

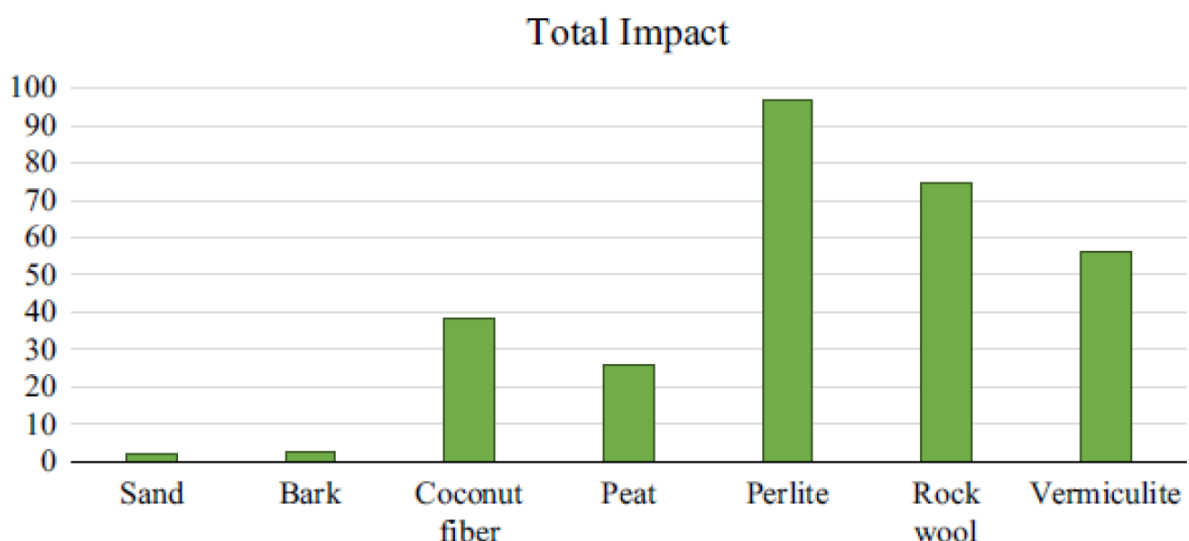
## Kasvuturpeen ja sen vaihtoehtojen elinkaarianalyysi (LCA)

Elinkaarianalyysi (LCA) on menetelmä, jonka avulla arvioidaan tuotteen, palvelun tai toiminnan ympäristövaikutuksia koko sen elinkaaren ajan – raaka-aineiden hankinnasta käyttöön ja lopulta hävittämiseen tai kierrätykseen. Tuotteen elinkaari voi olla joko kehdestä portille, kehdestä elinkaaren loppuun tai kehdestä hautaan, joista viimeksi mainittu menetelmä on vaikutusten laskennan kannalta kattavin. Kasvualustojen tapauksessa kehdestä elinkaaren loppuun -menetelmä on yleisin (Vinci ja Rapa, 2019; Stichnothe, 2022; Paoli et al., 2022), koska tietoa jälkikäytöstä puuttuu enimmäkseen.

Tämä johtaa kuitenkin merkittävään ilmastovaikutuksen yliarviointiin, koska koko jäännösturpeen hiilivaranto lasketaan välittömästi hapettuvaksi tuotteen elinkaaren päättyessä, samoin kuin LULUCF- ja kasvualustamenetelmät (Paoli, 2022; Quantis Switzerland, 2012), mutta hiilikierron näkökulmasta kaikki jäännöskasvualustan orgaaninen hiili ei hapetu, vaan jää maaperän rakenteen parantajaksi, kosteuden säätelijäksi ja ravinnevarastoksi tukemaan maaperän eliöstöä ja kasvien kasvua.

Elinkaarianalyysi riippuu jossain määrin sekä tuotteen elinkaaren pituudesta että kasvualustan käyttökohteesta (kasvualusta on hieman erilainen eri viljelykasvien kasvattamiseen), mutta eri tutkimusten tulokset saavuttavat melko samanlaisia johtopäätöksiä kehdestä elinkaaren loppuun -laskennassa sekä ympäristöjalanjäljen koon että turvepohjaisen kasvualustan ja sen eri vaihtoehtojen vertailun osalta.

Hydroponiikassa käytettyjen kasvualustojen vertailussa Vinci ja Rapa (2019) korostavat, että perliitillä, kivivillalla ja vermikuliitilla on suurimmat ympäristöjalanjäljet vaikutuksen koon mukaan (kuva 9). Ympäristöystävällisimpiä ovat puunkuori ja hiekka, mutta samalla puunkuoren hiilijalanjälki arvioitiin yhdeksi korkeimmista (1.1197 kg CO<sub>2</sub>-ekv puunkuorelle verrattuna 0.0121 kg CO<sub>2</sub>-ekv hiekalle).



**Kuva 9. Yhteenveto hydroponiikassa käytettyjen eri kasvualustojen elinkaarianalyysistä. Lähde: Vinci ja Rapa, 2019.**

Elinkaarikustannusten (LCC) laskennan mukaan kirjoittajat toteavat, että kalleimpia ovat turve, kivivilla ja kuori, ja halvimpia ovat hiekka, kookoskuitu ja perliitti. Latvian turvetuotantoa koskevaan tietoon perustuvan tutkimuksen ekologisessa pisteytyksessä (eli Pt) esitetyt tulokset osoittavat, että merkittävin vaikutus ihmisten terveyteen (2,3 mPt), ilmastonmuutokseen (1,39 mPt) ja resursseihin (1,48 mPt) liittyy lopputuotteen kuljetukseen, mikä puolestaan liittyy dieselpolttoaineen käyttöön. Ekosysteemin indikaattorin osalta suurin vaikutus on turpeen nostossa (1,59 mPt) ja turpeennostopaikkojen avaamisessa. Samoin kuin muiden kasvualustojen kohdalla, suurin vaikutus turvetuotannosta johtuu lopputuotteen - kasvualustan - kuljetuksesta. Vaikka Paoli et al. (2022) ja muut aiemmin mainitut analyysit ovat todenneet, että kasvualustojen logistiikalla on merkittävä jalanjälki koko tuotteen elinkaaren aikana, tämä on silti kymmeniä kertoja pienempi kuin lopputuotteiden, kuten vihannesten tai koristekasvien, kuljetukseen liittyvä jalanjälki. Kasvatetun tuotteen ympäristöjalanjälki vaihtelee myös suuresti leveyspiirin mukaan, koska lämmitysenergian ja valaistuksen sähkön tarve on erilainen. Yksi kasvualustojen käytön syistä on mahdollistaa paikallinen ruoan ja kasvien tuotanto, mikä vähentää kokonaislogistiikan määrää ja siten ympäristövaikutuksia.

Vertailussa muihin ammattiviljelyssä käytettyihin vaihtoehtoisiin kasvualustoihin on todettu, että kookoskuudulla (48,51 mPt) on suurin vaikutus eri indikaattoreiden mukaan, jota seuraavat kivivilla (10,6 mPt) ja turve (6,79 mPt). Ilmastovaikutuksen kannalta epäsuotuisin on kookoskuitu (47 kg CO<sub>2</sub>-ekv verrattuna kivivillan 32,1 kg CO<sub>2</sub>-ekv ja turpeen 20,2 kg CO<sub>2</sub>-ekv). Stichnothe (2022) toteaa myös tutkimuksessaan, että kevyen turvealustan LCA-ilmastojalanjälki on 26 kg CO<sub>2</sub>-ekv, kun taas mustan turvealustan ilmastojalanjälki on 51 kg CO<sub>2</sub>-ekv kuutiometriä kohden.

Laajin tutkimus, jossa oli eniten kasvualustayhdistelmiä, tehtiin Quantis Switzerlandin toimesta (2012). Heidän tuloksensa osoittavat, että ei ole mahdollista selkeästi tunnistaa mitään kasvualustaa, jolla olisi vähiten tai eniten vaikutusta kaikissa indikaattoreissa. Tämä pätee kaikkiin käyttökohteisiin: (1) hedelmät ja vihannekset, (2) ruukkukasvit, (3) taimien esikasvatus ja (5) harrastusmarkkinat. Kuitenkin (4) käyttökategorioissa, eli taimitarhakasveissa, seos 4.2 (50 % kevyttä turvetta, 30 % kuorta, 20 % puukuitua) oli vähiten vaikutusta kaikissa kyseisessä tutkimuksessa esitellyissä indikaattoreissa verrattuna muihin vaihtoehtoihin.

Seuraavat yleiset trendit voidaan havaita kaikissa kasvualustoissa:

- Kasvualustoilla, joissa on suhteellisen suuri osuus turvetta, on suurempi vaikutus ilmastonmuutokseen;
- Kasvualustoilla, jotka sisältävät paljon vihreää kompostia, on suurempi vaikutus ihmisten terveyteen;
- Kasvualustoilla, jotka sisältävät paljon kookoskuitua, on suurin vaikutus ekosysteemin laatuun.

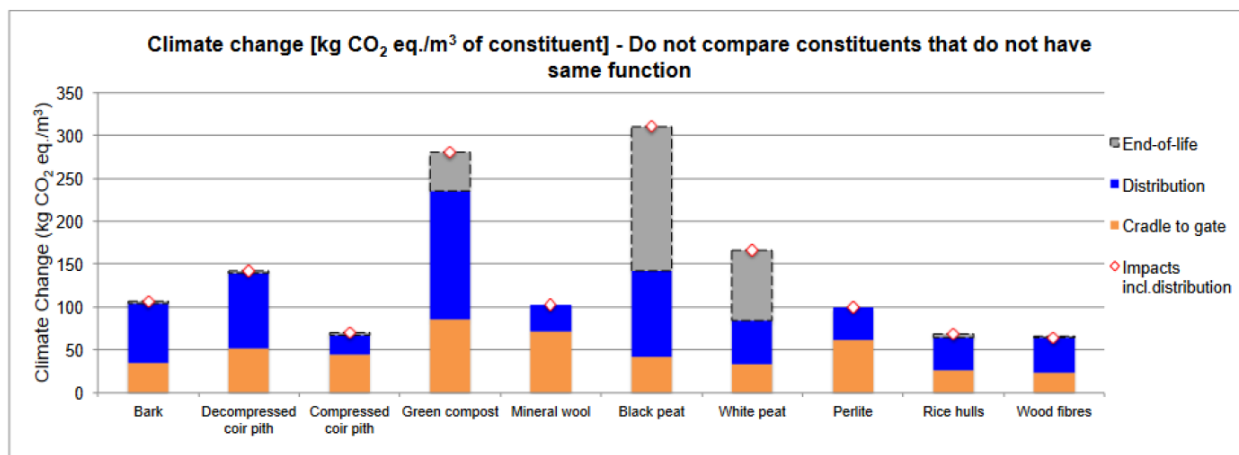
Toiminnallisesti vastaavien kasvualustakomponenttien osalta havaittiin, että:

- Kookoskuidulla on suurin vaikutus ekosysteemin laatuun;
- Mineraalivillalla on suurin vaikutus ihmisten terveyteen;
- Turpeella on suurin suhteellinen vaikutus ilmastonmuutokseen ja resursseihin.

Quantis Switzerlandin (2012) tutkimuksessa turpeen LCA-ympäristöprofiilia luonnehtivat kolme hallitsevaa prosessia, riippuen tarkasteltavista vaikutusluokista: kuljetus loppukäyttäjälle, elinkaaren loppu ja turpeen nosto. Mustalla turpeella on yleensä suurempi vaikutus kuin kevyellä turpeella, pääasiassa sen suuremman tiheyden vuoksi. Turpeen kuljetus vaikuttaa lähes kaikkiin LCA-indikaattoreihin (30–80 %), mutta erityisesti ihmisten terveyteen, veden happamoitumiseen ja veden rehevöitymiseen, koska kuljetuksen aikana syntyy hienojakoisia hiukkasia ja NO<sub>x</sub>-päästöjä.

Elinkaaren loppu, eli turpeen hajoaminen (laskennassa niin sanottu välitön hapetus), vastaa noin 50 % ilmastonmuutospotentiaalista. Sen sijaan turpeen nosto vastaa jopa 60 % resurssi-indikaattorin vaikutuksesta turpeen hajoamisen ja paikan päällä syntyvien päästöjen vuoksi. Nostovaihe vastaa myös yli 30 % ekosysteemin laadun vaikutuksesta, koska maankäyttö muuttuu noston vuoksi ja sen arvioidaan kestävän 50 vuotta. Vähemmän tärkeä kuin nämä kolme on kasvualustan tuotantoon liittyvä alue (yhdistetty pisteytys 10-25 %).

Kuva 10 tarjoaa tiivistetyn arvion ilmastovaikutuksesta.



**Kuva 10. Vertailu eri kasvualustojen ja lisäaineiden välillä LCA-ilmastovaikutusindikaattorin perusteella käyttäen sekä kehdosta portille että kehdosta elinkaaren loppuun -menetelmiä. On tärkeää kiinnittää huomiota elinkaaren lopun hiilivirran rooliin, sillä tämä tutkimus olettaa, että kaikki turpeen hiili hapettuu välittömästi ja täysin käytön lopussa. Lähde: Quantis Switzerland (2012).**

Tästä syystä useimmat kasvualustojen LCA-analyysit ovat käyttäneet kehdosta elinkaaren loppuun -lähestymistapaa, joka ei ota huomioon jäännösturpeen myöhempää käyttöä, eli

suurimman osan hiilen siirtymistä maaperään. Tämä lähestymistapa johtuu ensisijaisesti LULUCF Tier 1 -menetelmästä ja aiemmin riittämättömistä lähdetiedoista jälkikäytöstä. Tämä on kuitenkin yliarvioinut kasvualustojen hiilidioksidipäästöt ilmasto vaikutusindikaattorin näkökulmasta ja osoittanut niiden olevan täysin hapettuneita kasvualustan käyttövaiheen aikana. Tätä voitaisiin pitää kohtuullisena laajuutena, vaikka kasvualusta poltettaisiin jätteenä käytön jälkeen. Koska materiaali kuitenkin lisätään enimmäkseen maaperään (kompostoituna tai ilman) ja sen käytöllä on taloudellinen vaikutus sekä maanparannusaineena että sadonlisäyksen kannalta (ja ekosysteemin hiilivarannon osalta), kehdestä hautaan - lähestymistapa on perustellumpi. Myös tämän tutkimuksen tulosten perusteella suositellaan arvioimaan uudelleen kasvualustojen LCA:n laatimisen perusteet viime vuosina saadun tiedon pohjalta (Paoli et al., 2022; He ja Roulet, 2023; Sharma et al., 2024).