

24. Puunhoidon seminaari 27.11.2020

PUIDEN MAANALAINEN ELÄMÄ



**Suomen
Puunhoidon
Yhdistys ry**

B. pendula var. carelica

PUUNHOIDON AMMATTILAISET PALVELUKSESSANNE

Suomen Puunhoidon Yhdistys SPY ry:n kautta löydät vastuulliset tekijät alueeltasi kaikkiin alan töihin.

www.suomenpuunhoidonyhdistys.fi

JÄSENYRITYKSET

Arbomare Oy
www.arbomare.fi

Arboristi Tom Nylund
www.puunkaato.fi

**Arboristipalvelu
Lehtoranta Oy**
www.lehtoranta.pro

Entti Oy
www.entti.fi

Fri-Tec
www.fri-tec.fi

**Helsingin
puunkaato palvelu tmi**
www.helsinginpuunkaato.fi

**Juurista latvaan
arboristipalvelu**
www.juuristalatvaan.fi

**Jyväskylän
Arboristipalvelu Oy**
www.arboristipalvelu.fi

Kuntec Oy
www.kuntec.fi

**Lahden Metsuri- ja
sahauspalvelu Ky**
www.sahauspalvelu.com

Länsi-uudenmaan PuuApu
www.lu-pa.fi

Metsätyö T. Koponen Oy
www.arboristi.net

Neulapuu Oy
www.neulapuu.fi

Oulun Arboristipalvelu Oy
www.pihapuuoulu.fi

Pihapalvelu Oksat Poikki
www.oksatpoikki.fi

Pihapuut Pinoon
www.pihapuutpinoon.fi

**Pohjois-Karjalan
Arboristipalvelu**
www.pkarboristipalvelu.fi

**Pohjolan kantojyrsintä- ja
arboristipalvelu**
www.arborist.fi

Puidenhoitajien Oy
www.puidenhoitajat.fi

**Puiden hoito
TS Ympäristöpalvelu Ky**
www.puidenhoito.fi

Puu- ja pihapalvelu TIKKA Oy
www.puujapihapalvelutikka.fi

**Puunhoitajat Mantere ja
Hopeakoski Oy**
www.puuasiat.fi

Puunhoito Antti Virkki
www.anttiviruski.com

Puunkaato palvelu O&L Oy
www.puunkaato palvelu.com

Puromu
<https://puuromu.fi>

Silmu & Sydänpuu
www.silmujasydanpuu.fi

SMP Arboristit Oy
www.smp-arboristit.fi

Tmi Mikko Pajuniemi
www.arboristi.info

Touran Puu-apu Oy
www.puuapu.fi



**Suomen
Puunhoidon
Yhdistys ry**

B. pendula var. carelica

Jäsenyritstemme tarjoamia palveluja ovat esim.

- kaikki arboristityöt, puiden hoitoteikkaukset ja latvustuennot
- puiden kaadot ja siirrot, tontti- ja maisemahakkuut, haketus ja kantojen jyrshintä
- kuntoarviot ja arvonmääritykset, puuston inventointi ja hoitosuunnitelmat.

Suomen Puunhoidon Yhdistys SPY ry:n jäsenyritykseksi hyväksytään viher- ja/ tai metsäalalla toimiva yritys, jonka vakituisista työntekijöistä vähintään yksi on koulutukseltaan arboristi. SPY:n jäsenyrityksen tulee noudattaa hyvä ammattillista toimintatapaa sekä huolehtia yhteiskuntavelvoitteistaan.

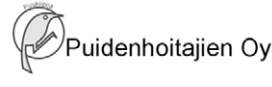
Seuraa meitä somessa!



Suomen Puunhoidon Yhdistys SPY
Finnish Tree Care Association



@PuunhoitoSPYry





24. Puunhoidon seminaari, Webinaari 27.11.2020

PUIDEN MAANALAINEN ELÄMÄ

Underlife of trees

www.suomenpuunhoidonyhdistys.fi

Seuraa meitä somessa!



Suomen Puunhoidon yhdistys SPY
Finnish Tree Care Association



@PuunhoitoSPYry

Julkaisija ja kustantaja: Suomen Puunhoidon Yhdistys SPY ry

Kustannuspaikka: Hamina

Julkaisuvuosi: 2020

Kannen kuva: Eeva-Maria Tuhkanen

Toimittanut: Eeva-Maria Tuhkanen

Taitto: Susanna Lappalainen

ISBN 978-952-69365-2-9 (PDF)

SUOMEN PUUNHOIDON YHDISTYS SPY RY

TAHDOMME

- Lisätä tietoisuutta puiden merkityksestä rakennetun ympäristön viihtyisyydelle, terveellisyydelle ja monimuotoisuudelle.
- Toimia asiantuntevan puunhoidon edistäjänä.
- Edistää puunhoidon ammattilaisten osaamisen kehittymistä.

JÄRJESTÄMME

- Puunhoitoalan kursseja ja seminaareja.
- Kiipeilytekniikkakoulutuksia.
- Retkiä ammattikohteisiin Suomessa ja ulkomailla.
- Puukiipeilyn SM-kisat.

JULKAISEMME

- Puunhoitoon liittyvää kirjallisuutta.
- Artikkeleita ammattilehdissä.
- Jäsenille jäsenposti 4 kertaa vuodessa.

Jäsenistömme koostuu arboristeista, viheralan ammatti-laisista ja muista puunhoidosta kiinnostuneista. Vuonna 2020 henkilöjäseniä on noin 250 ja yritysjäseniä 29.

www.suomenpuunhoidonyhdistys.fi



**Suomen
Puunhoidon
Yhdistys ry**

B. pendula var. carelica

Seuraa meitä somessa!



Suomen Puunhoidon yhdistys SPY
Finnish Tree Care Association



@PuunhoitoSPYry



PUIDEN MAANALAINEN ELÄMÄ

Underlife of trees

Webinaari

- 9:00 Webinaarin avaus**
Puheenjohtaja Eeva-Maria Tuhkanen, Suomen Puunhoidon Yhdistys SPY ry
- 9:10 Fungal community structure and function in wood decomposition 6**
Sieniyhteisöt puun lahottajina. Esitys englanniksi.
Professori Lynne Boddy, Cardiff University, UK
- 10:00 Tauko
- 10:15 Mykorritsojen merkitys puiden menestymiselle ja maan biodiversiteetin merkitys ekosysteemin toiminnalle 8**
Johtava tutkija Taina Pennanen, Luonnonvarakeskus
- 11:00 The roles of mycelia and invertebrates in nutrient cycling in soil 7**
Sienten ja selkärangattomien merkitys maan ravinnekierrossa.
Esitys englanniksi.
Professori Lynne Boddy, Cardiff University, UK
- 11:45 Tauko
- 12:45 Huomionosoitukset valmistuville arboristiopiskelijoille**
- 13:00 Hienojuurten kasvu, merkitys maan karikkeessa ja puiden juuristoyhteydet 10**
Professori Heljä-Sisko Helmisaari, Helsingin yliopisto
- 13:45 Tauko
- 14:00 Puuvartisten kasvualustasuositukset 14**
Asiantuntija Anu Riikonen, Sitowise
- 14:45 Kantavat kasvualustat ja muut puiden kasvualustaratkaisut, ml. biohiilen käyttö. Käytännön näkökulmia ja esimerkkejä 18**
Puuasiantuntija Aki Männistö, Turun kaupunki
- 15:30 Loppukeskustelu**
- 16:00 Webinaari päättyy

Järjestäjä pidättää oikeuden muutoksiin.

SIENIYHTEISÖN RAKENNE JA ROOLI PUUN LAHOAMISESSA

Teksti ja kuvat: Professori Lynne Boddy, School of Biosciences, Englanti. Suomentanut Timo Kivistö.



Puuta lahottavat lähinnä sienet, koska ne pystyvät tuottamaan puuaineksen monimutkaisen lignoselluloosan hajottamiseen tarvittavia entsyymejä.

Puun laho jaotellaan perinteisesti kolmeen eri tyyppiin, riippuen siitä, mitä puuaineksen osia sieni käyttää hyväkseen: valkolaho, ruskolaho ja katkolaho. Valkolahossa sieni sijaitsee soluontelon pinnalla ja lahottaa hiljalleen soluseinää ympärillään pilkkomalla entsyymaattisesti kaikki kemialliset yhdisteet; sekä selluloosan, hemiselluloosan että ligniinin. Ruskolahossa sieni sijaitsee niin ikään soluontelon pinnalla, mutta pilkkoo soluseinästä ainoastaan selluloosaa ja hemiselluloosaa. Katkolahoa on kahta tyyppiä: toisessa sienen ohutrimmat tunkeutuvat soluseinään ja pilkkovat ruskolahon tapaan vain selluloosaa ja hemiselluloosaa, toinen on enemmän valkolahon kaltainen.

Luonnossa sienet eivät yleensä kasva eristyksissä, vaan muiden sienten ja bakteerien muodostamissa yhteisöissä. Koska ne kaikki kilpailevat samasta elintilasta ja ravinnosta, on vihamielisyydestä tullut arkipäivää – sienet taistelevat toisiaan vastaan! Sienet voivat ”hyökätä” ja ”puolustautua” useilla eri tavoilla. Kamppailut voidaan käydä etäisyyden päästä ilman, että sienet edes koskettavat toisiaan. Sieni voi myös elää toisen sienen loisena. Lisäksi sienet voivat käydä aggressiivisesti toistensa kimppuun. Toisiinsa kosketuksissa olevat sienet voivat käyttää kamppailuun kemiallisia yhdisteitä, esim. entsyymejä, haittuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC, volatile organic compound) tai diffusioituvia orgaanisia yhdisteitä (DOC, diffusible organic compound). Kamppailun lopputulos voi olla joko umpikuja, jossa kumpikaan osapuoli ei etene,

Prof. Lynne Boddy on ekologi, joka on tutkinut puun hajotusprosesseja ja sienten ekologiaa 1970-luvun puolivälistä lähtien. Hän on tutkimusryhmänsä kanssa tehnyt uraauurtavaa työtä sieniyhteisöjen rakenteen ja dynamiikan selvittämisessä. Hän on tutkinut sieniyhteisöjä keinotekoisissa ja luonnonolosuhteissa ja niiden toiminnan riippuvuutta elollisista ja elottomista tekijöistä. Hän on ryhtynyt edistämään ymmärrystä siitä, mikä on selkärangattomien merkitys sienten syöjinä ja ravinteiden kiertossa ekosysteemissä. Lynne Boddy on julkaissut tutkimuksistaan yli 250 artikkelia ja kirjaa.

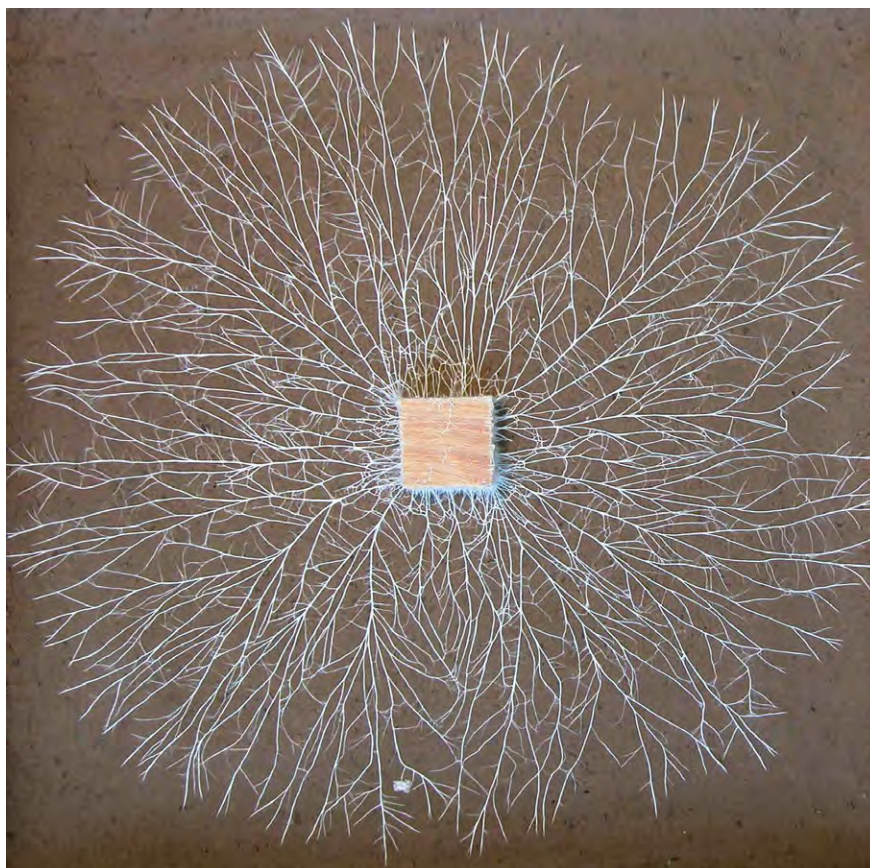
boddyl@cardiff.ac.uk
School of Biosciences, UK



tai korvautuminen, jossa sieni valtaa elintilaa toiselta. Korvautuminen voi olla myös osittaista tai molemminpuolista. Lopputulokseen vaikuttavat sienten lajit ja alalajit, mikroilmasto, ravinnon määrä ja laatu, sijainti, muut sienet sekä selkärangattomien eliöiden syömisaktiivisuus. Näiden tekijöiden vuorovaikutus määrittää puun sieniyhteisön rakenteen ja aiheuttaa siihen muutoksia. Se vaikuttaa myös sienten ravinnokseen käyttämän lahon puuaineksen määrään. Sienirihmastojen vuorovaikutus saattaa muuttaa ravinteiden liikettä ja sienilajien saamaa osuutta ravinteista, sekä muuttaa puun ja sienen mykorritsasuhteen hiilitasapainoa.

SIENTEN JA SELKÄRANGATTOMIEN MERKITYS MAAPERÄN RAVINNEKIERROSSA

Maaperä on eroosion kuluttaman kiviaineksen ja eloperäisen aineksen sekoitus, jota muokkaavat siinä elävät organismit. Se antaa vettä, ravinteita ja fyysistä tukea puille ja muille kasveille. Hyvin hoidettuna se pitää yllä miljoonien organismien elämää. Maaperän organismeista tulee helposti mieleen vaikkapa kasvien juuret tai kastemadot, mutta totuus on toisenlainen – maaperää asuttavat lukemattomat miljoonat selkärangattomat ja miljardit mikrobit. Sienet ovat ekosysteemeille aivan yhtä tärkeitä kuin kasvit, ja ilman niitä monet kasvit, puut mukaan lukien, eivät selviytyisi. Sienet hajottavat kuollutta orgaanista ainesta, kierrättävät ravinteita ja ruokkivat kasveja. Ne muuttavat kiviainesta maaperäksi, vapauttavat liukenemattomia ravinteita, muodostavat humusta ja tukevat osaltaan maaperän rakennetta. Selkärangattomilla on myös tärkeä rooli maaperässä, yleensä yhdessä sienten kanssa. Sienet kuuluvat monen maaperän selkärangattoman ruokavaliioon, ja ne jopa suojaavat puita joiltakin tuhohäisiltä. Tämä luento käsittelee maaperän sienten ja selkärangattomien salattua elämää ja niiden tärkeää roolia luonnon monimuotoisuuden säilyttämisessä.



MYKORRITSOJEN MERKITYS PUIDEN MENESTYMISELLE JA MAAN BIODIVERSITEETIN MERKITYS EKOSYSTEEMIN TOIMINNALLE

Teksti ja kuvat: Johtava tutkija Taina Pennanen, Luonnonvarakeskus

Erkki Oksanen



Taina Pennanen (FT, dosentti) on mikrobiologi ja ekologi, joka tutkii havupuiden ja niihin assosioituneiden mikrobin vuorovaikutussuhteita. Tutkimuskohteisiin ovat kuuluneet myös ympäristömuutosten vaikutukset maaperän hajotustoiminnalle ja metsän ravinteiden kiertorolle, sekä maaperän ravintoverkkojen biodiversiteettitutkimukset. Tutkimuksia motivoi tieto siitä että kasvien kasvu, kestävyys ja terveys riippuvat suurelta osin niihin assosioituneista mikrobeista eli hyödyllisten ja patogeenisten kilpailusuhteista. Pennanen tutkimustyön keskeisenä teemana onkin ympäristömikrobin biodiversiteetti ja erityisesti sen toiminnallinen merkitys mikrobin keskinäisten sekä kasvuvuorovaikutussuhteiden perspektiivistä. Pennanen työskentelee Luonnonvarakeskuksessa.

taina.pennanen@luke.fi

Yli 90% maailman kasvilajeista muodostavat juuristossaan symbionttisen sienijuuren. Sienijuurella eli mykorritsalla tarkoitetaan kasvin juuren ja maassa elävän sienien muodostamaa yhteistä rakennetta.

Sienijuurisymbioosissa sieni saa kasvilta yhteyttämisessä muodostettuja hiiliyhdisteitä ja kasvi sieneltä apua ravinteiden ja veden otossa sekä suojaa taudinaiheuttajia vastaan. Vuorovaikutus on pääosin molempia osapuolia hyödyttävää. Useimmat sienijuuret voidaan tyypittää sen perusteella kasvavatko sienirihmat isäntäkasvin juurisolujen soluseinän läpi vai ei; sisäsienijuurissa (endomykorritsa) rihmat läpäisevät soluseinän, ja tähän ryhmän yleisimpinä kuuluvat heinäkasvien keräsienijuuri, kanervasienuuri ja kämmekkäsienijuuri. Kotimaiset puulajimme muodostavat sienien kanssa pintasienuuren eli ektomykorritsan. Pintasienuureissa sienirihmat kasvavat kasvin solujen väleissä ja juuren pinnalle muodostuu näkyvä sienivaippa. Vaikka pintasienuuria muodostavat lajit edustavat vain noin 2% prosenttia maapallon kasvilajeista, ne muodostavat peräti 60% maailman puubiomassasta.

Puilla on symbionttisten sienien peittämiä juurenkärkiä metsämaassa valtava määrä, arvioitu että yli miljoona kappaletta neliometrillä. Metsässä eri puiden juuret kasvavat lomittain ja levittäytyvät puun koosta riippuen jopa 10-20 metrin päähän rungosta. Juurenkärjistä edelleen kasvavat ohuet, läpimitaltaan vain 2 µm, sienirihmastot tehostavat huomattavasti puun veden ja ravinteiden ottoa. Tutuista metsäsienistä esimerkiksi tatit ja pulkkosienet kasvavat rihmastona metrien päähän puun juuresta kun taas rouskut ja haperot jäävät usein lähemmäksi. Syksyisin nämä rihmat kasvavat myös maan päälle itiöemien muodossa. Puun investoi keskimäärin 20% yhteyttämisuotteistaan näille maanalaisille apureilleen.

Vielä joitakin vuosia sitten boreaalisissa havumetsissä arvioitiin olevan noin tuhat pintasienuurisienilajia, mutta tämänhetkisen arvion mukaan esimerkiksi jo pelkästään Ruotsissa olisi peräti 1500 pintasienuuria muodostavaa sienilajia. Suomessa lajimäärä lienee jonkin verran alhaisempi kuin Ruotsissa sillä meiltä puuttuvat Etelä-Ruotsin lehtimetsätyypit.

Perinteisesti symbioottisista sienistä parhaiten tunnetaan suuria itiöemiä muodostavat, yleiset helttasienet kuten seitikit, haperot ja rouskut. Näiden sukujen lajirikkaus on suurta; DNA-tunnistamiseen pohjautuvat menetelmät ovat paljastaneet, että lajirikkain sienisuku seitikit pitää sisällään arviolta 600 eri lajia. Muissa yleisissä sieniryhmissä kuten kärpäsienissä, vahakkaissa, lohisienuissa ja pulkkosienissä on myös lukuisia pintasienuurilajeja. Yleisyydestään huolimatta paljon näkyviä maanpäällisiä itiöemiä tuottavat sienilajit eivät ole varsinkaan nuorten havupuiden juuristojen yleisimpiä symbiontteja. Taimilla ja nuorilla puilla orvakat ovat sieniä jotka muodostavat pinnanmyötäisen itiöemän lahoppuun pinnalle. Useimmat orvakat ovat karikkeen tai puun lahottajia, mutta DNA-tutkimus on paljastanut esimerkiksi kultaorvakan ja

kuopikkaan kuusen yleisimmiksi sienikumppaneiksi. Männyn symbionttinen sienilajisto eroaa kuusen lajistosta siten että harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta metsissä yleiset tatit ovat enimmäkseen männyn ja koivun lajistoa, ja useimmat orvakat ovat männyllä harvinaisia. Lehtipuut eli koivu, lehmus, haapa, leppä ja paju muodostavat myös pintasienijuuria.

Luonnossa lähes kaikissa juurenkärjissä elää puun kanssa symbioosissa sienirihmastoja ja eri lajeja on runsaasti, mutta taimitarhoilla pintasienijuurisienien lajirikkaus on niukkaa ja useimmissa juurissa ei ole lainkaan sienikumppaneita. Usein myös koko taimen juuristo on heikosti muodostunut. Tämä johtuu siitä, että taimitarhoilla taimia lannoitetaan runsaasti ja siten niiden ei tarvitse kasvattaa laajaa juuristoa eikä ylläpitää juurissaan symbionttisia sieniä, joiden merkitys nousee esiin vasta kun taimi joutuu taistelemaan luonnonolosuhteissa maaperän niukoista ravinteista. Luonnossa symbioosi ei ole pysyvä suhde vaan muuttuu metsän sukessio myötä; nuorelle puulle on etua erilaisista sienistä kuin vanhemmalle. Nuoren puun parhaita seuralaisia vaikuttavat olevan sienilajit, jotka eivät kasva lainkaan maan pinnalla näkyvää itiöemää, sillä nuoren puun yhteyttämistuotteet eivät riitä suuren maanpäällisen itiöemän kasvattamiseen.



Kangasrouskun ja kuusen sienijuuri.



Pulkkosieni kuusen sienijuurena.

HIENOJUURTEN KASVU, MERKITYS MAAN KARIKKEESSA JA PUIDEN JUURISTOYHTEYDET



Teksti: Professori Heljä-Sisko Helmisaari, Helsingin yliopisto, Metsätieteiden laitos

Hienojuuret eli ohutjuuret ovat ohuimpia, alle 1 mm läpimittaisia juuria (metsäpuillamme keskipaksuus on noin 0.3 mm). Puiden hienojuuret ovat yleensä sienijuurellisia. Pintasienuuri eli ektomykorritsa on puillamme yleisin sienijuurityyppi.

Sekä hienojuuret että mykorritsojen sienirihmastot ottavat vettä ja ravinteita ja käyttävät kasvuunsa runsaasti yhteytettyjä hiilihydraatteja. Metsäpuiden hienojuuret ovat muodostuessaan ja sen jälkeen jonkin aikaa kuorettomia ja pystyvät ottamaan vettä ja ravinteita. Vanhetessaan juuret (ja pintasienuuret) suberoituvat eli niiden pinnalle muodostuu ohut kuorikerros, joka heikentää ja lopulta lopettaa ravinteiden ja veden otton. Ravinteet eivät liiku juurten luo, vaan juurten on jatkuvasti kasvetta-va, jotta ne voisivat ottaa ravinteita pohjoisten metsiemme vähäravinteisesta maaperästä. Vanhempien hienojuurten tehtävä on toimia paksujuurten tavoin lähinnä kuljetuskanavana.

Vaikka esimerkiksi mäntymetsän puuston biomassasta alle 10% on hienojuuria, hienojuurten vuotuinen biomassan tuotos vastaa suhteellisesti suurempaa osaa puuston kokonaistuotoksesta. Tämä suuri määrä johtuu siitä, että hienojuurten elinikä on esimerkiksi runkoon, oksiin ja paksujuuriin verrattuna lyhyt – tutkimustemme mukaan männynllä, kuusella ja koivulla 1-2 vuotta.

Puuston sitoma hiili siirtyy maaperään juurieritteissä, maanpäällisenä karikkeena ja kuolleina hienojuurina. Hienojuurten nopean uusiutumisen vuoksi suuri osa metsämaan eloperäisestä orgaanisesta aineesta on peräisin kuolleista ja hajoavista hienojuurista. Hienojuurten kuoleminen ja hajoaminen tuo metsämaahan puulajista ja kasvupaikasta riippuen jopa enemmän hiiltä kuin maanpäällinen karike.

Maaperän ravinteisuuden vähentyessä hienojuurikarikkeen määrä kasvaa suhteellisesti enemmän kuin maanpäällinen kariketuo- tanton, myös aluskasvillisuuden suuremman osuuden vuoksi. Hienojuurten rakenteellisen hiili-isotoopin (14C) ikä oli määrityksissämme 3-6 vuotta vanhempaa kuin hienojuurten elinikä, mikä osoittaa juurten käyttävän kasvuunsa äskettäin ilmakehästä yhteytetyn hiilen lisäksi myös varastoitua tai kierrätettyä hiiltä. Sienijuuret voivat myös ottaa maasta orgaanista tyy- peä, jonka mukana juuriin tulee myös hiiltä. Hiili ja ravinteet voivat myös kulkeutua yksilöstä ja harvemmin myös puulajista toiseen juuri- ja sienirihmastoyhteyksien kaut- ta. Eniten juuriyhteyksiä muodostuu lähellä kasvavien yksilöiden välillä 30-60-vuotiais- sa metsiköissä. Juuriyhteyksien avulla myös kaadettujen puiden kannot ja pystykuivat puut saattavat jäädä eloon pitkäksikin aikaa, mikä voi edesauttaa sienitautien, kuten juurikäävän, leviämistä.

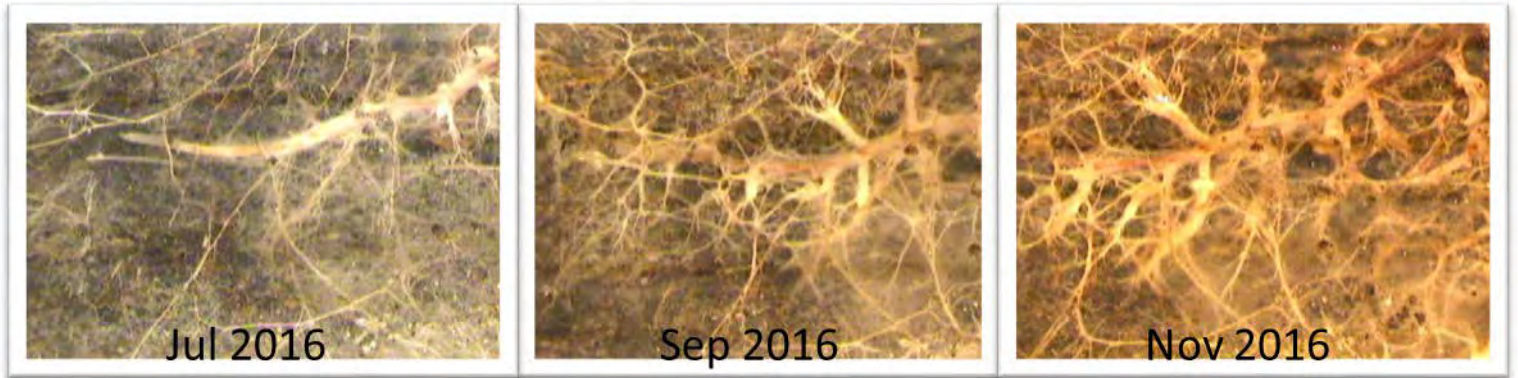
Puiden maanpäälliset ja maanalaiset osat ovat kiinteässä yhteydessä hiilen ja ra- vinteiden allokoinnin kautta. Se, kuinka paljon hiiltä allokoidaan puiden juuristoon ja niiden kautta edelleen maaperään ja kuinka pysyviä hiiliyhdisteet maaperässä ovat, on tärkeä tutkimuskohde. Uudet tutkimukset osoittavat, että juurten kautta maahan tuleva hiili on maaperässä heikommin hajoavaa ja pysyvämpää kuin maanpäällisen karikkeen hiili.

Juuritutkimus on maanpäällistä tutkimusta työläämpää ja ongelmallisempaa. Ekosysteemimallinnus odottaa empiiriseltä tutkimukselta yksiselitteisiä vastauksia esi- merkiksi juurten eliniästä, vaikka tutkimus osoittaa eliniän riippuvan mm. kasvilajis- ta, ilmastosta ja säästä, maaperän ravinteisuudesta ja mahdollisesti sienijuurilajeista. Tämänkin vuoksi tarvitaan lisää empiiristä tutkimusta. Suomessa on hiljattain alettu tutkia myöskin puisto- ja kaupunkipuiden juurten ja sienijuurten kasvudynamiikkaa.



Heljä-Sisko Helmisaari on toiminut vuodesta 2010 Helsingin yliopiston Metsätieteiden osas- tolla metsämaatiiteen professorina. Hän on urallaan tutkinut erityisesti hiilen ja ravinteiden dynamiikkaa maaperässä ja metsäekosysteem- missä sekä sitä, miten erilaiset ympäristö- muutokset vaikuttavat metsäekosysteemin toimintaan ja ainekiertoihin. Tutkimusten tu- loksia käytetään mm. metsien hiili- ja ravin- netaseiden laadintaan ja ilmastomuutoksen vaikutusten arviointiin. Helmisaaren erityinen mielenkiinto on kohdistunut juuristoon. Hän on ryhtynyt tutkimaan erityisesti metsäpui- den juurten kasvudynamiikkaa muun muassa maan sisälle sijoitettavalla erityiskameralla, joka mahdollistaa samojen juurten seuraami- sen syntymästä kuolemaan. Viime aikoina näitä tutkimuksia on laajennettu myöskin puisto- ja kaupunkipuuihin.

helja-sisko.helmisaari@helsinki.fi



Kuusen sienijuurellisten hienojuurten kehitys metsämaassa heinäkuusta marraskuuhun juurikameralla (miniritsotroni) kuvattuna. Kunkin kuvan koko on 1.1 x 2 cm ja juurten läpimitta alle 0.5 mm (Kuva: Yiyang Ding & H-S Helmisaari).

Lähteitä

- Adamczyk, B., Sietiö, O-S., Straková, P., Prommer, J., Wild, B., Hagner, M., Pihlatie, M., Fritze, H., Richter, A., Heinonsalo, J. 2019. Plant roots increase both decomposition and stable organic matter formation in boreal forest soil. *Nature Communications* 10(1): 1-9.
- Ding, Y., Leppälampi-Kujansuu, J. & Helmisaari, H-S. 2019. Fine root longevity and below- and aboveground litter production in a boreal *Betula pendula* forest. *Forest Ecology and Management* 431: 17-25.
- Ding, Y., Schiestl-Aalto, P., Helmisaari, H-S., Makita, N., Ryhti, K., Kulmala, L. 2020. Temperature and moisture dependence of daily growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) roots in Southern Finland. *Tree Physiology* 40 (2), 272-283.
- Helmisaari, H-S., Derome, J., Nöjd, P. & Kukkola, M. 2007. Fine root biomass in relation to site and stand characteristics in Norway spruce and Scots pine stands. *Tree Physiology* 27:1493-1504.
- Helmisaari, H-S, Ostonen, I., Löhmus, K., Derome, J., Lindroos, A-J., Merilä, P. & Nöjd, P. 2009. Ectomycorrhizal root tips in relation to site and stand characteristics in Norway spruce and Scots pine stands in boreal forests. *Tree Physiology* 29:445-456.
- Helmisaari, H-S., Leppälampi-Kujansuu, J., Sah, S., Bryant, C., Kleja, D.B. 2015. Old carbon in young fine roots in boreal forests. *Biogeochemistry* 125: 37-46.
- Leppälampi-Kujansuu, J., Salemaa, M., Kleja, D.B., Linder, S., Helmisaari, H-S. 2014a. Fine root turnover and litter production of Norway spruce in a long-term temperature and nutrient manipulation experiment. *Plant and Soil* 374: 73-88.
- Leppälampi-Kujansuu, J., Aro, L., Salemaa, M., Hansson, K., Berggren Kleja, D., Helmisaari, H-S. 2014b. Fine root longevity and carbon input into soil from below- and aboveground litter in climatically contrasting forests. *Forest Ecology and Management* 326:79-90.
- Ostonen, I., Helmisaari, H-S., Borken, W., Tedersoo, L., Kukumägi, M., Bahram, M., Lindroos, A-J., Nöjd, P. Uri, V., Merilä, P., Asi, E. & Löhmus, K. 2011. Fine root foraging strategies in Norway spruce forests across a European climate gradient. *Global Change Biology* 17: 3620-3632.
- Prescott, C., Grayston, S., Helmisaari, H-S., Kastovska, E., Körner, C., Lambers, H., Meier, I.C., Millard, P., Ostonen, I. 2020. Surplus carbon drives allocation and plant-soil interactions. *Trends in Ecology and Evolution* (hyväksytty julkaistavaksi).
- Sah, S.P., Jungner, H., Oinonen, M. and Helmisaari, H-S. 2011. Does the age of fine root carbon indicate the age of fine roots in boreal forests? *Biogeochemistry* 104: 91-102.
- Solly, E.F., Brunner, I., Helmisaari, H-S., Herzog, C., Leppälampi-Kujansuu, J., Schöning, I., Schrumf, M., Schweingruber, F.H., Trumbore, S.E., Hagedorn, F.I. 2018. Unravelling the age of fine roots of temperate and boreal forests. *Nature Communications* (2018) 9:3006.



PAREMPAAN TYÖPÄIVÄÄN

HUSQVARNA 540i XP® JA T540i XP®

Husqvarnan uudet 540i XP®- ja T540i XP® -akkusahat tekevät työpäivästäsi paremman – kevyesti ja puhtaasti. Teholtaan ne vastaavat 40 cm³:n ammattimoottorisahoja.

Yläkahvallinen T540i XP® kulkee kevyesti mukana si yläilmoissa ja sen pariin sopii loistavasti takakahvallinen 540i XP®. Molemmat edustavat suorituskyvyn ohella luotettavuutta ja hyvää ergonomiamia. #wearebatterypower.



Terävät hampaat tehokkaaseen työhön

Husqvarnan X-Cut-ketju ja X-Force-terälevy viimeistelevät työn sujuvuuden ja tehokkuuden.

Husqvarna Xplorer

– laadukasta vapaa-aikaa.

Husqvarnan vapaa-ajanvalikoimassa on monia tuotteita, joilla vapaa-ajasta tulee vielä mukavampaa. Tyylikkääät kuoritakit ja ulkoiluhousut, lämpöiset fleecet, päähineet, laukut ja reput sekä työpäiväkin parantamaan sopivat termosastiat.



PUUVARTISTEN KASVUALUSTASUOSITUKSET

Teksti ja kuvat: MMT Anu Riikonen, Sitowise Oy



Maatalous-metsätieteiden tohtori (2016), maisteri (2004), puistopuutarhuri (1994). Riikonen on työskennellyt kaupunkipuita, kasvualustoja ja kaupunkimaaperää koskevis- sa tutkimushankkeissa Helsingin yliopiston Maatalous-metsätieteellisessä tiedekun- nassa v. 2004-2019. Hän on toiminut myös Viherympäristöliiton kasvualustatyöryhmän puheenjohtajana vuodesta 2014. Nykyään hän työskentelee maisemasuunnittelun asiantunti- jana Sitowise Oy:ssä.

anu.riikonen@sitowise.com

Viherympäristöliiton kasvualustasuositukset ovat pitkään olleet kasvualustojen tilaamisen ja tekemisen ohjenuora. Myös InfraRYL:n sisältämät kasvualustojen suositus- ja tavoitearvot pohjaavat VYL:n ohjeistukseen, joskin pienellä viiveellä.

Suosituksien päivittäminen on jatkuvasti toistuva työ, sillä niin kasvualustojen ma- teriaalit kuin käyttötarkoitukset ja -tavatkin muuttuvat ja elävät jatkuvasti. Suositukset onkin juuri uusittu 2018-19. Suosituksia ylläpitää Viherympäristöliiton kasvualustatyö- ryhmä, johon kuuluu yli 20 kasvualusta-asioiden osaajaa ja tuntijaa VYL:n jäsenjärjes- töistä, alan yrityksistä ja tutkimuslaitoksista.

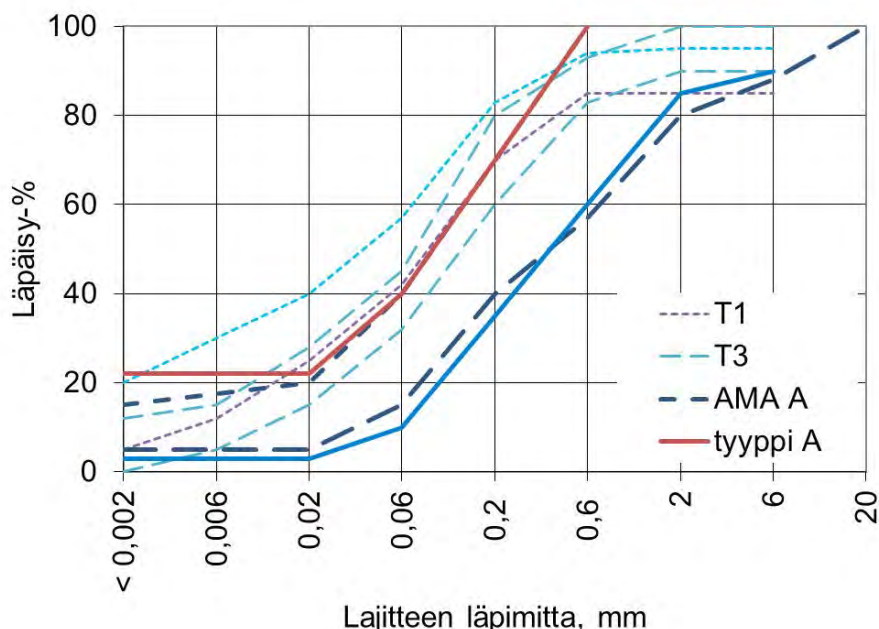
Kasvualustan rakeisuussuosituksen tarkoitus on ohjeistaa kasvualustan rakennetta ja pääosin sen määrittämiä kasvualustan fysikaalisia ominaisuuksia, kuten ilmapuut- ta, kantavuutta, routivuutta ja vedenpidätyskykyä. Nämä fysikaaliset ominaisuudet ovat hankalampia mitata kuin rakeisuuskäyrä, joten käyrää käytetään fysikaalisten ominai- suuksien mitattavana ”edustajana”.

Ravinteisuussuositus puolestaan kertoo nimensä mukaisesti siitä, millaisia liu- koisten (eli nopeasti kasvin saatavilla olevien) ravinteiden tasoja viherrakentamisen kasvualustoihin suositellaan. Lisäksi annetaan suosituksia myös useista muista kas- vualustan ominaisuuksista, kuten sähkönjohtavuudesta ja happamuudesta, jotka yleensä määritetään laboratorioissa ravinteisuusmäärityksen yhteydessä.

Mikä muuttui?

Edelliset suositukset on koettu mutkikkaiksi ja vaikeaselkoisiksi, ja myös turhan tiu- koiksi erityisesti kierrätysmateriaaleille. Uusimmalla päivityskierroksella suosituksia yksinkertaistettiin, ja erilaisille kasveille ja kasvupaikoille sopivia kasvualustatyyppisiä yhdisteltiin.

Uusiin rakeisuuskäyriin otettiin mallia Ruotsista, missä on kertynyt hy- vää kokemusta hieman laveammasta sallitun rakeisuuden alueesta kuin meillä. Ravinteisuussuosituksissa onnistuttiin vähentämään suosituksen riippuvuutta kas- vualustan raaka-aineista. Toiveena onkin, etteivät uudet käyttöön tulevat kasvualustan raaka-aineet enää jatkossa automaattisesti palauta suositusta VYL:n kasvualustatyö- ryhmän työpöydälle. Uudistuksessa otettiin myös ensimmäiset askeleet ravinnereser- vien huomioinnissa perinteisten liukoisten lisäksi.



Vuoden 2018 rakeisuussuositus hyvin vetä pidättäville kasvualustoille (tyyppi A) muistuttaa huomattavasti ruotsalaista esikuvaansa AMA A:ta. Kuvassa verranteena myös InfraRYL:n rakeisuustyytit, vaatelaiden T1 ja nurmikkojen T3.

Puuvartisten suositukset

Edelliseen suositukseen perustuen puiden kasvualustat olivat lähes aina samaa ”ykköstyyppiä”, vaikka sitä ei suosituksessa suoraan sanottukaan. Samoin kantavan kasvualustan hienoaines ja muut rajoitetut kasvualustat käyttivät yleensä tätä samaa tyyppiä. Uuden suosituksen tavoitteena on tarkempi laji- ja tapauskohtainen harkinta.

Puuvartisten kasvualustoja ohjataan hieman niukkaravinteisempaan, ympäristöystävällisempään suuntaan siten, että myös uutta tyyppiä 2 ohjataan käyttämään ”tavallisilla” puilla ja pensailta, jos kasvualusta ei ole rajoitettu. Lisäksi on tullut selkeämpi mahdollisuus käyttää läpäisevämpää kivennäisainesta myös silloin, kun kasvualusta ei ole hapan ja karu. Tämä palvelee monilla kasvupaikoilla esimerkiksi koristeomenoita tai tammia erittäin hyvin.

Kierrätysmateriaalit ja paikallinen maa-aines

Kasvualustojen valmistusta ja kauppaa ohjaa lannoitevalmistelaki ja sen asetukset, jotka nykyisellään käytännössä rajoittavat ei-neitseellisten materiaalien käyttöä kasvualustoissa, sillä ne kieltävät leviämiskykyiset elävät kasvinosat kasvualustassa.

Tämä sinällään esimerkiksi kasvihuoneviljelylle tärkeä määräys on viheralalle ongelma. Elävien kasvinosien, kuten juurten ja versonpätkien, täydellinen poistaminen maa-aineksesta on vaikeaa, kun niitä on sinne kerran päässyt. Esimerkiksi puita ne eivät kuitenkaan monilla alueilla haittaisi. Haitalliset vieraslajit ovat tietenkin toinen juttu, mutta niitä koskeekin oma erillinen lainsäädäntönsä.

Lannoitevalmistelakia ollaan päivittämässä seuraavan noin 2 vuoden aikana, ja VYL:n tavoitteena on saada kasvualustoja koskevaa lainsäädäntöä uudistettua nykyajan tasalle. Erilaisia ei-neitseellisiä raaka-aineita, sekä paikalla olevia että muualta kierrätettyjä, tulisi olla helpompaa käyttää, koska se olisi ympäristöystävällisempää ja kestävämpää kuin harjuhiekkan ja turpeen otto.

Jos paikalla olevien maa-ainesten käyttö Suomessa huomattavasti yleistyy, se tulee johtamaan ajattelutavan muutokseen: maan laatu on otettava huomioon kasvillisuussuunnittelussa alusta alkaen. Myös osaamista paikallisten maa-aineiden käytössä on menetetty, sillä käyttö on ollut vähäistä jo kokonaisen työuran pituuden verran, noin 1980-luvulta. Kuinka moni arboristi tai suunnittelija mahtaa tietää, mikä on lehmukselle tai tervalepälle soveltuva maan pH ja maalaji?



Kierrätysmaa-aineksia yhdistelemällä voidaan tuottaa erilaisia kasvualustoja: eri tarkoituksiin sopivia ravinnepitoisuuksia ja raekokojakaumia. Analyysipapereiden tutkimisen lisäksi on hyvä päästä tutkimaan myös oikeita maa-aineksia. Kokeiltavana on mm. hiekoitussepin pesuhiekkaa, lehtikompostia ja salaojasoraa.

Tila ja tilavuus

Osa kasvualustoja koskevista ohjeista ja suosituksista sisältyy suoraan VRT:hen ja InfraRYLiin, eikä niitä siksi päivitetä näistä riippumatta. Kasvualustan tilavuussuosituksia ei ole päivitetty vuosiin, vaikka puiden osalta selvä tarve on ollut tiedossa. Asia on hankala myös siksi, että sillä on vaikutuksia laajemmalti, jopa kaavoitukseen saakka. Katupuurivin vaatima tila katukuilussa on jo nykyisellään erittäin kallista ja kilpailtua.

Lisäksi vaadittava kasvualustatilavuus riippuu paljolti veden saannista kasvualustaan, ja lisävettä järjestämällä tilavuuksista voidaan jonkin verran tinkiä. Tämän esittäminen yksinkertaisena suosituksena on haastavaa. Seuraavalla päivityskierroksella kasvualustatyöryhmän tavoitteena on kuitenkin perehtyä tilavuusvaateisiin ja päivittää niitä.



Eeva-Maria Tuhkanen

KANTAVAT KASVUALUSTAT JA MUUT PUIDEN KASVUALUSTARATKAISUT



Teksti ja kuvat: Puuasiantuntija Aki Männistö, Turun kaupunki

Katupuilla enin osa pienien kasvualueiden ongelmista tavataan kovilla pinnoitteilla kuten asfalteilla, kiveyksillä ja laatoituksilla. Mitä enemmän puustoa on istutettu koville pinnoitteille, sitä enemmän puilla on ollut kasvuongelmia.

Kantava kasvualue kehitettiin alun perin tekniseksi ratkaisuksi, jolla kyetään yhdistämään puiden ja liikenteen tarpeita toisiinsa. Kaupungeissa katualueiden kehityksessä yhä raskaamman liikenteen kestäviksi, ehtyi niiden kyky tarjota puille kasvun tekijöitä. Tämä kehitys tapahtui autoistumisen myötä etenkin Toisen maailmansodan jälkeen. Kaupunkien teknistyessä katupuuston oletettiin selviytyvän hyvin vain pienissä rajatuissa kasvutiloissa (alle 10 m³ ja jopa vähemmän). Näiden varsinkin 1960-luvun alkupuolen puustutusten huono menestyminen antoi sysäyksen uuden kasvualue-tekniikan kehittämiseen.

Monissa Keski-Euroopan suurissa kaupungeissa uusien katupuiden keski-ikä laskevat jopa välille 7-10 vuotta. Samantyyppisiä kokemuksia alkoi kertyä myös mm. Yhdysvalloista. Käytännön kokemukset Suomen kaupungeista ovat samansuuntaisia, tosin Suomessa havaintoja saatiin vasta myöhemmin. Erilaisiin istutuslaatikoihin istuttaminen yleistyi Suomessa 1980- ja 1990-luvuilla.

Kantavien kasvualueiden edelläkävijänä pidetään Hollannin Amsterdamissa kehitettyä kasvualueesta, joka tunnetaan nimellä ATS (Amsterdam Tree Soil). Katupuiden huonon kasvun syiden selvitys alkoi jo 1960-luvun lopulla. Tämä johti hankkeeseen kehittää kasvualueesta (Bommezand), joka yhdistää sekä puiden kasvun tekijät että katualueiden painumattomuuden. Kokeiden perusteella paras seos valittiin laajaan käyttöön vuonna 1979 (Els Couenberg). ATS-ratkaisuun perustuvat seokset ovat nykyisin laajassa käytössä etenkin Hollannissa ja Belgiassa, kuten viime syksynä SPY:n jäsenretkellä Antwerpenissä voitiin todeta. Se on vakiintunutta ja kustannuksiltaan huokeaa.

Varsinaiset karkeaan kiviainekseen perustuvat kantavat kasvualueet rakennettiin ensimmäisen kerran myös Hollannissa 1980-luvun alkupuolella. Tämä periaate on yleistynyt maailmalla ja on erilaisina variaatioina ehdottomasti yleisin tapa kantava kasvualueen rakentamisessa. Perusratkaisu on toimivaksi havaittu ja Suomessakin nykyisin täysin vakiintunut. Suomen ensimmäiset kantavan kasvualueen puustutukset rakennettiin Helsinkiin syksyllä 1995 Tilkanpuolelle ja Turussa 1996 Varvintorille. Idea ja rakentamisen malli haettiin Kööpenhaminasta (Mikko Koivistoinen). Tämän jälkeen kantavat kasvualueet yleistyivät vähitellen 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen aikana niin että nykyisin tekniikkaa on sovellettu Suomen eri puolilla.

Suomessa kantavan kasvualueen tutkimustoiminta aloitettiin Helsingissä Viikin koekatuhankeissa (katupuulaboratorio). Viikin koekatuhanke on Helsingin kaupungin, Helsingin yliopiston ja muiden tahojen yhteinen hanke. Tavoitteena oli selvittää millaisella kantavalla kasvualueella katupuut viihtyvät parhaiten kotimaisissa olosuhteissa. Koekadut rakennettiin Helsingin Viikkiin ja ne ovat täysin normaaleja katuja. Kokeessa rakennettiin erilaisia kasvualueista ja käytettiin kahta puulajia. Koekatuhanke on tuottanut lisää tietoa ja kokemuksia kantavan kasvualueen käytöstä mutta myös haasteista ja ongelmista. Sen tuloksia on sovellettu mm. InfraRYL-laatuvaatimuksissa.

Kantavien kasvualueiden rinnalle kehittyi kantava kansi –tekniikka uusilla kaupallisilla sovellutuksilla. Tämänkin tekniikan nykykehityksen juuret ovat Hollannissa. Sikälaiset yritykset ovat valmistaneet markkinoille muutamia kaupallisia tuotteita, joiden päämateriaalit ovat joko terästä, betonia tai muovia. Yleisimmät ratkaisut ovat kasvualuekasetteja, joiden avulla puiden kasvualueet rakennetaan moduulimaisesti. Nämä mahdollistavat kasvutilan tehokkaan käytön sillä mikään ylimääräinen rakenne ei vie tilaa puiden juurilta. Yksi hyöty on myös siinä, että nämä rakenteet suojaavat



Männistö on koulutukseltaan puistopuutarhuri (1993), hortonomi AMK (1999) ja arboristi (2000). Hän on aiemmin työskennellyt erilaisissa kaupunkipuuhin liittyvissä työtehtävissä useissa kaupungeissa sekä kotimaassa että Tanskassa. Hän työskenteli Viherympäristöliittöry:n palveluksessa 1999–2001 erilaisissa puuhin liittyvissä projektitehtävissä. Nykyisessä tehtävässään Turun kaupungilla hän on toiminut kevästä 2005 alkaen. Lisäksi Männistö on toiminut aktiivisesti puunhoitoalan järjestötoiminnassa EAC:ssa (European Arboricultural Council), ISA:ssa (International Society of Arboriculture) ja Suomen Puunhoidon Yhdistyksessä.

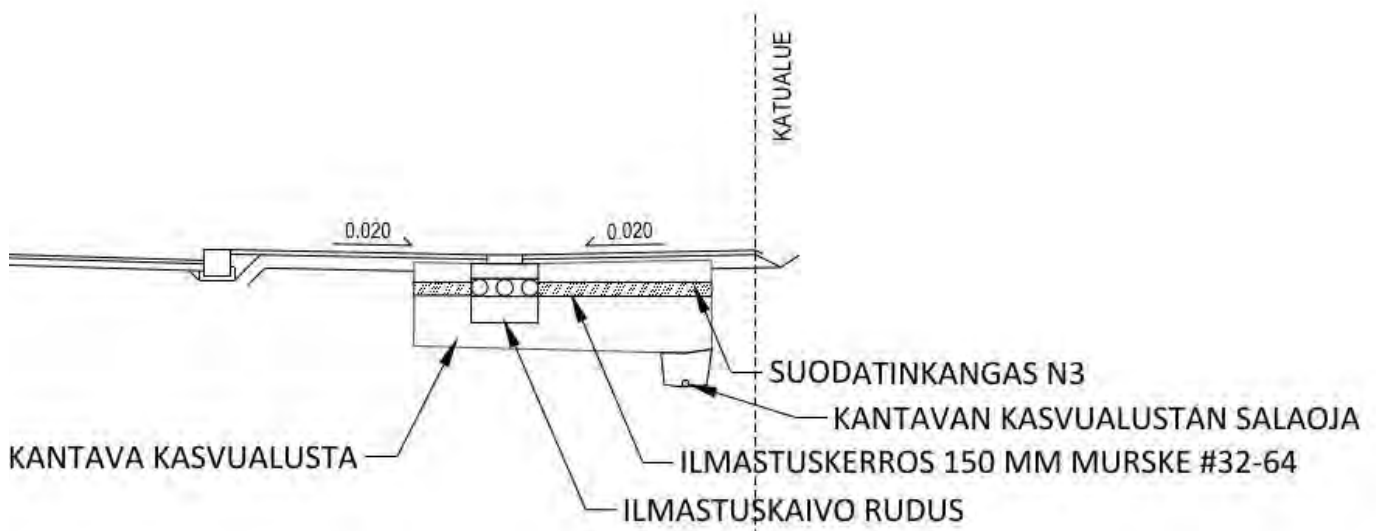
aki.mannisto@turku.fi

kasvualustaa ja puiden juuria mahdollisilta katujen kaivutöiltä. Lisähyöty on myös siinä, että uusien valmistajien avulla varsinainen kasvualusta voidaan rakentaa teollisesti valmistetusta tiivistävästä seoksesta. Tämä mahdollistaa laajan puulajivalikoiman käytön kaupunki-istutuksissa. Vastaavaan lajimäärään ei päästä kantavien kasvualustojen käytöllä.

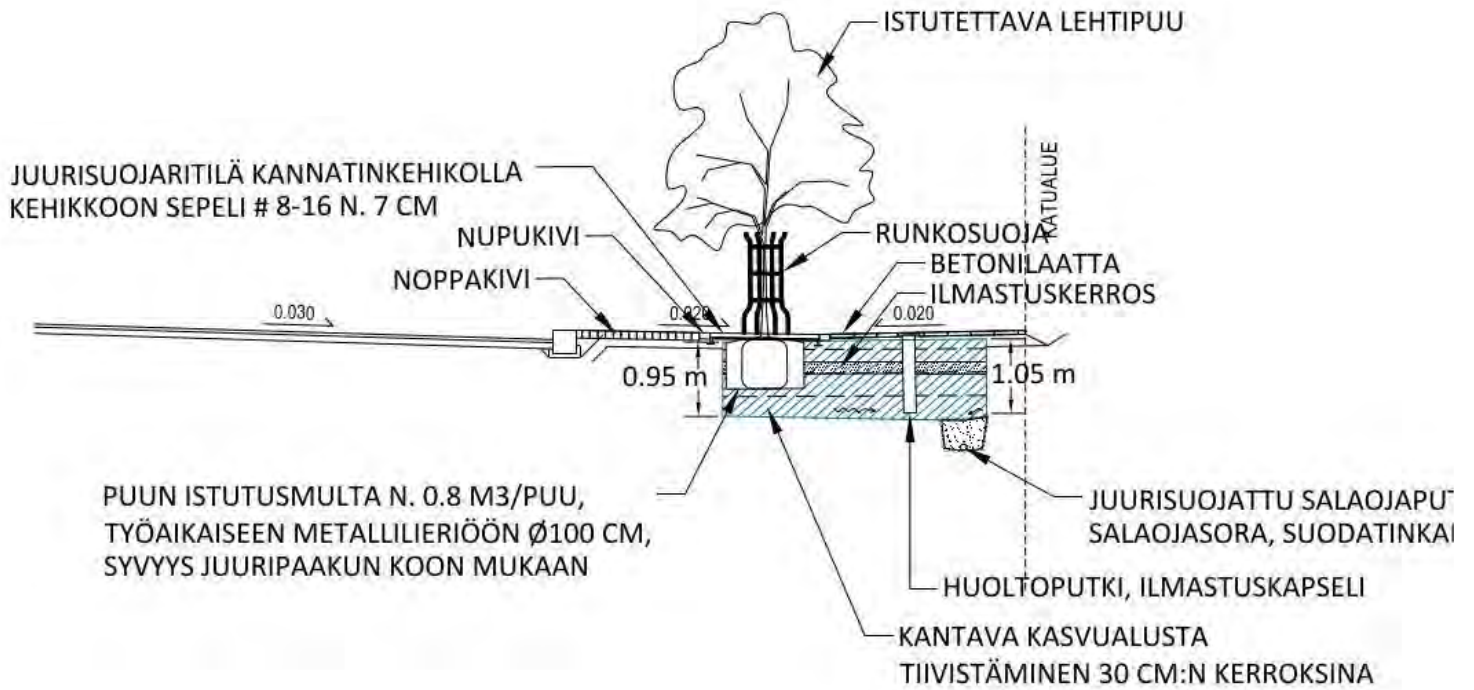
Suomen ensimmäinen kantava kansi-sovellus rakennettiin Turkuun Vähätorille vuoden 2009 aikana. Rakenne perustuu hollantilaisen Waterblock B.V.:n valmistamaan Watershell-moduuliin. Tämä muovinen kauppavalmiste on kehitetty vuonna 2000. Sen käyttö on yleistynyt useassa hollantilaisessa ja belgialaisissa kaupungissa. Betonivalulla ja teräksellä tuettuna kasvualusta kestää raskaimmankin ajoneuvoliikenteen painon. Myös kasvualustan lannoitus ja ilmastoitus on käytännössä yksinkertaista toteuttaa kun suunnittelu ja rakentaminen tehdään hyvin.

Viime vuosien aikana Suomessa on yleistynyt hulevesien hyötykäyttö (sidonta, viivytys) ja biohiilen käyttö puiden kasvualustaseoksissa. Tähän on vaikuttanut erityisesti Malmössä ja Tukholmassa rakennetut referenssikohteet ja systemaattinen käyttö useiden vuosien aikana (Björn Embren, Örjan Stål). Kehitykseen vaikuttavat myös monissa kaupungeissa linjatut päätökset hulevesien hyötykäytöstä ja myös yhä yleistyvät hiilineutraaliustavoitteet. Biohiilen käytön yleistymiseen on suuresti vaikuttanut parantunut saatavuus. Useampi tehdas valmistaa biohiiltä Suomessa nykyisin ja myös virolaista biohiiltä on tarjolla. Myös markkinointi on tehostunut. Biohiilen tarjoamat edut puiden kasvualustojen veden sitomiskyvyn ja maaperäbiologisen aktiivisuuden parantajana ovat nykyään tunnetut. Kehitys on ollut varsin nopeaa.

Hulevesien hyötykäyttö ja ohjaaminen puiden juuristoalueille tarjoaa suomalaisille kaupunkipuulle uusia mahdollisuuksia mutta myös haasteita. Läheskään kaikki puulajit eivät näissä olosuhteissa menesty eivätkä hyvin viihtyvät puulajit välttämättä ole niitä halutuinta. Kovilla pinnoitteilla joudutaan miettimään varsin vaateliaita teknisiä ratkaisuja joiden onnistuminen jää vielä nähtäväksi. Joka tapauksessa hulevesien sidonta kasvualustoissa tehokkaasti rakennetussa kaupunkiympäristössä vaatii resursseja ja kokeilumieltä. Toisaalta hulevedet tarjoavat myös yhden uuden perusteen uusille puuistutuksille kaupungeissa.

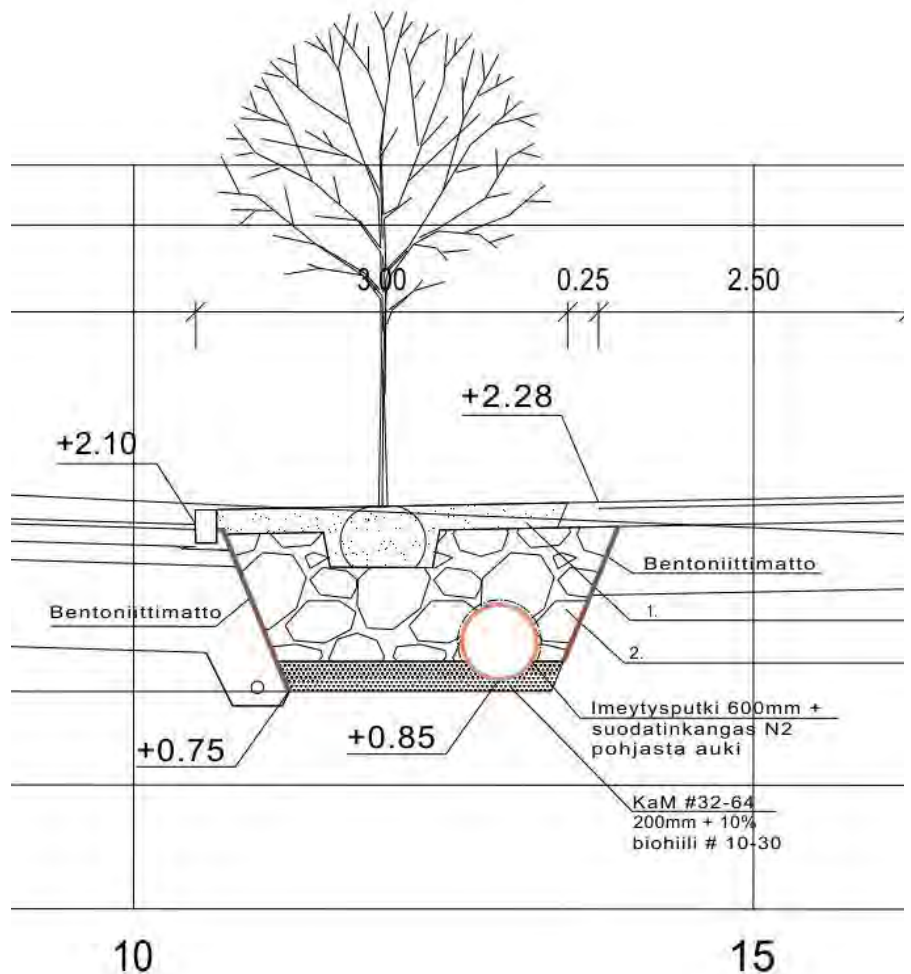


Kuva 1: Kuvassa näkyy "malli Tukholma", jossa kantavaan kasvualustaan on asennettu huleveden sidontaan suunniteltu kaivo. Kaivon täyttyessä vettä syötetään kaivon sivuilla olevista rei'istä kastelu- ja ilmastuserrokseen. Tästä hulevesi vajoaa kantavaan kasvualustaan ja puun juuriston käyttöön. Salaojitus varmistaa liiallisen veden poistusta hulevesijärjestelmään. Kasvualustassa on mukana ladattua biohiiltä. Puutarhakatu, Turku. Rakennettu 2018 ja 2019.



Kuva 2: Katupuun istuttamisen detaljirakenne "malli Tukholma" -rakenneratkaisussa. Kasvualustan kaasujenvaihtoa on myös varmistettu kastelu- ja ilmastuskapseleilla. Puutarhakatu, Turku. Rakennettu 2018 ja 2019.

Kuva 3: Tässä hulevesien sidontaratkaisussa kadun ajoradan hulevesiä ohjataan kitakaivojen kautta välikaistaan asennettavaan imeytysputkistoon (600mm). Putki toimii säiliönä, imeyttäjänä ja viivyttyjänä. Putken ympärille rakennetaan biohiiltä sisältävä kantava kasvualusta ja uudet katupuut tulevat käyttämään vettä kasvussaan. Imeytysputkiston alle rakennetaan lataamatonta biohiiltä sisältävä veden puhdistuskerros. Vallihaudankatu, Turku. Kohteen rakentaminen aloitettu hiljattain.





Korkealaatuisia katu- ja puistopuita viherrakentamiseen



Huutokoski TAIMISTO

Ota yhteyttä!

www.huutokoski.fi