, että sitä ei toinen ravinneioni pysty syrjäyttämään. Tämän kaltaista sitoutumista kutsutaan spesifiseksi pidättäytymiseksi, koska se on kuin luotu olemaan. Tällainen spesifinen pidättäytyminen on yksi vaikealiukoisten ravinteiden muoto. Muita vaikealiukoisia ravinteita kasvualustasta löytyy itse sen rakenteesta. Kivennäis- ja eloperäinen aines sisältävät runsaasti ravinteita jotka ovat osa niiden rakennetta ja siten kasvien hyödyntämättömissä. Esimerkiksi osittain maatumaton eloperäinen aines sisältää vielä muunmuassa valkuaisaineita ja aminohappoja joita kasvi ei voi suoraan hyödyntää, mutta jotka mikrobiologisen hajoamisen myötä muuttuvat kasville käyttökelpoiseen muotoon. (*Bohn ym. 2001, 221-225*)

Vesiliukoisten ravinneionien riittävä määrä ja monipuolisuus maanesteessä on siis olennaista kasvin ravinnetalouden kannalta. Liian suurilla ravinnepitoisuuksilla on kuitenkin kääntöpuolensa, koska kasvi tarvitsee ravinteiden lisäksi myös vettä. Yksi kasvin vedenottoon vaikuttava tekijä on osmoottinen sitoutuminen jota kuvataan osmoottisella potentiaalilla. Osmoottisella sitoutumisella tarkoitetaan sitä kun vesimolekyylejä kiinnittyy esimerkiksi maanesteessä oleviin ravinneioneihin eli ne

hydratoituvat. Hydratoituneisiin ioneihin kiinnittynyt vesi ei ole kasvin hyödynnettävissä. Kasvin vedenotto perustuu siihen, että vesi yrittää tasoittaa potentiaalierot eli “vapaa vesi” virtaa korkeammasta potentiaalista matalampaan. Pitämällä soluissaan matalan osmoottisen potentiaalin kasvi saa veden virtaamaan itseensä päin. Kun maanesteessä on kuitenkin suhteessa kasvin soluihin runsaasti ravinneioneja eli senkin osmoottinen potentiaali on matala, kasvin vedenotto hidastuu. Vaikka vapaata vettä voi sitoutua muihinkin maanesteen osasiin kuin ravinneioneihin, antaa veteen liuenneiden ravinneionien määrä kuitenkin hyvän kuvan siitä kuinka kasvin vedensaanti onnistuu. Tätä määrää mitattaessa käytetään Suomessa yleensä johtolukua ($10 \times \text{mS} / \text{cm}$) tai johtokykyä (mS / m) ja muualla maailmassa $\text{dS} / \text{m}^{-1}$; tämä kuvastaa veden sähkönjohtavuutta (*Bohn, O'Connor, & Strawn 2015, 337-338*)

2.1.3 Biologiset ominaisuudet

Fysikaalisten ja kemiallisten ilmiöiden lisäksi kasvualustassa on paljon biologista toimintaa. Kaikki tämä biologinen toiminta perustuu passiiviseen eloperäiseen ainekseen kuten kuolleeseen kasvi- ja eliömateriaaliin, eliöiden erittämiin entsyymeihin ja lima-aineisiin sekä aktiivisiin maaperän eliöihin jotka kuluttavat ja samalla tuottavat lisää passiivista ainesta sekä muokkaavat sitä uuteen muotoon.

Maaperän eliöstö on pääasiallisesti passiivisen eloperäisen aineksen hajottaja eli maatumisen tekijä. Maatumisen yhteydessä aineksesta vapautuu tärkeimpinä kasvien kannalta ravinnesuoloja sekä vettä ja hiilidioksidia. Näiden aineiden lisäksi pitkäaikaisen maatumisen tuloksena syntyy orgaanista, hyvin pitkälle maatumutta ainetta, humusta. Humuksen merkitys kasvualustaan on moninainen. Fysikaalisesti humus on kevyttä ja huokoista ainetta joka antaa sille maata kuohkeuttavia ja kimmoisuutta lisääviä ominaisuuksia. Tämä lisää erityisesti kasvualustan ilmapuutusta ja vedenpidätyskykyä huokosten avulla sekä ehkäisee tiivistymistä. Humuksella on myös kyky puskuroida maaperän pH:n muutoksia, joskus hyvinkin paljon. Vaikka humuksen tarkkaa puskurointikykyä ei tiedetä niin yleisesti hyvin humuspitoisilla mailla on hyvä pH:n puskurointikyky. (*Stevenson 1982, 309*) Lisäksi humus parantaa kasvualustan ravinteiden varastointikykyä vähentäen näin ravinteiden huuhtoutumista. (*Sirviö 2004, 44-48*)

Siinä missä humus on yksi kasvualustan tärkeimmistä passiivisista komponenteista, laaja ja hyvin voiva maaperäeliöstö on hyvin tärkeä aktiivinen tekijä. Hyvin voivan kasvualustan eliöstö on monipuolista ja runsasta aina bakteereista ja sienistä sukkulamatoihin ja lieroihin. Esimerkiksi sienet ovat mikro-organismeista tehokkaimpia maaperän yhteensitojia. (*Warrick 2002, 269*) Osa mikrobeista käyttää eloperäistä

ainesta ravintonaan ja ruokaillessaan hajottaa sitä tehokkaasti vapauttaen esimerkiksi kasvien käyttöön tärkää tyypeä ja hiiltä, mutta myös maaperää yhteensitovia polysakkarideja. (Warrick 2002, 269) Tärkeä rooli mikrobeilla on myös fosforin, rikin, raudan, kalsiumin, kaliumin, mangaanin, magnesiumin, alumiinin, seleenin ja arseenin vapauttamisessa muille eliöille hyödynnettävään muotoon.

Vaikka kasvualustan eliöstöllä on tärkeä rooli kasveihin nähden välillisesti kasvualustan kautta, useat maaperän eliöt ovat myös suorassa vuorovaikutuksessa kasvien ja toistensa kanssa. Tämä vuorovaikutus saattaa olla kasveihin nähden symbioottista, parasiittista tai patogeenista. Symbioottisessa suhteessa kasvi ja bakteeri tai sieni hyötyvät molemmat keskinäisestä vuorovaikutuksesta kuten esimerkiksi hyödyllisten Rhizobium-bakteerien (The Rhizobium – Legume symbiosis) ja useiden mykorritsa sienijuuriin tapauksissa. (Chamola, Mukerji & Singh 2000, 27-28) Siinä missä symbioottinen vuorovaikutus hyödyttää kasvia, parasiittinen ja patogeeninen haittavat sitä ja molemmat tapaukset saattavatkin johtaa kasvin kuolemaan. Hyviä esimerkkejä kasvia haittaavista maaperän eliöistä ovat Fusarium-sienet ja haitalliset Agrobacterium-suvun bakteerit (Vidaver, A. K. & Lambrecht P. A.). Myös epäsuorasti kasvia hyödyttäviä eliöitä kuten haitallisia sukkulamatoja ravintona käyttäviä sieniä ja muita bakteereita tuhoavia bakteerikantoja saattaa esiintyä maaperässä ja niiden tutkimusala onkin kasvanut biologisten torjuntakeinojen kysynnän kasvaessa. (Elsas van, Jansson & Trevors 2007, 179-181)

Maaperän isoimpiin eliöihin kuuluvat erilaiset lierot ovat kasvualustan makrofaunan tärkeimpiä tekijöitä. Eri lierolajit kaivavat lajilleen tyypillisiä käytäviä joko kasvualustan pintakerroksissa tai jopa yli metrin syvyyteen kuten kastelieroit. Kastelieroit käyttävät edistävät huomattavasti maaperän vedenläpäisy- ja kaasunvaihtokykyä, mutta myös muiden lieroit ja maaperäeliöit muokkaamat kulkureitit parantavat kasvualustan huokoisuutta. (Warrick 2002, 272)

2.2 Kasvien hoidon ja ympäristön vaikutus

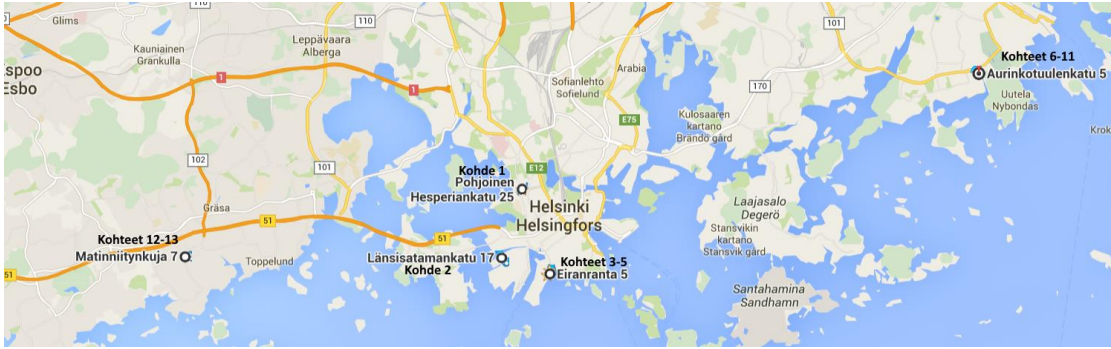
Siinä missä kasvualusta luo perustan kasvin menestymiselle, ympäristö tarjoaa edellytykset menestymisen jatkuvuudelle ja kasvualustan kosteus sekä lämpötila ovat olennaisia ilmastollisia tekijöitä. (Eldor 2007, 48) Ihmisten tekemissä rajatuissa kasvualustoissa tämä tarkoittaa usein aktiivista hoitoa tai istutuksen rakentamista niin, että luonto tekee tehtävänsä ilman ihmisen jatkuvaa apua. Useammin kuin lämpötila, kosteus on rajoittava tekijä kasvualustan biologisten prosessien tehokkaalle jatkuvuudelle, kuten kasvien kasvulle ja maaperän mikro-organismien toiminnalle. (Eldor 2007, 48)

3 KANSIPIHASELVITYKSEN AINEISTO

Viheraluerakentajat ry teki 2013 keväällä kyselyn jäsenyhteisöilleen, jossa kysyttiin kiinnostusta ehdottaa kansipihakohteita kasvualustamittauksia varten. Vain LOCI Maisema-arkkitehdit Oy vastasi kyselyyn ja ehdotti suunniteltavia kohteita, jotka on listattu taulukossa 1 ja liitteessä 1. Kohteiden maantieteelliset sijainnit näkyvät kuvassa 1.

Taulukko 1. Kansipihaselvityksen kohteet Helsingissä ja Espoossa

Kohdenumero	Kohteen osoite	Kohteen valmistusmisvuosi
Kohde 1	Pohjoinen Hesperiankatu 25	2012
Kohde 2	Länsisatamankatu 17	2012
Kohde 3	Eiranranta 3-5, As Oy Eiranrantakanava ja -kallio	2008
Kohde 4	Piritanaukio 3	2008
Kohde 5	Eiranranta 7, As Oy Eiranrantapuisto	2008
Kohde 6	Aurinkotuulenkatu 3, As Oy Helsingin Cappuccino	2008-10
Kohde 7	Aurinkotuulenkatu 5, As Oy Helsingin Espresso	2008-10
Kohde 8	Aurinkotuulenkatu 7, As Oy Helsingin Mocca	2008-10
Kohde 9	Leikosaarentie 50, As Oy Helsingin Macchiato	2008-10
Kohde 10	Vuotie 59, As Oy Helsingin Pippuri	2008-10
Kohde 11	Vuotie 61, As Oy Helsingin Kaneli	2008-10
Kohde 12	Matinniitynkuja 7, As Oy Espoon Taidemaalari	2012
Kohde 13	Matinniitty 1, As Oy Espoon Kokki	2011



Kuva 1. Kansipihojen kasvualustatutkimuksessa mukana olleiden 13 kansipihakohteen sijainnit kartalla Helsingissä ja Espoossa vuosina 2013 ja 2014.

Opinnäytetyön kohteet valittiin siis työn tilaajan avustuksella LOCI Maisema-arkkitehdit Oy:n suunnittelemista kohteista. Kohteita rajaavia tekijöitä olivat alun perin kansipihat ja niillä sijaitsevat rajatut kasvualustat (kuva 2). Läheskään kaikkia toivottuja esitietoja ei kohteista saatu, kuten valmiita kasvilistoja, tietoja käytetyistä kasvualustoista tai kasvualustojen tilavuuksia. Työ päätettiin kuitenkin tehdä niillä tiedoilla ja materiaaleilla joita oli saatavilla.



Kuva 2. Kasvualustatutkimuksessa mukana olleiden 13 kansipihakohteen yleiskuvat Helsingissä ja Espoossa vuosina 2013 ja 2014. Kuvien kohteet ovat taulukon 1 mukaisessa numerjärjestyksessä, vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas.

3.1 Kohdesijainnit ja esitiedot kohteista

Tutkittujen kohteiden sijainnit voi jakaa kolmeen eri ryppäeseen. Kaikki ryppäät sijaitsivat Etelä-Suomessa pääkaupunkiseudulla. Ensimmäinen kohderypäs sijaitsi Helsingin keskustan alueella Eirassa, Ruoholahdessa sekä Hesperiankadulla ja siihen kuuluivat kohteet 1-5. Toinen ryppäs sijaitsi Helsingin Vuosaarissa Pomeranssikortteliksi kutsutulla alueella; tähän ryppäeseen kuuluivat kohteet 6-11. Kolmas ryppäs sijaitsi Espoon Matinkylässä ja siihen kuuluivat kohteet 12 ja 13.

Valmiita kasvilistoja kohteista ei ollut saatavilla, joten kohteissa olevat kasvit tunnistettiin paikan päällä Suomen puu- ja pensaskasviota apuna käyttäen sekä myöhemmin kohteista otettuja kuvia hyödyntäen. Tunnistettujen kasvien lista löytyy taulukkomuodossa liitteestä 2. Myöskään kohteissa käytettyjen kasvualustojen koostumuksesta, tilavuudesta tai muista rakenteista, esimerkiksi kastelujärjestelmistä tai veden varastoimiseen käytetyistä vuorivillalevyistä ei ollut esitietoja. Kaikki kasvualustaa koskeva aineisto perustuu täten itse kerättyihin näytteisiin. Kohteista ei ollut saatavilla niiden hoitotietoja. Ei siis ole ollut tiedossa onko osassa kohteista ollut tutkimuksen aikana ylimääräistä kastelua tai kuinka paljon kohteissa on suoritettu rikkakasvien torjuntaa eikä mahdollisista täydennysistutuksista ole tietoja.

4 MITTAUKSET

Opinnäytetyöhön valittiin mitattaviksi suureiksi kasvualustan tiiviys, vedenläpäisykyky, eloperäisen aineksen määrä, raekokojakauma sekä pH ja johtokyky. Näihin suureisiin päädyttiin yhteistyössä työn ohjaajan kanssa, sillä ne oli mahdollista suorittaa pääosin olemassa olevalla kalustolla ja sopivat työn tarpeisiin.

Kasvualustan tiiviys kohteissa mitattiin penetrologgerin avulla. Kun kohdekäynnit olivat ohi, penetrologgerin tiedot siirrettiin tietokoneelle Eijkelkamp Penetroviewer 6.08 -ohjelman avulla. Kaikista kohteista ei saatu tarpeeksi dataa kasvualustan tiiviyden määrittämiseksi; tämä johtui usein kasvualustakerroksen ohuudesta. Puutteellisten tietojen johdosta kasvualustan tiiviys jätettiin pois opinnäytetyön tuloksista.

Maanäytteet otettiin kohteissa maanäytekiralla. Kohteesta valittiin silmämääräisesti sitä parhaiten edustava alue, jolta näytteitä otettiin. Näytteitä otettiin keskimäärin viisi kairallista ja ne kerättiin paperipusseihin. Myöhemmin maanäytteitä ilmakuivattiin sanomalehtipaperin päällä tavallisessa huoneilmassa usean viikon ajan. Ilmakuivauksen jälkeen näytteet pussitettiin uudestaan paperipusseihin. Kohteista kerättyjä samoja maanäytteitä käytettiin eloperäisen aineksen, pH:n ja johtokyvyn määrittämiseen sekä seulontaan. Vedenläpäisykyvyn määrittämiseen kerättiin erilliset maanäytteet samoja keruumenetelmiä käyttäen.

Vedenläpäisykyvyn mittaamiseen käytettiin soveltaen (Guidelines for the Planning, Execution and Upkeep of Green-roof sites, 2002, 77-80) julkaisussa kuvailtua menetelmää. Testien soveltamisesta johtuen tulokset eivät ehkä ole vertailukelpoisia työn ulkopuolisten testien kanssa, ainoastaan keskenään. Pääasiallinen ero opinnäytetyössä käytetyssä

menetelmässä ja FLL:n julkaisussa oli 0,6 mm suodatinverkon ja suodatinkankaan puuttuminen tämän työn mittauksissa.

Eloperäisen eli orgaanisen aineksen määrä selvitettiin näytteistä polttamalla (Kuva 3). Näytteitä oli esikuivattu huoneilmassa sanomalehtien päällä usean viikon ajan, jonka jälkeen ne säilöttiin kuivissa paperipusseissa. Laboratoriotöistä ensimmäisenä mitta-astiat punnittiin ilman näytteitä ja tulos merkittiin ylös. Tämän jälkeen astioihin asetettiin keskimäärin 20g maa-ainesta ja punnittiin uudelleen. Maa-ainesta sisältävät astiat asetettiin uuniin, jonka lämpötila oli 699c. Polttoaika oli kolme tuntia kolmekymmentäkolme minuuttia. Oudot numeroarvot johtuivat uunin rikkinäisestä numeronäppäimistöä. Polton jälkeen näytteiden annettiin jäähtyä yön yli laboratorion tiloissa. Seuraavana päivänä näyteastiat punnittiin kolmannen kerran. Orgaanisen aineksen määrä saatiin painoprosentteina jakamalla kolmannen ja toisen punnituksen erotus toisen ja ensimmäisen punnituksen erotuksella ja kertomalla saatu luku sadalla.



Kuva 3. Kansipihojen 2013 kasvualustatutkimuksen maanäytteitä joista on polttamalla hävitetty orgaaninen aines. Kuva on otettu HAMK Lepaan kampuksen laboratoriosta.

Kasvialustan pH mitattiin HAMK Lepaan toimipisteen laboratorion tiloissa elektronisella pH-mittarilla (Kuva 4). Kunkin kohteen maanäytteestä mitattiin erikseen 20 ml maa-ainesta mittalasiin ja 50 ml vettä pipetillä. Maa-aines ja vesi sekoitettiin lasisauvalla ja jätettiin laboratorioon odottamaan yön yli. Seuraavana päivänä pH-mittari kalibroitettiin 4 ja 7 pH:n kalibrointiliuoksissa. Jokainen näyte sekoitettiin vielä erikseen puhtaalla lasisauvalla, jonka jälkeen näytteistä mitattiin pH yksitellen. pH-mittarin anturi asetettiin mittalasiin antamatta sen kuitenkaan koskea pohjaa. Kun mittarin lukema oli tasaantunut, lukema kirjattiin ylös. pH-mittari puhdistettiin mittausten välissä ionivaihdetulla vedellä.



Kuva 4. Kansipihojen 2013 kasvialustatutkimuksen maanäytteiden pH mittauksia HAMK Lepaan kampuksen laboratoriossa.

Johtokyky mitattiin samoista näytteistä kuin pH. Johtokykymittarin anturiossa asetettiin pH-mittarista poiketen näyteastian pohjaan kiinni. Mittarin lukeman tasaannuttua lukema kirjattiin ylös.

Näytteistä oli tarkoitus mitata raekokojakaumaa kuivaseulonnan avulla, mutta työn tämä osuus päättyi seulontaan. Näytteestä asetettiin noin kymmenen ruokalusikallista maa-ainesta seulasarjaan, jonka silmäkoot olivat 8, 4, 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125 ja 0,063 mm. Seulan annettiin olla päällä kolme minuuttia, jonka jälkeen jokaiseen seulan kerrokseen jäänyt maa-aines punnittiin erikseen. Opinnäytetyön edistyessä päätettiin olla piirtämättä seulonnan pohjalta rakeisuuskäyriä, mutta seulonnan tulokset löytyvät liitteestä 3.

Kuntoarviointia suoritettiin kohteissa jokaisella kohdekäynnillä. Kuntoarvioinnissa hyödynnetty arviointitaulukko (Liite 4) sekä sen arviointiluokat (Liite 5) määriteltiin itse, mutta ne pohjautuvat vastaavassa opinnäytetyössä (Pätiälä 2013) käytettyihin arviointikriteereihin. Arviointitaulukko koostuu viidestä arviointikriteeristä jotka ovat vauriot, väri, kasvu, peittävyys ja yleiskunto. Jokainen kriteeri arvioitiin asteikolla 1-4. Asteikko pidettiin 4 -portaisena jotta välttyttäisiin helpolta ”keskiverto” -arvosanalta, kuten 1-5 asteikolla voisi käydä.

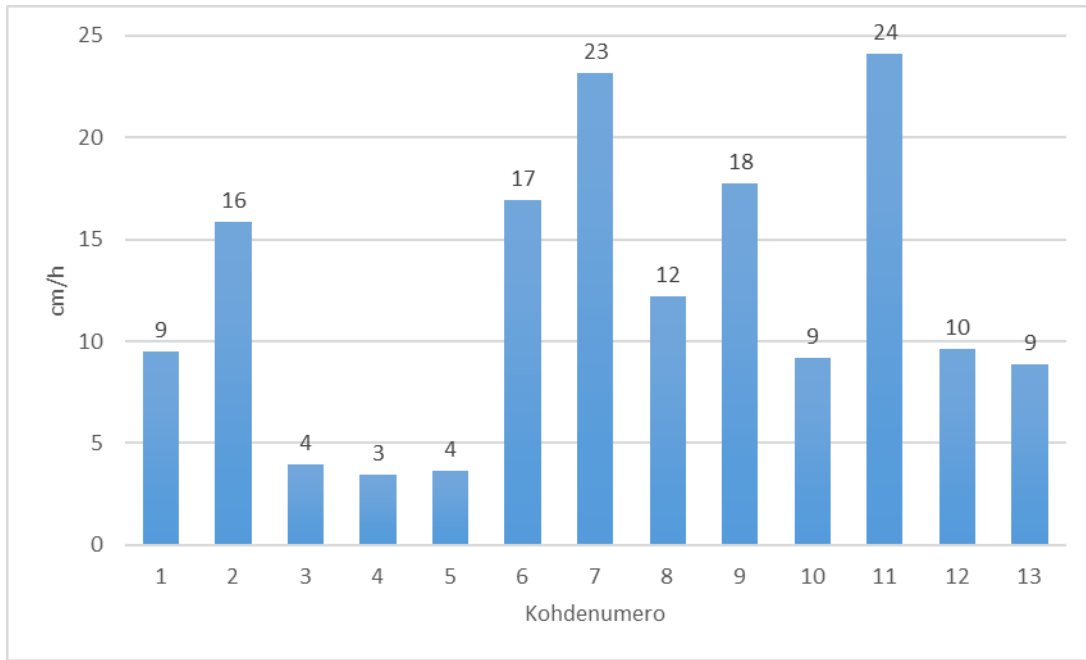
Kohteiden mikroilmastoa arvioitiin silmämääräisesti. Kasvien kuntoarviointeja suoritettaessa huomioon otettiin pääasiassa varjostavat ja sateensuojina toimivat rakennukset sekä rakennelmat.

5 MITTAUSTEN TULOKSET JA TULKINTA

Kohteista saatuja mittaustuloksia verrattiin johtokyvyn, pH:n sekä orgaanisen aineksen osalta Viherympäristöliiton vuoden 2015 suositukseen kasvualustaohjearvoiksi (Liite 6). Näistä vertauksista mittausten pH-arvot osuivat ohjearvojen alapäähän melko hyvin (vertaa Kuva 5 ja Liite 6), kun taas johtokyky oli lähes kaikissa kohteissa selvästi ohjearvoja matalampi (vertaa Kuva 6 ja Liite 6). Orgaanisen aineksen mittaustulokset sen sijaan vaihtelivat kohteittain ohjearvojen alapäästä jopa yli suositusarvojen (vertaa Kuva 7 ja Liite 6).

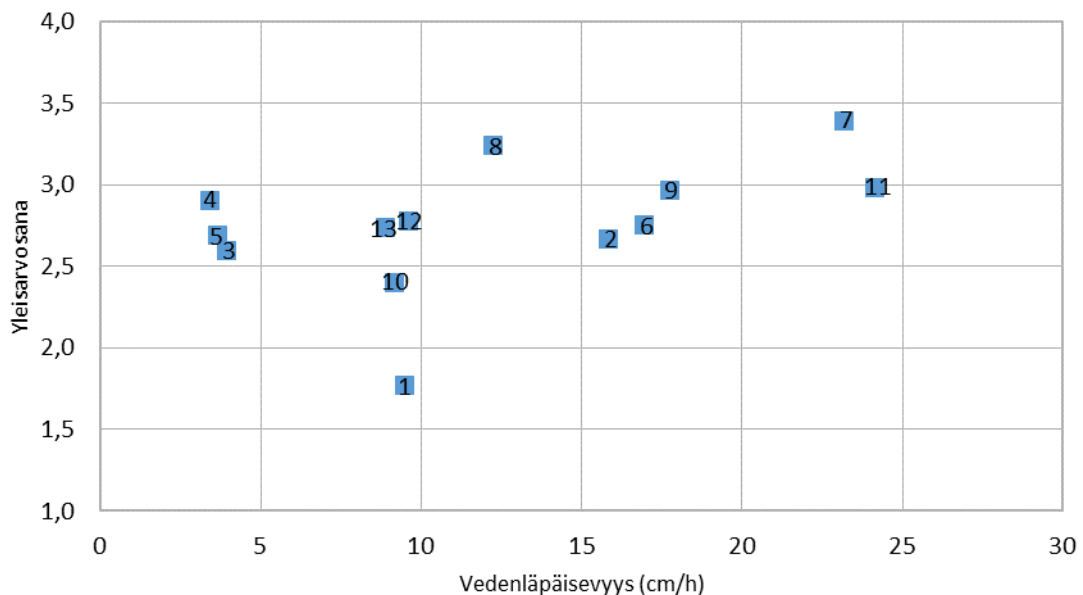
5.1 Fysikaaliset ominaisuudet

Vedenläpäisykyvyn mittauksista saadut tulokset vaihtelivat suuresti kohteesta toiseen (Kuva 3). Pienimmän vedenläpäisykyvyn omaisi kohde 4 (3 cm / h) kun taas koeryhmän isoin arvo oli noin seitsemän kertaa tätä suurempi (24 cm / h, kohde 11). Koeryhmän vedenläpäisevyyden keskiarvo (12 cm / h) sijoittui hyvin lähelle näiden ääripäiden keskiarvoa (14 cm / h).



Kuva 3. Kansipihakohteista 2013 tehtyjen vedenläpäisevyys testien tulokset kohteittain.

Koska vedenläpäisevyydelle ei oltu esitetty ohjearvoja Viherympäristöliiton taholta, päätettiin mittausten tuloksia verrata suoraan kasvien kuntoarvioinnin tuloksien painotetun keskiarvon yleisarvosanaan (Kuva 4). Vaikka kuvasta 4 onkin havaittavissa lievää nousevaa trendiä suuren vedenläpäisevyyssarvon ja hyvän yleisarvosanan välillä, eivät tulokset ole tarpeeksi selkeitä keskinäisen korrelaation toteamiseen.

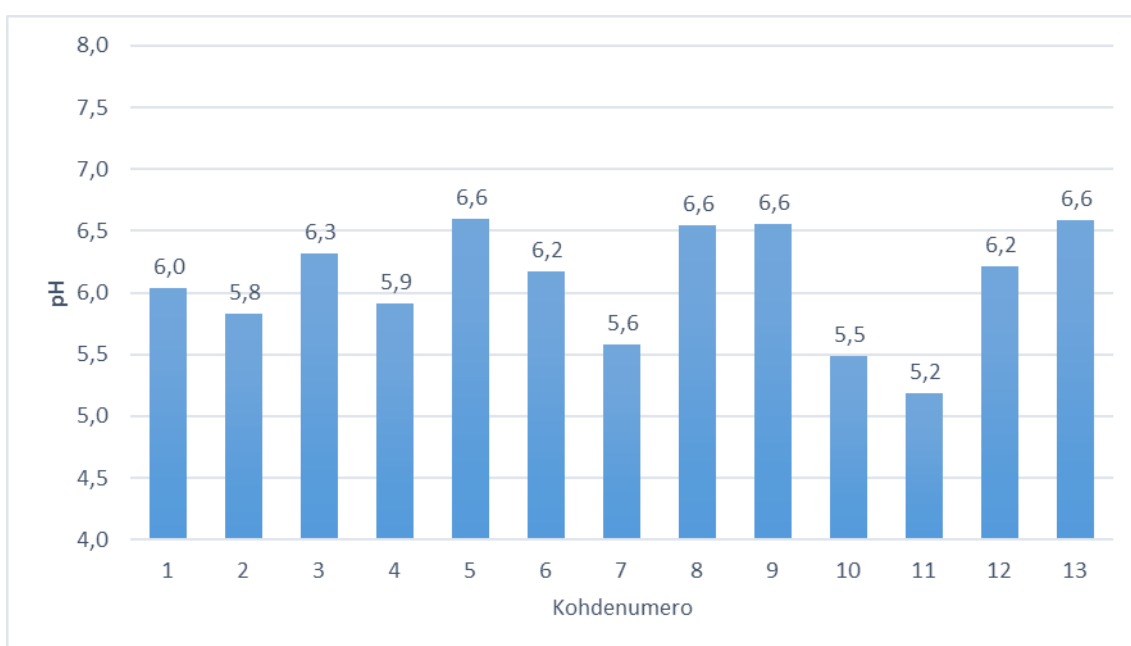


Kuva 4. Kansipihakohteista 2013 tehtyjen vedenläpäisevyys testien tulosten vertailu vuosina 2013-2014 suoritettujen kasvien kuntoarviointien yleisarvosanaan (painotettu keskiarvo). Pisteet on numeroitu kohteittain.

Vaikka raekokojakauma päätettiin jättää pois lopullisesta työstä, seulonnan tulokset löytyvät liitteestä 3. Vaihtelu oli näissä mittaustuloksissa melko olematonta.

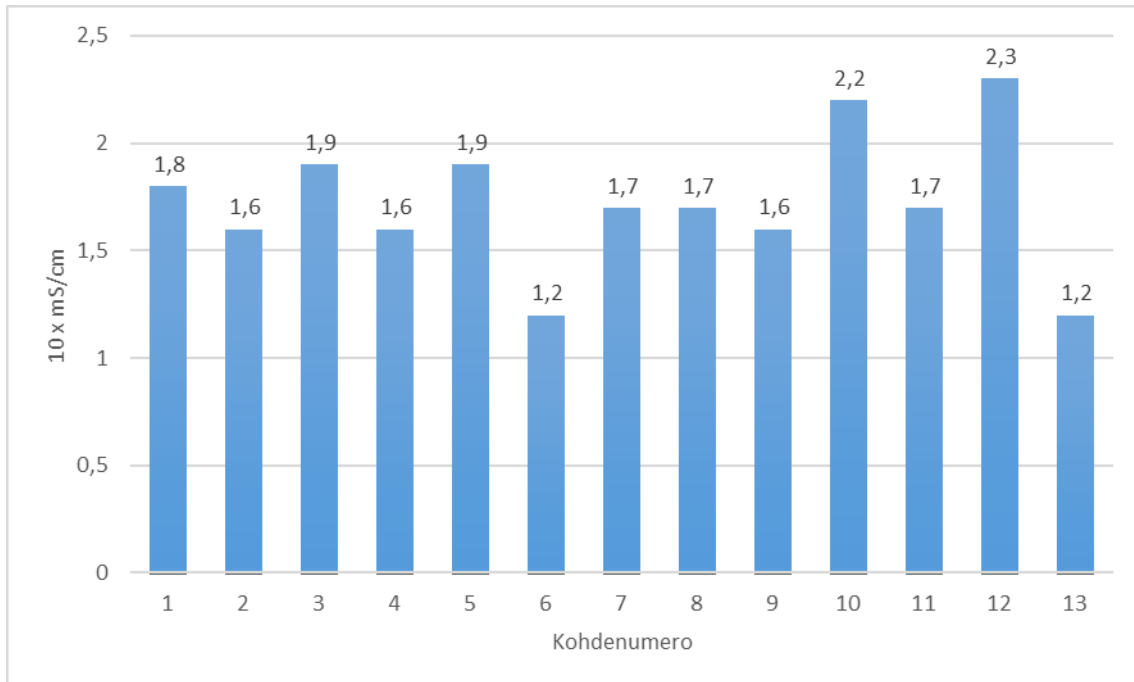
5.2 Kemialliset ominaisuudet

pH:n vaihteluväli mittaustuloksissa oli 5,2-6,6 (Kuva 5) ja keskiarvo 6,1. Mittaustulosten arvot olivat Viherympäristöliiton suositusten (liite 6) puitteissa.



Kuva 5. Kansipihakohteista 2013 otettujen maanäytteiden pH-arvot kohteittain.

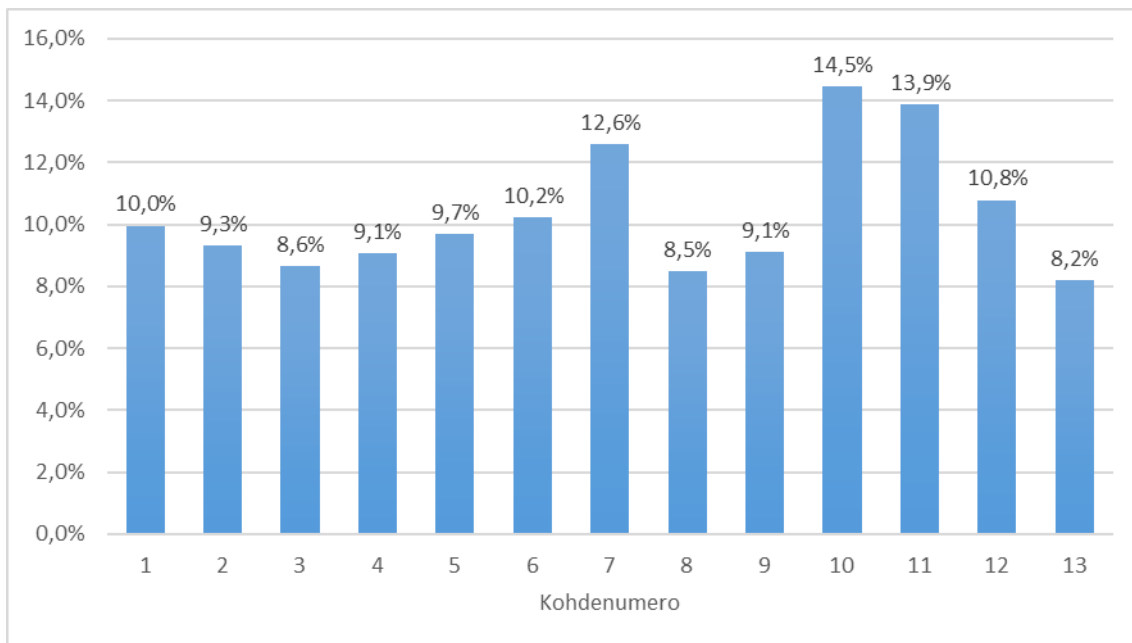
Johtoluku vaihteli mittaustuloksien välillä melko vähän (Kuva 4). Poikkeuksena kuitenkin pidettäköön matalinta tulosta (1,2 mS / cm, kohde 13) sillä seuraavaksi matalin tulos (1,6 mS / cm, kohteet 2, 4 ja 9) oli hyvin lähellä keskiarvoa (1,7 mS / cm). Korkeimman 2,3 mS / cm arvon omasi kohde 12 joka oli samassa kohderyppäessä kuin kokeen matalimman arvon omannut kohde 13. Kokeen johtoluvun arvot olivat selvästi matalammat kuin mitä Viherympäristöliiton 2015 suositukset (Liite 6) antaisivat



Kuva 6. Kansipihakohteista 2013 otettujen maanäytteiden Johtoluku-arvot kohteittain.

5.3 Biologiset ominaisuudet

Orgaanisen aineksen mittaustulokset osoittautuivat osassa kohteita melko suuriksikin (kuva 7), mutta pääosin ne osuivat Viherympäristöliiton ohjearvojen (liite 6) puitteisiin.



Kuva 7. Kansipihakohteista otettujen maanäytteiden orgaanisen aineksen prosenttiosuus kohteittain.

5.4 Mittaustulosten keskinäinen vertailu sekä vertailu kasvien arvioinnin tuloksiin

Kokeen mittaustulosten pH:n ja johtokyvyn välillä esiintyi kaksijakoista korrelaatiota (kuvat 5 ja 6). Kohteiden 1-5, 8 & 9 tapauksissa pH:n ja johtokyvyn arvot korreloivat positiivisesti, mutta kohteet 7 & 10-12 viittasivat negatiiviseen korrelaatioon.

Vedenläpäisevyyden ja orgaanisen aineksen määrän korrelaatio oli kokeen tulosten perusteella myös kaksijakoinen. Siinä missä kohde 10 omasi kohderyppäänsä (kohteet 6-11) pienimmän vedenläpäisyarvon 9 cm/h, sillä oli suurin orgaanisen aineksen pitoisuus 14,5%. Täysin päinvastaista korrelaatiota sen sijaan esiintyi samassa kohderyppäessä kohteilla 7 ja 11. Kohteen 7 vastaavat arvot olivat 12,6% ja 23 cm/h. Kohteen 11 arvot olivat 13,9% ja 24 cm/h. Kohteissa 7 ja 11 siis suuri orgaanisen aineksen pitoisuus korreloi suuren vedenläpäisykyvyn kanssa.

Muuta kohderyppästään (kohteet 6-11) matalamman pH:n ja korkeamman johtoluvun sekä alhaisemman vedenläpäisevyyden omannut kohde 10 (kuvat 3, 5 ja 6) pärjäsikin arvioinnissa (liite 4) huonommin kuin alueensa verrokkit. Kohteen 10 hienoaineksen määrä (liite 3) oli myöskin ryppään pienin.

Mittaustulosten keskiarvojen vertailu kasvien kuntoarviointiin (liite 4, PKA Yleisarvosana) tuotti mielenkiintoisen tuloksen. Huonoimman yleisarvosanan saanut kohde 1 (1,8) ja parhaan arvosanan saanut kohde 7 (3,4) osuivat molemmat mittaustuloksiltaan hyvin lähelle kaikkien kohteiden keskiarvoja (taulukko 2.) Suurin ero kohteiden välillä oli vedenläpäisevyydessä, jossa kohde 1 sijoittui mittaustulosten keskialueelle kun taas kohteella 7 mittausarvo oli koeryhmän toiseksi suurin. Mittaustulosten suurimman vedenläpäisevyysarvon omannut kohde 11 pärjäsi myös arvostelussa keskiarvoa paremmin. Kuitenkin mittausten matalimmat vedenläpäisevyys arvot omanneita kohteita 3-5 tarkasteltaessa tuli ilmi, että myös nämä kohteet olivat saaneet arvostelussa keskiarvoa paremmat tai sitä hyvin lähellä olleet pisteet.

Taulukko 2. Kansipihakohteiden 1, 3, 4, 5, 7 ja 11 mittaustulosten ja yleisarvosanan keskinäinen vertailu sekä vertailu koeryhmän keskiarvoihin.

	Johtoluku (10 x mS/cm)	pH	Orgaanisen aineksen pitoisuus (painoprosentteina)	Vedenläpäisevyys (cm/h)	Yleisarvosana (PKA)
Kohde 1	1,8	6,0	10	9	1,8
Kohde 3	1,9	6,3	8,6	4	2,6
Kohde 4	1,6	5,9	9,1	3	2,9
Kohde 5	1,9	6,6	9,7	4	2,7
Kohde 7	1,7	5,6	12,6	23	3,4
Kohde 11	1,7	5,2	13,9	24	3,0
Koeryhmän keskiarvo	1,7	6,1	10,3	12,2	2,8

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA

Kansipihoihin keskittyneessä opinnäytetyössä ei löydetty kasvualustamittausten ja kasvien kuntoarvioinnin perusteella selkeää yksittäistä mitattavaa tekijää tai niiden yhdistelmää joka olisi ratkaisevasti vaikuttanut kasvien menestymiseen. Tutkimuksessa oli kuitenkin monia puuttuvia tekijöitä ja taustatietoa joka olisi voinut helpottaa mittausten suorittamista ja niiden tulosten arviointia kuten valmiit kasvilistat, tarkat tiedot käytetyistä kasvualustoista sekä hoitotiedot. Kansipihojen rajattujen kasvualustojen tapauksessa hoidon merkitys voi erityisesti kuivina kesinä olla hyvinkin suuri.

Hyvien esivalmistelujen, aikataulutuksen ja työn perinpohjaisen suunnittelun sekä muistiinpanojen merkitys selveni itse työn edetessä. Myös arvostus kunnan työvälineistöä kohtaan kasvoi.

Tämä opinnäytetyö luo kuitenkin pohjaa mahdollisille jatkotutkimuksille esimerkiksi uusien opinnäytetöiden muodossa, kuten samojen kansipihojen menestyminen tulevina vuosina tai kansipihojen kasvualustassa tapahtuvat muutokset ajan kanssa.

7 LÄHTEET

Bohn, H. L., McNeal, B. L. & O'Connor, G. A. 2001. Soil Chemistry, John Wiley & Sons Inc.

Bohn, H. L., O'Connor, G. A. & Strawn, D. G. 2015. Soil Chemistry, John Wiley & Sons Inc.

Chamola, B. P., Mukerij, K. G. & Singh, J. 2000 Mycorrhizal Biology, Kulwer Academic/ Plenum Publishers, New York

Eldor, A. P. 2007. Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry, third edition. Academic press imprint of Elsevier

Elsas van, J. D., Jansson, J. K. & Trevors, J. T. 2007 Modern Soil Microbiology, CRC Press, Taylor & Francis Group LLC

Eskelinen, K. 2008 Viherkattojen kasvualustat ja lannoitus, Kandidaatintutkielma, Helsingin yliopisto, Soveltavan biologian laitos, Puutarhatiede

Gregory, P. J. & Nortcliff, S. 2013, Soil condition and plant growth, John Wiley & Sons, Ltd., Publication, Blackwell Publishing limited

Guidelines for the Planning, Execution and Upkeep of Green-roof sites, 2002, FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau)

Sirviö J. 2009. Viheralueiden kasvualustat, Viherympäristöliitto ry, julkaisu 31. 2. painos.

Soini, T. 2009. Viherrakentajan käsikirja. Viherympäristöliitto ry, julkaisu 44. Tampere: Esa Print Oy

Stevenson, F. J. 1982. Humus chemistry Genesis, Composition, Reactions. John Wiley & Sons Inc. New York

Warrick, A.W. 2002. Soil physics companion, CRC press LLC

Sähköiset lähteet:

The Rhizobium – Legume symbiosis

<https://www.jic.ac.uk/science/molmicro/Rhizo.html>, John Innes Centre
viitattu 16.3.2016

Vidaver, A. K. & Lambrecht P. A. Bacteria as Plant Pathogens

<http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/pathogengroups/pages/bacteria.aspx>, The American Phytopathological Society, viitattu 25.2.2016

KOHDELUETTELO

Kohdenumero	Kohteen osoite	Kohteen Valmistumisvuosi
Kohde 1	Pohjoinen Hesperiankatu 25	2012
Kohde 2	Länsisatamankatu 17	2012
Kohde 3	Eiranranta 3-5	2008
Kohde 4	Piritanaukio 3	2008
Kohde 5	Eiranrannanpuisto 7	2008
Kohde 6	Aurinkotuulenkatu 3, As Oy Helsingin Cappuccino	2008-10
Kohde 7	Aurinkotuulenkatu 5, As Oy Helsingin Espresso	2008-10
Kohde 8	Aurinkotuulenkatu 7, As Oy Helsingin Mocca	2008-10
Kohde 9	As Oy Helsingin Macchiato	2008-10
Kohde 10	As Oy Helsingin Pippuri	2008-10
Kohde 11	As Oy Helsingin Kaneli	2008-10
Kohde 12	Matinniitynkuja 7 As Oy Espoon Taidemaalari	2012
Kohde 13	Matinniitty 1 As Oy Espoon Kokki	2011

KOHTEIDEN KASVILISTA

Kasvilaji	Kohde 1	Kohde 2	Kohde 3	Kohde 4	Kohde 5	Kohde 6	Kohde 7	Kohde 8	Kohde 9	Kohde 10	Kohde 11	Kohde 12	Kohde 13
<i>Acer platanoides</i>				X									
<i>Acer tataricum</i> ssp. <i>ginnala</i>												X	
<i>Alchemilla mollis</i>				X		X				X	X		
<i>Aristolochia macrophylla</i>	X												
<i>Aronia</i> sp.		X				X	X			X			
<i>Asarum</i> sp.		X											
<i>Celastrus orbiculatus</i>	X												
<i>Crataegus</i> sp.											X		
<i>Dasiphora fruticosa</i>							X	X					
<i>Geranium</i> sp.			X			X	X	X	X				
<i>Hippophae rhamnoides</i>			X		X						X		X
<i>Juniperus</i> sp.					X								
<i>Microbiota decussata</i>			X	X	X								
<i>Pachysandra terminalis</i>	X												
<i>Parthenocissus</i> sp.			X					X			X		
<i>Pinus mugo</i>						X		X	X	X			
<i>Prunus pumila</i> var. <i>depressa</i>					X								X
<i>Rhododendron</i> sp.	X		X	X	X		X						
<i>Ribes glandulosum</i>			X		X				X		X	X	X
<i>Rosa</i> sp.								X					
<i>Salix glauca</i> var. <i>callicarpaea</i> 'Haltia'												X	
<i>Spiraea</i> sp.							X			X			X
<i>Stephanandra incisa</i> 'Crispa'								X	X	X	X		

SEULONNAN TULOKSET

Kohdenumer	Seulan koko	8mm	4mm	2mm	1mm	0,5mm	0,25mm	0,125mm	0,063mm	Pohja	Yhteensä
0											
1		611,3g	536,2g	399,9g	351,7g	352,3g	329,4g	293,5g	265,4g	385,7g	3525,3g
2		609,9g	536,7g	399,1g	349,3g	347,0g	324,9g	298,6g	270,0g	388,5g	3523,9g
3		613,2g	535,5g	399,4g	350,1g	348,4g	324,3g	292,7g	267,0g	388,1g	3518,6g
4		610,8g	538,1g	398,8g	349,7g	349,4g	327,2g	295,0g	265,5g	386,2g	3520,7g
5		611,4g	536,8g	399,8g	350,9g	349,8g	326,1g	293,7g	266,0g	386,4g	3520,7g
6		613,7g	538,6g	398,1g	349,8g	348,9g	326,5g	294,3g	265,3g	385,2g	3520,5g
7		609,9g	536,0g	396,9g	437,9g	348,5g	327,3g	293,3g	264,8g	385,0g	3599,8g
8		612,0g	538,4g	399,6g	349,4g	347,7g	324,6g	291,7g	264,8g	387,0g	3515,2g
9		611,1g	537,7g	398,3g	348,8g	347,0g	322,6g	290,4g	266,6g	389,5g	3511,9g
10		621,0g	535,4g	398,4g	350,0g	350,6g	329,8g	291,8g	262,3g	383,9g	3523,1g
11		614,0g	538,8g	398,8g	349,2g	349,0g	326,0g	291,1g	263,5g	384,7g	3515,0g
12		613,9g	537,8g	399,3g	349,6g	347,8g	325,9g	298,9g	269,2g	387,0g	3529,3g
13		615,2g	539,2g	402,3g	354,0g	352,3g	325,4g	287,5g	262,0g	384,5g	3522,4g
Keskiarvo		612,9g	537,3g	399,1g	357,0g	349,1g	326,2g	293,3g	265,6g	386,3g	

KASVUSTON ARVIOINTITAUUKOT

Kohdekäynnit 1-4 2013	Vauriot	Väri	Kasvu	Peittävyys	Yleiskunto
Kohde 1	3	2	3	4 (uusi istutus)	-
Kohde 2	1/3	3	3	3	-
Kohde 3	3	3	4	4	-
Kohde 4	4	3	4	4	-
Kohde 5	3	2	4	2	-
Kohde 6	2	4	3	3	-
Kohde 7	2	2	3	3	-
Kohde 8	3	2	4	3	-
Kohde 9	3	3	4	3	-
Kohde 10	2	3	3	2	-
Kohde 11	2	3	4	2	-
Kohde 12	2	4	4	3	-
Kohde 13	3	2	1	1	-

Vuoden 2013 retket suoritettu 4 osassa.

Osa 1: 8.8.2013, kohteet 1-4

Osa 2: 10.8.2013, kohde 5

Osa 3: 11.8.2013, kohteet 6-11

Osa 4: 27.8.2013, kohteet 12 & 13

Maanäytteet ja muut mittaukset on suoritettu tällöin.

Liite 4/2

Kohdekäynti 1/14 29.5.2014	Vauriot	Väri	Kasvu	Peittävyys	Yleiskunto
Kohde 1	4	1	1	1	1
Kohde 2	4	4	2	2	3
Kohde 3	3	2	3	2	2
Kohde 4	3	2	2	2	2
Kohde 5	4	3	3	3	3
Kohde 6	3	3	3	2	2
Kohde 7	4	4	4	4	4
Kohde 8	4	4	3	2	3
Kohde 9	4	2	2	2	2
Kohde 10	3	3	3	2	2
Kohde 11	3	3	4	3	3
Kohde 12	4	3	3	2	3
Kohde 13	4	4	3	2	3

Kohdekäynti 2/14 4.7.2014	Vauriot	Väri	Kasvu	Peittävyys	Yleiskunto
Kohde 1	3	1	2	1	1
Kohde 2	2	2	3	3	2
Kohde 3	2	3	2	1	2
Kohde 4	3	3	3	3	3
Kohde 5	3	2	2	1	2
Kohde 6	3	3	3	2	2
Kohde 7	4	4	4	3	4
Kohde 8	4	4	3	3	4
Kohde 9	4	4	3	3	3
Kohde 10	2	3	3	1	2
Kohde 11	2	3	4	3	3
Kohde 12	2	2	3	3	2
Kohde 13	4	4	3	2	3

Keskiarvot	Vauriot	Väri	Kasvu	Peittävyys	Yleiskunto (yleisarvosana)
Kohde 1	3,3	1,3	2	1	1 (KA 1,72) (PKA 1,77)
Kohde 2	2,6	3	2,6	2,6	2,5 (KA 2,66) (PKA 2,67)
Kohde 3	2,6	2,6	3,3	2,3	2 (KA 2,56) (PKA 2,6)
Kohde 4	3,3	2,6	3	3	2,5 (KA 2,88) (PKA 2,9)
Kohde 5	3,3	2,6	3	2	2,5 (KA 2,68) (PKA 2,69)
Kohde 6	2,6	3,3	3	2,6	2 (KA 2,7) (PKA 2,75)
Kohde 7	3,3	3,3	3,6	3,3	4 (KA 3,5) (PKA 3,39)
Kohde 8	3,6	3,3	3,3	2,6	3,5 (KA 3,26) (PKA 3,24)
Kohde 9	3,6	3	3	2,6	2,5 (KA 2,94) (PKA 2,97)
Kohde 10	2,3	3	3	1,6	2 (KA 2,38) (PKA 2,4)
Kohde 11	2,3	3	4	2,6	3 (KA 2,98) (PKA 2,98)
Kohde 12	2,6	3	3,3	2,6	2,5 (KA 2,8) (PKA 2,78)
Kohde 13	3,6	3,3	2,3	1,6	3 (KA 2,76) (PKA 2,74)

(KA) on keskiarvo.

(PKA) on painotettu keskiarvo jossa yleisarvosana saa painotuksen 2 ja muut painotuksen 3.

KASVIEN KUNTOARVIOINNIN LUOKAT

Luokka 4:

Kasvu on lajille tyypillistä ja elinvoimaista. Kasvusto on peittävä, istutusajankohta huomioon ottaen. Istutusryhmät ovat tasakokoisia, eikä niissä ole aukkoja. Kasvustossa ei esiinny tautien tai tuholaisien aiheuttamia vioituksia.

Luokka 3:

Kasvu on lajille tyypillistä ja melko voimallista. Istutusryhmissä esiintyy pieniä aukkoja, istutusajankohta huomioon ottaen ja/tai kasvustossa esiintyy lieviä tautien ja/tai tuholaisien aiheuttamia vioituksia.

Luokka 2:

Kasvu on lajille tyypillistä, mutta keskivertoa heikompaa. Istutusryhmissä esiintyy kohtalaisia aukkoja, istutusajankohta huomioon ottaen ja/tai kasvustossa kohtalaisia tautien ja/tai tuholaisien aiheuttamia vioituksia.

Luokka 1:

Kasvu on heikkoa tai olematonta. Istutusryhmissä esiintyy keskikokoisia tai suuria aukkoja, istutusajankohta huomioon ottaen ja/tai kasvustossa esiintyy vakavia tautien ja/tai tuholaisien aiheuttamia vioituksia.

KASVALUSTAN SUOSITELTAVAT RAVINNEPITOISUUDET

		Ravinteisuustyyppi 1 Vestelliset puut, pensaat, köynnökset, ryhmaruusut ja perennat sekä rajoitetut kasvualustat tavoitearvo	Ravinteisuustyyppi 2 Heppämen kasvu- alusten kasvit tavoitearvo	Ravinteisuustyyppi 3 Nurmikot A1-A3 sekä vestimättömät puut, pensaat, köynnökset ja perennat tavoitearvo
Johtoluku 1)	10 x mS/cm	2 < 4 < 6	1,5 < 2 < 4	3 < 5 < 8 3)
pH (H ₂ O)		5,5 < 6,5 < 7,5	5 < 5,5 < 6	[10 kompostipohjainen] 5,5 < 6 < 7
Kalsium	Ca mg/l	2000 < 3000 < 5500	750 < 1000 < 2000	1900 < 2500 < 3800
Fosfori	P mg/l	10 < 20 < 30	5 < 10 < 20	10 < 15 < 30
Kalium	K mg/l	150 < 300 < 450	75 < 150 < 250	150 < 200 < 300
Magnesium	Mg mg/l	200 < 350 < 450	50 < 100 < 200	150 < 200 < 400
Rikki	S mg/l	10 < 30 < 200	5 < 20 < 100	10 < 30 < 200
Boori	B mg/l	0,4 < 0,6 < 1,5	0,4 < 0,6 < 1,5	0,4 < 0,6 < 1,5
Kupari	Cu mg/l	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20
Mangaani	Mn pH korjattu 4)	10 < 30 < 500	10 < 30 < 500	10 < 30 < 500
Sinkki	Zn mg/l	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20
Liukoinen tyyppi	N mg/l	15 < 35 < 60	10 < 20 < 30	35 < 50 < 100 3)
Orgaaninen aines	paino-%	10 < 12 < 14	8 < 10 < 12	6 < 8 < 10
Tilavuuspaino 2)	kg/m ³	640 < 800 <	760 < 950 <	800 < 1000 <
		Ravinteisuustyyppi 4 Kuivat niityt tavoitearvo	Ravinteisuustyyppi 5 Kerut alueet [maisemanurmi] tavoitearvo	
Johtoluku 1)	10 x mS/cm	0,5 < 1 < 2	0,5 < 1,5 < 2,5	
pH (H ₂ O)		5 < 5,5 < 6,5	4 < 5,5 < 6	
Kalsium	Ca mg/l	250 < 500 < 1000	250 < 500 < 1000	
Fosfori	P mg/l	3 < 5 < 10	5 < 8 < 12	
Kalium	K mg/l	50 < 100 < 150	50 < 100 < 150	
Magnesium	Mg mg/l	30 < 50 < 100	30 < 50 < 100	
Rikki	S mg/l	5 < 15 < 30	5 < 20 < 100	
Boori	B mg/l	0,2 < 0,3 < 0,6	0,2 < 0,3 < 0,6	
Kupari	Cu mg/l	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	
Mangaani	Mn pH korjattu 4)	10 < 30 < 500	10 < 30 < 500	
Sinkki	Zn mg/l	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	
Liukoinen tyyppi	N mg/l	1 < 2 < 5	5 < 10 < 20	
Orgaaninen aines	paino-%	1 < 2 < 4	4 < 5 < 6	
Tilavuuspaino 2)	kg/m ³	880 < 1100 <	960 < 1200 <	

Kohteen erikoisvaatimusten mukaan voidaan käyttää seoksia, joiden ominaisuudet poikkeavat joiltakin osin tässä esitetystä. Esimerkiksi rehvikasvuisilla peremnoilla tai nurmikoilla voidaan tyyppiä sallia suosituksia enemmän. Tällöin myös johtoluku saattaa poiketa alkuperäisestä suosituksesta.

Taulukon ravinnepitoisuudet perustuvat viljavuustutkimukseen *) mukaisiin menetelmiin. Luvut eivät ole vertailukelpoisia lannoitevalmisteen (M.D.M 24/11) mukaisen tuoteselösteen analyysituloksiin.

1) Asetuksen 24/11 mukaisessa tuoteselösteessä ilmoitetaan johtokyky (mS/m), jonka lukuarvo on moninkertainen, useimmiten 5...6-kertainen johtolukuarvoon (10 x mS/cm) verrattuna.

2) Tarkoitetaan toimitushetken kosteutta.

3) Perustamisvaiheessa vastavalmistetun kasvialustan arvot voivat poiketa ylöspäin taulukon arvoista. Toisena kasvukautena arvojen tulee olla taulukon mukaiset.

4) Mangaanin liukoisuus on hyvin riippuvainen pH:sta. Tavoitearvossa pH-taso on huomioitu.

5) Ravinteisuustyyppi 3: Nurmikoilla suositellaan arvoja vaihtelevan yläosasta ja pensaila alaosasta.