

Helsinki

# Helsingin biohiilihanke

pilotteja biohiilten lähituotantoon ja käyttöön viheralueilla

Tuuli Markkanen  
Will van Twuijver  
Linda Röman



# Helsingin biohiilihanke

## Tiivistelmä

Helsingin kaupunki tavoittelee hiili-neutraaliutta vuoteen 2030 mennessä ja pyrkii tehostamaan hiilinieluja maantieteellisten rajojensa sisällä. Kaupunki tunnistaa hiilensidonnan haasteet tiheillä kaupunkialueilla ja pitää biohiilen käyttöä yhtenä mahdollisena ratkaisuna. Hankkeessa tutkittiin Helsingin kaupungin, Helsingin seudun ympäristöpalvelujen (HSY), Aalto-yliopiston ja Teknologian tutkimuskeskuksen (VTT) yhteistyönä kaupunkibiomateriaaleista saatavan biohiilen tuotantoa ja käyttöä sekä mahdollisuuksia luoda hiilinieluja ja ilmastokestäviä kasvillisuusalueita biohiilen avulla.

Hanke sisälsi kaksi keskeistä osaa. Ensimmäinen keskittyi biohiilen valmistukseen ja käyttökokeiluihin kaupungissa. Tavoitteita olivat esimerkiksi biomassan raaka-aineiden kartoittaminen, biohiilen valmistus, pilottikohteiden luominen paikallista oppimista varten ja asiantuntijaverkostojen laajentaminen. Toinen keskittyi asukkaiden sitouttamiseen, hiilen sitomisen näkyvyyden kasvattamiseen, asukkaiden osallistamiseen biohiilialoitteisiin ja tietoisuuden lisäämiseen orgaanisten materiaalien kierrätyksestä.

HSY, jolla on aiempaa kokemusta biohiilihankeista, hyödynsi olemassa olevaa pyrolyysipilottilaitostaan, jossa se testasi puhdistamolietteen lisäksi myös muita raaka-aineita. Järviruoko, pehmeä viherjäte, hake ja murskatut oksat pyrolysoitiin, jolloin saatiin 75 m<sup>5</sup> biohiiltä. Hake- ja ruokohiili täyttivät lainsäädännön laatuvaatimukset, mutta pehmeästä viherjätteestä ja oksista saadut biohiilet jätettiin pois niiden korkean metallipitoisuuden vuoksi.

Hankkeessa havaittiin, että hakkeesta saatava hiili oli korkealaatuista ja sen hiilipitoisuus oli 82 %, mutta muita jättemateriaaleja tulisi tutkia tarkemmin sopivien tuotantomenetelmien kehittämiseksi ja pyrolyysin mahdollistaman hygieenisen jätehuollon ja hiilen varastoinnin välisten yhteishyötyjen selvittämiseksi.

Hankkeessa pyrittiin luomaan ammatillista osaamista suunnittelemalla ja kehittämällä biohiilen käyttötapoja ja järjestämällä biohiileen liittyviä tapahtumia. Kymmenen uutta pilottikohtetta laajentavat merkittävästi kaupungin käytännön kokemusta, joka aiemmin perustui kolmeen kohteeseen. Hankkeen keskeinen tavoite oli oppia biohiilen käsittelystä, logistiikasta sekä erilaisten biohiilimuunnelmien biologisista ja fysiologisista vaikutuksista viherrakenteessa. Pilottisuunnittelukohteisiin kuului sekä rakennetussa että tavanomaisessa maaperässä kasvavia puita, raitiotien vaunuradan päälysteitä, urheilukenttä, uusia ja vanhoja nurmikoita sekä kaupunkiniitty. Hankkeiden aikana kohdattiin haasteita ja opittiin, että biohiilen määrittelyjen ja esikäsitteilyprosessien asianmukainen huomioon ottaminen edellyttää tietoa ja perusteellista suunnittelua, erityisesti mitä tulee biohiilen annostukseen, raekokoon, kosteuspitoisuuteen, lannoitustarpeisiin, logistiikkaan soveltuviin laitteisiin sekä hoitotoimenpiteiden määrittelyyn. Tulokset luovat pohjaa tuleville kaupunkisuunnitteluhankkeille, joihin liittyy biohiilen käyttöä, mutta tietoa tarvitaan vielä lisää, jotta voidaan löytää parhaat käytännöt tarkempia infrastruktuurisuunnitelmia varten. Vaikutuksia maaperän ja kasvien kasvuun seurataan tulevana kasvukausina.

Asukkaiden osallistamisessa biohiiltä jaettiin neljässä kohteessa, mm. taloyhtiölle, viljelypalstoille ja katto-puutarhoille. Hanke herätti kiinnostusta maaperään ja kasvien kasvuolosuhteiden parantamiseen erityisesti, koska se helpotti päivittäistä hoitoa pidättämällä vettä. On monia tapoja, joilla asukkaita voidaan sitouttaa ruohonjuuritason ilmastotoimiin biohiilen avulla.

Hiilensidontapotentiaalin arviointi on vielä kesken. Hankkeessa on tuotettu käytännön tietoa biohiilen tuotannosta ja sovelluskohteista. Tärkein havainto on, että puubiomassa näyttäisi olevan ensisijainen raaka-aine, koska sillä on lukuisia mahdollisia käyttökohteita, joita myös löydetään koko ajan lisää.

Biohiilen käytön tuen lisäämiseksi suosittelemme biohiilen integrointia ja sitä koskevien määrällisten tavoitteiden asettamista kaupungin maisemasuunniteluun ja kehittyviin hiilikirjanpitojärjestelmiin.

Tämä edistää erilaisia käyttösovelluksia, kuten korkealaatuisen biohiilen käyttöä tietyillä viheralueilla ja heikompilaatuisen biohiilen käyttöä yksinkertaisempaan hiilen varastointiin. Lisäksi suositellaan biohiilipohjaisten suunnittelukäytäntöjen standardointia, jossa hyödynnetään käynnissä olevista pilottihankkeista ja ulkoisista lähteistä saatuja tietoja. Niiden avulla voidaan ohjata ja edistää kestävää kaupunkisuunnittelua. Lainsäädännön näkökulmasta biohiilen valmistukseen liittyvä tavoite on kehittää strategioita, joilla voidaan välttää biohiilen luokitteluun jätteenkierrätyksen sijasta.

Tarkemmat keskeiset suositukset on lueteltu ohessa

#### **Materiaalien pyrolyysi:**

- Ohjataan kaupunkimetsistä hakattu puu biohiilen valmistukseen energiaksi polton sijaan.
- Harkitaan vaihtoehtoisia käyttötapoja, kuten biokaasun tuotantoa nopeasti hajoavia biomassoja varten, tai kehitetään tehokasta logistiikkaa ja esikäsitteilyä pyrolyysiä varten kompostoinnin ja hiilen päästöjen välttämiseksi.
- Testataan muita mahdollisia materiaaleja biohiilen raaka-aineina HSY:ssä ja edistetään erityisesti sellaisten jättemateriaalien kierrätyksen kiertokulua, jotka eivät juurikaan kiinnosta kaupallisia biohiilen tuottajia. Tunnistetaan ilmastotoumien ja jätteenkäsittelyn rinnakkaishyödyt, joita saadaan jätteiden pyrolyysikäsitteilyä.

#### **Biohiilen käyttö:**

- Integroidaan biohiilen käytön määrälliset tavoitteet kaupungin maisemasuunniteluun.
- Laajennetaan käytännön kokemusta perustamalla lisää pilottikohteita ja kokeilemalla HSY:n lietteen käyttöä.
- Luodaan parhaat käytännöt biohiilipohjaisille suunnitelmille, käytölle ja hoitomenettelyille hyödyntämällä ulkoisista lähteistä saatavia tietoja ja seuraamalla vakiintuneiden pilottirakenteiden vaikutuksia.

- Arvioidaan uudelleen kaupunkien hiilensidontapotentiaali biohiilen, rinnakkaishyötyjen ja taloudellisten näkökohtien perusteella. Harkitaan myös heikkolaatuisten biohiilten mahdollista käyttöä, myös muualla kuin kasvualustoissa.
- Käytetään biohiiltä hiilen sitomiskeinona kaupungin hiilivarastojen kirjanpitolissa, joka on parhaillaan kehitteillä.
- Osallistetaan ihmiset mukaan biohiilihankkeisiin ja tuetaan biohiilen konkreettista käyttöä kaupunkiviljelyssä tarjoamalla asiantuntevaa ohjausta ja edullisia tai ilmaisia materiaaleja.

Helsinki on osallistunut Bloomberg Philantropies -säätiön tukemaan ja rahoittamaan maailmanlaajuisen biohiiliprojektiin yhtenä seitsemästä eurooppalaisesta ja yhdysvaltalaisesta kaupungista. Kaupunkia on tuettu hankkeen toteutuksessa ja antamalla teknistä tukea, rahoitusta, esimerkkejä parhaista käytännöistä sekä pääsy kaupunkien vertaisverkkoon. Kaikki seitsemän kaupunkia ovat kehittäneet kaupunginlaajuisia biohiiliprojekteja ja osallistaneet asukkaitaan ilmastonmuutoksen hillintään.

# Sisällys

<b>1 Hankkeen tausta ja kuvaus</b>	<b>7</b>
<b>2 Tavoitteet</b>	<b>9</b>
Hankkeen rahoitus ja organisointi	9
<b>3 Biohiilen valmistusprosessi</b>	<b>11</b>
HSY:n pyrolyysilaitoksen periaatteet	11
Raaka-aineiden valinta	11
Pyrolysoidut raaka-aineet ja yleiset prosessit	14
Biohiilten fysikaalis-kemialliset analyysit ja laatu	15
Hylätyt raaka-aineet	18
Biohiilen tuotannosta opitut asiat	18
<b>4 Biohiilen pilotointi ja käyttö viherrakenteessa</b>	<b>21</b>
Kokeilukohteiden sijainnit	22
Uusi jalkapallokenttä Siltamäessä	24
Dynaaminen perennaistutus Kalasatamassa	24
Vihreillä kivillä päällystetyt raitiotieäylyt	26
Olemassa olevat puistonurmet kantavalla maalla	30
Rakenteelliset maanparannukset tammia varten	31
Vanha katupuu ja uudet perennaistutukset	31
Uudet puuistutukset perinteisissä kasvualustoissa	32
Uudet katupuut rakenteellisessa kasvualustassa	32
Niitty hiekkapitoisella kierrätyskasvualustalla	32
Opitut asiat – keskeisiä havaintoja biohiilten käytöstä kaupunkien viheralueilla	33
Tulevat vaiheet – biohiilen laajemman käytön tukeminen	33
<b>5 Asukkaita sitouttavat kokeilut</b>	<b>39</b>
Asukkaita sitouttavat kokeilut	40
Asukkaita sitouttavien kokeilujen aikajana	42
Saavutukset ja opitut asiat	42
Ehdotettuja keinoja asukkaiden osallistamiseen	49
<b>6 Yhteenveto</b>	<b>51</b>
<b>7 Lähteet</b>	<b>53</b>
Hankkeen verkkosivut	53
Kuvaluettelo	53
Taulukot	53
<b>8 Liitteet</b>	<b>56</b>
Liite 1 Biohiilianalyysi	56
Liite 2 Biohiilen raaka-aineiden ja lopputuotteiden ominaisuuksien vertailu	57
Liite 3 Hankkeesta viestiminen	58





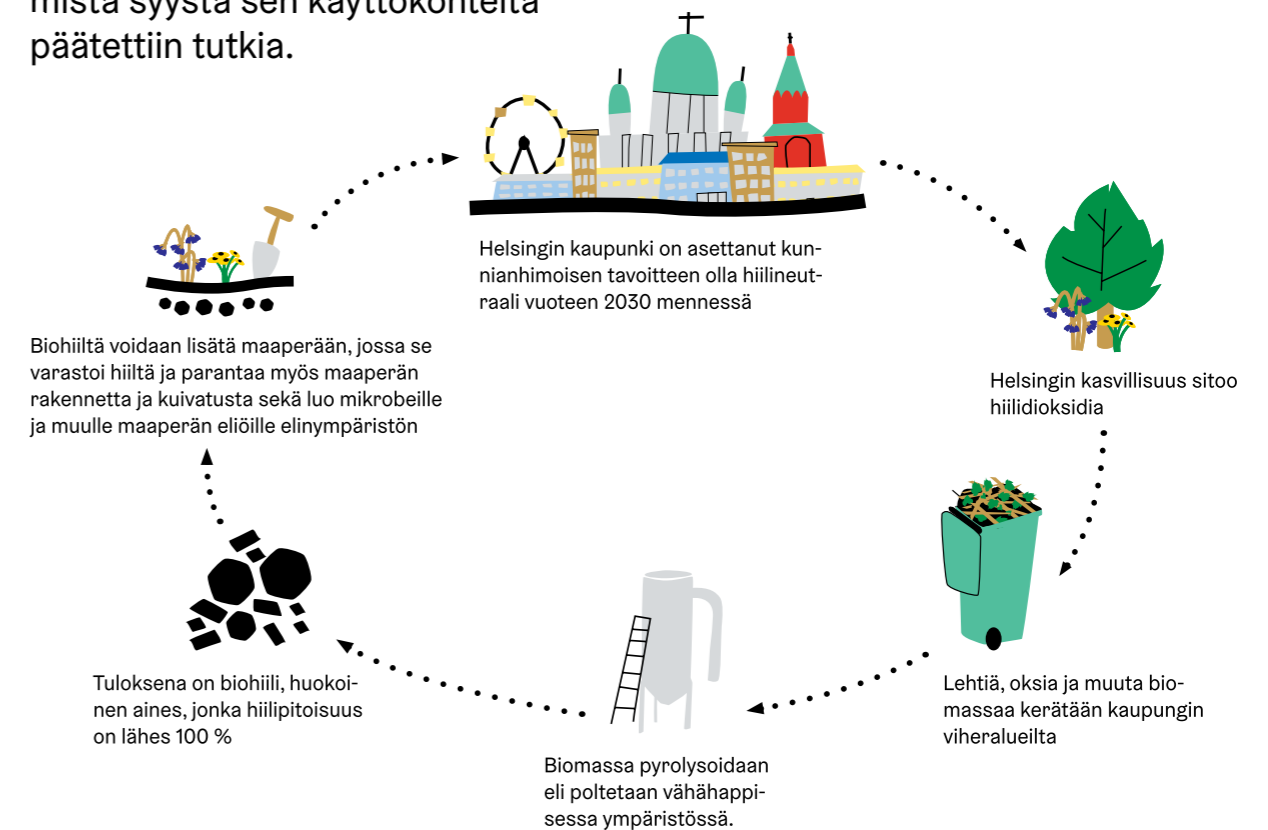
# 1 Hankkeen tausta ja kuvaus

Saavuttaakseen hiilineutraaliuden vuoteen 2030 mennessä Helsingin kaupunki on asettanut ilmasto-ohjelmassaan tavoitteeksi hiilinielujensa vahvistamisen maantieteellisten rajojensa sisällä. Ratkaisuna on yhdistää useita hiilensidontamenetelmiä, mutta tavoitteen saavuttaminen metsittämisestä, viherkattojen, katupuustutusten ja vastaavien toimenpiteiden avulla tiivistyvässä kaupunkirakenteessa on erittäin haastavaa. Hankkeen alussa biohiili oli tunnistettu mahdolliseksi osaratkaisuksi tähän haasteeseen, mistä syystä sen käyttökohteita päätettiin tutkia.

Yhtä aikaa hankkeen kanssa Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY) ilmaisi kiinnostuksensa kokeilla pyrolyysimateriaaleja vaihtoehtona puhdistamolietteillemme, jota oli tutkittu aiemmassa hankkeessa. Koska kaupungin ja HSY:n tavoitteiden välillä oli synergiaetuja, päätettiin perustaa yhteistyöhanke, jossa biohiiltä tuotettaisiin kaupungin materiaaleista ja käytettäisiin viherrakenteissa hiilinielujen vahvistamiseksi ja ilmastokestävämpien kasvillisuusalueiden suunnittelemiseksi.

Hankkeen taustalla olivat kaupungin aiemmat yhteistyöaloitteet, joiden kautta biohiiltä koskeva yhteistyö oli vakiintunut eri organisaatioiden välille. Merkittävimmät näistä olivat Carbon Neutral Cities Alliance (CNCA), Carbon Lane ja myöhemmin perustettu käytännön tutkimuspilotti Hiilipuisto.

Kuva 1 Helsingin biohiiliprojektin konseptikaavio







## 2 Tavoitteet

Hanke jaettiin kahteen osioon, joiden tavoitteet, toimet ja toteutusaika olivat osittain päällekkäisiä. Ensimmäinen osio keskittyi biohiilen valmistukseen, pilottikokeilujen käynnistämiseen ja biohiilitietoisuuden ja verkostojen vahvistamiseen ammattitoimijoiden keskuudessa. Toisessa osiossa keskityttiin kansalaisyhteiskunnan sitouttamiseen biohiilen käyttöön ja ruohonjuuritason ilmastotoimiin.

**Ensimmäisen osion päätavoitteet määritettiin seuraavasti:**

- Kartoittaa potentiaaliset biomassan raaka-aineet kaupungissa tuotetuista jättemateriaaleista, jotka soveltuvat pyrolyysiin HSY:n laitoksessa.
- Valmistaa biohiiltä valituista materiaaleista ja tehdä vaaditut kemialliset ja fysikaaliset analyysit.
- Etsiä mahdollisia kohteita joko suunnitteluvaiheessa tai toteutusvaiheessa ja luoda pilottikohteita biohiilen käytölle. Edistää biohiilen käyttöön liittyvää osaamista hankkeissa opittujen tietojen avulla.
- Laajentaa biohiilen asiantuntijaverkostoja
- Laatia arvio konkreettisista mahdollisuuksista lisätä hiilen varastointia käyttämällä biohiiltä kaupungin kasvualustoissa.

**Yhteisön sitouttamisen erityistavoitteet olivat seuraavat:**

- tehdä hiilensidonta ja -varastointi näkyväksi ja käyttää biohiiltä yhtenä keinona tähän.
- näyttää ihmisille, että hiilen sitominen biohiilen avulla on konkreettinen teko, jota voi jo toteuttaa ruohonjuuritasolla.
- lisätä tietoisuutta siitä, että orgaaniset materiaalit on kierrätettävä takaisin maaperään ja ottaa biohiili mukaan tähän kiertoon

### **Hankkeen rahoitus ja organisointi**

Paikallinen ydintiimi koostui neljästä päätoimijasta. Hanketta johti Helsingin kaupunkiympäristön toimialan ilmastoyksikkö ja konkreettisten toimien koordinoinnista vastasi Aalto-yliopiston muotoilun laitos. Yhteistyökumppaneina toimivat Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY ja Teknologian tutkimuskeskus VTT. Bloomberg Philanthropies tuki hanketta taloudellisesti heinäkuun 2022 ja heinäkuun 2024 välisenä aikana.





## 3 Biohiilen valmistusprosessi

HSY:n osallistuminen hankkeeseen mahdollisti pyrolyysin kokeilemisen neljällä biomassamateriaalilla, jotka olivat peräisin joko kaupungin viherhuoltosektorilta tai HSY:n Sortti- asemilta. Erilaiset materiaalit asettivat haasteita tuotannolle ja hiilen laadulle, mutta puolta tuotetuista biohiilistä hyödynnettiin kaupungin vihreän infrastruktuurin pilottimalleissa.

### HSY:n pyrolyysilaitoksen periaatteet

HSY:llä on kokemusta pyrolyysihankkeista kahdesta päällekkäisestä T&K-hankkeesta, jotka toteutettiin vuosina 2014–2017. Ensimmäinen oli biohiilen käyttöä biojätehuollossa tutkinut hanke, jossa puupohjaiset biohiilet todettiin lupaaviksi, mutta melko kalliiksi. Sen jälkeen pyrolyysi osoittautui sopivimmaksi käsittelymenetelmäksi Ämmäsuon ekoteollisuuskeskuksessa hankkeessa, jossa HSY jatkoi uusien puhdistamolietteen hyödyntämistapojen tutkimista tavoitteenaan löytää käsittelymenetelmä, joka kattaisi yrityksen ympäristötavoitteet. Nämä hankkeet antoivat HSY:lle luottamusta laajentaa mittakaavaa teolliseen pilottihankkeeseen. Pilottijakso päättyi vuonna 2024. HSY:n tavoitteena pilotoinnissa oli turvata ja optimoida toimintaa koko prosessissa sekä kerätä käyttäjäkokemusta ja oppia yleisesti jätevirroista ja tuotteista. Näin ollen HSY oli kiinnostunut kokeilemaan pilottilaitosta myös muille biomassoille. HSY:n pyrolyysipilottilaitoksen kapasiteetin arvioidaan olevan 3 000 tonnia puhdistamolietettä ja 600 tonnia puumateriaalia vuodessa.

Ennen materiaalien sijoittamista vastaanottobunkkeriin ne on ensin murskattava. Tämän jälkeen ne kuljetetaan lämpökuivaimeen, jossa hihna kuljettaa materiaalin kuivausuuniin läpi. Kuivaus tapahtuu kuumentamalla ilmaa pyrolyysiprosessissa syntyvän kaasun polttamisesta saatavalla energialla. Kosteaa poistoilmaa jäähdytetään ennen kuin se johdetaan happopesuriin ja biosuodattimeen hajujen käsittelyä varten.

Kuljetin siirtää kuivatun materiaalin pyrolyysiyksikköön puskurisuppilosta. Syöttö pyrolyysireaktoriin tapahtuu kahden luistiventtiilin liitoksen kautta. Pyrolyysiyksikkö on rakenteeltaan kahdella vaipalla varustettu pyörivä uuni (pyörivä rumpumalli). Pyrolyysin lämpötila-alueita voidaan säätää. Tässä kokeessa lämpötila oli noin 580–610 °C ja retentioaika vaihteli raaka-aineen mukaan (liite 1). Pyrolyysissä muodostuneet kaasut johdetaan suoraan polttoon kondenssatiota välttämällä. Palamisesta syntyvä energia hyödynnetään pyrolyysiyksikön lämmityksessä johtamalla savukaasut pyrolyysiyksikön vaippaan.

Valmis tuote jäähdytetään kuljettimella epäsuoralla vesijäähdytyksellä. Jäähdytetty hiili kostutetaan seuraavalla kuljettimella vedellä. Valmis biohiilituote siirretään ulkona sijaitsevaan varastointisiiloon. Suurin osa hiilestä säilötään isoihin säkkeihin odottamaan kuljetusta kohteisiin.

### Raaka-aineiden valinta

Koska HSY ja Helsingin kaupunki halusivat testata pyrolyysipilottilaitosta myös muilla raaka-aineilla kuin puhdistamolietteellä, hankkeessa kartoitettiin useita hiilipitoisten jättemateriaalien lähteitä, ja niiden todettiin soveltuvan testaukseen. Osa kartoitetuista materiaaleista myös hylättiin eri syistä. Tärkeimmät hyväksymiskriteerit olivat alhainen hiekkapitoisuus, jolla estetään laitoksen tiettyjen liikkuvien osien vaurioituminen, sekä varastointimahdollisuudet. Lisäksi erän minimikooksi määritettiin 20 000 kg laitoksen koon vuoksi.



# Raaka-aineet

**järviruoko**

4 m<sup>3</sup> / 9 000 kg



4 m<sup>3</sup> / 2 000 kg

Kuva 2 Raaka-aineet, joiden pyrolyysi biohiileksi onnistui HSY:n laitoksella, niiden olomuoto ennen prosessia sekä tuloksena saadut biohiilet ja määrät.

**pehmeä viherjäte**

4 m<sup>3</sup> / 16 550 kg



6 m<sup>3</sup> / 3 800 kg

**puu**

50 m<sup>3</sup> / 100 200 kg



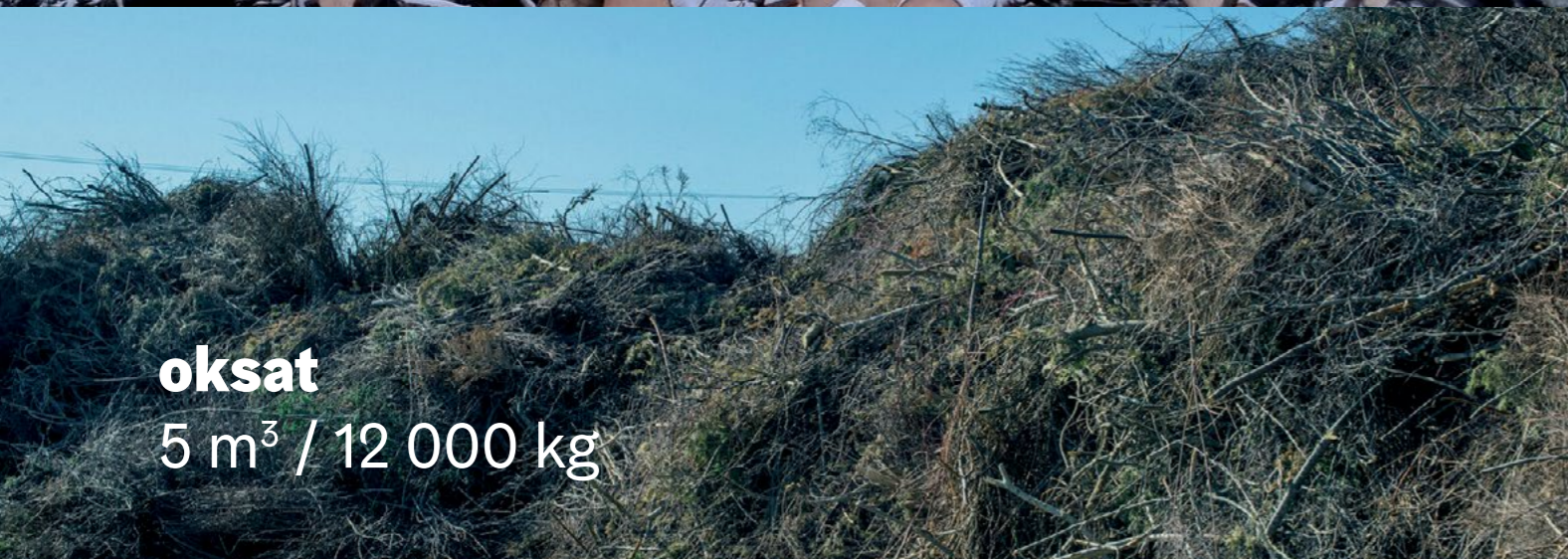
57 m<sup>3</sup> / 20 150 kg

**oksat**

5 m<sup>3</sup> / 12 000 kg



8 m<sup>3</sup> / 3 000 kg





## Pyrolysoidut raaka-aineet ja yleiset prosessit

Syksyn 2022 ja alkukevään 2023 välisenä aikana pyrolysoitiin neljää eri materiaalia. Tänä aikana tuotettiin yhteensä 75 m³ biohiiltä samaan aikaan, kun uusia kokeiluja oli vielä suunnitteilla (taulukko 1). Pilottilaitos suunniteltiin puhdistamolietteen käsittelyyn, ja muiden materiaalien käsittely aiheutti jonkin verran haasteita. Lietehiili on märkää ja raskasta ja hyvin erilaista kuin tässä kokeessa käytetyt materiaalit. Näin olleen tehokkuutta voitaisiin kasvattaa standardeimalla syöttötietoja ja optimoimalla laitteet kullekin materiaalille.

HSY:n pilottilaitos on tarkoitettu ensisijaisesti energia-arvoltaan vähäisen jätevesilietteen pyrolyysiin. Tästä syystä lietteeseen sekoitetaan myös puumateriaalia energiataseen parantamiseksi. Muiden pyrolysoitujen materiaalien energiataseet olivat erilaiset. Esimerkiksi puuhakkeessa oli liikaa lämpöenergiaa, kun taas ruoko- ja niittyjätteen energiasisältö oli huomattavasti alhaisempi. Koska laitos on suunniteltu tietylle lämpökuormalle, jätevesilietettä energiatiheämpi materiaali asetti haasteita optimaalisten toimintaolosuhteiden ylläpitämiselle. Näin ollen laitteen lämmön talteenottojärjestelmä asetti rajoituksia prosessiin syötettävän materiaalin määrälle. Erityisesti puumateriaalia piti syöttää hitaammin ylikuumenemisen estämiseksi.

Kevyemmät materiaalit tuottivat hienojakoisempaa biohiiltä, jonka raekoko oli pienempi, mikä teki siitä pölyvämpää. Kevyemmät materiaalit tuottivat myös pienemmän määrän biohiiltä (taulukko 1), mikä johtuu todennäköisesti ainakin osittain alkuperäisten raaka-aineiden alhaisemmasta hiilipitoisuudesta (liite 2). Toinen kevyempiin materiaaleihin liittyvä hypoteesi on, että osa materiaalista voi päätyä pyrolyysilaitoksen ilmavirran mukana palamiskammioon (jossa pyrolyysikaasu poltetaan prosessilämmön tuottamiseksi) ja palaa siellä. Tarkkojen määrien määrittäminen on haastavaa, mutta tämä skenaario on uskottava.

Materiaali	Raaka-aineen määrä (kg)	Tuotettu biohiili (kg)	Tuotettu biohiili (m³)
Järviruoko	9 000	2 000	4
Pehmeä viherjäte	16 550	3 800	6
Puuhake	100 200	20 150	57
Oksat	12 000	3 000	8

Taulukko 1 Biohiileksi pyrolysoitujen raaka-aineiden määrät ja tuotettujen biohiilten määrät HSY:n pilottilaitoksella. Tuotteen painot on ilmaistu tuorepainona.

#### Järviruoko

Urakoitsija keräsi järviruo’ot (Phragmites australis) Porolahden ja Pikku-Huopalahden merialueilta. Materiaali kerättiin syyskuun alussa, kun versot olivat vielä vihreitä. Tietojemme mukaan vihreää ruokoa ei ollut pyrolysoitu aiemmin, mutta kokeita oli tehty kuivilla, talvella korjatuiilla versoilla. Suurin ero vihreiden ja kuivien versojen välillä on se, että vihreät versot sisältävät enemmän vettä ja ravinteita, erityisesti tyypeä, koska kasvi ei ole vielä kypsynyt talvea varten. Oletuksena oli, että vihreitä versoja olisi myös vaikeampi silputa niiden kovemman ulkokerroksen vuoksi (ELY-keskus 2022). Murskaaminen oli kuitenkin helppoa HSY:n vasaramurskaimella, mutta murskausta seuranneen varastoinnin aikana materiaali alkoi hajota.

Materiaalia yritettiin kuivata asettelemalla se tasaiseksi kerrokseksi sisätiloihin hajoamisen estämiseksi, mutta on todennäköistä, että hiiltä menetettiin jonkin verran.

Ruokomateriaali oli pehmeää ja kevyttä, mikä aiheutti useita tukoksia, mistä syystä koneen nopeutta piti vähentää. Näin käsittelyaika piteni 16 päivään, josta käyttöajan osuus oli 27 tuntia. Laitoksen kuivausprosessiin syötetystä 9 tonnista tuoretta massaa saatiin noin 2 tonnia eli 4 m³ biohiiltä. Painot ovat tuorepainoja ilman veden haihtumista.

#### Pehmeää viherjätettä puistoista

Kokeessa käytetty viherjäte saatiin kahdesta päälähteestä. Staran puistojen toimialalla kerättiin perinteistä puutarhajätettä, mukaan lukien rikkaruohojätettä ja siihen liittyvää pehmeää viherjätettä, joka normaalisti kompostoidaan. Toinen lähde olivat niittyjen jätteet, joita kerättiin niittoaikana. Suurin osa materiaalista sisälsi jonkin verran puumaista pajumateriaalia, mutta enimmäkseen se koostui ruohomaisista versoista ja siemenistä. Normaalisti tämä jäte hävitetään polttamalla yleisessä jätelaitoksessa, koska se sisältää vieraslajien siemeniä. Materiaali silputtiin vastaanottamisen jälkeen, mutta sitä ei kuivattu.

Epäilemme, että ruo’on tavoin myös tämän raaka-aineen hiilihäviö ennen pyrolyysiä johtui todennäköisesti hajoamisesta ja pitkästä odotusajasta, mittakaava vain oli todennäköisesti suurempi. Pyrolyysiprosessi aloitettiin joulukuun alussa, ja se päättyi 9.2. Kuivausprosessiin käytetyt 16,6 tonnia raaka-ainetta tuottivat 3,8 tonnia eli noin 6 m³ biohiiltä. Materiaalin tiiviyyden vuoksi se ei edennyt kuljettimilla ilman mekaanista apua ihmisiltä. Lisäksi materiaalissa olevat vieraat esineet, kuten köydet, puutarhatyökalut ja kivet, aiheuttivat keskeytyksiä prosessissa. Jätteen lämpöarvo oli suhteellisen alhainen, mitä olisi voitu kompensoida lisäämällä kuljettimen nopeutta, jos materiaali olisi edennyt sujuvasti prosessissa. Materiaali vaatisi uuden murskauskerroksen ja seulonnan, jotta prosessi onnistuisi paremmin tulevaisuudessa.

#### Puuta kaupunkimetsistä

Helsingin kaupunki tekee hakkuita eri syistä. Tyypillisesti kaadetut puut haketetaan ja myydään energiantuotantoon. Ensisijainen syy hakkeen käytölle oli, että hankkeessa haluttiin tuottaa luotettavasti 100 m³ biohiiltä, joka olisi riittävän laadukasta viheraluekäyttöön. Hankkeessa pyrolysoitiin haketta puista, jotka oli kaadettu Pohjois-Helsingin alueella kaarna-kuoriaisten torjunnan vuoksi. Puu haketettiin hieman tavallista hienommaksi, jotta laitoksella ei tarvittu erillistä yli 5 cm:n kokoisten lastujen seulontaa. Suurin osa puusta oli kuusta, ja joukossa oli pienempiä määriä erilaisia lehtipuita.

Noin 229 m³ haketta, joka vastaa 100 tonnia, tuotti 20,2 tonnia eli 57 m³ biohiiltä.

#### Oksia jäteasemilta

HSY:n Sortti-asemilta saatiin oksia, joiden pyrolysointia testattiin. Tarkoitus oli selvittää, voisiko oksamateriaalilla täyttää osan biohiilen tuotantotavoitteesta, joka oli 100 m³. Materiaali saatiin HSY:n omien lajitteluasemien kautta, ja siihen kuului risuja, oksia ja havupuuroskaa. Oksat tulevat asemille lähialueen kotitalouksilta ja yritysiltä. Vaikka tarkan alkuperän määrittäminen voi olla haastavaa, suurin osa oksista on yksityisistä puutarhoista ja pihoilta. Tämän vuoksi oksamateriaali koostui pääosin ohuista puiden ja pensaiden oksista, siinä missä hake oli pääosin peräisin paksummista kuusenrungoista. Suhteellisesti oksamateriaalissa oli enemmän kuorta ja neulasia puuhakkeeseen verrattuna. Materiaalit myös käsiteltiin eri tavoilla; oksat murskattiin, sillä risuista haketta tekeviä koneita ei ollut saatavilla.

Oksista saatavan biohiilen valmistus lopetettiin ensimmäisen erän alustavan kemiallisen analyysin jälkeen. Puuhakemateriaaliin verrattuna oksaraaka-aine sisälsi huomattavia määriä monia haitallisia metalleja,

mikä näkyi myös lopputuotteessa siten, että oksista saatavaa biohiiltä ei voitaisi käyttää viherrakenteessa. Mahdollisia syitä ovat suuri kuoren ja esim. männynneulasten määrä materiaalissa, joiden on osoitettu kerryttävän metalleja saastuneesta ilmakehästä (Saarela ym. 2005). Raaka-aineiden kemialliset analyysit ja niitä vastaavat biohiilet on esitetty liitteessä 2.

### Biohiilten fysikaalis-kemialliset analyysit ja laatu

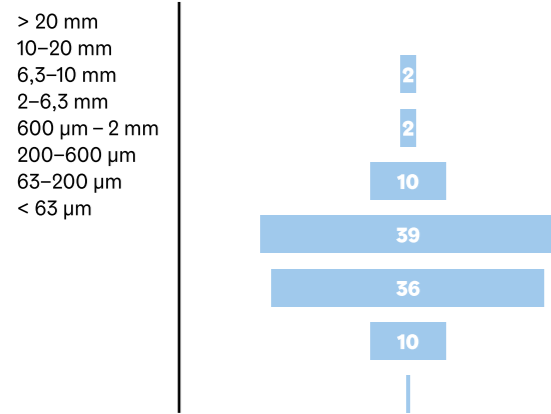
Biohiiliä analysoitiin Eurooppalaisen Biohiilsertifikaattijärjestelmän (EBC 2023) mukaisilla menetelmillä. Taloudellisista syistä kustakin raaka-aineesta ja biohiilestä analysoitiin yksi näyte, lukuun ottamatta hakebiohiiltä, josta analysoitiin kaksi näytettä. Vesiliukoisia pääravinteiden jakeita ei analysoitu. Haitallisten aineiden pitoisuuksien seulonnassa sovelletut raja-arvot olivat kesällä 2023 voimassa olleen Suomen lannoitelainsäädännön mukaisia. Raportin seuraavalla sivulla esitetyt raekokojakauman käyrät analysoitiin HSY:ssä sisäisesti lankaseulojen avulla.

Kaiken kaikkiaan hakkeesta saatu hiili oli odotetusti korkealaatuisinta. Muiden biohiilten kokonaishiilipitoisuuteen (28–44 %) verrattuna sen arvo oli paljon korkeampi (82 %). Vastaavasti tuhkapitoisuus oli muissa materiaaleissa yli 53 % ja puuhakkeessa alle 7 %. Yleisin parametri, jolla teollisuudessa kuvataan biohiilten pysyvyyttä maaperässä, on vedyn (H) ja orgaanisen hiilen (Corg) suhde. Koska arvo oli alle 0,4 kaikissa tuotetuissa biohiilissä (liite 1), voidaan katsoa, että vähintään 70 % hiilestä todennäköisesti pysyy stabiilina maaperässä seuraavat 100 vuotta (Budai et al. 2013).

Suomen lainsäädäntö sallii järviruo’osta ja hakkeesta valmistetun biohiilen käytön kenttäkokeissa. Pehmeästä viherjätteestä ja murskatuista risuista ja oksista tuotettua hiiltä ei kuitenkaan voitu käyttää haitallisten metallien korkean pitoisuuden vuoksi. Yksityiskohtaiset biohiilten analyysitulokset ovat liitteessä 1. Mielenkiintoista on, että pehmeästä viherjätteestä tuotettu biohiili tuoksui voimakkaasti ammoniakilta ja aiheutti nopeaa korroosiota ja muita kemiallisia reaktioita tinalaattateräksestä valmistetussa näyteämpärissä (kuva 7). Reaktioiden syy jäi epäselväksi. Myös järviruo’osta tuotettu biohiili aiheutti joitakin reaktioita, mutta paljon vähäisemmässä määrin.

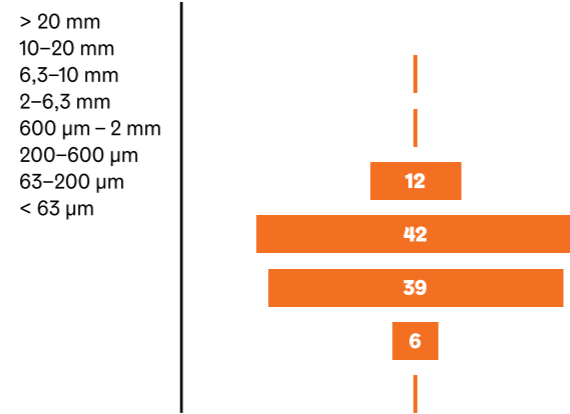


### Järviruo'on raekoko Massa (%)

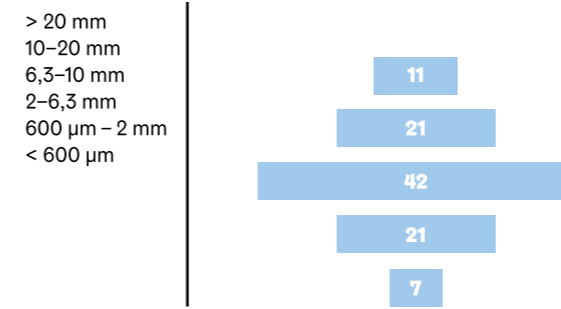


Kuva 3 Hiukkaskokojakauman tulokset perustuen ruokobiohiilen painoon ja tilavuuteen.

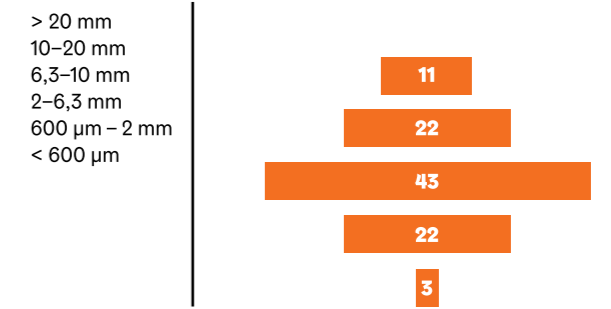
### Järviruo'on raekoko Tilavuus (%)



### Puuhakkeen raekoko Massa (%)

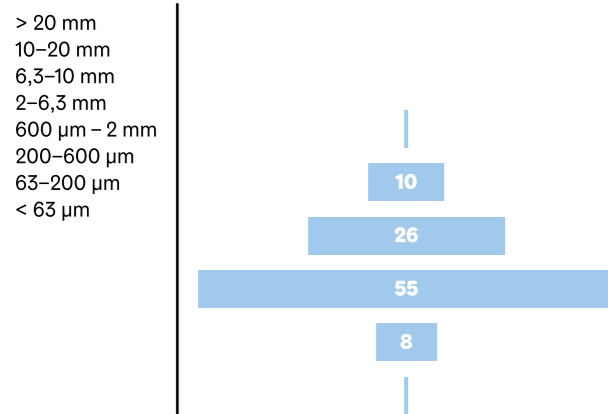


### Puuhakkeen raekoko Tilavuus (%)



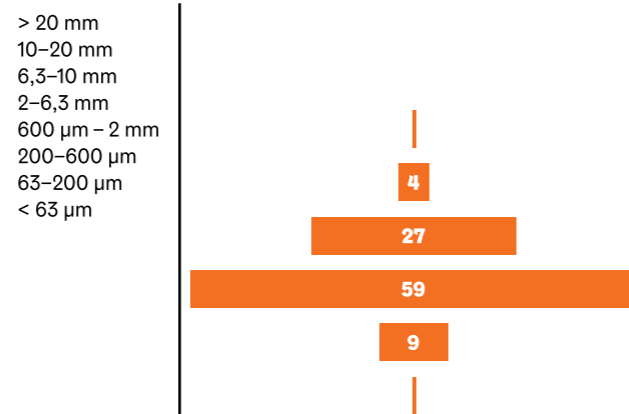
Kuva 5 Hiukkaskokojakauman tulokset perustuen puuhakkeesta saadun biohiilen painoon ja tilavuuteen

### Pehmeä viherjäte raekoko Massa (%)

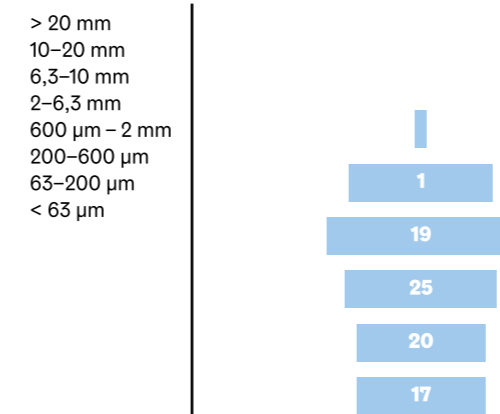


Kuva 4 Hiukkaskokojakauman tulokset perustuen pehmeästä viherjätteestä saadun biohiilen painoon ja tilavuuteen

### Pehmeä viherjäte raekoko Tilavuus (%)

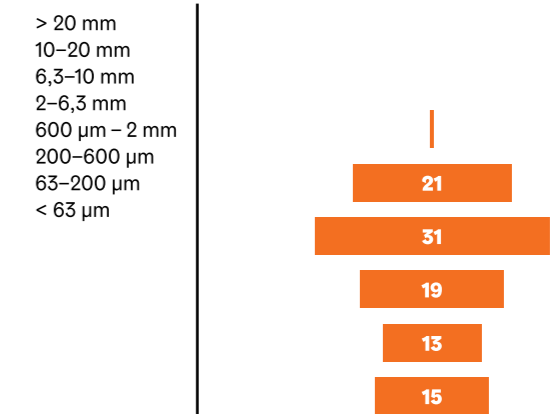


### Oksien raekoko Massa (%)



Kuva 6 Hiukkaskokojakauman tulokset perustuen oksista saadun biohiilen painoon ja tilavuuteen

### Oksien raekoko Tilavuus (%)



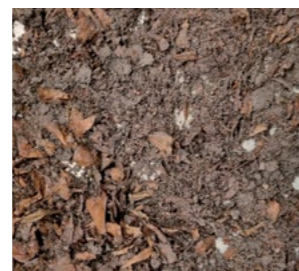
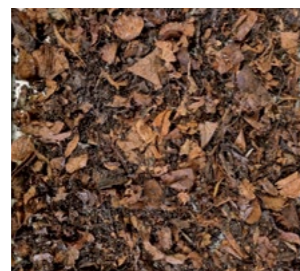


## Hylätyt raaka-aineet

Hylätyt materiaalit on lueteltu alla, ja hylkäyksen pääasiallinen syy on esitetty suluissa

- Kadunlakaisujäte (korkea hiekkapitoisuus), kaupungin katujen mekaanisesta puhdistuksesta syksyllä peräisin oleva jäte.
- Koiran jätökset koirapuistojen Molok-syväkeräysastioista (logistiikka, varastointi ja sora)
- Jäte kuivakäymälöistä (riittämätön saatavuus)
- Betonin valussa käytettävä muottipuu (logistiikka, koordinaatioajan puute)
- Talvella leikatut ruokoversot (saatavuushaasteet)
- Vanhentuneet karjan rehuna käytettävät heinäpaalit (myöhäinen mukaantulo hankkeeseen, huono saatavuus)

Ulkokäymäläjätteen käsittelyssä nähtiin eniten potentiaalia, koska se tarjoaisi hygieenisen prosessin, jota on tähän mennessä ollut hyvin vaikea organisoida käytännössä. Raaka-ainepula saattaa ratketa lähiaikoina, sillä Helsingin kaupunki suunnittelee nostavansa ”Helsinki-Huusseiksi” kutsuttujen kuivakäymälöiden määrää. Lisäksi, kun otetaan huomioon, että kadunlakaisujätteestä (kuva 8) voitaisiin poistaa ylimääräistä soraa siivilöimällä, siitä voisi tulevaisuudessa tulla mahdollinen pyrolyysikokeiden raaka-aine, jonka hyvänä puolena olisi myös kaupungin kaduilta peräisin olevien haitallisten aineiden ja mikromuovien poistaminen.



Kuva 8 Vaihtelut lakaisujätteenäytteissä alemman (alhaalla keskellä) ja korkeamman (alaoikealla) hiekka- ja sorapitoisuuden välillä. Materiaalipinot (alavasemmalla) sisälsivät myös huomattavia määriä roskia (esim. kahvikuppeja, karkkikääreitä), jotka eivät sisällyneet näytteisiin

Kuva 7 Metallinen näyteastia reagoi pehmeästä viherjätteestä tuotetun biohiilen kanssa. Astiassa näkyi korroosiota (ylhäällä oikealla) ja ulkonevää kiteytymistä metallikauhan pinnalla (ylhäällä vasemmalla)

## Biohiilen tuotannosta opitut asiat

Yksi tärkeä näkökohta biohiilen tuotannossa on arvioida tiettyjen raaka-aineiden soveltuvuutta sekä koneiden että syntyvän biohiilen näkökulmista. Keskeisiä arviontkohteita ovat:

- Raaka-aineiden kerääminen, varastointi ja esikäsittely, tehokkaat menetelmät raaka-aineiden keräämiseen, varastointiin, riittävään seulontaan ja esikäsittelyyn materiaalien ennenaikaisen hajoamisen ja koneiden tukkeutumisen estämiseksi ja eri materiaalien pyrolyysiprosessin yleiseksi optimoinniksi.

Ratkaisemattomien kysymysten tunnistaminen ja käsitteleminen, kuten raskasmetallien esiintyminen Sortti-asemalta saaduista oksista tuotetussa hiilessä ja polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet) muissa biohiilissä. Mahdollisten menetelmien tutkiminen, joilla voitaisiin välttää kynnyksarvojen ylittyminen.

- Vaihtoehtoisten materiaalien ja raaka-aineseosten tutkiminen: tutkia pehmeämpien materiaalien esikäsittelytapoja ja mahdollisuutta pyrolyysille yhdessä

hakkeen kanssa, mikä pienentäisi hakkeen lämpöarvoa ja antaisi monipuolisempia pyrolyysiraaka-aineiden vaihtoehtoja.

Myös lainsäädännön ymmärtäminen on välttämätöntä biohiilen tuotannon ja hyödyntämisen onnistumiselle. Keskeisiä näkökohtia ovat tuotetun biohiilen jätteen luokittelun tutkiminen ja jätteen päätyminen välttämisen sekä loppukäyttäjälle asetettujen rajoitusten ymmärtäminen jätteen luokittelun biohiilen käytön ja levittämisen osalta.

Sekä tieteellisen ymmärryksen että kunnallisten aloitteiden edistämiseksi suositellaan HSY:n pilottilaitoksen käytön jatkamista erilaisten jätemateriaalien testaamiseksi pyrolyysin avulla. Vaikka laitos on optimoitu puhdistamolietettä varten, se tarjosi ja voi jatkossakin tarjota arvokasta kokemusta siitä, miten eri materiaalit käyttäytyvät jatkuvassa pyrolyysijärjestelmässä laboratorio-olosuhteiden ulkopuolella. HSY:lle kunnallisena laitoksena sellaisten jätevirtojen pyrolysointi, jotka eivät välttämättä houkuttele muita biohiiltä tuottavia yrityksiä, voi olla tapa edistää kiertotaloutta ja turvallista jätehuoltoa.

Biohiilen tuotantokentän edelleen kartoittamiseksi tulisi tulevissa hankkeissa tutkia paikallisen biohiilen tuotannon mahdollisuuksia. Mahdollisia vaihtoehtoja ovat biohiilituotannon integrointi hiilineutraaliin kaukolämpöön tai hajautettu biohiilituotanto esimerkiksi kaupungin biomassan kierrätyspaikkoja vastaavissa paikoissa. Esimerkkinä kaukolämpömallista toimii tällä hetkellä Keravan Energia, jossa biohiilen tuottaja Carboculture operoi pilottilaitosta. Biohiilen käytön yhdistäminen kompostointiin ja paikallisten kierrätettyjen kasvualustojen tuotantoon voisi tehostaa kompostointia ja lisätä kasvualustatuotteiden arvoa.





## 4 Biohiilen pilotointi ja käyttö viherrakenteessa

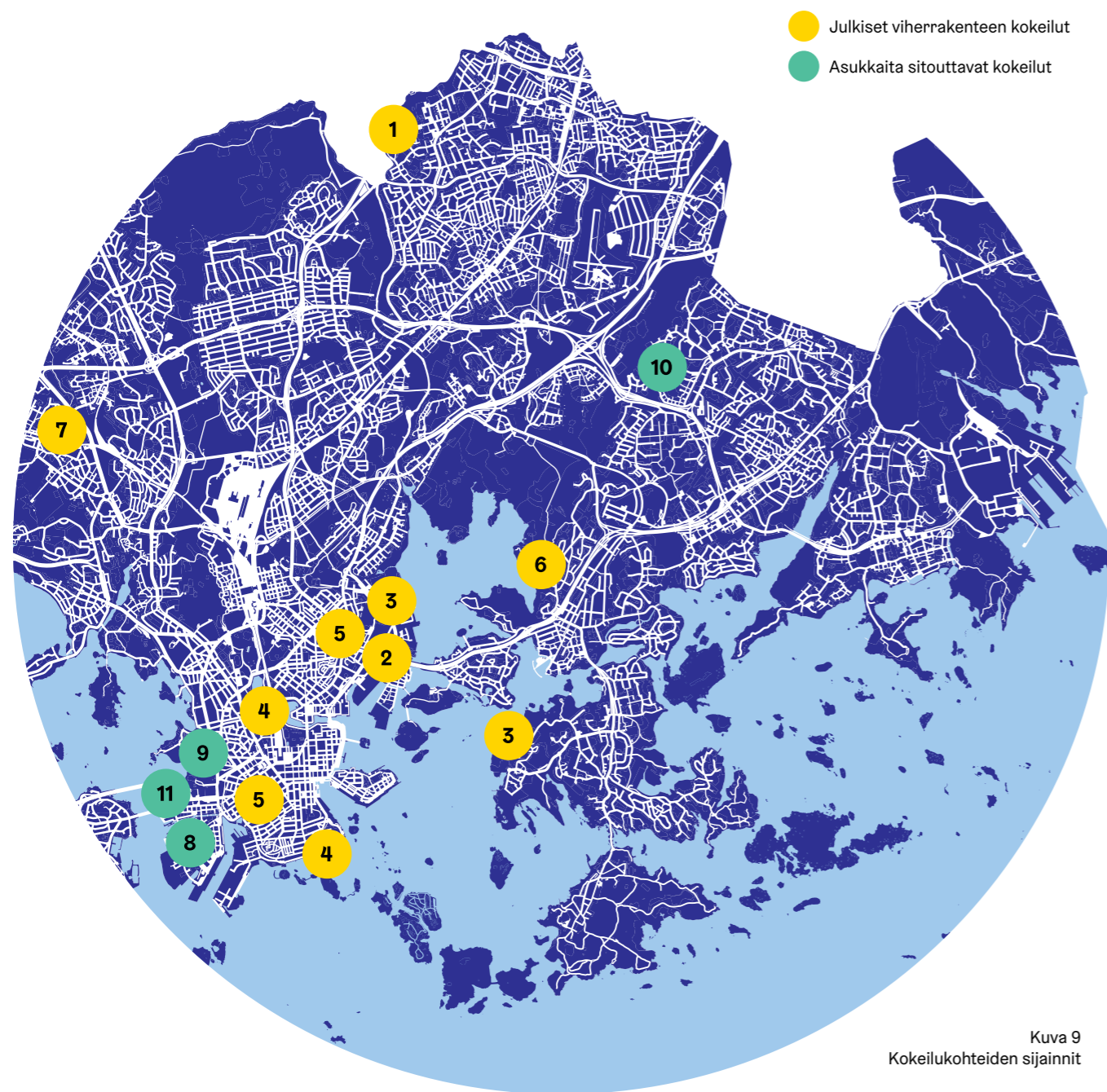
Hankkeen tavoitteena oli lisätä biohiilen käyttökokemuksia koko ammattialalla ja helsinkiläisten keskuudessa. Seuraavissa luvuissa selitetään ensin pilottikokeilujen käyttöönottoprosessit kaupunkipuistoissa. Toisessa osiossa käydään läpi toimet, joilla asukkaita osallistettiin eri kohteissa. Hankkeen tarpeisiin käytettiin yhteensä 106 m<sup>3</sup> biohiiltä, joihin kuului HSY:l-tä saatujen tuotteiden lisäksi myös kaupallisia biohiiliä.

Pilottikohteet valittiin ja suunniteltiin yhteistyössä Helsingin kaupunkiympäristön toimialan projektipäälliköiden kanssa talvella ja keväällä 2022–23. Mukana oli myös useita maisemasuunnittelusta vastaavia konsulttitoimistoja. Biohiilihankkeen keston vuoksi kohteiden tuli pääosin olla rakenteilla vuonna 2023. Rakennusvaiheessa olevien hankkeiden saatavuus rajoitti valintaa ja useissa tapauksissa biohiili lisättiin uutena komponenttina puolivalmiisiin suunnitelmiin. Tämä tarkoitti sitä, että puistosuunnitelmiin voitiin tehdä vain pieniä muutoksia, ja tavoitteesta luoda teollisesti laadukkaita, vertailukelpoisia ja monistettavia koeasetelmia oli pääosin luovuttava. Painopisteinä oli oppia paikallisesti biohiilisuunnittelun periaatteita, tutustua käytännön käsittelymenetelmiin, selvittää mahdollisia logistisia malleja sekä perustaa kohteille seuranta kasvuvasteiden raportoimiseksi erityisesti pitkällä aikavälillä.

Tämän seurauksena biohiiltä käytettiin kymmenessä erillisessä puistohankkeessa ja yksi katupuusuunnitelma laadittiin toteutettavaksi tulevaisuudessa. Lisäksi tehtiin pieni kasvihuoneruukkukoe yksivuotisilla kasveilla HSY:n tuottamien biohiilten välisten erojen seulomiseksi. Kokeesta raportoitiin erikseen Helsingin kaupungin sisäisessä dokumentissa. Seuraavissa luvuissa kerrotaan kunkin kohteen päätavoitteet, valmistelut ja toteutukset.



**Kohteiden sijainnit.** Kokeilut tehtiin eri kohteissa Helsingissä, ja niiden mittakaavat vaihtelivat. Kokeilukohteet valittiin ottamalla yhteyttä kaupungin projektipäälliköihin ja (puutarhanhoito-)yhteisöihin, ja myös toteutusmahdollisuudet hankkeen aikataulun puitteissa otettiin huomioon.



Kuva 9  
Kokeilukohteiden sijainnit



1 Jalkapallokenttä (22 m<sup>3</sup>)



2 Dynaaminen perennaistutus (10 m<sup>3</sup>)



3 Vihreillä kivillä päällystetyt raitio-  
tieväylät (9,25 m<sup>3</sup>)



4 Olemassa olevat puistonurmet  
(22,5 m<sup>3</sup>)



5 Rakenteelliset maanparannukset  
(17 m<sup>3</sup>)



6 Uudet puustutukset (10 m<sup>3</sup>)



7 Niitty kierrätysmaalla (7 m<sup>3</sup>)



8 Jätkäsaaren yhteisöpuutarha  
(0,25 m<sup>3</sup>)



9 Lapinlahden Lähde -yhteisöpuutarha  
(1,25 m<sup>3</sup>)



10 Rinnekodit (1 m<sup>3</sup>)



11 Kattopuutarha (0,25 m<sup>3</sup>)



## Uusi jalkapallokenttä Siltamäessä

Siltamäen jalkapallokentät uusittiin kokonaan vuonna 2023. Alueelle rakennettiin viisi uutta kenttää, joista yhdellä kasvualustan ylimpään 10–15 cm:n kerrokseen sekoitettiin noin 4–5 til-% HSY:n tuottamaa hakebiohiiltä. Naapurikenttä, jota hoidetaan samalla tavalla, mutta jonka maaperässä ei ole biohiiltä, toimii vertailukohtana biohiilen vaikutusten seurannassa. Tavoitteena oli nähdä, voisiko biohiili lisätä kasvien hyvinvointia parantamalla veden ja ravinteiden kertymistä, veden imeytymistä, mikrobin toimintaa ja mahdollisesti vähentää kunnossapitokustannuksia. Peltojen pohjarakenne koostuu vaahtolasi-kevytaineesta, joka on erotettu geotekstiilillä 30 cm paksusta hiekkaisesta kasvualustakerroksesta. Kentän mitat ovat noin 65 x 45 m (2 925 m<sup>2</sup>) (kuva 2). Kentän maaperään on asennettu kosteusanturit, joilla voidaan seurata digitaalisesti kasvualustan kosteusolosuhteita. Tavoitteena on optimoida vedenkäyttö kenttien kunnossapidossa.

Biohiili toimitettiin kohteeseen katetussa säiliössä heinäkuussa 2023. Se levitettiin kentälle pintahioma-koneella tasaiseksi kerrokseksi (kuva sivulla 20) ja sekoitettiin sitten pintamaahan. Biohiiltä toimitettiin noin 7,2 tonnia, jolloin sen tilavuus on noin 22 m<sup>3</sup>. Kun tämä määrä sekoitetaan ylimpään 15 cm:iin, se vastaa noin 5:tä % kasvualustan biohiilipitoisuudesta. Kasvualusta koostui 90-prosenttisesti hiekkasta ja 10-prosenttisesti turpeesta. Biohiilikentällä tähän kasvualustaan lisättiin biohiiltä ilman, että kasvialustan komponentteja korvattiin.

Ruohonsiemenet kylvettiin syyskuun puolivälissä. Seoksessa oli 10 % raiheinää (*Lolium sp.*) ja 90 % (5–6 kg/ha) niittyurmikkaa (*Poa pratensis*). Ensimmäisenä vuonna raiheinä iti hyvin, ja kentän raportoitiin olevan 100-prosenttisesti vihreänä, mutta niittyurmikka ei itänyt kunnolla. Tästä syystä kenttä kylvetään uudelleen keväällä 2024. Koska hiekk-

kasvialustan rakenne oli suunniteltua karkeampi, vuonna 2024 kaikille kentille levitetään lisäksi hienoa hiekkapinnoitetta, jolloin maaperän biohiilipitoisuus laimenee.

Biohiilen mahdollisia vaikutuksia seurataan vähintään kahden vuoden ajan yhteistyössä kunnossapidon kanssa. Painopiste on tavanomaisissa kasvu- ja maaperäparametreissa, joita myös FIFA seuraa tavalisissa menettelyissään.

## Dynaaminen perennaistutus Kalasatamassa

Kokeilun taustana oli erilaisten biohiilten kokonaisuustestaus uudella, keskeisellä paikalla sijaitsevalla kasvillisuusalueella kaupunkiympäristön toimialan toimistorakennuksen vieressä. Kohde on suunniteltu uudella tavalla, ja se sisältää dynaamisesti muuttuvien kasvikkokonaisuuksien suunnittelua naturalististen suunnitteluperiaatteiden innoittamana. Alkuperäinen suunnitelma oli pilotoida biohiilen lataamista ravinteilla HSY:n kompostissa ja käyttää kahta erilaista biohiiltä latauksella ja ilman. Koeasetelmaa muutettiin kuitenkin nopeasti, koska HSY:n oksista tuotettu biohiili jätettiin pois sen korkean raskasmetallipitoisuuden vuoksi.

Lopullisessa pilotissa oli mukana HSY:n hakebiohiiltä kahtena eri pitoisuutena (7 % ja 20 % tilavuudesta). Lisäksi 7 prosentin biohiilipitoisuus testataan sekä valmiiksi ladattuna että lataamattomana. Vertailuryhmä koostuu kasvialustasta, jossa ei ole biohiiltä, mutta jossa on vastaava määrä (7 %) kompostia suhteessa muihin kasvialustan materiaaleihin. Kokeilualueilla on kahdenlaisia kasviseoksia, mutta molemmissa on samanlainen peruskasvialusta (taulukko 2, kuva 10). Puiston yleissuunnitelmasta valittiin kasvillisuusalueet sillä perusteella, että suunnitellut kasviseokset kestävät parhaiten ravinteikasta kasvialustaa. Kus-

sakin kasvivyhdyskunnassa on noin 30 lajia, pienistä puista ja pensaista ja suurista monivuotisista kasveista maaperää peittäviin monivuotisiin kasveihin ja erilaisiin sipulikasveihin. Istutus valmistui syyskuussa 2023.

Biohiili ladattiin HSY:n biojätekompostilla, jonka kokonaistyyppipitoisuus oli noin 2 %. Biohiili ja komposti sekoitettiin yhteen yhtä suurina tilavuuksina noin neljä kuukautta ennen sekoittamista lopulliseen kasvialustaan. Liiallisten ravinteiden välttämiseksi ja käsittelyjen välisen vaihtelun minimoimiseksi kompostoinnista odotetut ravinteet otettiin huomioon kasvialustojen valmisteltaessa, mutta kaupallisen maansekoiutusyrityksen tekemisessä maaperäanalyyseissä (taulukko 3, analyysitulokset) havaittiin kuitenkin eroja. Biohiilen kasvialustojen analyysit tehtiin lannoitelain mukaisina kompostianalyyseinä, kun taas perusmaaperämateriaalia testattiin vakiomuotoisella suomalaisella maaperättestausmenetelmällä (Vuorinen & Mäkitie 1955), jossa hapanta ammoniumia uutettiin ravinteita varten.

Kokeen seuranta koordinoidaan ja käsittelyjen välissä kasvien kasvua ja yhdyskunnan kehitystä voidaan vertailla myös alueittain seuraavien kysymysten pohjalta:

alueet 2 ja 3: miten ladattu biohiili vaikuttaa verrattuna olosuhteisiin ilman biohiiltä

alueet 2 ja 4: miten esilataaminen vaikuttaa verrattuna biohiileen, jota ei ole aktivoitu etukäteen

alueet 4 ja 5: miten raaka biohiili vaikuttaa verrattuna olosuhteisiin ilman biohiiltä

alue 1: miten 20 % ladattua biohiiltä toimii verrattuna 7 %:iin ladattua biohiiltä

Maaperän sekoitusasemalla tehtyjen alustavien maaperäanalyyseiden mukaan, kun alueelle 1 biohiiltä ja kompostia lisättiin 20 %, liukoisen fosforin (P), kaliumin (K) ja orgaanisen aineksen pitoisuudet lisääntyivät merkittävästi verrattuna kaikkiin muihin alueisiin, mutta liukoisen typhen taso oli lähes sama

Taulukko 2 Kasvialustakäsittelyjen määrä kuvan 10 mukaisissa kasvivyhdyskunnissa ja istutusalueilla (1–5)

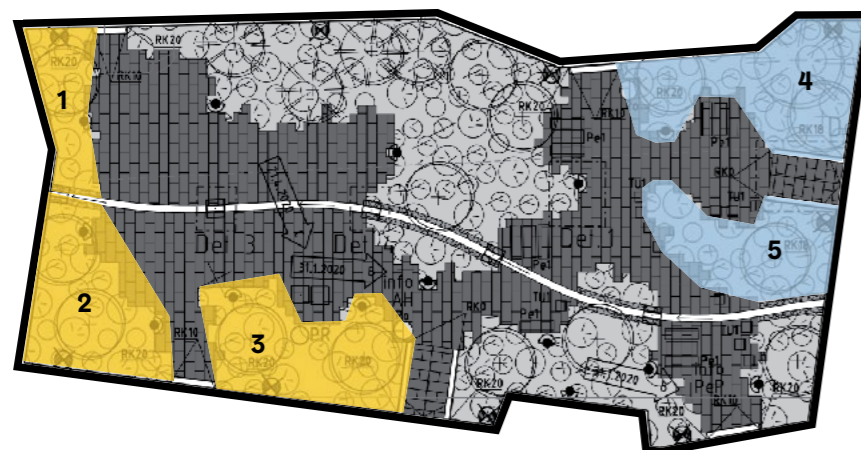
Kasvivyhdyskunta	Alue	Kasvialustakäsittely	Alueen pinta-ala (m <sup>2</sup> )	Kasvialustan tilavuus (m <sup>3</sup> )	Biohiili maaperässä	Komposti maaperässä
"Auringon hellimät"	1	Kompostilla esiladattu biohiili 20 %	24	19	20 %	20 %
	2	Kompostilla esiladattu biohiili 7 %	49	39	7 %	7 %
	3	Ei biohiiltä, komposti 7 %	57	46	0 %	7 %
"Perennojen paratiisi"	4	Lataamaton biohiili 7 %, komposti 7 %	59	47	7 %	7 %
	5	Ei biohiiltä, komposti 7 %	43	30	0 %	7 %

Taulukko 3 Käsiteltyjen maaperien ja peruskasvialustan sekoitusasemalla tehtyjen alustavien maa-analyyseiden tulokset.

Kasvivyhdyskunta	Alue	Kasvialustakäsittely	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	IT (kg/m <sup>3</sup> )	pH	SJ (mS/cm)	LOI %
"Auringon hellimät"	1	Kompostilla esiladattu biohiili 20 %	0,1	100	1 000	790	6,5*	0,6*	16,4
	2	Kompostilla esiladattu biohiili 7 %	0,09	32	560	900	5,7*	0,5*	10
	3	Ei biohiiltä, komposti 7 %	0,07	21	530	920	5,3*	0,5*	10,6
"Perennojen paratiisi"	4	Lataamaton biohiili 7 %, komposti 7 %	0,04	30	490	920	5,6*	0,4*	8,6
	5	Ei biohiiltä, komposti 7 %	0,07	21	530	920	5,3*	0,5*	10,6
			<b>NO<sub>3</sub>-N (mg/l)</b>						
Peruskasvialusta			68	1,6	440	1 070	4,5**	1,5**	10,6

N = liukoinen typpi ja NO<sub>3</sub>-N = nitraattityppi, P = liukoinen fosfori ja K = liukoinen kalium (happaman ammoniumin poisto, pH 4,65), IT = irtotiheys, SJ = sähkönjohtavuus, LOI = hehkutushäviö (orgaanisen aineen pitoisuus).

SJ ja pH on mitattu maa-vesisuspensiosta suhteessa \*1:5 tai \*\*1:2,5 paino/tilavuus



Kuva 10 Koealueiden pohjapiirustus. Kaksi väriä edustavat kahta alueelle istutettua kasvivyhdyskuntaa. Alueen numero viittaa taulukoissa 2 ja 3 esitettyihin kasvialustakäsittelyihin. Pohjapiirros on Sitowisen käsialaa.



kuin alueilla, joille lisättiin ladattua biohiiltä 7 %. Kasvualustassa, jossa oli 7 % esiladattua biohiiltä, oli hieman korkeammat liukoisien typen (N), fosforin (P) ja kaliumin (K) pitoisuudet verrattuna alueeseen 4, jolle oli lisätty esikäsittelemätöntä biohiiltä. Typpi- ja kaliumpitoisuudet olivat myös korkeammat alueella 5, jossa ei ollut biohiiltä ja 7-prosenttista kompostia, verrattuna alueeseen 4, jossa oli 7 % lataamatonta biohiiltä ja kompostia. Alueiden 4 ja 5 vertailun perusteella biohiili ei näyttänyt lisäävän maaperän orgaanisen aineksen pitoisuutta, mikä näkyy hehkutushäviö-materiaalin osuutena (LOI) (taulukko 3).

## Vihreillä kivillä päällystetyt raitiotieväylät

Vuonna 2023 Helsinki rakensi kolme uutta raitiovaunureittiä. Biohiiltä kokeiltiin kahdella niistä, ja kokeiluun kuului erityyppisten onttojen riimukivien käyttö, joiden välissä oli kasvualustaa ja kasveja välissä (kuva 11).

Näiden pilottien taustalla olivat kasvien kannalta haastavat kasvuolosuhteet ja tarve säilyttää maaperä hulevettä läpäisevänä. Kasvuolosuhteista tekevät haastavan pieni juuritila ja alueen avoimuus, joka altistaa kasvit tuulelle, lämmölle ja erityisesti kuivuudelle. Kuivuuden lievittämiseksi kaupunki on joskus käyttänyt erittäin imukykyisiä polymeerejä (SAP) maaperän seoksissa, mutta niiden hajoamistuotteiden aiheuttamat ekologiset vaikutukset ovat herättäneet huolta. Näissä kokeissa pyrittiin selvittämään, miten biohiili vaikuttaa kasvien menestykseen ja kehitykseen sekä veden läpäisevyyteen, joka on tärkeää hulevesien hallinnan kannalta.

Pilottikohteet sijaitsivat Kruunuvuoren ja Kalasataman alueilla. Kruunuvuoren perusratkaisu perustui kaupalliseen hiekkamaatuotteeseen nimeltä SAP (Terracottem Universal, 500 g/m<sup>3</sup>), ja kasveina käytettiin ruohoseosta. Vertailussa pyritään havainnoimaan, miten kaksi erilaista 10 til-% biohiiltä sisältävää kasvualustaa, joista toisessa on esiladattua biohiiltä

ja toisessa raakaa biohiiltä, vertautuvat toisiinsa sekä kasvualustaan, jossa on biohiilen sijaan käytetty SAP:ia. Kompostoinnin on todettu olevan erinomainen tapa esikäsitellä biohiiltä ja muun muassa välttää raan biohiilen mahdollisesti aiheuttamaa ravinteiden puutetta, mutta logistisesti se vaatii yhden vaiheen enemmän. Laskentaa kompostin kasvien käytettävissä olevan typen pitoisuudesta ei ollut saatavilla, mikä olisi mahdollistanut kivennäislannoitettujen ja esiladattujen biohiilikäsittelyjen typpitasojen yhteensovittamisen. Rakennustyö valmistui marraskuussa 2023, mutta kivennäislannoitus (12 % N, 200 kg/ha) jäi keväälle 2024.

Kalasatamassa, jossa toinen koe järjestettiin, kasvivalikoima koostui kaksisirkkaisista monivuotisista kukkivista kasveista ja ruohoista. Perusmaa oli sekoitus 0–18 mm seulottua, kierrätettyä katuhiiekkaa ja kompostia (yhteensä 0,9 % typpeä), joita molempia on runsaasti kaupungin maaperän kierrätysasemilla. Kohteessa käytettiin kahta biohiiltä, HSY:n ruokobiohiiltä ja havupuupohjaista biohiiltä (Carbofex). Kaupungin maaperäasemalla ei oltu aiemmin käsitelty biohiiliä, joten aseman ympäristölupaan liittyvät kysymykset piti ratkaista ennen kuin kompostilataus voitiin aloittaa. Tämän jälkeen biohiilet sekoitettiin kompostiin (suhteessa 1:1) vähintään kahden kuukauden ajaksi (kuva 11). Komponenttien sekoittamiseen käytetyn traktorin kauhan tilavuutta ei kuitenkaan tiedetty tarkasti, mikä on saattanut aiheuttaa epätarkkoja sekoitussuhteita.

Maaperän käsittelyvaihtoehdot olivat seuraavanlaiset: ei lisättyä biohiiltä, lisätty 5 tai 10 prosenttia biohiiliä tai lisätty erittäin imukykyistä SAP-polymeeria, Terracottem Universal (taulukko 4). Koska biohiilet ja komposti sekoitettiin ensin yhteen lataamista varten, kaikissa biohiilikäsittelyissä oli suunnilleen yhtä paljon kompostia suhteessa biohiileen. Käytäntö tuotti biohiiltä, jonka kompostin, ravinteiden ja orgaanisen aineksen määrät vaihtelivat, koska biohiilen prosenttiosuus vaihteli maaperän eri sekoitussuhteiden välillä. Biohiilten ja SAP:n vedensitovuusvaikutuksia pyrittiin vertailemaan teoriassa. Valmistajan mukaan

Käsittelyt	Hiekka	Komposti	0–10 mm puuhakebiohiili	HSY:n järviruokobiohiili	SAP
Verrokki	90 %	10 %			
10 % puubiohiiltä	80 %	10 %	10 %		
10 % järviruokobiohiiltä	80 %	10 %		10 %	
5 % puubiohiiltä	90 %	5 %	5 %		
5 % järviruokobiohiiltä	90 %	5 %		5 %	
Erittäin imukykyinen polymeeri (SAP)	90 %	10 %			0,6 l/m <sup>3</sup>

Taulukko 4 Maaperän sekoituskäsittelyt Kalasataman raitiotien kokeilu-ympäristössä



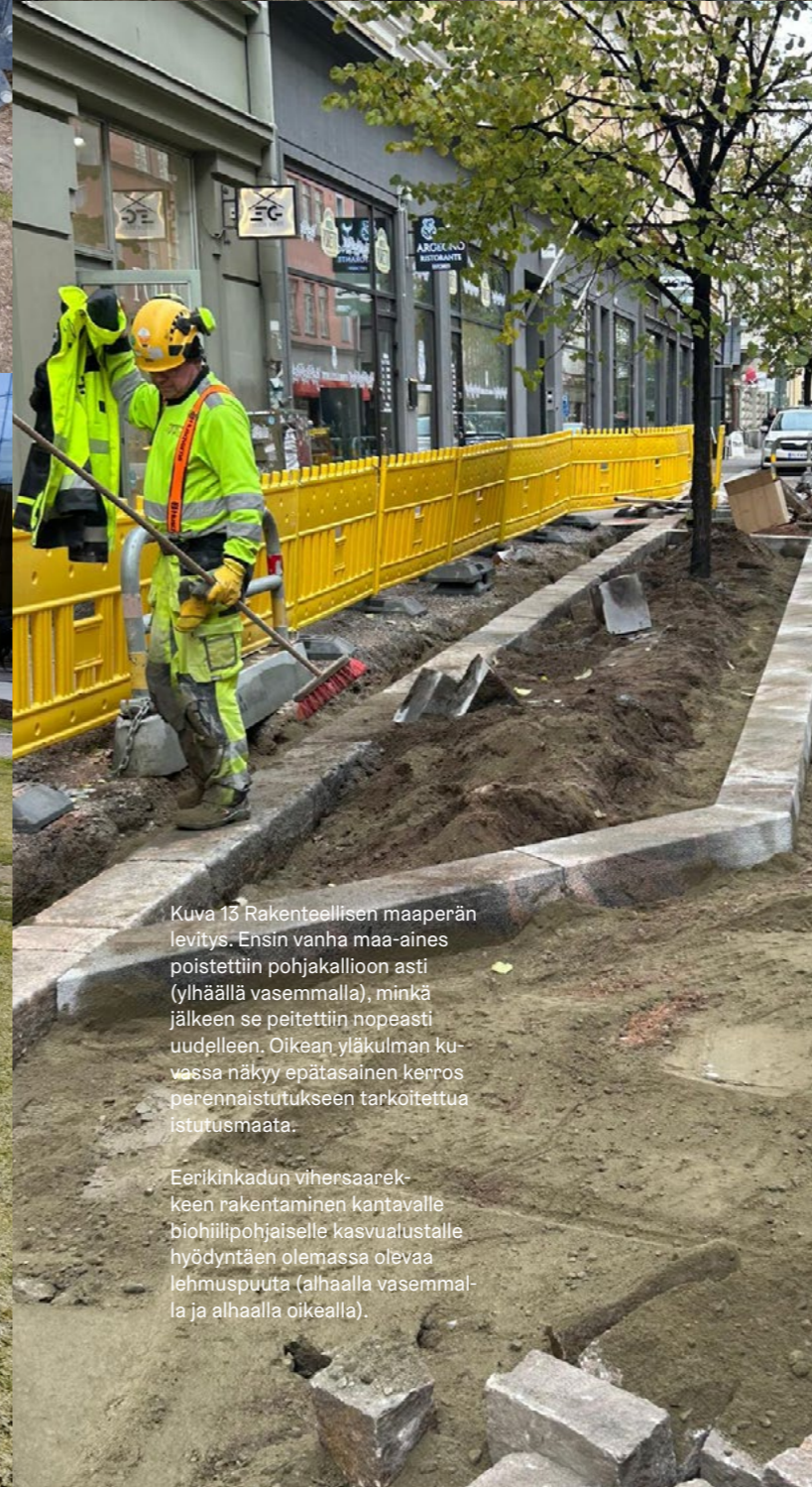
Kuva 11 Kalasataman alueelle rakennettava kivipäällystys. Kivien väliin asetettiin biohiilipohjaista kasvualustaa. Kalasataman raitiotien biohiiliaktiivointi tehtiin ensin pinoamalla vuorotellen biohiili- ja kompostikerroksia ja sitten sekoittamalla materiaalit. Pinoa kasteltiin kerran kesän aikana, jotta se ei kuivuisi täysin ja jotta ravinteet pääsisivät siirtymään biohiileen.





Kuva 12 (ylhällä vasemmalla, ylhällä oikealla) Huonokuntoisimissa puistonurmissa oli erittäin kerrostunut kasvualusta ja paksu kuitukerros. Piikki-ilmastuksen lisäksi Turf Gamechanger -laite pystyy levittämään biohiilen ja lannoitteen sekä harjaamaan materiaalit reikiin kerralla. Tulevissa kokeissa prosessia tulisi kuitenkin muuttaa, jotta mahdollisimman suuri osa biohiilestä päätyisi ilmastusreikiin.

Makasiinipuiston nurmikko (alhaalla) Turf Gamechanger -laitteella tehdyn biohiilen levityksen aikana biohiili erottui raitoina nurmikon päällä harjaamisen huolimatta. Jotta biohiili saataisiin juurivyöhykkeelle asti, tarvitaan riittävän suuri reikä ja pieni raekoko sekä harjaus.



Kuva 13 Rakenteellisen maaperän levitys. Ensín vanha maa-aines poistettiin pohjakallioon asti (ylhällä vasemmalla), minkä jälkeen se peitettiin nopeasti uudelleen. Oikean yläkulman kuvassa näkyy epätasainen kerros perennaistutukseen tarkoitettua istutusmaata.

Eerikinkadun vihersaarekkeen rakentaminen kantavalle biohiilipohjaiselle kasvualustalle hyödyntäen olemassa olevaa lehmuspuuta (alhaalla vasemmalla ja alhaalla oikealla).



Kuva 14 Valttujen vasta-  
istutettujen puistopuiden  
kasvua seurataan vuosittain



Terracottem Universal imee 45 kertaa oman painonsa verran vettä ja vähintään 95 % määrästä on kasvien käytettävissä (Terracottem 2023). Biohiilistä ei ollut saatavilla vastaavia tietoja, sillä veden pidätyskyky (WHC) määriteltiin näytteille, jotka jauhettiin < 2 mm:n raekokoon, eikä todellisuudessa käytössä olevalle tuotteelle kokonaisuudessaan. Biohiilen jauhamisen tiedetään muuttavan sen vedenpidätysominaisuuksia (Liu et al. 2017). Vertailutietojen saamiseksi olisi myös analysoitava erikseen kasvien käytettävissä olevan veden osuus kaikesta biohiilen sisältämästä vedestä. Viitteellisenä WHC-arvona voidaan kuitenkin pitää 1,8- ja 3,2-kertaista vedensitomiskykyä suhteessa biohiilen (<2 mm) omaan massaan kokeissa, jotka tehtiin HSY:n ruo'oista ja Carbofexin puuhakkeesta tuotetuilla biohiilillä.

### Olemassa olevat puistonurmet kantavalla maalla

Taustana biohiilen käytölle jo olemassa olevilla puistonurmilla oli tiivistetylle maaperälle rakennettujen puistonurmien parantaminen. Nurmikoilla on yhteisiä ominaisuuksia, kuten kiinteä kastelujärjestelmä, erittäin hiekkainen, tiivistetty ja kuiva kasvualusta, joka on peitetty vaihtelevan paksuisella kuitukerroksella ja erittäin heikkolaatuisella nurmella. Kuitukerros, hanhet ja jatkuva tallominen tekevät nurmikon huollosta haastavaa. Näiden urheilukenttätyyppisten nurmikoratkaisujen tarpeet hoidon ja koneiden suhteen poikkesivat merkittävästi muualla kaupungissa yleisten maaperäpohjaisten puistonurmien ylläpidosta, ja uusia menetelmiä kokeiltiin mm. kosteuden pidättämisen, maaperän ilmastuksen ja mikrobitominnan parantamiseksi. Neuvoja hankkeeseen saatiin ruotsalaisen "Residues to best use" -hankkeen (Fransson ym. 2020) raportista ja keskusteluista ruotsalaisten urakoitsijoiden sekä suomalaisten golf- ja pelikenttänurmia tuntevien konsulttien kanssa.

Puistonurmien biohiilikäsittelyt jaettiin kolmeen osaan. Ensimmäisessä hankkeessa levitettiin kolmea erityyppistä biohiiltä toukokuun alussa. Nämä olivat HSY:n ruo'osta ja hakkeesta valmistetut biohiilet sekä kaupallinen puubiohiili, jonka ilmoitettu raekoko on 0–10 mm. Verrokkialueelle levitettiin hiekkaa. Työ tehtiin uudella Turf Gamechanger-ilmastuslaitteella (TGC) kahdella Töölönlahden puistonurmella (kuva 12). Piikki-ilmastuksen lisäksi laite pystyy levittämään sidosmateriaalin ja lannoitteen sekä harjaamaan materiaalit reikiin kerralla. Tarkoitus oli levittää 4 litraa biohiiltä neliometriä kohti 15 cm syvyyteen, mutta lopputulos oli vain 0,9–1,4 l/m<sup>2</sup> 8 cm syvyydeltä, koska turpeen rakenne ei kestänyt paksumpia 25 mm piikkejä, jotka olisivat tehneet suurempia reikiä. Suurin osa biohiilestä ei läpäissyt maannoshorisonttia huolimatta siitä, että HSY:n ruokohiilen raekoko oli erittäin hieno ja jopa HSY:n hakebiohiili oli tässä

hankkeessa hienojakoisempaa, sillä se oli ajettu kaksi kertaa seulantakauhan läpi (Allu Finland Oy). Toimenpiteessä 10–20 mm:n rakeiden osuus väheni keskimäärin 11 prosentista 4 prosenttiin. Kompostiaktivoidun biohiilen käytön katsottiin lisäävän mikrobitomintaa, mutta se hylättiin, koska komposti olisi laimentanut biohiilipitoisuutta ja reiän koko huomioon ottaen sen rakenne ei ehkä olisi ollut riittävän hieno. Siksi levitetyn materiaalin päälle lisättiin epäorgaanista lannoitetta (Symbio MycoGro Complete NPK 10-1,3-11,6), jota levitettiin 30 g/m<sup>2</sup> (0,32 kg N/100 m<sup>2</sup>). Kolmannen osapuolen oli tarkoitus kylvää nurmikko uudelleen, mutta uudelleenkylvö jäi toteutumatta. Kasvussa ei näkynyt huomattavia eroja käsittelyjen välillä syksyyn mennessä.

Kesällä kaupungin rakennusvirasto Stara toteutti itsenäisesti toisen käsittelyn. Siinä 6 m<sup>3</sup> kaupallista puubiohiiltä levitettiin Kaivopuistoon 18 mm paksun, melko tavanomaisen piikki-ilmastuksen yhteydessä 15 cm syvyyteen. Ilmastuksen jälkeen pinnalle levitettiin kaksi kerrosta: biohiiltä, jonka raekoko oli 0–10 mm ja hiekkaa, joka pitää biohiilen paikoillaan. Lisätietoja hankkeen onnistumisesta on niukasti.

Kolmas hanke toteutettiin syyskuussa, tälläkin kertaa Töölönlahden puistossa. Siihen sisältyi nurmikon pintamaan kunnostaminen äestämällä biohiiltä olemassa olevaan pintamaahan. Tavoitteena oli kunnostaa nurmikkoa maaperää muuttamatta. Prosessi aloitettiin poistamalla kuitukerros osittain Uni-Scratch-laitteella (Campey). Tämän jälkeen maa äestettiin 15 cm:n syvyydeltä, sille levitettiin 5,3 l/m<sup>2</sup> biohiiltä, jonka jälkeen maa äestettiin uudelleen. Tämän seurauksena juurtumisvyöhykkeellä biohiiltä oli noin 4 %. Pinnalle levitettiin vielä ohut kerros uutta maata ennen ruohonsiementen kylvämistä. Biohiilen mahdollisten kasveihin ja maaperään kohdistuvien vaikutusten seuranta näillä alueilla on edelleen erittäin vaikeaa, mikä johtuu osittain puutteellisesta valvonnasta kesällä ja syksyllä toteutetuissa projekteissa. Myös Töölönlahden alueella keväällä ja kesällä käsitellyt alueet ovat mittavien puistorakennushankkeiden kohteena vuonna 2024.

Keskeinen hankkeissa opittu tieto on, että biohiilen on oltava riittävän kosteaa, jotta se ei pölyä levityksen aikana. Paras kokemus saatiin HSY:n hakehiilellä, jonka kosteuspitoisuus on alle 40 prosenttia, mutta kuivimmalle, kaupalliselle biohiilelle, joka pölysi paikan päällä, ei ollut saatavilla eräkohtaista kosteustietoa. Myös riittävän hienojakoisen tuotteen tärkeys korostui, sillä ilmastuksen aikana suurin osa biohiilestä jäi maaperän päälle (kuva 12). Tämä johtui myös siitä, että käytössä olevat piikit olivat liian kapeita, halkaisijaltaan 12–18 mm, joten ne eivät pystyneet upottamaan suurempia biohiilihiukkasia maaperään. Lisäksi kapeat ilmastusreiät sulkeutuivat nopeasti. Näiden kokeiden biohiilet seulottiin 1 cm:n seulojen



läpi, mutta myös suurempia rakeita kulkeutui mukaan biohiilten pitkänomaisen muodon vuoksi. On myös tärkeää harjata levitetyt biohiilet muodostuneisiin reikiin.

Hankkeista saatiin arvokasta kokemusta erilaisten laitteiden ja biohiilityyppien soveltuvuudesta puistolevitykseen. Kokemusten perusteella on suositeltavaa kunnostaa pintamaa muokkaamalla, jolloin on helpompi saada riittävästi biohiiltä maan alle. Tällöin biohiili voidaan esilannoittaa lisäämällä orgaanista lannoitetta tai muokkaamalla maaperää esimerkiksi lannalla tai kompostilla.

Pintalevitystä ilmastuksen avulla suositellaan alueille, joilla maanmuokkaus ei ole mahdollista, edellyttäen, että nurmikko kestää vähintään 25 mm:n ilmastuspiikkien käytön ilman, että pintakerros nousee piikin mukana. On kuitenkin tärkeää käyttää biohiiltä, jonka raekoko on suhteellisen pieni, jotta biohiili ei jää maan pinnalle. Ehdotettu yläraja tulevissa kokeissa on >0,5 mm, joka seuloisi pois yli 1 cm:n pitkänomaiset rakeet. Maaperän pinnalle jäävä biohiili ei kerrytä vettä tai ravinteita kasveja varten eikä lisää maaperän mikrobitoimintaa yhtä tehokkaasti. Lisäksi pinnalle jäänyt biohiili on altis eroosioille ja voi tahrata puiston käyttäjien vaatteita.

### Rakenteelliset maanparannukset tammia varten

Sörnäisten metroaseman yläpuolella sijaitsevalla Vaasanpuistikon aukiolla tehtiin mittava peruskorjaus. Osa puista kaadettiin, mutta kolme 1980-luvulla istutettua tammaa jäi paikoilleen, ja niiden kasvualustaa parannettiin. Viestintäongelmien vuoksi maaperä vaihdettiin kohteessa kahdesti.

Puut kasvoivat päällystetyn pinnan alapuolella tavallisessa maaperässä ja niiden oletettiin kärsivän maaperän tiivistymisestä. Vanha maa-aines imettiin pois suuritehoisella alipainelaitteella, kunnes kallioperä näkyi 60–200 cm:n syvyydessä. Urakoitsijan mukaan poistetuissa maakerroksissa oli hyvin vähän juuria ja suurin osa juurista kiemurteli kallion halkeamia pitkin. Maaperän uudelleen tiivistymisen estämiseksi uudesta kasvualustasta tehtiin niin kutsuttu kantava kasvualusta. Alustassa on kivimurskeesta koostuva kantava matriisi, jonka väleissä on ravinteita ja vettä sitovaa maata. Alun perin tarkoitus oli käyttää 50–150 mm:n kiviä, mutta suunnitelmasta luovuttiin, koska näin suuria kiviä oli erittäin vaikea tasoittaa mataliin kuoppiin. Siksi päädyttiin 31–90 mm:n kokoon. Yleisesti suomalaisissa laatustandardeissa (InfraRyl) todetaan, että maarakennekivien alaraja on 80 mm ja koko voi vaihdella 100 mm välillä 80–180 mm.

Työsuunnitelmaa ei saatu valmiiksi ennen rakenusvaihetta, ja lopulta kommunikaation puute johti siihen, että kivien välit täytettiin pelkällä biohiilellä komposti-biohiiliseoksen sijaan. Kun virhe huomattiin, kasvualusta poistettiin uudelleen ja korvattiin helposti saatavilla olevalla kaupallisella tuotteella, joka sisälsi biohiiltä. Biohiilen lisäksi kivien väliin sekoitettiin kompostia ja tavallista maaperää. Perusteluna tälle työläälle ja mahdollisesti juuria vahingoittavalle korjaukselle oli pelko siitä, että pelkän biohiilen käyttö välimateriaalina aiheuttaisi puille liian kuivat ja ravineköyhät kasvuolosuhteet. Koska kaikille kolmelle puulle tehtiin samat käsittelyt, lähistöllä ei ole muuta vertailukohtaa paitsi kaksi tammaa, joita ei käsitelty millään vastaavilla toimenpiteillä.

### Vanha katupuu ja uudet perennaistutukset

Osana hanketta, jossa katupysäköintialueet muutettiin viheralueiksi, yhdelle vanhalle lehmuspuulle suunniteltiin uudenlainen maaperärakenne. Puu on ensimmäinen Helsingissä, jonka kasvualusta sisältää kompostilla ladattua biohiiltä. Alun perin tarkoituksena oli toteuttaa niin sanotun Tukholman mallin mukainen suunnitelma, joka sisälsi 75 % kiviä ja 25 % biohiili-kompostiseosta, mutta suunnitelmaa muutettiin Helsingin yleisten käytäntöjen mukaiseksi, ja kasvualusta sisältää 70 % kiviä. Lisäksi hienojakoiseen materiaaliseokseen lisättiin maa-ainesosa, jolloin lopputulos oli 10 % kaupallista maa-ainesta ja 20 % HSY:n hakebiohiilen ja HSY:n kompostin seosta. Puun vanha betoninen istutuslaatikko purettiin osittain, mutta ei kokonaan, jotta juuret eivät vahingoittuisi. Muokatulla kasvualustalla korvattiin mahdollisimman suuri osa vanhasta mullasta. Puun ympärille suunniteltiin koristeellinen perenna- ja pensasistutus, ja tämän alueen syvempään kerrokseen käytettiin samaa maaperärakennetta, jonka päällä on tavanomainen maaperä.

### Uudet puuistutukset perinteisissä kasvualustoissa

Oravapuisto oli toinen vähäpäästöisen infrarakentamisen pilottikohde Helsingissä. Alueella toimiva rakennusliike GRK lahjoitti Helsingin biohiilihankkeelle 10 m³ mäntypohjaista biohiiltä, joka oli tuotettu heidän hiljattain perustetussa tehtaassaan. Tätä biohiiltä käytettiin puiston puuistutuksissa.

Puistoon istutettiin yhteensä 85 puuta, joista 36:den istutuskuoppiin lisättiin 10 % biohiiltä. Puihin kuului 5 havupuu- ja 9 lehtipuulajia. Lehtipuiden kasvualusta koostui kaupungin kierrätyskasvualustasta, kun taas havupuiden kasvualustana käytettiin kaupallista kasvualustaa. Istutuskuoppien kooksi laskettiin 3,2 m³

isommille puille ja 1,5 m³ pienemmille puille.

Hanke tarjosi mahdollisuuden kokeilla biohiilen sekoittamista kasvualustaan paikan päällä, ja monet käyttivät tilaisuutta havainnointiin. Riittävän kostea biohiili pölysi vain vähän, ja sekoitusprosessi sujui suunnitellusti, kun huomattiin käyttää tilavuusyksiköitä sekä biohiilelle että kasvualustalle tilavuus- ja painoyksiköiden sekoittamisen sijaan.

Puiden istutustyöt alkoivat keväällä ja etenivät puiston kehittämisen myötä. Viimeiset puut istutettiin syyskuun lopussa. Vuosittaiseen kasvunseurantaan valittiin 36 yksilöä kuudesta puulajista. Puolet puista toimii vertailukohteina, joihin ei lisätty biohiiltä, kun taas puoleen kasvualustoista lisättiin biohiiltä. Biohiilten mahdollisia vaikutuksia arvioidaan mittaamalla rungon paksuus, kasvin korkeus ja silmämääräisesti arvioimalla puiden kuntoa asteikolla 1–5. Hämeen ammattikorkeakoulussa (HAMK) on valmisteilla opinnäytetyö, jossa prosessit selostetaan tarkemmin.

### Uudet katupuut rakenteellisessa kasvualustassa – kastelujärjestelmien ratkaiseminen

Stansvikinkalliolle on lähivuosina suunnitteilla uusi asuinalue. Monilla alueen kaduilla on uusia lehmuksia, jotka on istutettu päällysteen alle, ja maaperän tiivistymistä pyritään välttämään ympäröimällä puiden juuret kantavalla kasvualustalla. Koska tukholmalaisessa hankkeessa käytetyn kasvualustan mukauttamista Helsingin käytäntöihin haluttiin testata ja biohiilen kokonaisvaikutukset haluttiin arvioida verrattuna Helsingissä yleensä käytettävään kasvualustaan, Helsingin biohiilihankkeelle suunniteltiin kokeellinen istutus- ja hoitomenetelmä. Paikallisessa kasvualustassa on 70 % kiviä ja 30 % biohiili-kompostiseosta (1:1), kun taas Tukholmassa kivien osuus on 5 % korkeampi. Lisäksi kolme puuta istutetaan ilman biohiiltä, jonka sijasta käytetään tyypillistä lehtipuille sopivaa maaperäseosta (taulukko 5).

Lisäksi Tukholmassa käytettyä tiukkaa lannoitusjärjestelmää vastaamaan laadittiin kokeellinen hoitosuunnitelma. Osa näistä puista saa lannoitusta ensimmäisten kahden vuoden ajan, mikä on puiston rakennusurakoitsijan takaama hoitoaika. Verrokkipuita kastellaan vain vedellä, mikä vastaa paremmin Helsingin nykyistä käytäntöä. Ensimmäisenä vuonna puita kastellaan kerran viikossa ja toisena vuonna joka toinen viikko.

Merkittävä osa suunnitteluprosessia oli mallin laatiminen, jota kaupunki voi hyödyntää tulevaisuudessa käyttäessään ravinnepitoista biohiiltä kantavassa

kasvualustassa. Mallissa eritellään esimerkiksi ravinnekuormituksen suositeltu kesto, sekoitussuhteet ja mahdolliset kompostivaihtoehdot. Malli toimii mukautavana pohjana, jota on tarkoitus päivittää sitä mukaa, kun tietoa ja kokemusta karttuu lisää. Jatkossa on tarpeen tarkentaa erilaisten biohiilten valintaa ja parasta raekokojakaumaa. Tällä hetkellä selkeästi parasta vaihtoehtoa ei voitu valita kokemuksen ja luotettavan tiedon puutteen vuoksi.

Rakennusaikataulu on joustava ja se sovitetaan yhteen alueen kokonaissuunnittelun etenemisen kanssa.

Kasvualusta	Kastelu
A) 70+15+15 <span> </span> % soraa, biohiiltä, kompostia	lannoitus
A) 70+15+15 <span> </span> % soraa, biohiiltä, kompostia	kastelu vedellä
B) 70+30 <span> </span> % soraa, kierrätysmaata	lannoitus

Taulukko 5 Suunnitellut kasvualustakäsittelyt ja kastelut tulevaa Stansvikinkallion kadunvarsipuiden koeasetelmaa varten

### Niitty hiekkapitoiselle kierrätyskasvualustalle

Biohiilen soveltuvuutta niittyjen perustamiseen pohdittiin useita kertoja hankkeen aikana. Biohiilen hyötyjä ja haittoja niittykasvillisuudelle pohdittiin paljon, erityisesti analyysin aikataulusta riippuen. Eri keskusteluissa todettiin, että lyhyellä aikavälillä biohiili voisi auttaa vähentämään kasvualustan liiallista ravinnepitoisuutta. Pitkällä tähtäimellä oltiin kuitenkin huolissaan biohiilen mahdollisesta muuttumisesta ravinnelähteeksi. Yksi harvoista referensseistä oli ruotsalainen melko epäonnistunut kokemus nurmikoiden muuttamisesta urbaaneiksi niityiksi agrobiopelleiteistä tuotetun biohiilen avulla (Fransson et al. 2020). Oli kuitenkin viitteitä siitä, että biohiili saattaisi lisätä lajimäärää (Ann-Mari Fransson, henkilökohtainen viesti 3.3.2023) ja käytännön kokemukset erityisesti hakebiohiilestä puuttuivat. Tämän vuoksi hankkeelle alettiin etsiä kohdetta, joka soveltuisi kokeisiin.

Osana Vähätuvan leikkikenttäalueen saneerausta 1,500 m²:n kokoinen vanha kivipölykenttä muutettiin niityksi hyödyntäen alueelta löytyviä materiaaleja. Keskerroksen (10 cm) kasvualusta koostui 1/3 kivipölystä ja 1/3 maasta. Puolet niityn pinta-alasta käsiteltiin myös raa’alla biohiilellä. Kasvualustaan lisättiin 10 tilavuusprosenttia HSY:n hakebiohiiltä. HSY:n hakebiohiili oli tässä tapauksessa samaa kuin puistonurmihankkeessa, josta poistettiin suuremmat raekoot seulomalla. Kohteelle suunnitellaan pitkäai-



kaista seurantaa, jossa kasviston monimuotoisuuden ja maaperän ravinnetasojen kehittymistä seurataan pitkän ajan kuluessa.

## Opitut asiat – keskeisiä havaintoja biohiilten käytöstä kaupunkien viheralueilla

Vaikka biohiiltä koskeva tutkimus tukee sen laaja-mittaista käyttöä, kasvualustojen sekoitussuhteita, työmenetelmiä ja hoitokäytäntöjä koskevien vakiintuneiden ohjeiden puuttuminen aiheuttaa haasteita. Lisäksi biohiilen näkyviä paikallisia hyötyjä ei ole vielä täysin osoitettu, minkä vuoksi kustannusten perusteleminen yksittäisissä rakennushankkeissa on haastavaa.

Keskeiset kaupungin viherrakenteen infrastruktuurien suunnittelussa ja rakentamisessa opitut asiat voidaan tiivistää seuraavasti:

Keskustan puolesta

• Koko sidosryhmäverkoston suhtautuminen biohiilikokeiluihin oli selvästi myönteinen ja innostunut, joskus jopa kielteisistä ennakko-oletuksista huolimatta.

• Yleisesti suunnittelijat suosivat tuotteita, joiden vaikutukset maaperään, veteen ja kasveihin ovat tiedossa ja ennakoitavissa. Biohiilen käyttöä varten tarvitaan yksinkertaisia, nopeita ja käyttövalmiita määritelmiä, jotka johtavat positiivisiin tuloksiin. Koska niitä ei ollut, biohiiltä käytettiin varovaisesti ja asiantuntijoiden neuvoille ja keskustelulle oli tarvetta.

• Keskeiset kysymykset koskevat sitä, kuinka paljon biohiiltä pitäisi ja voidaan käyttää positiivisten vaikutusten saamiseksi ja negatiivisten välttämiseksi ja millaisia ravinteiden lataus- tai lannoitusjärjestelmiä tarvitaan.

• On haastavaa määrittää paras biohiilityyppi tietylle suunnitelmalle markkinoiden tarjonnasta. Yksityiskohtaisia tietoja on saatavilla pyynnöstä, mutta tarvitaan syventävää tietoa sen arvioimiseksi, miten tiettyjen ominaisuuksien tietoja voidaan hyödyntää. Näihin ominaisuuksiin kuuluvat mm. lähtömateriaalit, huokoskoko ja raekokojakaumat, irtotiheys ja ilmoitettujen ravinnesisältöjen merkitys biohiilissä.

• Biohiilen käsittely osoittautui useimmissa tapauksissa odotettua helpommaksi. Eniten huolta aiheutti hiilen pölyäminen, joka oli ongelma vain silloin, kun hiili ei ollut riittävän kosteaa ja/tai sitä ei levitetty asianmukaisilla menetelmillä. Biohiilen käytössä on korostettava riittävän kosteuden, työturvallisuusasiakirjojen ja henkilönsuojainten tärkeyttä.

• Suuren mittakaavan kenttäolosuhteissa on vaikea varmistaa maaperän komponenttien

mittauksen tarkkuutta, mikä voi johtaa epä-tarkkoihin biohiilen sekoitussuhteisiin.

• Ravinnelataus onnistui logistisesti kompostointiasemilla, kun biohiilen ja kompostin suhde oli 1:1. Joissakin tapauksissa olisi tarvittu myös pienempää kompostin osuutta, jotta kasvualustaan olisi voitu lisätä enemmän biohiiltä ilman, että maasta tulee liian ravinteikasta kasveille tai että orgaanisen aineksen pitoisuus kasvaa liian korkeaksi esimerkiksi urheilukentillä. Ravinnelataukseen tarvittava odotusaika on otettava huomioon rakennushankkeita aikataulutettaessa. Suomen markkinoilla ei ollut hankkeen aikana saatavilla suuria määriä valmiiksi ladattuja biohiiliä, mikä helpottaisi niiden käyttöä. Vuonna 2024 kuitenkin useat kasvualusta- ja maaperäyhtiöt pystyivät pyynnöstä tarjoamaan ravinnelatausta palveluna. Esiladattu biohiili ei ole sama asia kuin biohiili, joka myydään lannoitevalmisteiden kanssa sekoitettuna.

## Tulevat vaiheet – biohiilen laajemman käytön tukeminen

Käytännön kokemukset biohiilen käytöstä viherrakenteissa tulevat lisääntymään, eikä biohiilen käytännön hyötyjä tunneta vielä hyvin. Lisäksi biohiilen rajallinen saatavuus ja suhteellisen korkea hinta verrattuna perinteisiin maaperätuotteisiin Suomessa aiheuttavat sen, että biohiiltä käytetään lähinnä erityistilanteissa pieninä määrinä. Laajempaa käyttöä on kuitenkin tärkeää tukea, jotta biohiili voi saavuttaa mittakaavaetuja, jotka vaikuttaisivat sekä biohiilen hintaan että saatavuuteen. Biohiilen laajemman käytön tukeminen on myös kaupungin hiilineutraaliustavoitteiden mukaista.

Kaupungin olisi pian kehitettävä tätä tarkoitusta varten hiilivarastojensa hallinta- ja kvantifointijärjestelmä ja sisällytettävä hiilen varastointi päästölaskelmiinsa. Myöhemmin biohiili tulisi lisätä yhdeksi kaupungin strategisista ilmastotyökaluista esimerkiksi asettamalla tavoite sen käytön kautta saavutettavalle vuotuiselle hiilensidonnalle.

Biohiilen tuotanto on nouseva ala, ja biohiiltä tuotetaan tällä hetkellä pienissä pilottimittakaavoissa. On myös tärkeää huomata, että biohiilen kyky varastoida (tai poistaa) hiilidioksidia voidaan sertifioida päästöhvytyksiksi ja myydä erikseen fyysisille tuotteille. Näin ollen, jos kaupunki haluaa saada ilmastohyötyjä biohiilen käytöstä, sen tulisi varmistaa omistajuutensa päästöhvytyksiin. Toisaalta kaupunki voisi myös ostaa biohiiltä ilman hyvityksiä pienemmillä kustannuksilla ja käyttää sitä sen käytännön sivuhyötyjen vuoksi.

Helsingin nykyinen ilmasto-ohjelma ei salli kompensointia kaupungin rajojen ulkopuolella sijaitsevien hiilinielujen kautta. Helsingin ilmastopolitiikan läpinäkyvyyden ja vastuullisuuden vuoksi biohiilen käyttö on määriteltävä yhdessä muiden nieluvaihtoehtojen kanssa poliittisen prosessin kautta. Biohiilen osalta hiilinielu voisi toteutua – ja kaupallisten biohiilten tapauksessa toteutuisi – metsien kasvun kautta kaupungin rajojen ulkopuolella. Hiilen varastointi kuitenkin tapahtuisi ja kertyisi kaupungin rajojen sisäpuolella olevaan maaperään.

Biohiilen käytön edistämiseksi hankkeessa ehdotetaan kahta monikerroksista lähestymistapaa. Ensimmäinen on, että kaupungin tulisi asettaa sisäinen tavoite tai luvata sisällyttää pieni ja turvallinen prosenttiosuus biohiiltä kaikkien viheralueiden maaperiin. Tämä edistäisi hiilen varastointia ja voisi mahdollisesti tukea käyttömäärien kasvua. Riskinä on kuitenkin biohiilen mahdollisten hyötyjen alikäyttö ja riskien huomiotta jättäminen, sillä kaikki kasvit tai maaperä eivät hyödy yhtä paljon biohiilen lisäämisestä.

Tämän vuoksi ehdotamme myös toista lähestymistapaa, joka on jäsennellympi ja yksityiskohtaisempi. Siihen sisältyy

• Biohiilen käytön tilavuustavoitteen asettaminen, joka annetaan valittujen kaupungin palvelukokonaisuuksien tehtäväksi.

• Tiettyjen viheralueiden valitseminen ensisijaisiksi tavoitteiksi odotettavissa olevien lisähyötyjen perusteella.

• Sellaisten käyttötapojen priorisointi, jotka helpottavat suurten biohiilimäärien lisäämistä, erityisesti kuivumiselle alttiissa ympäristöissä, kuten kasvutilaltaan rajallisissa ympäristöissä tai hiekka-/sorapohjaisissa kasvualustoissa.

• Erytysten ohjeiden laatiminen rakenteille, mukaan lukien biohiilispesifikaatiot, maaperän sekoitussuhteet, työohjeet ja hoito-ohjeet.

Helsingin ilmastopolitiikka

Konkreettinen tavoite biohiilen käytön lisäämiseksi voisi olla vähintään 100 m<sup>3</sup> aloitusvuonna ja 200 m<sup>3</sup> seuraavana vuonna kaupunkiympäristön toimialan kautta. Toteutuneiden hankkeiden yksityiskohtaiseen dokumentointiin tulee kiinnittää huomiota. Viherrakenteiksi voidaan valita kohteita, joissa kasvualusta on hiekkainen tai kivinen mutta joihin istutetut kasvit eivät pidä kuivista tai ravinneköyhistä olosuhteista, kuten hulevesialtaita, vihreitä kivipäälysteitä ja puita, joilla on vähän juurtilaa, jos puulajin tiedetään sietävän mahdollista vettymistä talvella. Työasiakirjojen malleja on täydennettävä suunnitteluprosessien

edetessä ja pilottikokeiluihin ja muihin tietolähteisiin perustuvan tiedon karttuessa.

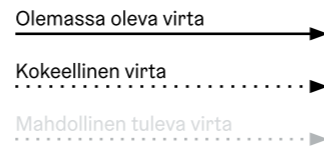
Tulevaisuus

Tulevaisuuden skenaarioon tulisi sisältyä mahdollisuus käyttää heikkolaatuisia biohiiliä hiilensidontaan. Tämä voisi edistää biohiilen valmistusta erilaisista materiaaleista, jotka hygienisoidaan pyrolyysin avulla ja jotka soveltuvat muihin käyttökohteisiin kuin kaupunkikasvillisuuteen, kuten rakennus- ja tietöihin (Lehtinen, 2023).

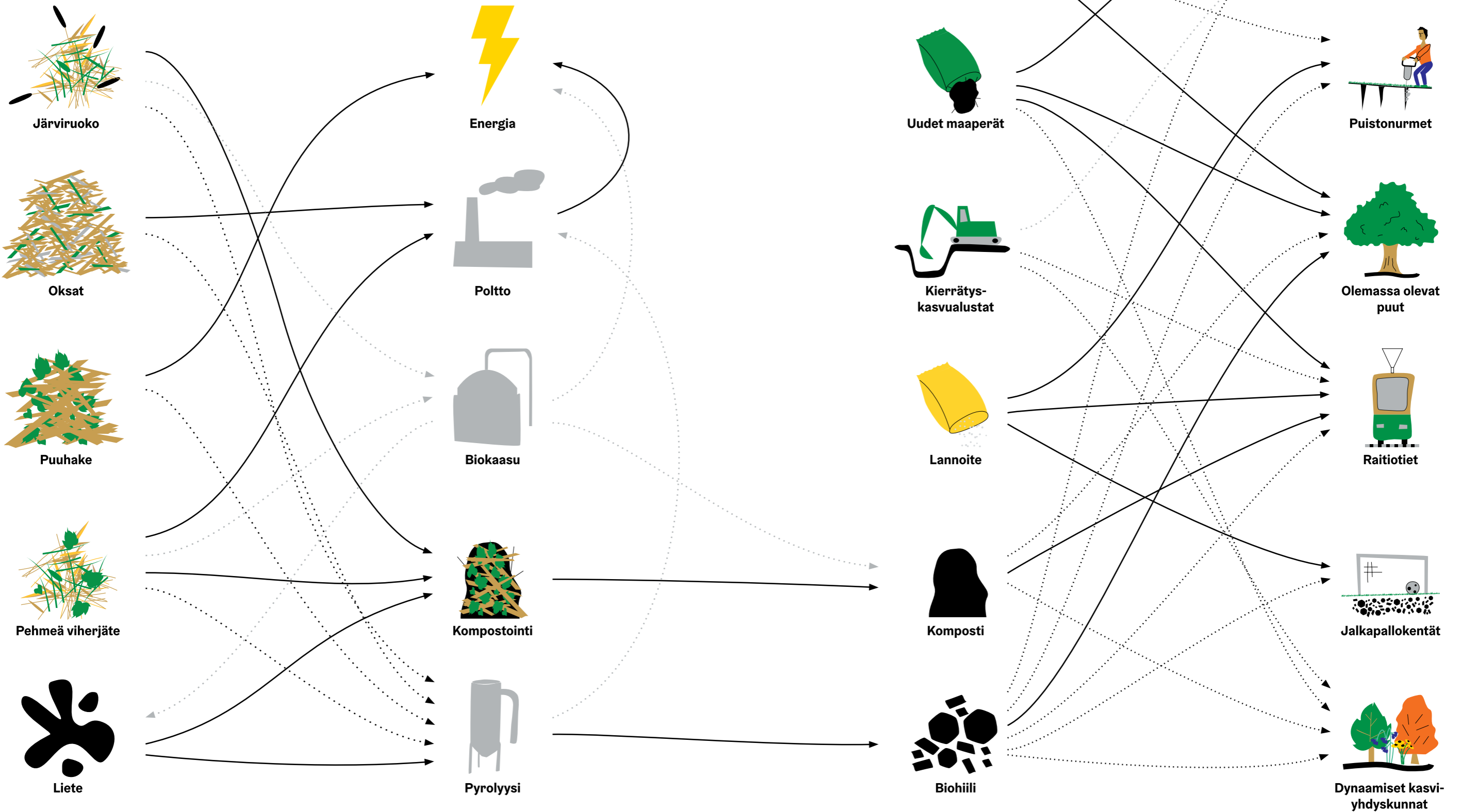
Lisäksi palkintojärjestelmien kehittäminen urakoitsijoille esimerkiksi Ruotsissa saatujen hyvien kokemusten innoittamana voisi kannustaa vähäpäästöisten tekniikoiden ja materiaalien käyttöön kaupunkihankkeissa. Näillä strategioilla kaupungit voisivat paitsi edistää kestävyystavoitteidensa saavuttamista myös lisätä merkittävästi ymmärrystä biohiilestä ja sen laajempaa käyttöönottoa kaupunkiympäristöissä, millä voisi myös olla merkittävä vaikutus uusiin ja kehittyviin biohiilimarkkinoihin.



# Materiaalivirrat



Kuva 15 kuvaa kolmea skenaariota urbaanien jätevirtojen (mahdollisesta) kierrätyksestä kaupunkivihreäkohteisiin. "Olemassa olevat virrat" tarkoittaa ennen Helsingin biohiiliprojektia olemassa olleita kehityskulkuja, "kokeelliset virrat" tässä hankkeessa kokeiltuja uusia virtoja ja "mahdolliset tulevat virrat" ovat ehdotuksia mahdollisista tulevista käyttökohteista.







## 5 Asukkaita sitouttavat kokeilut

Koska biohiili on vielä suhteellisen tuntematon materiaali, Helsingin biohiilihankkeen tavoitteena oli lisätä asukkaiden tietoisuutta biohiilen mahdollisuuksista. Tätä varten hankkeessa tehtiin eri puolilla pääkaupunkiseutua kokeiluja, joihin sisältyi asukkaiden suoraa osallistumista. Tavoitteena oli osoittaa, että paikallisten jätevirtojen muuntaminen ilmastonmuutosta hillitseviksi keinoiksi voi olla asukkaita kiinnostavaa toimintaa.

Helsingin biohiilihankkeen asukkaiden osallistamisosuuden tarkemmat tavoitteet olivat seuraavat:

- tehdä hiilensidonta ja -varastointi näkyväksi ja käyttää biohiiltä yhtenä keinona tähän
- osoittaa asukkaille, että hiilensidonta on myös heitä varten eikä vain päättäjien tehtävä
- lisätä tietoisuutta siitä, että orgaaniset materiaalit on kierrätettävä takaisin maaperään ja ottaa biohiili mukaan tähän kiertoon

Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi valittiin kolme puutarhuriryhmää ja yksi asukasyhteisö kokeilemaan biohiilen käyttöä. Kohteiden valintaprosessi perustui aiempaan tietoon olemassa olevista kiinnostuksen kohteista ja meneillään olevista toiminnoista sekä kykyyn työskennellä ryhmässä, mutta siihen sisältyi myös tarkoituksellisia yrityksiä laajentaa ja monipuolistaa osallistuvien asukkaiden joukkoa. (Puutarhuri) ryhmien lisäksi tarkasteltiin myös muita asukkaiden osallistamisen muotoja, kuten kouluja, sekä yksittäin että vettä suodattavien kelluvien saarten luomisen näkökulmasta.

Asukkaiden osallistamiskokeiluissa ei keskitytty ensisijaisesti biohiilen teknisiin ominaisuuksiin, kuten vaikutuksiin kasvien kasvuun tai vedenpidätyskykyyn, vaan pikemminkin siihen, miten kansalaiset hyödynsivät biohiiltä ja kokeilevat eri materiaaleja, miten he aktivoituvat ja järjestäytyvät ja mikä motivoi heitä käyttämään biohiiltä. Tietoja näistä näkökohdista kerättiin osallistamalla tapahtumiin ja järjestämällä niitä yhdessä, tekemällä kenttämuistiinpanoja, valokuva-asiakirjoja ja kolme puolistrukturoitua haastattelua (puutarhuri)ryhmien koordinoitiin osallistuvien avainhenkilöiden kanssa.

Asukkaiden sitouttamiskokeiluista saadut kokemukset luokiteltiin neljään yleiseen teemaan: Biohiilen käyttö yhteisöpuutarhojen hoidossa, yhteisön osallistaminen, kaupunkien viheralueiden / ilmastonmuutokseen sopeutumisen mahdollisuudet ja ravinnekierto. Teemakohtaisten havaintojen perusteella annettiin suosituksia tulevista toimista.



## Asukkaita sitouttavat kokeilukohteet

### Jätkäsaaren yhteisöpuutarha

Jätkäsaaren yhteisöpuutarha on liikkuva puutarhar ryhmä, johon kuuluu noin 15–20 puutarhuria. Puutarhanhoitoyhteisö hyödyntää käyttämättömiä ja kehittämistä odottavia kaupunkitiloja lähialueella. Kun rakennustyöt alkavat alueella, puutarha siirtyy johonkin lähellä olevaan vapaaseen paikkaan. Konsepti sai alkunsa, kun ihmiset näkivät naapuruston hylättyjen tilojen käyttömahdollisuudet ja käyttivät Lapinlahden lähteen puutarhassa aluetta, jolta heidän täytyi sittemmin muuttaa pois.

Puutarhayhteisön infrastruktuuri on mukautettu väliaikaisia tilanteita varten. Puutarhurit käyttävät vain pieniä puutarhalaatikoita (1 m<sup>2</sup>), jotka on sijoitettu kuormalavoille, joten niitä on helppo siirtää. Puutarhurit voivat vuokrata puutarhalaatikon oikeudet 7 eurolla vuodessa. Tästä järjestelystä neuvoteltiin Helsingin kaupungin kanssa paikallisen kaupunkiympäristöyhdistys Dodon avustuksella.

Yksi yhteisön keskeinen haaste on veden saavuus: tällä hetkellä vettä otetaan parin sadan metrin päässä kohteesta sijaitsevan asuinrakennuksen jätteenkierrätysluonnon vuonesta. Toinen tähän liittyvä haaste on puutarhalaatikoiden vedenpidätyskyky: koska laatikot ovat kuormalavojen päällä, kasvualusta kuivuu helposti. Keskeinen syy biohiilihankkeeseen osallistumiselle olikin saada tietoa siitä, auttaako biohiili vähentämään Jätkäsaaren yhteisöpuutarhan kastelutarvetta.

### Lapinlahden Lähteen yhteisöpuutarha

Lapinlahden puutarhayhteisö sijaitsee Lapinlahden alueella Länsi-Helsingissä ja on osa Lapinlahtea tukevaa mielenterveysyhdistystä, joka on vuokrannut tontin Helsingin kaupungilta. Puutarha koostuu kahdesta osasta: suuremmassa osassa puutarhurit vuokraavat erikokoisia yksittäisiä viljelypalstoja ja pienempää osaa ylläpitää yhdessä ryhmä puutarhureita.

Yksittäisten palstojen vuokraus on suosittua ja kiinnostuneet puutarhurit jonottavat palstojen vapautumista. Jos palstoja vapautuu, uudet vuokralaiset valitaan vuosittain arpomalla. Yksittäisten palstojen vuokralaiset voivat osallistua myös vapaaehtoiseen ryhmätoimintaan, kuten keskusteluihin, Whatsapp-ryhmiin tai puutarhamateriaalien yhteishankintoihin. Puutarhanhoitoa koordinoi pieni tiimi. Puutarhan yhteisöllinen puoli perustettiin tukemaan mielenterveyden haasteista kärsivien ihmisten hyvinvointia ja luontosuhdetta ja paikaksi, jossa puutarhanhoidon periaatteita voitaisiin opettaa aloittelijoille harrastuksena. Yhteisöpuutarhan hoitoon osallistuminen on maksutonta.

Samoin kuin Jätkäsaaren yhteisöpuutarhassa, myös Lapinlahden puutarhayhteisön haasteena oli veden saanti, sillä suurin osa viljelijöistä ei pääse käymään puutarhassa riittävän usein kastelemaan kasveja. Puutarhurit olivat jo tietoisia biohiilestä mahdollisena ratkaisuna haasteeseen, mutta sitä ei koskaan pidetty toteuttamiskelpoisena vaihtoehtona, osittain sen korkean hinnan vuoksi. Näihin puutarhayhteisöihin toimitettiin yhteensä 1 250 litraa biohiiltä, joka aktivoitiin ja levitettiin talkoissa keväällä.

### Rinnekodit

Rinnekodit on yhteiskunnallinen yritys, joka luo pilottihankkeena tuettua asumista entisille asunnottomille. Pilottihanke toteutetaan asuinalueella Itä-Helsingissä. Kuntoutusohjelmaan kuuluu myös puutarhanhoitoa sisäpihalla. Sisäpihalle on tehty pieniä muutoksia yhteisöllisen toiminnan helpottamiseksi ja puutarhanhoidon mahdollistamiseksi. Rinnekotien koordinaattoreilla ei ollut juurikaan kokemusta puutarhanhoidosta ennen projektia ja he oppivat yrityksen ja erehdyksen kautta.

Biohiili levitettiin tapahtuman aikana, joka käynnisti Rinnekotien hankkeen muuttua sisäpiha terapeutiksi puutarhaksi. Biohiiltä lisättiin kuuteen olemassa olevaan puutarhalaatikkoon, yksivuotisia kukkia istutettiin uuteen puutarhalaatikkoon, olemassa olevien marjapensaiden kasvualustaa muokattiin, biohiiltä lisättiin jalkakäytävän viereiselle istutusalueelle sekä läheiselle vanhainkodille rakennettiin ja lahjoitettiin kompostilla ja biohiilellä täytetty viljelylaatikko.

### Kaapelitehtaan kattopuutarhat

Länsi-Helsingissä sijaitsevan taide- ja kulttuurikeskus Kaapelitehtaan katon päällä on 40 korotettua viljelylaatikkoa, jotka omistaa puutarhureiden yhteisö, joka myös vuokraa rakennuksesta studioita.

Kaapelitehtaan kattopuutarhaan toimitettiin 250 litraa kuivaa biohiiltä. Puutarhurit saivat päättää, miten he halusivat käyttää biohiiltä ja mihin tarkoituksiin. Lisäksi yksi viljelylaatikoista varattiin vertailutestiä varten ja siihen valittiin kotoperäisiä kasveja, jotka houkuttelevat pölyttäjiä. Puoleen maaperästä sekoitettiin 10 litraa nokkosteella aktivoitua biohiiltä, kun taas toiseen puoleen ei lisätty lainkaan biohiiltä.

### Muita mahdollisia ideoita asukkaiden osallistamiseen, joita harkittiin ja tutkittiin

Yhteistyö koulujen kanssa olisi ollut yksi vaihtoehto biohiilitietämyksen lisäämiseen. Esimerkkejä koulujen kanssa tehdystä yhteistyöstä löytyy esimerkiksi Helsingborgista Ruotsista ja Sandnesistä Norjasta, joista molemmat saavat myös rahoitusta Bloomberg



Kuva 16 Neljä asukkaiden sitouttamiskokeilujen kohdetta

Jätkäsaaren yhteisöpuutarha



Lapinlahden Lähteen yhteisöpuutarha



Rinnekodit



Kaapelitehtaan kattopuutarhat



## Asukkaita sitouttavien tapahtumien aikajana



**23.4.2023**  
Biohiilen aktivointitalkoot Lapinlahden yhteisöpuutarhassa



**25.5.2023**  
Biohiilen jakelu Kaapelitehtaan kattopuutarhassa



**30.5.2023**  
Biohiilen levitystalkoot Rinnekotien sisäpihalla



**12.–26.10.2023**  
Biohiilimoduulien näyttely Aalto-yliopiston kampuksella

**28.3.2023**  
Infoilta/  
esittely Dodossa



**7.–8.5.2023**  
Biohiilen levitystalkoot Lapinlahden yhteisöpuutarhassa



**29.5.2023**  
Biohiilen jakelu Jätkäsaaren yhteisöpuutarhalla



**6.9.2023**  
Biohiilikierros Lapinlahden yhteisöpuutarhalla



Kuva 17  
Asukkaiden sitouttamisaktiviteetit aikajärjestyksessä

Philanthropies -hankkeelta. Helsingissä järjestettiin tapaaminen kahden peruskoulun henkilökunnan kanssa sen jälkeen, kun yksi Helsingin kaupungin kansalaisten sitouttamisen parissa työskentelevistä työntekijöistä oli ehdottanut viheralueiden rakentamista kouluissa. Kokeilu oli kuitenkin liian monimutkainen toteuttaa lyhyessä ajassa ja tapahtui osittain koulujen kesälomien aikana. Lisäksi koulujen henkilökunta olisi halunnut kuulla konkreettisempia ehdotuksia, joita emme tuolloin (hankkeen alussa) vielä pystyneet tekemään. Tulevaisuudessa biohiilen käyttö voitaisiin kuitenkin integroida koulujen opetus-suunnitelmiin.

Lisäksi lähestyimme yhtä helsinkiläistä aktivistia, joka aiemmin rakensi kelluvia saaria yhdessä koululaisten kanssa, mutta emme saaneet vastausta. Tästä ajatuksesta luovuttiin myöhemmin, koska muut asukkaiden osallistamisen keinot näyttivät lupaavammilta. Toinen syy oli se, että biohiilen käyttö kelluvalla lautalla ei edistäisi hiilensidontaa (mikä on yksi hankkeen asukkaiden osallistamisosion päätavoitteista), vaan siinä korostuisivat vain biohiilen suodatusominaisuudet.

Hankkeen alussa ajatusta ennalta suunnitellun kyl-

völaatikkomodulin kokeilemisesta samankaltaisille kasvilajeille sekä kierrätetyllä maalla että biohiilellä esiteltiin useille puutarhuriryhmille ja kansalaisjärjestö Dodo ry:lle. Idea ei kuitenkaan herättänyt mahdollisten osallistujien keskuudessa riittävästi kiinnostusta jatkoa ajatellen. Koska emme halunneet pakottaa asukkaita kokeilemaan jotain tiettyä ratkaisua, ajatus hylättiin.

### Saavutukset ja opitut asiat

#### Biohiilen käyttö yhteisöpuutarhoissa

Keskeinen asukkaiden biohiilen käyttöön liittyvä opittu asia on, että biohiilen käyttöä ei vielä tunneta yleisesti kovin hyvin. Vaikka jotkut puutarhurit tiesivät tuotteesta ja joillakin oli jopa aiempaa kokemusta siitä, ei ollut yleistä käytäntöä sille, kuinka paljon biohiiltä tulisi levittää ja mikä olisi paras aktivointisuhte. Siinä missä kompostin levittämissuhteen, kalsiumin ja typen vaikutuksen ja maaperän ilmastuksen kaltaiset tekijät ovat osa useimpien puutarhureiden yleistietoa, biohiilen oletetut vaikutukset tai aktivointiohjeet

perustuivat enimmäkseen kuulopuheisiin. Esimerkiksi Lapinlahden puutarhoissa aktivaationestettä annosteltiin hyvin vähän. Samaan aikaan osa puutarhureista pohti, pitäisikö biohiili murskata ennen sen sekoittamista maaperään.

Biohiilen käyttöä koskevan yleisen tietämyksen puutteeseen liittyy myös tiedon ja kokemuksen puute biohiilen vaikutuksista maaperään. Jotkin kasvit näyttivät hyötynneen biohiilen lisäämisestä maaperään, kun taas toisiin sillä näytti olevan haitallinen vaikutus. Oli myös vaikea määrittää, oliko biohiili ainoa syy kasvien ongelmiin, sillä biohiilen sekoitussuhteet, sääolosuhteet, maaperän aiempi kunto tai muiden maaperän muokkausten laatu, kuten komposti, saattoivat myös vaikuttaa siihen, kuinka hyvin kasvit kasvoivat. Näiden vaikutusten mittaaminen ei kuulunut kokeisiin, mutta mitattu myönteinen vaikutus kasvien terveyteen voisi vakuuttaa asukkaat biohiilen hyödyistä. Hankkeen laajuuden vuoksi myös biohiilen pitkäaikaiset vaikutukset esimerkiksi veden ja ravinteiden kertymiseen jäivät selvittämättä.

Biohiilen käyttöä ja sen vaikutuksia koskevan yleisen tietämyksen edelleen kehittämiseksi tarvitaan lisää pitkäkestoisia kokeiluja. Biohiilen rajallinen saatavuus saattaa kuitenkin estää sen tulevaa käyttöä.

Puutarhurit, jotka jo tiesivät biohiilestä, olivat halunneet käyttää sitä jo ennen kuin he liittyivät Helsingin biohiilihankkeeseen, mutta biohiilen hinnan ja sen epäselvien vaikutusten vuoksi he eivät pitäneet sitä toteuttamiskelpoisena tai ensisijaisena vaihtoehtona aiemmin. Biohiilen saaminen ilmaiseksi vaikutti merkittävästi asukkaiden halun osallistua projektiin. Näin ollen jää nähtäväksi, jatkavatko puutarhurit biohiilen käyttöä tulevaisuudessa, jos heidän pitäisi maksaa biohiilituotteesta.



Kuva 18. Yhteisöllisissä puutarhoissa lisät-  
tiin biohiiltä maaperään, jotta sen laatu ja  
vedenpidätyskyky ja sitä myötä kasvien  
kasvu paranisivat. Biohiilen vaikutusta  
maaperään ja kasveihin myös seurattiin ja  
mitattiin. Hankkeessa tuotettua biohiiltä,  
Helsinkihiiltä, jaettiin asukkaille joissain  
kohteissa.





## Yhteisön osallistaminen

Asukkaiden osallistuminen voi tapahtua eri tasoilla. Tutkimuksiin osallistumisessa asukkaita ei lähestytty yksilöinä, vaan yhdistysten (puutarharyhmät, asuntoyhdistys) ja yhteisten talkoiden kautta. Asukkaiden lähestyminen ryhmänä helpotti biohiilen jakelua. Alun perin tavoitteena oli jakaa biohiiltä pienissä pusseissa yksittäisille asukkaille, mutta tuotanto-ongelmien (raskasmetallien korkea pitoisuus) vuoksi tätä suunnitelmaa ei voitu toteuttaa.

Puutarhurit korostivat yhteisöllisen puutarhahoidon myönteisiä puolia, kuten yhteisöoppimista, ihmisten yhteensaattamista ja puutarhahoidon tasapainotavia vaikutuksia. Irtotavarana pusseissa jaettava biohiili sopi tällaiseen työskentelyyn. Ensinnäkin se on kevyttä, mikä teki osallistumisen helpoksi erikuntoisille ihmisille. Lisäksi se sai ihmiset keskustelemaan maaperän laadusta. Hankkeen osassa, jossa työskenneltiin entisten asunnottomien kanssa, osallistujat kertoivat olevansa ylpeitä siitä, että heihin luotettiin ja heidän annettiin käsitellä näin kallista materiaalia. Se sai heidät tuntemaan olevansa osa jotain suurempaa.

Samaan aikaan yhteisölliseen puutarhatoimintaan liittyy myös tiettyjä haasteita. Haastattelussa esiin tuotuja haasteita olivat: sitoutumisen eri tasojen hallinta; tasapainon löytäminen sen välillä, että puutarhurit tuntuivat itsensä tervetulleiksi, mutta samalla ymmärtäisivät, että kyse ei ole palvelun ostamisesta; kulttuuristen erojen käsitteleminen. Ehdotuksia haasteiden ratkaisemiseksi olivat selkeän vision ja tavoitteiden laatiminen; kohderyhmän tunteminen ja sitoutuneen ydintiimin perustaminen hankkeita jatkamaan. Näin toimiessaan puutarhuriryhmät ovat riippuvaisia muutaman avainhenkilön koordinoinnista ja johtajuudesta. Ohjausryhmässä heitä kutsuttiin paikallisiksi mestareiksi.

Paikallisilla mestareilla oli myös keskeinen rooli maaperän biohiilinäytteiden saamisessa. He olivat avainasemassa biohiilen toimittamisessa puutarhaan, erilaisten kokeiden ja tapahtumien koordinoinnissa ja käynnistämässä sekä yhteisön hallinnassa. Esimerkiksi Lapinlahdessa koordinaattoreilla on keskeinen rooli puutarhayhteisön johtamisessa, tapahtumien suunnittelussa ja erilaisten kokeiden tekemisessä. He jopa ottivat järjestäjäröolin biohiilikierroksellamme. Rinnekojen työntekijät lobbasivat esimiehään ostamaan lisää kasveja biohiililaatikoihin ja järjestivät ylimääräiset talkoot naapurissa sijaitsevan vanhainkodin kanssa. Jätkäsaareissa paikallinen pariskunta oli johtavassa roolissa puutarhan perustamisessa, tapahtumien järjestämisessä, biohiilikokeiden tekemisessä ja materiaalin saatavuudesta tiedottamisessa.

Meidän näkökulmastamme projektikoordinaattoreina oli vaikeaa löytää tasapaino biohiilen käyttöohjeiden antamisen ja asukkaiden ilman ohjeita tekemien kokeilujen välillä. Kun biohiiltä kokeiltiin eri kohteissa, paikalla oli ohjausryhmän jäsen, joka kannusti sen käyttöön ja antoi perusohjeet levittämiseen. Vaihtoehtoisia strategioita olisivat voineet olla biohiilen tarjoaminen ilman opastusta tai työpajojen järjestäminen sen käytöstä sekä tarkkojen ohjeiden jakaminen. Päätimme olla tekemättä niin erityisesti siksi, että halusimme nähdä, miten osallistujat käyttäisivät materiaaleja itse ja millaista infrastruktuuria tarvittaisiin, jotta biohiilen käyttö voisi yleistyä asukkaiden keskuudessa.

Osallistujat pysyivät lisätukena esimerkiksi paikallisesti käytettävissä olevia laitteita, tietoa ja asiantuntemusta. Dodo-järjestöllä oli jonkin verran osaamista, mutta osallistujat eivät hyödyntäneet heidän tietoaan. Osallistujat myös korostivat, että itse kokeilemalla he oppivat arvokkaita asioita.

## Kaupunkivihreä/ilmastonmuutoksen sopeutumisen mahdollisuudet

Osallistuvat asukkaat halusivat ymmärtää paremmin, miten biohiili käyttäytyy, erityisesti saadakseen paremman käsityksen puutarhojensa yleisistä maaperäolosuhteista. Sopiva määrä tieteellistä tietoa voi edistää sitoutumista ja/tai lisätä luottamusta biohiilen käytössä. Toisaalta biohiilen erityisiä vaikutuksia asukkaiden hoitamien puutarhojen maaperään on vaikea seurata ja määrittää monien muuttujien ja arvaamattomien olosuhteiden vuoksi. Joskin puutarhurien kokemuksiin perustuva kollektiivinen tieto biohiilestä voitaisiin arkistoida, mikä voisi edesauttaa yhteisen paikallisen biohiilitietämyksen syntymistä. Puutarhurien yleistä maaperän tuntemusta voitaisiin edistää tieteellisellä tuella, jos heille annettaisiin enemmän mahdollisuuksia tehdä, lukea ja tulkita pienimuotoisia kokeita. Lisäksi biohiilen avulla sidotun hiilen määrä olisi helposti seurattava tietopiste, koska kussakin biohiilierässä olevan hiilen määrä olisi etukäteen tiedossa.

Samaan aikaan asukkaat osallistuivat myös vähemmän tekniseen ja subjektiivisempaan omatestaukseen. Esimerkki kokeista on ”alusvaatekoe”, jossa kaksi kappaletta alusvaatteita haudattiin maaperään ja kaivettiin ylös kauden loppupuolella. Alusvaatteiden hajoaminen on merkki maaperän aktiivisuudesta ja hajoamisesta maaperässä. Vastaavasti on olemassa myös muita intuitiivisia tai paikkakohtaisia menetelmiä, jotka auttavat ymmärtämään paremmin maaperän ominaisuuksia, kuten indikaattorikasvien tarkasteleminen, pienen maamäärän sekoittaminen vesipurkkiin ja antaminen laskeutua, hyönteisten laskeminen Tullgren-supplion avulla tai maaperän veden



Aktivointi nokkosteellä



Aktivointi nestemäisellä lehmänlannalla



Aktivointi bokashilla



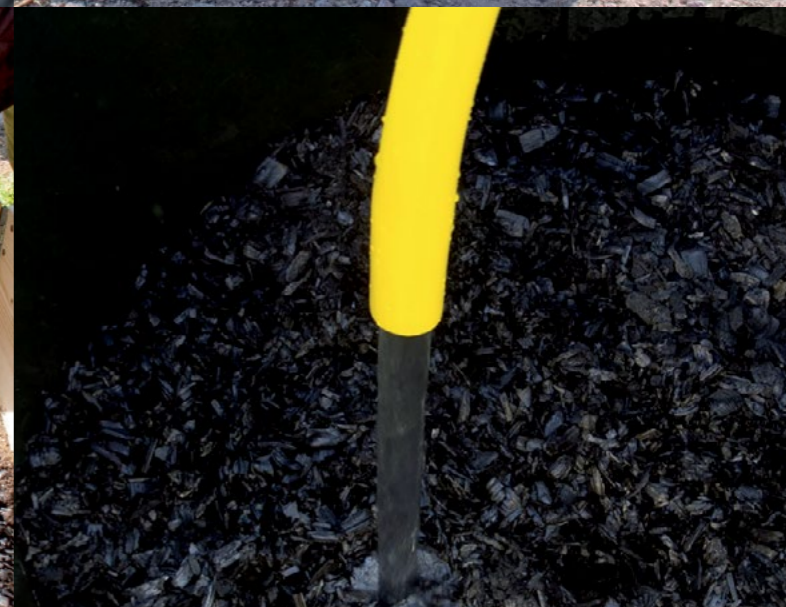
Aktivointi kaupallisella kananlannalla



Aktivointi kompostoiduilla kahvinpuruilla



Suora levitys



Vain veden lisääminen



imeytymiskyvyn karkea arviointi imeyntämitterin avulla. Lisäksi puutarhureiden itsensä tekemät havainnot esimerkiksi kasvien kasvusta tai mikroilmastosta auttavat ymmärtämään paremmin, miten maaperä ja puutarha käyttäytyvät.

Puutarhurit, jotka oppivat ymmärtämään maaperänsä käyttäytymistä paremmin, voivat auttaa jatkossa kaupunkia suunnittelemaan kaupunkipuutarhureiden erityistarpeisiin sopivia maaperäkoostumuksia. Koska useimmat yhteisön puutarhurit eivät pysty käymään puutarhassaan (palstallaan) päivittäin ja koska puutarhanhoito on heille vapaa-ajan aktiviteetti, kasvien on selviydyttävä vähällä huomiolla. Lisäksi puutarhurit kertoivat, että he haluaisivat vähentää puutarhassa tarvittavan veden määrää. Nämä erityis-tekijät edellyttävät maaperän koostumusta, joka on suunniteltu pidättämään ravinteita ja vettä, ja biohiili voisi olla yksi komponentti tällaisessa kasvualustassa.

Jälkimmäinen näkökohta oli yksi tärkeimmistä syistä, miksi puutarhurit halusivat osallistua hankkeeseen. Lapinlahden puutarhat olivat aiemmin kärsineet kuivuudesta, eivätkä puutarhurit aina päässeet kastelemaan kasvejaan riittävästi, sillä useimmat heistä kävivät puutarhalla muualta kaupungista. Puutarhalaatikot sekä Jätkäsaarella että Kaapelitehtaalla ovat alttiita kuivuudelle, koska tilaa maalle ei ole paljon ja ne eivät ole yhteydessä maaperään. Tämä oli ongelma varsinkin Jätkäsaaren puutarhassa, sillä lähistöllä ei ollut vesilähdettä, jota puutarhurit olisivat voineet käyttää.

Lisäksi jotkut puutarhurit mainitsivat, että biohiilen käyttö hiilen sitomiseen saattaisi olla riittävä kannustin sen käyttämiseen. Nämä maininnat tehtiin tilanteessa, jossa pidettiin mahdollisena, että biohiilellä ei olisi mitään ilmeisiä hyödyllisiä vaikutuksia maaperään. Puutarhurit sanoivat kuitenkin myös, että he eivät maksaisi biohiilestä, jos siitä ei olisi ilmeistä hyötyä maalle.

### Ravinnekierto

Sekä Lapinlahden että Jätkäsaaren yhteisöpuutarhoissa puutarhurit olivat varsin tietoisia puutarhan säästäväisistä lannoitustavoista. He käyttivät esimerkiksi läheisestä puistosta saatavia lehtiä ja vanhoja kahvinpuruja kompostointiin. Kokeneemmat puutarhurit yrittivät vähentää turpeen käyttöä ja minimoida turvetta sisältävien muovituotteiden tai kaupallisten tuotteiden käyttöä. Käytännössä vaihtoehtoiset menetelmät eivät kuitenkaan aina olleet toteuttamiskelpoisia: joko siksi, että niitä ei ollut saatavilla tai niitä ei logistisista syistä saatu kuljetettua kohteeseen. Puutarhakoordinaattorit eri yhteisöistä ilmaisivat halunsa tehdä haketta paikan päällä esimerkiksi pai-

kallisesti karsituista puista. Kompostointia ja jätteiden erottelua tehtiin kaikissa kohteissa. Lisäksi useat puutarhurit ilmoittivat haluavansa kompostoida myös muita materiaaleja, kuten kotitalous- tai ravintolajätettä, paikan päällä, mutta määräysten vuoksi heillä ei ollut lupaa siihen.

Puutarhurit käyttivät eri aineita biohiilen aktivointiin riippuen siitä, mitä resursseja heillä oli käytettävissään. Useat yksittäiset puutarhurit mainitsivat, että he valmistivat kotonaan bokashia ja käyttivät sitä puutarhoissaan. Bokashinestettä käytettiin aktivointi-aineena useissa kohteissa. Yhdessä tapauksessa käytettiin vuoden vanhaa nokkosteetä, mutta samassa kokeessa ei voitu käyttää tuoretta nokkosteetä, koska kasvukauden alku (ja biohiilen aktivointi) eivät osuneet samaan aikaan nokkosten kasvukauden kanssa. Lisäksi puutarhurit käyttivät biohiilen aktivoimiseen ilmaisia ylijäämämateriaaleja, jotka olivat peräisin paikallisilta yrityksiltä ja maataloilta, kuten kompostoituja kahvinpuruja sienentuottajalta tai nestemäistä lantaa läheiseltä maatilalta.

Sen lisäksi, että puutarhurit käyttivät paikallisesti saatavilla olevia resursseja puutarhanhoidossa, he olivat myös kiinnostuneita käyttämään paikallisesti valmistettuja biohiiliä. Suurinta osaa kokeellisista raaka-aineista tuotetuista biohiilistä ei kuitenkaan voitu käyttää, koska ne sisälsivät liian paljon haitallisia metalleja ja ylittivät kansalliset lakisääteiset raja-arvot. Puuhakebiohiili olisi täyttänyt Suomen lainsäädännön vaatimukset, mutta koska sen PAH 16 -pitoisuus ylitti Eurooppalaisen Biohiiliserтификаinnin mukaisen ruokakasveja koskevan kynnysarvon, hankkeessa päätettiin käyttää kaupallista biohiiltä. Useat puutarhurit ilmaisivat pettymyksensä siihen, etteivät he voineet käyttää paikallisesti tuotettua biohiiltä. Lapinlahden yhteisöpuutarhassa oltiin erityisen kiinnostuneita ruokobiohiilestä, koska lähistöllä kasvaa vuosittain niitettävää ruokoa. Puutarhurit olivat kiinnostuneita käyttämään sitä viljelyksillään, mutta eivät tienneet, mitä sillä voisi tehdä. Paikallisesti kerätystä ruo’osta valmistettu biohiili kuulosti heidän mielestään lupaavalta.

Tältä osin voitaisiin vahvistaa kansalaisryhmien ja jätehuoltopalvelujen välistä yhteistyötä ja näin edistää ja helpottaa resurssien paikallista uudelleenkäyttöä. Puutarhurit mainitsivat epävirallisen yhteistyön Staran kanssa puistojätteen käyttöön liittyen tai yhteistyön HSY:n kanssa, jonka puitteissa voitaisiin perustaa hajautettu ja paikallinen biojätteen käsittelyjärjestelmä ja näin välttää tarpeettomat kuljetukset (Espooseen). Lisäksi mainittiin mahdollisuus kompostoida paikallisista toimistoista ja/tai ravintoloista saatavaa biojätettä.

## Ehdotettuja keinoja asukkaiden osallistamiseen

Keskeisiä seuraavia vaiheita asukkaiden osallistamisessa on edistää biohiiltä koskevan paikallisen ”yhteisen kielen” kehittämistä. Tämä voitaisiin tehdä järjestämällä kokeita ja vahvistamalla paikallisia verkostoja paikallisten käytäntöjen ja asiantuntemuksen kartoittamisen kautta. Kunta voisi ottaa johtavan roolin kehittämällä asukkaiden sitouttamisohjelmia, jotka yhdistävät biohiilen jakelun ilmastonmuutokseen sopeutumiseen, kehittämällä kannustavia säännöksiä ja kampanjoita sekä sisällyttämällä biohiilen käytön laajempaan maaperän kierrätysstrategiaansa.

Kokonaishankkeen aikarajoitusten ja kohteiden kontaktien luomiseen kuluneen ajan vuoksi kokeilujen laajuus oli rajallinen. Tämän vuoksi osallistuneet asukkaat kommentoivat, että he tarvitsevat enemmän tietoa biohiilen vaikutuksista maaperään. Asukkaat on helpompi vakuuttaa biohiilen käytöstä puutarhoissa, jos he saavat enemmän tietoa sen vaikutuksista. Tämä voitaisiin tehdä jäsennellyillä kokeiluilla, jotka tukevat asukkaiden ja tutkijoiden sekä muiden asiantuntijoiden välistä suoraa yhteistyötä. Esimerkiksi tarjoamalla tieteellistä tukea biohiilen eri käyttötapojen vaikutusten mittaamiseen koskien pH-arvoa, ravinteiden kertymistä, vedenpidätyskykyä, kasvien kasvua ja/tai pitkäaikaisia vaikutuksia.

Biohiilen aktivointi on myös keino lisätä asukkaiden osallistumista. Esimerkiksi pitkän talvikauden aikana voidaan järjestää työpajoja, joissa biohiiltä ladataan eri aineilla. Liuenneiden ravintoaineiden ja mikrobin aktiivisuuden mittaaminen yhdessä tutkijoiden kanssa voisi toimia yhtenä tapana levittää tietoa ja vahvistaa yhteyksiä eri alojen asiantuntijoiden välillä. Löydökset voitaisiin dokumentoida kehittämällä (verkossa toimiva) tietokanta, josta löytyvät esimerkiksi sekoitussuhteet, paikallisen laitoksen tiedot ja käytettävissä olevat aktivointivälineet.

Helsingin kaupunki voisi myös kehittää ilmastonmuutokseen sopeutumisen strategioita, joihin asukkaat voivat osallistua. Muissa kaupungeissa asukkaita on jo osallistettu ilmastonmuutokseen sopeutumiseen, ja näistä esimerkeistä voidaan ammentaa inspiraatiota. Helsingin kaupunki voisi ottaa johtavan roolin ja jakaa asukkaille ohjeita sekä (taloudellista) tukea esimerkiksi ottamalla käyttöön ilmastonmuutokseen sopeutumiseen myönnettäviä tukia. Biohiilen tuotannosta, jakelusta ja käytöstä voisi tulla olennainen osa tällaista strategiaa.

Asukkaiden sitouttamiskokeiluista saatujen kokemusten perusteella kunta voisi hyödyntää olemassa olevia yhdistyksiä. Tähän hankkeeseen osallistuneet kaupunkipuutarharyhmät osoittivat, että niiden taustalla

on vahvaa yhteisöllisyyttä. Niiden järjestäytymismallia voitaisiin toistaa muilla (tyhjiillä) alueilla Helsingissä. Sisäpihat (joita hallinnoivat taloyhtiöt) ja liikkuvat kaupunkipuutarhat ovat strategisesti lupaavia tiloja.

Kannustava sääntely ja kampanjat voisivat myös edistää paikallisia kierrätyskäytäntöjä. Esimerkiksi eri yhteisöjen puutarhurit toivat esiin toiveen mahdollisuuksista kompostoida joko kotitalouksista tai ravintoloista saatavaa keittiöjätettä, mutta nykyiset määräykset eivät tue tai jopa kieltävät tällaisen toiminnan.

Tällä hetkellä Helsingin kaupunki tekee jo kokeiluja paikallisesti kierrätetyillä maasekoitteilla kaupungin viheralueiden ylläpidossa. Näitä kokeiluja voitaisiin laajentaa kehittämällä maasekoitteita, jotka soveltuvat kaupunkilaisten puutarhoihin. Sekoite voisi sisältää HSY:n kompostia, biohiiltä ja soraa. Eri käyttötaroituksiin voitaisiin kehittää erilaisia sekoitussuhteita tai lähdemateriaaleja, esimerkiksi monimuotoisuutta tukeva sekoitus tai syötäville kasveille tarkoitettu sekoitus. Jos jäsennellyille kokeille tarjottaisiin alusta, asukkaat voisivat osallistua paikallisesti tuotettujen maasekoitusten kehittämiseen. Kompostoitua viherjätettä, haketta, biohiiltä ja soraa voitaisiin tulevaisuudessa jakaa asukkaille, sillä useimmat puutarhurit ilmaisivat halunsa hyödyntää enemmän paikallisista lähteistä peräisin olevia materiaaleja, mutta niitä on tällä hetkellä vaikea löytää tai säännösten tai logistiikan vuoksi mahdotonta käyttää.



## 5 Yhteenvedo



Projektin aikana kartoitettiin monenlaisia jättemateriaaleja mahdollisten pyrolyysiraaka-aineiden löytämiseksi. Prosessin myötä keskusteltiin paljon siitä, miten jätteitä tällä hetkellä käsitellään ja mitä vaihtoehtoja voisi olla. HSY:n suuressa pilottilaitoksessa pyrolysoitiin useita materiaaleja, mikä tarjosi arvokasta tietoa tiedeyhteisölle ja HSY:lle, jotka halusivat tutkia muitakin materiaaleja kuin puhdistamolietettä ja laitoksen omia materiaaleja. Yhteenvedona voidaan todeta, että kevyet ja nopeasti hajoavat vihreät kasvimateriaalit eivät olleet sellaisenaan sopivia laitokseen ja ne tarvitsisivat lisää esikäsitelyä ja prosessin kehittämistä. Ohuista puisista oksista valmistettua biohiiltä oli helppo käsitellä, mutta tuotetun biohiilen haitallisten aineiden taso oli liian korkea ja sen hiilipitoisuus ja vedenpidätyskyky olivat yllättävän alhaiset. Laadukkaita biohiiliä saatiin puuhakkeesta ja tulevaisuudessa tämä materiaali voitaisiin ohjata kaupungista HSY:lle pyrolysoitavaksi sellaisenaan tai mieluiten toiseen, lämpöarvoltaan matalampaan materiaaliin yhdistettynä, jotta se vastaisi paremmin laitoksen lämpörajoja.

Hanke onnistui kaiken kaikkiaan edistämään biohiilitietoisuutta koko julkisella sektorilla ja viherrakenteen ammattilaisten piirissä. Lyhyen ajan kuluessa hanke laajensi suoraan toteutuneiden julkisten biohiilen käyttökohteiden määrää kolmesta kymmeneen ja helpotti suunnittelua myös näiden hankkeiden ulkopuolella. Laaja yhteistyöverkosto, joka kattaa kaupalliset biohiilen tuottajat, maisemasuunnittelijat, urakoitsijat ja tutkijat, synnytti aiheesta asiantuntevia keskusteluja ja uusia yhteyksiä, joiden myötä biohiilen käyttöä ja tiedon jakamista voidaan jatkaa tulevaisuudessa.

Biohiilen tuotanto sekä viherrakenteen suunnittelu- ja toteutusprosessit herättivät lukuisia kysymyksiä. Kysymysten määrä ja valmiiden vastausten puuttuminen osoittivat useita selkeitä kehityskohteita, joiden ratkaiseminen edistäisi selvästi biohiilen käyttöä ja helpottaisi tämän uuden materiaalin käsittelyä. Kaikista kipeimmin tarvittaisiin tietoa ja taitoa maaperän ja biohiilityyppien tarkkojen suhteiden määrittämisessä, jotta käyttäjät todennäköisimmin saavuttaisivat toivotun tai ei-toivotun vaikutuksen viherrakenteeseen. Yhtä tärkeää olisi myös ratkaista ja todeta selkeästi, missä tapauksissa biohiili olisi parasta esiladata kompostilla tai lannalla, milloin käyttö yhdessä kom-

postin tai lannoitteen kanssa riittää ja milloin biohiili voidaan levittää raakana. Parhaassa tapauksessa markkinoilla olisi valmis tuote tai palveluntarjoaja, joka lataisi biohiilen tarvittaessa. Jos lataus tarvitaan, avoimeksi jää vielä kysymys siitä, mitkä ovat kullekin käytettävissä olevalle materiaalille parhaat ja riittävät käytännöt. Viheralueiden suunnitteluun osallistuva yhteisö hyötyisi suuresti selkeistä ja räätälöidyistä opetusmateriaaleista sekä vakiintuneista ja todennetuista mallisuunnitelmista, jotka voidaan toteuttaa biohiilellä. Biohiilen aiheuttama epäonnistumisen pelko laajamittaisissa rakennus- ja saneeraushankkeissa hidastaa tällä hetkellä sen käyttöä tilanteessa, jossa hiilivarastojen kerryttäminen on tärkeää.

Konkreettiset mahdollisuudet hiilivarastojen kasvatamiseen ja hiilen sitomiseen biohiilen avulla Helsingissä ovat vielä selvittämättä. Arvioinnin tekemiseksi on ensin määriteltävä, missä rakenteissa ja missä pitoisuuksissa biohiiltä voidaan realistisesti käyttää mahdollisimman tehokkaasti. Näin varmistetaan resurssien järkevä kohdentaminen ottaen huomioon sekä taloudelliset näkökohdat että mahdolliset hyödyt ja haitat kasvien kasvulle. Lähestymistapa poikkeaa teoreettisesta laskelmasta, jossa oletetaan, että 10–15 % biohiiltä lisätään kaikkiin kaupungin uusiin kasvialustoihin, jolloin saavutetaan arviolta 3,5–5 % negatiivisten päästöjen vuositavoitteesta (Soronen ym. 2019). Jotta biohiilen tehokkaalle käytölle voitaisiin laatia kattavat ohjeet, tarvitaan lisää kokemusta kasvialustaseosten tehokkuudesta. Jo nyt voitaisiin kuitenkin luoda käytäntöjä turvallisille biohiilimäärille rakenteissa, joissa sitä pidetään yleisesti turvallisena. Lisäksi kaupungin omat hiilitaseen laskelmat ovat tässä suhteessa ratkaisevan tärkeitä, koska ne eivät tällä hetkellä ota lainkaan huomioon hiilinieluja tai hiilen sitomista, jotka tukisivat biohiilen käyttöä ilmastotavoitteiden saavuttamiseen. Lopuksi tulisi arvioida biohiilen käyttöä myös muualla kuin kasvialustoissa, kuten veden suodatusrakenteissa sekä erilaisissa kaupungin viherrakenteeseen liittymättömissä rakennushankkeissa. Jälkimmäisiin voisi mahdollisesti kuulua heikkolaatuisten biohiilten käyttö, jotka on valmistettu muista aineista kuin hakkeesta ja joilla ei olisi merkityksellistä markkina-arvoa tai jotka eivät täyttäisi luontopohjaisten ratkaisujen laatustandardeja, mutta jotka eivät myöskään lisäisi metsäperäisten materiaalien kysyntää.



Helsingin biohiilihankkeen asukkaiden osallistamiselle asetettiin seuraavat tavoitteet: tehdä hiilensidonta ja -varastointi näkyväksi ja ottaa biohiili mukaan yhtenä keinona osoittaa asukkaille, että hiilensidonta on myös heitä varten eikä vain päättäjien tehtävä; lisätä tietoisuutta siitä, että orgaaniset materiaalit on kierrätettävä takaisin maaperään ja ottaa biohiili mukaan tähän kiertoon.

Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi valittiin kolme puutarhuriryhmää ja yksi aktiivinen asukasyhteisö kokeilemaan biohiilen käyttöä. Asukkaiden sitouttamiskokeiluista oppimat asiat luokiteltiin neljään yleiseen teemaan: biohiilen käyttö yhteisöpuutarhoissa, yhteisön sitouttaminen, kaupunkivihreä/ilmastonmuutokseen sopeutumisen mahdollisuudet ja ravinnekierto. Keskeisiä seuraavia vaiheita asukkaiden osallistamisessa on edistää biohiiltä koskevan paikallisen ”yhteisen kielen” kehittämistä, vahvistaa edelleen paikallisten sidosryhmien välisiä yhteyksiä ja kehittää kokonaisvaltainen ilmastonmuutokseen sopeutumis suunnitelma ja maaperän kierrätys suunnitelma, joissa Helsingin kaupunki voisi ottaa johtavan roolin.

## 6 Lähteet

Budai, A., Zimmerman, A. R., Cowie, A. L., Webber, J. B. W., Singh, B. P., Glaser, B., ... & Joseph, S. 2013. Biochar Carbon Stability Test Method: An assessment of methods to determine biochar carbon stability. International biochar initiative, 20.

EBC (European Biochar certification). 2023. Analytical methods. Avattu 21.12.2023. Saatavilla osoitteessa: <https://www.european-biochar.org/en/ct/8-Analytical-Methods>

ELY-keskus, Elinkeino, liikenne- ja ympäristökeskukset. 2022. Ruoko, Järviruo'on tietopankki. Saatavilla osoitteessa: <https://www.ely-keskus.fi/web/ruoko/maanparannus> Avattu 29.12.2023

Fransson, A., Gustafsson, M., Malmberg, J., Paulsson, M., 2020. The Biochar Handbook for users. Saatavilla osoitteessa: <https://biokol.org/english>

Lehtinen, K. 2023. Utilizing Biochar in Street Structures. [Kandidaatin tutkielma]. Tampereen ammattikorkeakoulu.

Liu Z., Dugan B., Masiello C. & Gonnermann, H. 2017 Biochar particle size, shape, and porosity act together to influence soil water properties. PLoS ONE 12: e0179079.

Saarela, K., Harju, L., Rajander, J., Lill, J., Heselius, S., Lindroos, A., & Mattsson, K. 2005. Elemental analyses of pine bark and wood in an environmental study. Science of the Total Environment, 343: 231–241.

Soronen, P., Riikonen, A., Salo, E., Koivunen, M., Tikka, S., Passi, S., Salonen, A., Jalas, M., Tammeorg, P. 2019. Design support for the carbon drawdown demonstration area in Jätkäsaari, Helsinki Report on principles of urban demonstration areas for carbon sequestration.

Terracottem. 2023. Terracottem Universal [Tekninen tietolehti]. Saatavilla pyynnöstä osoitteesta: <https://www.terracottem.com/en/terracottem-universal>

### Hankkeen verkkosivut

Hiilineutraalien kaupunkien liitto CNCA. 2024. Biochar-Urban Forestry Strategy Resource Library – Center for Regenerative Solutions (CRS) - Accelerating Nature-Based Climate Action ([naturebasedclimate.solutions](https://naturebasedclimate.solutions))

Carbon Lane -hanke. 2023. Hiilipuisto – Carbon Park | Aalto-yliopisto

Hiilipuisto. 2023. Hiilipuisto – Carbon Park | Aalto-yliopisto

### Kuvaluettelo

Kuva 1 Helsingin biohiiliprojektin konseptikaavio. (sivu 7)

Kuva 2 Raaka-aineet, joiden pyrolyysi biohiileksi onnistui HSY:n laitoksella, niiden olomuoto ennen prosessia sekä tuloksena saadut biohiilet ja määrät. (sivut 12–13)

Kuva 3 Raekokojakauman tulokset perustuen ruokobiohiilen painoon ja tilavuuteen. (sivu 16)



Kuva 4 Raekokojakauman tulokset perustuen pehmeästä viherjätteestä saadun biohiilen painoon ja tilavuuteen. (sivu 16)

Kuva 5 Raekokojakauman tulokset perustuen puuhakkeesta saadun biohiilen painoon ja tilavuuteen. (sivu 17)

Kuva 6 Raekokojakauman tulokset perustuen oksista saadun biohiilen painoon ja tilavuuteen. (sivu 17)

Kuva 7 Metallinen näyteastia reagoi pehmeästä viherjätteestä tuotetun biohiilen kanssa. Astiassa näkyi korroosiota (ylhällä oikealla) ja ulkonevaa kiteytymistä metallikauhan pinnalla (ylhällä vasemmalla). (sivu 18)

Kuva 8 Vaihtelut lakaisujätenäytteissä alemman (alhaalla keskellä) ja korkeamman (alaoikealla) hiekka- ja sorapitoisuuden välillä. Materiaalipinot (alavasemmalla) sisälsivät myös huomattavia määriä roskia (esim. kahvikuppeja, karkkikääreitä), jotka eivät sisällyneet näytteisiin. (sivu 18)

Kuva 9 Kokeilukohteiden sijainnit. (sivut 22–23)

Kuva 10 Koealueiden pohjapiirustus. Kaksi väriä edustavat kahta alueelle istutettua kasviyhdyksuntaa. Alueen numero viittaa taulukoissa 2 ja 3 esitettyihin kasvualustakäsittelyihin. Pohjapiirros on Sitowisen käsialaa. (sivu 24)

Kuva 11 Kalasataman alueelle rakennettava kivipäälystys. Kivien väliin asetettiin biohiilipohjaista kasvualustaa. Kalasataman raitioteiden biohiiliaktivointi tehtiin ensin pinoamalla vuorotellen biohiili- ja kompostikerroksia ja sitten sekoittamalla materiaalit. Pinoa kasteltiin kerran kesän aikana, jotta se ei kuivuisi täysin ja jotta ravinteet pääsisivät siirtymään biohiileen. (sivu 27)

Kuva 12 (ylhällä vasemmalla, ylhällä oikealla) Huonokuntoisimmissa puistonurmissa oli erittäin kerrostunut kasvualusta ja paksu kuitukerros. Piikki-ilmastuksen lisäksi Turf Gamechanger -laite pystyy levittämään biohiilen ja lannoitteen sekä harjaamaan materiaalit reikiin kerralla. Tulevissa kokeissa prosessia tulisi kuitenkin muuttaa, jotta mahdollisimman suuri osa biohiilestä päätyisi ilmastusreikiin. Makasiinipuiston nurmikko (alhaalla) Turf Gamechanger -laitteella tehdyn biohiilen levityksen aikana biohiili erottui raitoina nurmikon päällä harjaamisesta huolimatta. Jotta biohiili saadaan juurivyöhykkeelle asti, tarvitaan riittävän suuri reikä ja pieni raekoko sekä harjaus. (sivu 28)

Kuva 13 Rakenteellisen maaperän levitys. Ensin vanha maa-aines poistettiin pohjakallioon asti (ylhällä vasemmalla), minkä jälkeen se peitettiin nopeasti uudelleen. Oikean yläkulman kuvassa näkyy epätasainen kerros perennaistutukseen tarkoitettua istutusmaata. Eerikinkadun vihersaaren rakentaminen kantavalle biohiilipohjaiselle kasvualustalle hyödyntäen olemassa olevaa lehmuspuuta (alhaalla vasemmalla ja alhaalla oikealla). (sivu 29)

Kuva 14 Valittujen vastaistutettujen puistopuiden kasvua seurataan vuosittain. (sivu 30)

Kaavio 15 Kolme skenaariota urbaanien jätevirtojen (mahdollisesta) kierrätyksestä kaupunkien viheraluekohteisiin. ”Olemassa olevat virrat” tarkoittaa ennen Helsingin biohiiliprojektia olemassa olleita kehityskulkuja, ”kokeelliset virrat” tässä hankkeessa kokeiltuja uusia virtoja ja ”mahdolliset tulevat virrat” ovat ehdotuksia mahdollisista tulevista käyttökohteista. (sivu 36)

Kuva 16 Neljä asukkaiden sitouttamiskokeilujen kohdetta. (sivu 41)

Kuva 17 Asukkaiden sitouttamisaktiviteetit aikajärjestyksessä. (sivut 42–43)

Kuva 18 Kuvaus useista asukkaiden sitouttamiskohteissa tapahtuneista aktiviteeteista. (sivut 44–45)

Kuva 19 Asukkaita sitouttavissa kokeiluissa käytetyt biohiilen aktivointimenetelmät. (sivu 47)

## Taulukot

Taulukko 1 Biohiileksi pyrolysoitujen raaka-aineiden määrät ja tuotettujen biohiilten määrät HSY:n pilottilaitoksella. Tuotteen painot on ilmaistu tuorepainona. (sivu 14)

Taulukko 2 Kasvualustakäsittelyjen määrä kasviyhdyksunnissa ja istutusalueilla (1–5). (sivu 25)

Taulukko 3 Käsiteltyjen maaperien ja peruskasvualustan sekoitusasemalla tehtyjen alustavien maa-analyyysien tulokset. (sivu 25)

Taulukko 4 Maaperän sekoituskäsittelyt Kalasataman raitiotien kokeiluympäristössä. (sivu 25)



# 7 Liitteet

## Liite 1: biohiilianalyysi

parametri	yksikkö	järviruoko-biohiili	pehmeästä viherjätteestä saatu biohiili	puuhake-biohiili	oksabiohiili	Arvokynnys (Suomi)	Arvokynnys (EBC Agro & Urban)
Kokonais-P	mg/kg	5 450	4 240	1 027	1 970		
Kokonais-K	mg/kg	26 700	39 600	5 910	12 600		
pH (CaCl2)		7,8	9	7,75	8,8		
Johtavuus (SJ)	mS/cm	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01		
Kosteus	p-% H2O	18	21	49,4	38		
Tuhkapitoisuus (550 °C)	p-% (kuiva)	54,6	54,8	6,7	53,4		
<b>Haitalliset metallit</b>							
Arseeni (As)	mg/kg kuiva	8,9	3	<0,8	5,9	25*	13
Elohopea (Hg)	mg/kg kuiva	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	1	1
Kadmium (Cd)	mg/kg kuiva	0,4	0,4	<0,2	1	1,5	1,5
Kromi (Cr)	mg/kg kuiva	130	174	76,5	202	300	90
Kupari (Cu)	mg/kg kuiva	115	57	11	368	600	100
Lyijy (Pb)	mg/kg kuiva	28	29	2,5	123	100	120
Nikkeli (Ni)	mg/kg kuiva	88	111	43	103	100*	50
Sinkki (Zn)	mg/kg kuiva	292	237	122	819	1 500	400
<b>Valmistus ja raaka-aineet</b>							
Hiiltemperatuurila	°C	550–600****	548	560			
Retentioaika	minuuttia	70–120****	70	70			
Raaka-aineen pääkomponentti		vihreä järvi-ruoko (syyskuu)	rikkaruoho ja niittojäte	kuuset ja lehtipuut	eri puiden oksia kotipihoilta		
Raaka-aineiden alkuperä	mg/kg kuiva	Helsinki	Helsinki	Helsinki	jäteasema		
<b>Ylimääräinen</b>							
orgaaninen hiili	p-% (kg/kg) kuiva	28	24,2	82,4	43,5		
epäorgaaninen hiili	p-% (kg/kg) kuiva	0,1	0,3	0,3	0,6		
H/Corg		0,34	0,27	0,34	0,35		
Irtotiheys	kg/m <sup>3</sup> kuiva	493	519	175	429		
EFSA 8 PAH	mg/kg	n.c.	n.c.	0,2	n.c.		
PAH 16	mg/kg	1,3	3,5	11,7	6,7	***	
suolapitoisuus	g/kg	36,4	23,2	7,1			
vedenpidätyskyky <2 mm:n jakeessa **	p-% kuiva	179	167,4	301,8	142,9		

Hanketta varten valmistettujen HSY:n biohiilten analyysitulokset, Suomen lannoitelainsäädännön asettamat raja-arvot ja Eurooppalainen Biohiilsertifikaatti. Biohiilten vaatimuksista poikkeavat arvot on merkitty rajapylväitä vastaavilla väreillä.

\*\*\* Suomen lainsäädännössä ei ollut PAH 16:lle raja-arvoa vuoden 2023 kesällä. Lokakuusta 2023 alkaen kynnysarvoksi biohiilille, joiden orgaanisen hiilen pitoisuus on alle 50 prosenttia, on asetettu 6 mg/kg dm (MMM 964/2023, liite 2).  
\*\*\*\* pehmeän viherjätteen pyrolyysiolosuhteille ei ole annettu tarkkoja arvoja, koska prosessi keskeytyi useita kertoja

\* Haitallisten metallien raja-arvot lokakuussa 2023 voimassa olleen Suomen lainsäädännön mukaisesti (MMM 24/11, liite IV). Tämän jälkeen muuttuneiden määräysten mukaiset As- ja Ni-raja-arvot ovat 40 ja 70 mg/kg (MMM 964/2023, liite 1).

kuiva = kuiva-aineessa  
n.c.= ei laskettavissa

\*\* näyte on murskattu ja seulottu ennen näytteenottoa

## Liite 2 Biohiilen raaka-aineiden ja lopputuotteiden ominaisuuksien vertailu

parametri	yksikkö	raaka vihreä ruoko	järviruoko-biohiili	raaka viherjäte	pehmeästä viherjätteestä saatu biohiili	raaka puuhake	puuhake-biohiili	raaka murskattu oksa	oksa-biohiili
Kokonais-P	mg/kg	1 350	5 450	2 090	4 240	223	1 027	1 000	1 970
Kokonais-K	mg/kg	13 600	26 700	20 400	39 600	1 340	5 910	7 870	12 600
pH (CaCl2)			7,8		9		7,75		8,8
Johtavuus (SJ)	mS/cm		<0,01		<0,01		<0,02		<0,01
Kosteus	p-% H2O	3,2	18	4,3	21	2,9	49,4	54,3	38
Tuhkapitoisuus (550 °C)	p-% (kuiva)	29,6	54,6	25	54,8	1,1	6,7	9,2	53,4
<b>Metallit</b>									
Alumiini	mg/kg kuiva	3 860	5 260	1 730	6 920	81	1 200	3 290	6 760
Arseeni		15,4	8,9	<0,8	3	<0,8	<0,8	1,7	5,9
Lyijy		9	28	6	29	<2	2,5	109	123
Kadmium		<0,2	0,4	0,4	0,4	<0,2	<0,2	0,3	1
Kromi		98	130	103	174	2	76	89	202
Rauta		9 530	19 900	4 650	14 600	141	1 590	3 580	11 900
Kalium		13 600	26 700	20 400	39 600	1 340	5 910	7 870	12 600
Kupari		39	115	15	57	3	11	14	368
Nikkeli		34	88	40	111	1	43	43	103
Fosfori		1 350	5 450	2 090	4 240	223	1 027	1 000	1 970
Elohopea		<0,05	<0,07	<0,05	<0,07	<0,05	<0,07	<0,05	<0,07
Sinkki		108	292	113	237	37	122	143	819

\*) Sarake näyttää kahden esimerkitapauksen keskiarvon hakebiohiileissä

BC= biohiili



## Liite 3 Hankkeesta viestiminen

Yleinen viestintä yleisölle tapahtui projektin verkkosivujen <https://www.aalto.fi/en/department-of-design/helsinki-biochar-project> kautta, jossa oli myös suomenkielinen käännös. Kuvia jaettiin Instagram-sivulla <https://www.instagram.com/helsinginbiohiilihanke/>

## Sidosryhmätilaisuudet ja viestintä ammattilaisille

–Hämeen ammattikorkeakoulu HAMK, webinaariesittely 3/2023 (>20 osallistujaa)

–Kaupunkiympäristön toimialan (KYMP) webinaari ja biohiilinäytteiden jakokampanja 3/23 (>150 osallistujaa)

–Nodus Talks, paneelikeskustelu Helsingin Designmuseossa 3/2023 (>20 osallistujaa)

–Kestävän kehityksen tiedepäivien konferenssi, esittely 5/2023 (>20 osallistujaa)

–Osallistuminen retkelle ruotsalaisille biohiilipilottikohteille, Tukholma 9/2023

–Ichar 7th School of Biochar, Italia, projektin esittely, 10/2023

–Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY, sisäinen biohiiliverkkoseminaari 10/2023 (>45 osallistujaa)

–Aalto-yliopiston muotoilun laitos, sisäinen kokous + esittely 25.10.2023

–Kaupunkiympäristön toimialan (KYMP) biohiiliaamu kaupungin suunnittelijoille ja projektipäälliköille 11/2023

–Artikkeli Helsingin sanomissa 26.10. ”Itä-Helsingin uuteen pyöräbaanaan upotettiin mustaa ainetta, joka ratkaisee kerralla useampaa ilmasto-ongelmaa” <https://www.hs.fi/talous/art-2000009897348.html>

–Artikkeli Ylläriissä, joka on Helsingin rakennuspalvelujen sisäinen lehti, Stara, 10/2023,

–Artikkeli Viherympäristö-lehdessä 12/2023. ”Helsingissä uusia biohiilipilotteja”.

–Kaupunkiympäristön toimialan (KYMP) webinaari ja esittely 8.12.2023 (>170 osallistujaa)

–Biohiili kaupungissa -näyttely KYMP-talon aulassa 12-1/2023

## Tilaisuudet ja viestintä asukkailla

### 28.3.2023 Tiedotusilta/esittely Dodossa

Esitelmä Dodossa, paikallisessa ympäristöaktivistijärjestössä Helsingissä, eräässä heidän Urban Dinner-illassaan, jossa keskustellaan ympäristöaiheesta. Tämän tapahtuman esittelyllä oli kolme tavoitetta: lisätä tietoisuutta Helsingin biohiilihankkeesta aktiivisten kansalaisten keskuudessa; saada asukkaat ideoimaan mahdollisia sitouttamiskokeiluja; ja aktivoi da pieniä määriä biohiiltä bokashilla, jotta osallistujat voivat viedä ne mukanaan kotiin.

### (31.–6.3.2023) Biohiilipussien julisteiden esittely ja jakelu KYMP:ssä

Webinaarin jälkeen jaettiin 110 kaupallista biohiilipussia ohjelehtisellä varustettuna yhdistettynä pienjulistenäyttelyyn Kaupunkiympäristön toimialan aulassa osoitteessa Työpajankatu 8, Helsinki.

### 23.4.2023: Biohiilen aktivointitalkoot Lapinlahden yhteisöpuutarhassa

Osana puutarhakauden aloitustalkoita Lapinlahden puutarhaan toimitettiin 1 250 litran biohiilipussi. 6 200 litran tynnyrit täytettiin 100 litralla biohiiltä ja 100 litralla. Kolmessa käytettiin kotitekoista bokashia aktivointinesteenä ja kaksi aktivoitiin paikallisen biodynaamisen tilan nestemäisellä lehmänlannalla. Yksi tynnyri täytettiin vain vedellä. Loput biohiilestä toimitettiin viereiselle puutarharyhmälle.

### 7.–8.5.2023: Biohiilen levitystalkoot Lapinlahden yhteisöpuutarhassa

Toukokuun ensimmäinen viikonloppu oli Lapinlahden puutarhureiden virallinen puutarhakauden aloitus. Koska tämä on yksi harvoista tapahtumista, jolloin useimmat puutarhurit ovat paikalla samanaikaisesti, biohiili päätettiin levittää kyseisenä päivänä. Toukokuun 7. päivänä paikalla olivat yksittäisten palstojen puutarhurit ja toukokuun 8. päivänä yhteisöpuutarhan puutarharyhmä levitti biohiiltä eri puolille puutarhaa.

### 25.5.2023: Biohiilen jakelu Kaapelitehtaan kattopuutarhassa

Kaapelitehtaan kattopuutarhaan toimitettiin 250 litraa kuivaa biohiiltä. Biohiilen aktivoimista ja käyttöä koskeva esite jaettiin etukäteen yhdelle kattopuutarhan koordinaattoreista, joka toimitti sen eteenpäin puutarhanhoitoyhteisölle. Puutarhurit saivat päättää, miten he halusivat käyttää biohiiltä ja mihin tarkoituksiin. Lisäksi yksi viljelylaatikoista varattiin vertailutestiä varten, jossa testattiin, miten kotoperäiset

kasvit houkuttelevat pölyttäjiä maaperässä, jossa on biohiiltä tai jossa ei ole biohiiltä. Puoleen maaperästä sekoitettiin 10 litraa nokkosteella aktivoitua biohiiltä; kasvit saatiin Hyötykasviyhdistykseltä.

### 29.5.2023 Biohiilen jakelu Jätkäsaaren yhteisöpuutarhoissa

Puutarhurit saivat vapaasti käyttää kukkalaatikoidensa Jätkäsaaren yhteisöpuutarhaan toimitettua 200:a litraa biohiiltä. Lisäksi tehtiin yksi vertaileva koe, jossa käytettiin samoja kasveja ja kompostia, mutta kussakin laatikossa oli erilaiset biohiilisuhteet, sekä vertaileva koe, jossa tehtiin sienipenkki biohiilen kanssa ja ilman biohiiltä.

### 30.5.2023: Biohiilen levitystalkoot Rinnekotien sisäpihalla

Biohiili levitettiin tapahtuman aikana, joka käynnisti Rinnekotien hankkeen muuttaa sisäpiha terapeutiksi puutarhaksi. Biohiiltä lisättiin kuuteen olemassa olevaan puutarhalaatikkoon, yksivuotisia kukkia istutettiin uuteen puutarhalaatikkoon, olemassa olevien marjapensaiden kasvualueita muokattiin, biohiiltä lisättiin jalkakäytävän viereiselle istutusalueelle sekä läheiselle vanhainkodille rakennettiin ja lahjoitettiin kompostilla ja biohiilellä täytetty viljelylaatikko. Biohiiltä ei aktivoitu tässä kohteessa.

### 6.9.2023 Biohiilikierros

Biohiilikierros järjestettiin yhdessä Lapinlahden Lähteen yhteisöpuutarhan yhden puutarhakoordinaattorin kanssa. Kierroksella oli kaksi tavoitetta: 1) tiedottaa osallistuville kansalaisille hankkeesta yleisesti ja 2) tuoda paikalle johtoryhmän jäseniä, jotka voivat jakaa tietoa ammattilaisten ja asukkaiden välillä. Kierros koostui kolmesta osasta: esittely kokeiluista yhdessä Helsingin kaupungin/KYMP:n kanssa, erilaisista kansalaistoimintakokeiluista ja Lapinlahden Lähteen yhteisöpuutarhan erityisistä kokeiluista; näyttely 'biohiilimoduuleista', jotka esittelevät käsitteellisiä havainnollistuksia projektista kokonaisuutena, sekä 'Helsinki-hiilen', eli kokeellisesta puuhakkeesta valmistetun biohiilen jakelusta; ja itse kierros puutarhassa, jossa kokeet esiteltiin, maaperän johtavuus mitattiin ja biohiilikokemuksista keskusteltiin avoimesti.

### 12.–26.10.2023 Biohiilimoduulien näyttely

Hankkeen edistämiseksi kansalaisten ja muiden sidosryhmien keskuudessa kehitettiin pienimuotoinen näyttelymoduuli. Moduulit sisältävät käsitteellisiä esityksiä Helsingissä tehdyistä biohiilikokeista, visuaalisointeja projektin konseptista, biohiilen potentiaalista kaupunkiympäristöissä, biohiilen hyödyllisyydestä

maaperässä sekä näytteitä raaka-aineista. Lisäksi näyttelymoduuleja voidaan täydentää kokeellisesta raaka-aineesta saatavalla biohiilen jakelulla kolmen litran pusseissa, jotka sisältävät hakebiohiiltä. 12.–26.10.2023 biohiilimoduulit olivat esillä Aalto-yliopiston muotoilun laitoksella ja 8.10.2023–15.1.2024 Helsingin kaupunkiympäristön toimialan rakennuksessa. Niitä on tarkoitus esitellä julkisissa tiloissa myös tulevaisuudessa, kuten Helsingin keskustakirjasto Oodissa ja Designmuseossa.



Helsingin biohiilihankkeen mahdollisti HSY:n, VTT:n ja Aalto-yliopiston NODUS- tutkimusryhmä, sekä Helsingin kaupungin monista toimijoista koostuva joukko, jotka aktiivisesti osallistuivat keskusteluihin ja käytännön toimiin. Olennaisessa osassa olivat myös Helsingin aktiiviset kaupunkilaiset, jotka osallistuivat projektiin tarjoamalla aikaansa, arvokkaita näkemyksiään sekä maata biohiilten koekäyttöön. Haluaisimme myös erityisesti kiittää Bloomberg Philanthropies- järjestöä tärkeästä taloudellisesta tuesta sekä neuvonta- ja tukipalveluista.

Helsingin biohiilihanke – pilotteja biohiilten lähituotantoon ja käyttöön viheralueilla  
Helsingin kaupunki, keskushallinnon julkaisuja  
2024:17  
ISBN 978-952-386-440-5 (pdf)

Sarjan ISSN:t  
ISSN-L 2242-4504  
ISSN 2242-4504 (painettu/tryckt/printed)  
ISSN 2323-8135 (verkossa/på nätet/online)

Tekijät: Tuuli Markkanen, Will van Twuijver, Linda Röman

Valokuvat:  
Sivut 4, 7, 12, 20, 21, 22, 23, 26 Will van Twuijver  
Sivut 5, 7, 10, 11, 12, 14, 16 Tuuli Markkanen  
Sivut 6, 7 HSY  
Sivu 7 Markku Latva-Koivisto  
Sivu 7 Mari Ahrenberg  
Sivu 10 Markku Ala-Pantti  
Sivut 12, 15 Jarkko Heikkinen-Lindberg  
Sivu 12 Lasse Kuismanen  
Sivu 15 Mikko Jalas



