

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 20/2026

Kuivike- ja kasvualustatuotannon tiekartta

Tarkastelujakso 2026–2040

**Riina Muilu-Mäkelä, Katariina Manni, Heidi Högel, Frans Silvenius, Juha Näkkilä,
Sanna Finni, Titta Kotilainen ja Niko Silvan**

Viittausohje:

Muilu-Mäkelä, R., Manni, K., Högel, H., Silvenius, F., Näkkilä, J., Finni, S., Kotilainen, T. & Silvan, N. 2026. Kuivike- ja kasvualuestatuotannon tiekartta : Tarkastelujakso 2026–2040. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 20/2026. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 101 s.



ISBN 978-952-419-170-8 (Verkkójulkaisu)

ISSN 2342-7639 (Verkkójulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-170-8>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Riina Muilu-Mäkelä, Katariina Manni, Heidi Högel, Frans Silvenius, Juha Näkkilä, Sanna Finni, Titta Kotilainen ja Niko Silvan

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2026

Julkaisuvuosi: 2026

Kannen kuvat: Katariina Manni ja Juha Näkkilä

Tiivistelmä

Riina Muilu-Mäkelä¹, Katariina Manni², Heidi Högel², Frans Silvenius¹, Juha Näkkilä³, Sanna Finni⁴, Titta Kotilainen¹ ja Niko Silvan⁵

¹ Luonnonvarakeskus, Helsinki

² Luonnonvarakeskus, Jokioinen

³ Luonnonvarakeskus, Turku

⁴ Luonnonvarakeskus, Jyväskylä

⁵ Luonnonvarakeskus, Seinäjoki

Luonnonvarakeskus (Luke) on Maa- ja metsätalousministeriön toimeksiannosta laatinut tiekartan kotimaisten kuivike- ja kasvualustamateriaalien saatavuuden turvaamiseksi. Tiekartta on osa hallituksen keväällä 2024 päättämää kasvupakettia, jonka tavoitteena on vahvistaa biotaloussektorin kasvua, kilpailukykyä ja huoltovarmuutta sekä tukea elintarvikeviennin ja metsäsektorin arvoketjujen kehitystä. Työn taustalla vaikuttaa myös valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta (VNS 8/2025 vp), joka linjaa Suomen energia- ja ilmastopolitiikan tavoitteet sekä ruokastrategia (VN/2025/113), joka linjaa yhteisen suunnan ruokajärjestelmän kehittämiseksi tuleville vuosille.

Ilmasto- ja energiastategian tavoite vahvistaa energia- ja raaka-aineomavaraisuutta ja kytkeytyy suoraan kuivike- ja kasvualustatuotannon tiekarttatyöhön, joka on osa hallitusohjelman huoltovarmuuskokonaisuutta, ja jonka tarkoituksena on varmistaa, että turpeen saatavuuden mahdollisesti heikentyessä kotieläintuotanto, taimikasvatus ja kasvihuonetuotanto eivät kohtaa kriittistä materiaaalipulaa. Koska turvetta täydentävät ja korvaavat materiaalit eivät vielä kykene vastaamaan kasvavaan kysyntään, tarvitaan ratkaisuja kuivike- ja kasvuturvetuotannon turvaamiseen ja uusien kuivike- ja kasvualustamateriaalien kehittämiseen ja skaalaukseen.

Tiekartta kokoaa kuivike- ja kasvualustatuotannon nykytilan, pullonkaulat ja ympäristövaikutukset sekä esittää toimenpiteet, joilla varmistetaan materiaalien saatavuus ja kilpailukyky. Visiomme vuoteen 2040 on monipuolisiin kotimaisiin raaka-aineisiin perustuva tuotanto, joka on sekä taloudellisesti kannattavaa että ympäristön kannalta kestävä. Tiekartta ohjaa tulevaisuuden tutkimusta, investointeja ja sääntelyä kohti ratkaisuja, jotka turvaavat huoltovarmuuden ja mahdollistavat Suomen aseman aktiivisena kuivike- ja kasvualustatuotteiden ja biotalousosaamisen viejänä.

Tiekarttatyön tuloksena hahmottui neljä keskeistä tavoitetta: 1) varmistaa uusien kuivike- ja kasvualustamateriaalien saatavuus ja tuotannon ylös-skaalaus 2) tukea uusien materiaalien markkinoille tuloa, 3) kannustaa käyttäjiä ja muita toimijoita uusien materiaalien käyttöön ja 4) turvata kuivike- ja kasvuturpeen saatavuus tarkastelujakson ajaksi eli vähintään vuoteen 2040 asti ja tarvittaessa myös siitä eteenpäin. Näiden toimenpiteiden saavuttamiseksi hahmottui 14 tutkimus-, kehitys- ja innovaatio (TKI)-toimenpidettä ja neljä investointiehdotusta, joilla turvataan kuivike- ja kasvualustatuotanto tarkastelujakson ajan ja myös pitkälle siitä eteenpäin.

Asiasanat: Kuivike, kasvualusta, turve, korsimateriaalit, maa- ja metsätalouden sivuvirrat, huoltovarmuus, ympäristövaikutukset, skaalautuvuus, TKI-toimenpiteet, investointitarpeet

Abstract

Riina Muilu-Mäkelä¹, Katariina Manni², Heidi Högel², Frans Silvenius¹, Juha Näkkilä³, Sanna Finni⁴, Titta Kotilainen¹ and Niko Silvan⁵

¹ Natural Resources Institute Finland, Helsinki

² Natural Resources Institute Finland, Jokioinen

³ Natural Resources Institute Finland, Turku

⁴ Natural Resources Institute Finland, Jyväskylä

⁵ Natural Resources Institute Finland, Seinäjoki

The Natural Resources Institute Finland (Luke), commissioned by the Ministry of Agriculture and Forestry, has prepared a roadmap to secure the availability of domestic bedding and growing media materials. The roadmap is part of the government's growth package decided in spring 2024, which aims to strengthen the growth, competitiveness and security of supply of the bioeconomy sector, as well as to support the development of value chains in food exports and the forest sector. The work is also influenced by the Government's Report on the National Energy and Climate Strategy (VNS 8/2025 vp), which outlines Finland's energy and climate policy objectives, and the National Food Strategy 2040 (VN/2025/113), which outlines a common direction for the development of the food system in the coming years.

The strategy's goal of strengthening energy and raw material self-sufficiency is directly connected to this roadmap for bedding and growing media production, which forms part of the government's security-of-supply package. Its purpose is to ensure that, as peat availability declines, livestock production, seedling production and greenhouse cultivation do not face critical material shortages. The roadmap has become particularly timely due to the rapid phase-out of energy peat production, which has reduced the availability of bedding and horticultural peat and increased their prices. Since alternative materials do not yet fully meet the growing demand, solutions are needed both to secure peat production during the transition period and to support the development and scaling of new biomaterials.

This report compiles the current situation, bottlenecks and environmental impacts, and proposes measures to safeguard the availability and competitiveness of materials. Our vision for 2040 is a production system based on diversified domestic raw materials that are both economically viable and environmentally sustainable. The roadmap guides research, investments and regulation towards solutions that strengthen security of supply and enable Finland to position itself as an active exporter of bioeconomy products and expertise.

The roadmap work identified four key objectives: 1) ensuring the supply and scale-up of new high-volume materials, 2) supporting the market entry of new materials, 3) encouraging users and other actors to adopt alternative solutions, and 4) securing the availability of peat until 2040. To achieve these objectives, the work outlines fourteen research, development and innovation (RDI) measures and four investment proposals designed to secure bedding and growing media production during the study period and far beyond.

Keywords: Bedding material, growing medium, peat, straw-based materials, agricultural and forestry side streams, security of supply, environmental impacts, scalability, RDI measures, investment needs

Sisällysluettelo

1. Johdanto	6
2. Kuivike- ja kasvualustamateriaalien tuotannon visio.....	7
3. Tiekarttatyön toteutus	8
4. Kuivike- ja kasvuturvetuotannon nykytila ja tulevaisuuden näkymät	10
4.1. Energiaturvetuotannon vähentymisen syyt ja sen vaikutukset kuivike- ja kasvuturpeen saatavuuteen	10
4.2. Kuivike- ja kasvuturpeen tuotannon tulevaisuudennäkymät	12
5. Turvetta täydentävien ja korvaavien kotimaisten kuivike- ja kasvualustamateriaalien nykytila ja tulevaisuuden näkymät	14
5.1. Turvetta korvaavien raaka-aineiden tuotantomääristä	16
5.2. Kuivikemateriaalien prosessointi, toimivuus, vaikutukset eläinten terveyteen ja taloudellinen kannattavuus	19
5.3. Kasvualustamateriaalien prosessointi, toimivuus ja taloudellinen kannattavuus	23
6. Ilmasto-, ympäristö- ja kestävyysnäkökulmat	29
6.1. Kasvualusta- ja kuivikemateriaalien kasvihuonekaasujen ja ympäristövaikutusten mallinnukset ja tiedonlähteet	30
6.2. Kasvualustamateriaalien ilmastovaikutukset.....	33
6.3. Kasvualustamateriaalien tuotantoketjujen sisä- ja murtovesiä rehevöittävä vaikutus	34
6.4. Kasvualustamateriaalien kokonaisympäristövaikutus	35
6.5. Vertailua muihin tutkimuksiin.....	37
6.6. Kuivikemateriaalien ympäristövaikutus.....	40
6.7. Kuivikemateriaalien sisä- ja murtovesien rehevöittämisvaikutus.....	41
6.8. Kuivikemateriaalien kokonaisympäristövaikutus.....	41
6.9. Yhteenveto ympäristövaikutuksista.....	42
7. Kuivikkeet ja kasvualustat ruoantuotannon huoltovarmuusnäkökulmasta..	45
8. Linjausehdotukset tulevalle kansalliselle TKI- ja investointirahoitukselle sekä muille tukitoimille.....	47
8.1. Saatavuus ja skaalautuvuus	50
8.2. Tuotekehitys, pilotointi ja tutkimusalustat.....	52
8.3. Materiaalien ja seosten laatu sekä terveysvaikutukset.....	54
8.4. Taloudellinen kannattavuus ja markkinat.....	55
8.5. Ympäristö- ja ilmastovaikutukset	57
8.6. Sääntely, luvitus ja politiikkainstrumentit.....	58
8.7. Investointirahoitustarpeet	61
Viitteet.....	64
Liitteet	73

1. Johdanto

Luonnonvarakeskus (Luke) on Maa- ja metsätalousministeriön toimeksiannosta laatinut tiekartan, jossa esitetään ne toimenpiteet, joilla kotimaisten kuivikkeiden ja kasvualustojen saatavuus voidaan turvata tulevina vuosina. Kuivike- ja kasvualustatiekartan laatiminen liittyy talouskasvua edistävään kasvupakettiin, josta pääministeri Petteri Orpon hallitus teki päätöksen keväällä 2024. Hallitus panostaa kasvupaketilla biotaloussektorin kasvuun, kilpailukykyyn ja kannattavuuteen. Tavoitteena on erityisesti Suomen huoltovarmuuden vahvistaminen sekä elintarviketiennin ja metsäsektorin arvoketjujen edistäminen.

Tiekartan laadinnan keskeinen tavoite oli määrittää ne toimenpiteet, joilla voidaan turvata kotimaisten kuivikkeiden ja kasvualustojen saatavuus. Tämä on tärkeä osa hallituksen sopimaa kasvupakettia. Teema on noussut viime vuosina keskiöön kuivike- ja kasvuturpeen heikentyneeseen saatavuuteen ja hinnannousuun liittyvien huolien vuoksi. Taustalla vaikuttaa erityisesti energiaturvetuotannon nopea alasajo, joka on seurausta EU:n päästökaupan kiristymisestä ja siitä seuranneesta kustannuspaineesta.

Koska kuivike- ja kasvuturpe on Suomessa perinteisesti tuotettu energiaturvetuotannon sivutuotteena, energiaturpeen tuotannon väheneminen on heikentänyt näiden turvetuotteiden saatavuutta ja laatua sekä nostanut niiden hintaa. Energiaturpeen käytön hiipuesssa kuivike- ja kasvuturpeen suhteellinen osuus turvetuotannosta on kasvanut, ja vuonna 2025 niiden tuotanto ylitti ensimmäistä kertaa energiaturpeen tuotantomäärän. Samalla kasvuturpeen vienti ulkomaille nousi ennätyslukemiin. Tämä johtuu osittain Euroopan kasvavasta kasvualustakäynnästä, johon turvetta korvaavat tai täydentävät materiaalit – kuten puubiomassa, erilaiset ruokopohjaiset materiaalit tai rahkasammal – eivät vielä kykene täysin vastaamaan.

Turvetuotannon väheneminen on jo aiheuttanut saatavuusongelmia ja hintapaineita kuivike- ja kasvualustakäytössä. Koska kuivike- ja kasvuturpeen saatavuuden ennakoitaan heikkenevän edelleen, on lähitulevaisuudessa panostettava sekä kuivike- ja kasvuturpeen tuotannon että uusien, turvetta korvaavien ja täydentävien materiaalien tuotannon lisäämiseen ja uusien tuotteiden kehitykseen. Keskeisiä kohteita, joihin TKI-rahoitusta ja erilaisia tukitoimia tarvitaan ovat erityisesti näiden materiaalien tuotannon skaalaaminen ja kaupallistamisen alkuvaiheen tukeminen.

Tiekartta kokoaa yhteen kotimaisen kuivike- ja kasvualustatuotannon nykytilan ja tulevaisuuden näkymät. Tiekartassa tarkastellaan mm. potentiaalisten turvetta korvaavien materiaalien nykytilaa, kehitystarpeita ja ympäristövaikutuksia sekä niiden tuotantoon ja käyttöön liittyviä pullonkauloja. Lisäksi esitetään keskeiset toimenpiteet kotimaisten kuivikkeiden ja kasvualustojen saatavuuden turvaamiseksi. Työ perustuu aiempiin selvityksiin sekä laajaan sidosryhmä- ja asiantuntijaosallistamiseen. Tiekartan tulosten ja suositusten keskeisenä tavoitteena on varmistaa kotimaisten kuivike- ja kasvualustamateriaalien saatavuus tulevaisuudessa. Tiekartan on tarkoitus ehdottaa suuntaviivoja tuleville, aiheeseen liittyville politiikkatoimille ja rahoituspäätöksille.

2. Kuivike- ja kasvualustamateriaalien tuotannon visio

Kuivike- ja kasvualustamateriaalien tuotannon visiona on, että **vuoteen 2040 mennessä kuivike- ja kasvualustamateriaalien tuotanto perustuu monipuolisiin ja kestävästi tuotettuihin kotimaisiin raaka-aineisiin** (Kuva 1). **Kehittyneet arvoketjut varmistavat materiaalien toimivuuden, taloudellisen kannattavuuden ja ympäristön kannalta kestävä tuotannon, mikä puolestaan turvaa huoltovarmuuden myös poikkeusolosuhteissa. Lisäksi Suomi voi toimia kuivike- ja kasvualustuotteiden viejänä erityisesti muihin EU-maihin.**

Visiossa asetetun tavoitteen saavuttaminen edellyttää keskeisten haasteiden ja pullonkaulojen ratkaisemista. Niitä on tunnistettu tiekarttatyössä mm. sidosryhmäkuulemisten, haastattelujen sekä monien aiheesta laadittujen raporttien ja tieteellisten aineistojen pohjalta. Näihin pohjautuen on laadittu ehdotuksia tarvittavista TKI-toimista, joiden avulla voidaan turvata kotimainen kuivike- ja kasvualustuotanto myös tulevaisuudessa.

Kuivike- ja kasvualustamateriaalien tuotannon haasteet jakautuvat kuuteen teemaan: (1) raaka-aineiden saatavuus ja skaalautuvuus, (2) tuotekehitys, pilotointi ja tutkimusalustat, (3) materiaalien ja seosten laatu sekä terveysvaikutukset, (4) taloudellinen kannattavuus ja markkinat, (5) ympäristö- ja ilmastovaikutukset ja (6) sääntely, luvitus ja politiikkainstrumentit. Näiden teemojen alle on muodostettu keskeiset toimenpide-ehdotukset materiaalien saatavuuden turvaamiseksi tulevaisuudessa (luku 8).



Kuva 1. Kasvualusta- ja kuivikemateriaalien tuotannon visio 2040 mennessä ja kuusi teemaa, joihin tarvitaan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimenpiteitä (TKI).

3. Tiekarttatyön toteutus

Sidosryhmiä ja alan toimijoita osallistettiin tiekarttatyöhön koko prosessin ajan. Tiekarttatyön alkuvaiheessa laadittiin Webropol-kyselyt, joiden kohderyhminä olivat kuivikkeita ja kasvualustoja käyttävät tuottajat, kuivikkeita ja kasvualustoja valmistavat yritykset sekä muut alan toimijat (Liite 1). Tampereella järjestettiin 30.9.2025 sidosryhmätyöpaja, jossa kutsuttuina oli sekä kuivike- että kasvualustapuolen toimijoita (Liite 2). Lisäksi oli kaksi erillistä asiantuntijaryhmien kuulemistilaisuutta, jotka pidettiin verkkotapaamisina Teams-yhteydellä 30.10.2025 ja 21.1.2026. Työstä on viestitty Luken ja MMM:n verkkosivuilla, ja sitä on esitelty Maataloustieteen päivillä 8.1.2026 ja Metsätaimitarhapäivillä 22.1.2026. Ohjausryhmään kuului edustajia eri hallinnonaloilta ja se piti valmistelun aikana kahdeksan kokousta. Seinäjoen ammattikorkeakoulun (SeAMK) tutkijat Johanna Kivioja ja Valtteri Manninen osallistuivat kuivike- ja kasvualustamateriaalien ympäristövaikutusten arviointiin yhdessä Luken tutkijoiden kanssa (Luku 6, Ilmasto-, ympäristö ja kestävyysnäkökulmat).

Kyselytutkimuksessa tehtiin kohderyhmittäin viisi erillistä kyselyä. Vastaajaryhmiä olivat kuivikkeiden valmistajat ja loppukäyttäjät, kasvualustamateriaalien valmistajat ja loppukäyttäjät sekä muut toimijat, joita olivat mm. viranomaiset, hallinto, tutkimus, teollisuus ja kauppa. Eri-laisille vastaajaryhmille suunnattiin sisällöltään hieman erilaiset kyselyt, sillä eri toimijoilta selvitettiin osittain eri asioita. Vastaajien kannalta oli helppoa, että heiltä kartoitettiin vastauksia pääasiassa heitä itseään koskevia asioita. Kyselylinkit olivat anonyymejä ja vapaasti jaettavissa eli kellä tahansa oli mahdollisuus vastata kyselyyn tai kyselyihin oman kiinnostuksensa mukaan.

Vastausten perusteella sekä kuivike- että kasvualustamateriaalien loppukäyttäjistä lähes 90 % käyttää edelleen turvetta sen hyvien ominaisuuksien, erityisesti tautipaineen vähentämisen ja hyvän vedenpidätyskyvyn vuoksi. Kuivikkeiden ja kasvualustojen valmistajat ja käyttäjät olivat selvästi huolestuneempia materiaalien toimivuudesta ja saatavuudesta tulevaisuudessa kuin viranomaiset tai tutkimusorganisaatiot, mikä korostaa turpeen merkitystä liiketoiminnalle, ruoantuotannolle sekä metsäpuiden taimituotannolle, kunnes turpeelle on aidosti korvavia materiaaleja riittävä määrä saatavissa. Suomessa tuotettavia, potentiaalisia turvetta täydentäviä ja/tai korvaavia materiaaleja ovat rahkasammal, korsimateriaalit, kuten olki, ruokohelpi ja järviruoko, puupohjaiset materiaalit kuten kutteri ja puukuitu, metsäteollisuuden lietteet, paperi, epäorgaaniset materiaalit kuten hiekka sekä erilaiset kasvualustoissa käytettävät kompostit ja kuivikkeena käytettävä separoitu lannan kuivajae. Kasvualustoissa käytetään myös kivivillaa ja perliittiä, mutta ne ovat tuontimateriaaleja. Biokaasulaitosten mädätejäännös nähdään myös potentiaalisena materiaalina kasvualustoissa.

Sidosryhmätilaisuudessa turpeen saatavuuden turvaamisen todettiin olevan välttämätöntä, kunnes toimivia ja kustannuksiltaan kohtuullisia kuivike- ja kasvualustavaihtoehtoja on riittävästi saatavilla. Huolta aiheuttivat etenkin turvetuotannon pitkät ja epävarmat lupaprosessit, jotka ovat riski sille, että turvetuotantoa ei kannata ja voida jatkaa, jolloin kuivike- ja kasvatukseen saatavuus uhkaa loppua. Kotimaisen tuotannon kannalta korostuivat kustannustason hallinta, poliittinen johdonmukaisuus ja tasapuoliset tukitoimet eri materiaalien välillä. Logistiikan haasteet sekä tarve paikallisille kiertoratkaisuille nousivat esiin erityisesti uusien materiaalien käyttöönoton näkökulmasta. Järviruoko sekä peltobiomassat, kuten ruokohelpi ja olki, tunnistettiin lupaaviksi vaihtoehtoiksi, mutta niiden hyödyntäminen edellyttää lisää tutkimusta, pilotointeja, ja arvoketjun vahvistamista. Lisäksi nähtiin tarvetta rakentaa

tasapainoisempi keskusteluilmapiiri ja vahvistaa faktoihin perustuvaa yhteistä viestintää materiaalien hyväksyttävyyden parantamiseksi (tarkemmin viesteistä ks. Liite 1).

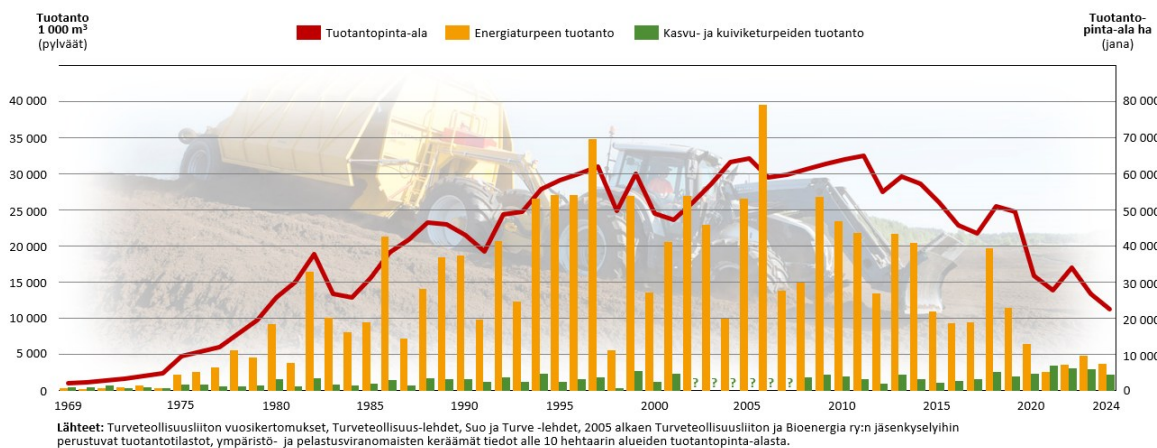
Alan toimijoille suunnattujen kyselyiden, sidosryhmätyöpajan ja ensimmäisen asiantuntijaryhmän kanssa käydyn keskustelutilaisuuden pohjalta tunnistettiin kuusi keskeistä teemaa, joihin on erityisesti tarve kohdentaa TKI-toimia (Kuva 1) (Taulukko 5 s. 48). Niiden pohjalta on laadittu joukko TKI-toimenpide-ehdotuksia, joissa on huomioitu sekä ohjausryhmältä että asiantuntijaryhmältä kuulemistilaisuudessa 14.1.2026 saatu palaute. Toimenpide-ehdotukset esitellään luvussa 8: Linjausehdotukset TKI- ja investointirahoitukselle sekä muille tukitoimille.

4. Kuivike- ja kasvuturvetuotannon nykytila ja tulevaisuuden näkymät

Kuivike- ja kasvuturpeen saatavuus on heikentynyt viime vuosina, koska turvemaiden ja turpeen polton suuret ilmastopäästöt ovat johtaneet energiaturpeen käytön nopeaan alasajoon ja turpeen noston vähenemiseen. Kun energiaturpeen kysyntä on romahtanut, myös turpeenottoon liittyvä infrastruktuuri ja tuotanto ovat supistuneet heijastuen suoraan kuivike- ja kasvuturpeen saatavuuteen ja tuotannon kannattavuuteen. Tässä kappaleessa avataan turpeen käytön ympäristövaikutuksia ja niiden hallintaan liittyviä säädöksiä ja ilmastotavoitteita. Lisäksi pohditaan ympäristösäädösten vaikutuksia turpeen noston kannattavuuteen.

4.1. Energiaturvetuotannon vähentymisen syyt ja sen vaikutukset kuivike- ja kasvuturpeen saatavuuteen

Suomessa turvetuotanto on perinteisesti ollut energia-, kuivike- ja kasvuturpeen yhteistuotantoa, jossa energiaturpeen osuus on ollut jopa 90 % kaikesta turvetuotannosta. Kuivike- ja kasvuturpeet ovat siten syntyneet pääosin energiaturpeen sivuvirtoina. Turvetuotanto kasvoi teolliseen mittakaavaan 1960-luvulla tarpeesta lisätä energiaomavaraisuutta ja laajeni voimakkaasti 1970–1980-luvuilla öljykriisien vauhdittamana. Turve vakiintui keskeiseksi osaksi Suomen energiahuoltoa 1990-luvulla ja sen kulutus saavutti huippunsa 2003–2007 (Kuva 2).



Kuva 2. Turpeentuotanto Suomessa (kuva lainattu julkaisusta Bioenergia ry 2025).

Turvetuotannon ilmastovaikutukset ja erityisesti sen korkeat hiilidioksidipäästöt nostivat kuitenkin turpeen käytön poliittisen ja taloudellisen tarkastelun alle. EU:n päästökauppa, kiristyneet ilmastotavoitteet ja markkinamuutokset heikensivät energiaturpeen kilpailukykyä nopeasti 2010-luvulla. Vuonna 2020 Rinne-Marinin hallituksen asettama tavoite puolittaa energiaturpeen käyttö vuoteen 2030 mennessä edesauttoi kehitystä ja tuotanto romahti markkinaehtoisesti (Korhonen ym. 2021). Myös Rinne-Marinin hallituskauden turpeen kiristyneet verotustoi- menpiteet sekä turvetuotantokoneiden romutuspalkkio kiihdyttivät alasajoa entisestään (Korhonen ym. 2021). Turvetuotannon työllistävä vaikutus tippui 2 300 henkilötyövuodesta nykyiseen alle tuhanteen henkilötyövuoteen (Koneyrittäjät ry 2026). Vuoteen 2024 mennessä energiaturpeen osuus Suomen kokonaisenergian käytöstä oli jo pudonnut noin 1,5 prosenttiin (Tilastokeskus 2025a).

Ilmasto- ja ympäristöhaittojen takia turpeen käyttöä ja nostoa rajoittavat sekä EU-tason että kansalliset ilmasto- ja ympäristötavoitteet. Turvemaat voivat olla joko hiilinieluja tai merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjen lähteitä maankäytöstä ja kosteustilasta riippuen. Luonnontilaisina ne ovat maailman suurin maaperäinen hiilivarasto ja sitovat arviolta 0,37 gigatonnia hiilidioksidia vuodessa (Wichman & Nord 2024, Lång ym. 2022). Kuivatus, ojitus ja maanmuokaus muuttavat turvemaiden maaperän kuitenkin päästölähteeksi, ja vaikka kuivatetut turvemaat kattavat vain pienen osan maapallon pinta-alasta, niiden päästöt muodostavat noin viisi prosenttia globaaleista ihmisen aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöistä (Lång ym. 2020, Seppälä ym. 2025).

Turvemaiden käyttöön ja turpeen polttoon liittyvät kasvihuonekaasupäästöt olivat Suomessa noin 22 milj. t CO₂-ekv vuonna 2020. Turpeen polton päästöt, jotka lasketaan energiasektorilla, olivat 5 Mt CO₂-ekv Maankäyttösektorilla laskettavat ojituksesta johtuvat turpeen hajomisen päästöt suometsistä, pelloilta ja turvetuotantoalueilta olivat noin 17 Mt CO₂-ekv, josta turpeenottoalueiden maaperäpäästöjen osuudeksi arvioitiin 1,4 Mt CO₂-ekv (Lång ym. 2020). Näistä lukemista energiaturpeentuotanto on pudonnut alle neljännekseen (Bioenergia ry 2025, Kuva 2), jolloin myös turpeen polton päästöt ovat vähentyneet samassa suhteessa, ollen nykyään enää arviolta noin 1,5 Mt CO₂-ekv/v (Bioenergia ry 2025a). Nämä luvut osoittavat energiaturvetuotannon loppumisesta seurannutta isoa parannusta Suomen energian tuotannosta ja maankäyttösektorista aiheutuville päästöille. Kuivike- ja kasvuturpeen ilmastovaikutusten tarkastelussa puhutaan lähinnä turpeenottoalueiden maaperäpäästöistä, jotka ovat noin 6 % turvemaiden kokonaispäästöistä. Vaikka osuus on pieni verrattuna turvepeltoihin ja turpeen polttoon, päästöt jatkuvat niin kauan kuin tuotantoalueet ovat avoimia ja ojitettuja (Soimakallio ym. 2022).

Kasvihuonekaasuinventaarion LULUCF (Land Use, Land-Use Change and Forestry) on kansainvälisissä ilmasto- ja päästölaskennoissa käytetty sektori, jonka kautta arvioidaan kuinka paljon maankäyttö, maankäytön muutos ja metsät vaikuttavat kasvihuonepäästöihin. EU:n ilmastopolitiikassa maankäyttösektorin tavoitteet on määritelty LULUCF-asetuksessa (841/2018), jonka mukaan jäsenmaiden maankäyttösektorin tavoite oli olla ensimmäisellä 2021–2025 vuodet kattavalla velvoitekaudella laskennallisesti nollapäästöinen, ja turvemaiden päästöt muodostivat sektorin suurimman päästön (Seppälä ym. 2025). Kansallinen tavoite saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2035 mennessä edellyttää päästöjen merkittävää vähentämistä kaikilla sektoreilla. Suurimmat päästövähennykset maankäyttösektorilla voidaan saavuttaa juuri turvemaiden käytön muutoksilla, kuten vettämällä, ennallistamisella ja vaihtoehtoisten käsitelymenetelmien käyttöönotolla. Nämä toimet rajoittavat turpeennostoalueiden laajentamista ja luovat paineen siirtyä vähemmän päästöintensiivisiin maankäyttömuotoihin (Lehtonen ym. 2021, Lång ym. 2020, Seppälä ym. 2025).

Ilmastotavoitteiden lisäksi turvetuotantoon vaikuttaa mm. EU:n ennallistamisasetus (2024/1991/EU), joka lisää esimerkiksi ojitettujen suoalueiden palauttamista kohti luonnontilaa. Suomen valtioneuvosto on tehnyt periaatepäätöksen soiden ja turvemaiden kestävästä ja vastuullisesta käytöstä ja suojelusta (Valtioneuvosto 2012). Ympäristönsuojelulaki 13 § määrittää miten ja minne turvetuotantoa voidaan sijoittaa. Ympäristönsuojeluasetus 44 § puolestaan määrittelee, millaisilla soilla ojituksesta aiheutunutta suon luonnontilan muutosta pidetään riittävän merkittävänä ja luonnontilaisuuden aiemmista toimenpiteistä johtuvaa häiriintyneisyyttä riittävänä, jotta alueelle voidaan harkita turvetuotantoa.

4.2. Kuivike- ja kasvuturpeen tuotannon tulevaisuudennäkymät

Vuonna 2025 Suomen turvetuotanto oli noin 6,5 miljoonaa kuutiometriä, josta hieman yli puolet (3,3 milj. m³) oli ensimmäistä kertaa tuotannon historiassa kuivike- ja kasvuturvetta (Bioenergia ry 2025a). Nykyinen tuotantomäärä on vain murto-osa huippuvuosista, jolloin turpeen kokonaistuotanto ylitti 30 miljoonaa kuutiometriä (Kuva 2). Tuotantomäärän lasku kohdistuu lähes kokonaan energiaturpeeseen, kun taas kuivike- ja kasvuturpeen tuotanto on viime vuosina hieman kasvanut (Bioenergia ry 2025a, Lång ym. 2022) (Kuva 2). Kuivike- ja kasvuturvetuotannosta kuivikkeiksi käytetään runsas kolmannes, noin 1,3 milj. m³, vientiin menee kasvuturvetta noin yksi kolmannes, hieman runsas 1 milj. m³, ja kotimaiseen kasvualustakäyttöön (ml. viherrakennus) käytetään noin 1 milj. m³ (Bioenergia ry 2025, 2025b). Vaikka kuivike- ja kasvuturpeen tuotantomäärät ovat hieman kasvaneet viime vuosikymmenen keskiarvoon verrattuna, niiden laatu ei aina vastaa aiempaa tasoa. Markkinoille joudutaan toimittamaan myös aiemmin energiakäyttöön menneitä, maatumempia turvelaatuja ja samalla vienti on kasvanut.

Uutta turvetuotantoalaa on 2020-luvulla otettu käyttöön vain kymmenistä muutamiin satoihin hehtaareihin vuodessa, kun taas vastaavana aikana tuotannosta poistunut ala on ollut tuhansia hehtaareita vuosittain. Tämän seurauksena kuivike- ja kasvuturpeen tarjonnan arvioidaan laskevan nykyisestä noin 3 miljoonasta kuutiometrillä jo vuoteen 2028 mennessä mahdollisesti noin puoleen ja jopa loppuvan lähes kokonaan 2030-luvulla ilman tuotantoa turvaavia lisätoimia (Bioenergia ry 2025b). Nykyinen noin 3 miljoonan kuutiometrin kuivike- ja kasvuturpeen vuosituotanto voitaisiin ylläpitää arviolta vain noin 5 000–8 000 hehtaarin kerrallaan käytössä olevalla tuotantoalalla (ei kumulatiivinen), olettaen ettei energiaturvetuotanto enää harjoiteta rinnalla (Bioenergia ry 2025b). Tällä hetkellä energiaturvetuotannon piirissä on noin 7 000–8 000 hehtaaria, mutta tämän pinta-alan ennakoitaan supistuvan nopeasti tulevina vuosina (Bioenergia ry 2025b).

Turpeen tuotantoon on Suomessa käytetty noin 1 % Suomen soista, vaikka potentiaalista alaa olisi paljon enemmän (Bioenergia ry 2025b). Etenkin metsäojitettujen turvemaiden maaluokasta löytyy erityisen paljon mahdollista tulevaisuuden turpeentuotantopotentiaalia. Uudet kuivike- ja kasvuturpeen tuotantoalueet tulisi perustaa alueille, joiden ekohydrologia on jo valmiiksi häiriintynyt, ja joilla ympäristövaikutukset ovat siten mahdollisimman vähäiset (Valtioneuvosto 2012). Parhaiten tähän soveltuisivat paksuturpeiset metsäojitetut turvemaat, joilla turpeen tuotanto ei lisää merkittävästi turvemaiden kokonaispäästöjä ja joissa vesistö- ja ilmastohaittojen riski voidaan minimoida. Tällainen kohdentaminen tukee sekä kuivike- ja kasvuturpeen saatavuutta että ilmasto- ja ympäristötavoitteiden saavuttamista.

Merkittävä osa kuivike- ja kasvuturvetuotannon tuloista perustuu kasvuturpeen vientiin (Bioenergia 2025b). Erityisesti Keski- ja Länsi-Euroopan kysyntä tukee alan kannattavuutta keskipitkällä aikavälillä ja auttaa ylläpitämään turpeen tuotantokoneiston toimintakykyä. Viennin vauhdittamiseksi voisi olla perusteltua harkita jopa uuden laivayhteyden avaamista, mikä tukisi samalla Itä-Suomen teollisuutta (Jaakkonen 2026). Korkeamman jalostusasteen tuotteet, kuten seuloen valmistetut laadukkaat kasvuturvetuotteet mahdollistavat paremmat katteet, vaikka niiden tuotantokustannukset ovat nousseet. Kannattavuutta heikentävät tuotantoalan supistuminen, lupaprosessin vaikeutuminen, hydrologisesti häiriintyneiden soiden rajallinen määrä sekä tuotantokauden sääherkkyys, jotka yhdessä lisäävät investointien riskiä ja heikentävät pitkän aikavälin kannattavuutta (Kuva 3).

Kasvuturve on tällä hetkellä ainoa kasvualustamateriaali, jonka vientimarkkinat ovat kannattavat. Viennin kannalta turpeella on hyvät ominaisuudet kasvualusta- ja kuivikemateriaalina. Monia muita raaka-aineita, kuten ruokoa ja korsia on saatavilla kaikkialla ja yksinkertaiset seosmateriaalit on helppo ottaa käyttöön missä tahansa. Turpeen ominaisuudet tekevät siitä viennin kannalta kiinnostavan materiaalin, jolle on toimivat markkinat. Turpeen ongelmana on sen uusiutumattomuus.

Vuonna 2024 turpeen vienti oli arviolta yli miljoona kuutiota, kun vuonna 2020 määrä oli alle kolmasosa tästä (Silvan & Virkkunen 2025). Viennin merkitys toimialalle on siten erittäin suuri. Jos vientimarkkinat eivät vedä, on mahdollista, että turvetuotanto loppuisi Suomesta ennen vuotta 2040 kokonaan. Kuitenkin kasvualustojen globaali kysyntä tulee ennakoitusti nousemaan myös tulevaisuudessa (Blok 2024). Turpeen osuuden kasvualustoissa ennakoidaan vähenevän, mutta turpeen kokonaistarpeen ei ennakoida vähenevän vuoteen 2040 mennessä (Blok 2024). Kasvuturpeen vientipotentiaali tulleeikin pysymään suunnilleen nykyisen kaltaisena, vaikka sen käyttöä rajoittavia tavoitteita onkin asetettu joissain Euroopan maissa (Iso-Britannia, Saksa ja Sveitsi) (BMEL 2022, HTA ym. 2023).

Nykyisellä noin kolmasosan suuruisella viennin osuudella Suomen kuivike- ja kasvuturpeen tuotannosta on kuitenkin myös negatiivisia vaikutuksia etenkin kuiviketurpeen saatavuuteen kotimaassa. Syynä on kotieläintalouden heikompi maksukyky verrattuna keskieurooppalaiseen kasvualustateollisuuteen. Suomessa kuivike- ja kasvuturpeen saatavuuden heikkenemisestä eniten kärsivät pieniä kasvatuspotteja käyttävät tuotantosuunnat, kuten metsätaimituotanto sekä salaatti- ja yrttiviljely. Erityisesti kaupallinen kasvintuotanto on riippuvainen laadukkaista ja hyvin toimivista kasvualustoista. (Silvan, toim. 2024). Kuivikepuolella eniten ongelmia ilmeni hevos-, nauta- ja siipikarjataloudessa (Manni ym. 2023, Silvan & Virkkunen 2025).



Kuva 3. Kuivike- ja kasvuturpeen kannattavuuteen vaikuttaa selkeimmin vahva kotimainen kysyntä, mutta myös vientimarkkinat tukevat tuotannon kannattavuutta keskipitkällä aikavälillä. Tuotantoalan supistuminen ja tuotantokustannusten nousu vaikeuttavat kuitenkin toiminnan kannattavuutta tulevaisuudessa.

5. Turvetta täydentävien ja korvaavien kotimaisten kuivike- ja kasvualustamateriaalien nykytila ja tulevaisuuden näkymät

Turpeen tuotannon ilmastovaikutusten ja kestävyysaasteiden vuoksi kuivikkeita ja kasvualustoja valmistavat toimijat ovat jo pitkään kehittäneet vaihtoehtoisia materiaaleja korvaamaan turvetta joko osittain tai kokonaan, ja korvaavien materiaalien tarve lisääntyy koko ajan. Vaikka ominaisuuksiltaan täysin turvetta vastaavaa kuivike- tai kasvualustamateriaalia ei ole, niin toimivia vaihtoehtoisia materiaaleja on jo saatavilla (Manni ym. 2023, Silvan & Virkkunen 2025). Kuivikepuolella turvetta korvaavia materiaaleja löytyy käytettäväksi kuivikkeina joko yksinomaaisina materiaaleina tai useamman materiaalin seoksina (Manni ym. 2023). Kasvualustapuolella useat vaihtoehdot tarjoavat toimivia ratkaisuja erityisesti seoksissa (Aurdal 2025). Kuivike- ja kasvualustakäyttöön soveltuvia materiaaleja on tarkasteltu melko kattavasti kahdessa hiljattain julkaistussa Luken raportissa (Manni ym. 2023, Silvan & Virkkunen 2025) ja myös kansainvälisissä koosteissa (Blok 2024, Aurdal 2025). Tutkimus on jo pitkään keskittynyt kehittämään laadultaan käyttökelpoisia turvetta korvaavia materiaaleja, mutta jättää usein huomiotta käytännön ja taloudelliset tekijät, jotka lopulta määrittävät materiaalien käyttömahdollisuudet. Jotta kuivike- ja kasvualustamateriaaleilla olisi liiketaloudellista potentiaalia, toimivuuden ja tasalaatuisuuden lisäksi niitä tulee olla riittävän suuria määriä jatkuvasti saatavilla. Lisäksi niiden tulisi olla logistisesti kustannustehokkaita. Kasvualustojen valmistuksessa uuden materiaalin käyttöönotto olemassa oleviin kasvualustojen tuotantolinjoihin vaatii merkittävän investoinnin, joten on tärkeää varmistaa materiaalin luotettava saatavuus (Silvan 2024, Barrett ym. 2016).

Tässä kappaleessa käsitellään ensin vaihtoehtoisten materiaalien tuotantoon liittyviä haasteita ja pullonkauloja, jotka ovat yhteisiä sekä kasvualustoille että kuivikkeille (Taulukko 1). Kaikkien materiaalien prosessointia, käyttöominaisuuksia ja terveysvaikutuksia käsitellään erikseen kuivikkeiden ja kasvualustojen osalta. Materiaalit on jaettu kolmeen ryhmään, joita ovat 1. Suobiomassat: turve ja sammal, 2. Puupohjaiset materiaalit: puukuitu, sahanpuru, kutteri, kuituliete ja paperi sekä 3. Korsimateriaalit: olki, ruokohelpi ja järviruoko. Lopuksi tarkastellaan muita materiaaleja, kuten kasvualustakäytössä olevia kivivillaa, perliittiä, kookoskuitua ja bio-kaasulaitosten mädätejäännöstä sekä kuivikkeista separoitua lannan kuivajaetta, kaurankuori-pellettiä, hamppua ja hiekkää.

Taulukko 1. Kuivike- ja kasvualustamateriaalit ja niiden kotimaisuus, riittävyys, lisäyspotentiaali sekä tuotannon pullonkaulat.

Raaka-aine	Kotimainen	Nykyinen riittävyys		Käytön lisäyspotentiaali nykyisestä		Tuotannon lisäyksen pullonkauloja				
		Kuivikkeet	Kasvualustat	Kuivikkeet	Kasvualustat	Raaka-aineen riittävyys	Korjuuteknologia	Logistiikka	Prosessointi	
Suobiomassat										
Turve, AB	Kyllä	Kohtalainen	Kohtalainen	Merkittävä	Vähäinen	Ei ole	Ei ole	Ei ole	Ei ole	
Rahkasammal, AB	Kyllä	Huono	Kohtalainen	Merkittävä	Merkittävä	Ei ole	Kyllä on	Kyllä on	Kyllä on	
Puupohjaiset materiaalit										
Kutterinlastu, A	Kyllä	Hyvä		Vähäinen		Ehkä	Ei ole	Ei ole	Ei ole	
Sahanpuru, A	Kyllä	Hyvä		Vähäinen		Ehkä	Ei ole	Ei ole	Ei ole	
Puukuitu, AB	Kyllä	Kohtalainen	Kohtalainen	Kohtalainen	Merkittävä	Ehkä	Ei ole	Ei ole	Ei ole	
Kuituliete, A	Kyllä	Kohtalainen		Merkittävä	Kohtalainen	Ehkä	Ei ole	Kyllä on	Ei ole	
Sanomalehtipaperi, A	Kyllä	Hyvä		Kohtalainen		Ehkä	Ei ole	Ei ole	Kyllä on	
Pahvi, A	Kyllä	Hyvä		Kohtalainen		Ehkä	Ei ole	Ei ole	Kyllä on	
Korsimateriaalit										
Olki, A	Kyllä	Hyvä		Merkittävä	Vähäinen	Ei ole	Ei ole	Kyllä on	Kyllä on	
Ruokohelpi, AB	Kyllä	Huono	Kohtalainen	Merkittävä	Merkittävä	Kyllä on	Ei ole	Kyllä on	Kyllä on	
Järviruoko, AB	Kyllä	Huono	Huono	Merkittävä	Kohtalainen	Kyllä on	Kyllä on	Kyllä on	Kyllä on	
Hamppu, A	Kyllä	Huono	Huono	Merkittävä	Vähäinen	Kyllä on	Kyllä on	Kyllä on	Kyllä on	
Elintarviketeollisuuden sivuvirrat										
Kaurankuoripelletti, A	Kyllä	Hyvä		Merkittävä		Ei ole	Ei ole	Ei ole	Ei ole	
Muut orgaaniset materiaalit										
Separoitu lanta, A	Kyllä	Hyvä		Merkittävä	Vähäinen	Ei ole	Ei ole	Ei ole	Kyllä on	
Kompostoitu lanta, B	Kyllä		Hyvä		Vähäinen	Ei ole	Ei ole	Ei ole	Kyllä on	
Kompostit, B	Kyllä		Hyvä		Kohtalainen	Ei ole	Ei ole	Ei ole		
Mädätejäännös, B	Kyllä		Hyvä		Merkittävä	Ei ole	Ei ole	Kyllä on	Kyllä on	
Epäorgaaniset materiaalit										
Hiekka, AB	Kyllä	Hyvä	Hyvä	Kohtalainen	Vähäinen	Ehkä	Ei ole	Kyllä on	Ei ole	
Kivivilla, B	Ei		Hyvä		Kohtalainen					
Perliitti, B	Ei		Hyvä		Vähäinen					

*) Vaatii hygienisoinnin
A=kuivike B=kasvualusta

5.1. Turvetta korvaavien raaka-aineiden tuotantomääristä

Turvetta korvaavien ja täydentävien kuivikkeiden ja kasvualustojen tuotannossa ollaan jo tilanteessa, jossa monia lupaavia tuotteita on kehitetty, toimivuus todennettu ja asiakkaat ovat kiinnostuneita tuotteesta (Manni ym. 2023, Silvan & Virkkunen 2025). Uusien tuotteiden haasteena on kuitenkin usein raaka-aineiden saatavuus ja laatuongelmat, joihin tarvitaan toimenpiteitä. Raaka-aineiden saatavuuden haasteet pitävät sisällään osittain raaka-ainekohtaisia, mutta myös yleisempiä pullonkauloja. Viljeltävien biomassojen osalta viljelyn kannattavuuden kohentaminen, ja viljelyn kannustinten sekä korjuu-, jatkojalostus- ja logistiikkaketjujen kehittäminen ovat merkittäviä saatavuuteen vaikuttavia toimenpiteitä. Lisäksi puupohjaisten materiaalien sekä kaurankuoren osalta merkittävä niin saatavuuteen kuin hintaan vaikuttava tekijä on kilpaileva käyttö energiantuotannon kanssa.

Tässä kappaleessa tarkastellaan vaihtoehtoisten, kotimaisten raaka-aineiden, kuten puubiomassan, suobiomassan ja korsimateriaalien riittävyyttä, tuotannon lisäämisen potentiaalia, korjuuteknologioiden haasteita ja logistiikkaongelmia, jotka ovat yhteisiä sekä kasvualustatetta kuiviketuotannolle (ks. Taulukko 1).

Rahkasammal on turpeen kaltaisten ominaisuuksiensa puolesta merkittävä turvetta täydentävä ja korvaava materiaali (Silvan 2024). Sen vuotuinen tuotantovolyymi Suomessa on kuitenkin pieni, keskimäärin vain noin 25 000–30 000 m³ (Silvan & Virkkunen 2025). Pienen tuotantomäärän vuoksi sitä riittää nykyisellään pääsääntöisesti vain seosmateriaaliksi turpeen kanssa. Rahkasammalen kasvatusta Suomessa on vielä kehitysvaiheessa, ja nykyinen toiminta rajoittuu pääasiassa pilottihankkeisiin entisillä turvetuotantoalueilla ja metsäojitetuilla kitumailla (Laine-Petäjäkangas ym. 2024). Tutkimusten perusteella Suomessa on kuitenkin erittäin laaja potentiaali rahkasammalen korjuuseen. Geologian tutkimuskeskus (GTK) arvioi korjuuseen soveltuvia alueita olevan noin 241 000 hehtaaria (Laine-Petäjäkangas ym. 2024), ja Luken laajempi tarkastelu tunnistaa noin 280 000 hehtaaria rahkasammalen korjuuseen hyvin soveltuvaa metsäojitettua kitumaata (Silvan ym. 2019). Tämä ylittää selvästi kotimaisen kasvualustatarpeen, joka täyttyisi vuosittain noin 1 200 hehtaarin korjuualalla ja noin 40 000 hehtaarin alalla 30 vuoden korjuukierrolla (Silvan ym. 2019). Tuotannon laajentumista rajoittavat kuitenkin useat tekijät. Toiminnan onnistuminen edellyttää tarkkaa hydrologian hallintaa, sillä rahkasammalen kasvu ja uusiutuminen riippuvat korkeasta ja tasaisesta vedenpinnasta. Suokasvillisuuden uusiutuminen ja palautuminen on todettu kasvupaikkariippuvaiseksi, ja vain karuimmat ja märimmät korjuualueet palautuvat ilman lisätoimia, minkä vuoksi monilla kohdeilla vähintään vedenpinnan säätely, ja usein myös elävän sammalen palauttaminen ovat välttämättömiä korjuun jälkeisiä käytäntöjä (Silvan ym. 2019, Laine-Petäjäkangas ym. 2024). Lisäksi tuotannon kustannukset ovat edelleen korkeammat kuin kasvuturpeella, ja koneistusta, logistiikkaa sekä tuotantomenetelmiä on kehitettävä (Laine-Petäjäkangas ym. 2024). Myös korjuun mahdolliset monimuotoisuus-, ilmasto- ja vesistövaikutukset sekä luonnontilaisuusluokkiin ja turvemaiden käyttöön liittyvät sääntelyrajoitteet vaikuttavat korjuualueiden valintaan, sillä tuotanto tulisi kohdistaa luontoarvoiltaan heikentyneille alueille (Ympäristöministeriö 2022). Kaikesta huolimatta rahkasammalen tuotantopotentiaali on kiistatta erittäin suuri, ja sen ekologisesti kestävä käyttö voisi muodostaa merkittävän kotimaisen vaihtoehdon kasvuturpeelle tulevaisuudessa.

Puupohjaiset materiaalit, kuten erilaiset puukuidut ja käsitellyt puuhakkeet, ovat toimivia materiaaleja sekä kuivikkeina että kasvualustoissa. Ne koostuvat pääosin metsäteollisuuden

sivuvirroista. Kutterinlastu ja sahanpuru ovat sahoilla ja höyläämöissä puunjalostuksen yhteydessä syntyviä sivujakeita. Puukuitu on tyypillisesti peräisin sahateollisuuden sivuvirroista, joita edelleen prosessoidaan esimerkiksi hakettamalla, hiertämällä ja paineistamalla käyttötarkoitukseensa sopivaksi materiaaliksi. Puupohjaisten materiaalien käyttövolyymi turvetta korvaavissa käyttötarkoituksissa on kuitenkin toistaiseksi vain alle 50 000 m³ vuodessa (Laine-Petäjäkangas ym. 2024). Tästä kutterin ja sahanpurun osuus on noin 30 000 m³. Kuivike- ja kasvualustakäytön suhteita ei ole tarkasti tilastoitu, mutta karkeasti metsäteollisuuden sivuvirroista noin puolet menee kuivikkeisiin ja puolet kasvualustoihin. Sivuvirtapuun lisäksi termomekaanisesti vain kuivike- ja kasvualustakäyttöön valmistettua puukuitua tuotetaan 5 000–10 000 m³/v (Laine-Petäjäkangas ym. 2024).

Metsäteollisuuden sivutuotepuuta eli haketta ja purua syntyy merkittäviä määriä puun jalostuksen yhteydessä. Hakkeen ja purun suoria tuotantomääriä ei tilastoida mutta niiden on arvioitu olevan noin 3,3 miljoonaa kuutiota sahanpurua ja lähes 9,4 miljoonaa kuutiota haketta vuosittain, mikä tekee näistä merkittäviä sivuvirtoja, joita hyödynnetään sekä energiantuotannossa että jatkojalostuksessa (Vanhala 2019, Puutuoteteollisuus ry 2023, Luonnonvarakeskus 2022). Pääosa, 70 %, hakkeesta ja purusta menee energiantuotantoon joko suoraan tai pelleiksi ja briketeiksi jalostettuna. Loppu jalostetaan tuotteiksi, kuten sellu- ja paperiteollisuuden tuotteiksi, puulevyiksi ja erilaisiksi biotuotteiksi. Metsäteollisuuden puutähdehakkeen ja purujen muut käyttökohteet kilpailevat samasta sivuvirtamateriaalista kuivikkeiden ja kasvualustojen kanssa. Jo nyt sahanpurun riittävydestä on syntynyt huolta ja hakkeen ja purun käyttöä energiantuotannossa tulisi vähentää, jotta se riittäisi paremmin erilaisiin teollisuuden tuotteisiin (Vanhala 2019, Puutuoteteollisuus ry, Luke).

Ruokohelpi (*Phalaris arundinacea*) on monivuotinen heinäkasvi, jota on Suomessa viljelty pääasiassa bioenergiakäyttöön. Ruokohelpi on yksi potentiaalisimpia kuivike- ja kasvualustaviljelyyn soveltuvia kasveja Suomessa. Sen kuiva-ainesadot ovat tyypillisesti 3–7 tonnia hehtaarilla (Lötjönen & Knuutila 2009). Korjuuajankohta voi olla keväällä heti kun pelto kantaa tai vaihtoehtoisesti myöhäiskesällä. Ruokohelven viljelyala energiakäyttöön oli huipussaan 2000-luvun alkupuolella, parhaimmillaan lähes 20 000 hehtaaria, mutta on sittemmin romahtanut (SVT: Luonnonvarakeskus, Käytössä oleva maatalousmaa). Vuonna 2025 ruokohelven viljelyala oli 3 600 hehtaaria (SVT: Luonnonvarakeskus, Käytössä oleva maatalousmaa). Ruokohelven kuivikekäytössä on osoitettu olevan potentiaalia, ja ruokohelvestä on kehitetty myös toimivia kasvualustoja. Pääsiallisena pullonkaulana on raaka-aineen riittävyys kysyntään nähden. Ruokohelven etuina ovat viljelyalan lisäämispotentiaali ja kotimaisuus. Haasteita kasvualustakäytössä aiheuttavat korkeat natriumin ja kloridin pitoisuudet, jotka voivat rajoittaa kasvilajivalikoimaa, sekä tarve reseptin ja lannoituksen säätöön. Kuivikepuolella suurin haaste on pölyävyys, jota voitaisiin vähentää esimerkiksi pelletöinnillä.

Järviruoko (*Phragmites australis*) on laajasti esiintyvä kosteikkokasvi. Se kasvaa luontaisesti pääosin rannikkoalueilla rantaviivan tuntumassa lähes kaikkialla Suomessa pohjoisinta Lappia lukuun ottamatta (Lampinen & Lahti 2024). Etelä-Suomen rannikoilla sen pinta-alaksi on arvioitu noin 30 000 hehtaaria (Komulainen ym. 2008) ja koko Suomessa sisävedet mukaan lukien jopa 100 000 hehtaaria (Hyvärinen ym. 2017). Järviruoko on biomassapotentiaali on Suomessa huomattava. Turun ammattikorkeakoulun selvityksen mukaan järviruoko on kuivabiomassan laskennallinen keskimääräinen tuotto on 6,6 t/ha (Tornikoski ym. 2025). Arvioiden mukaan korjuukelpoisia kasvustoja on kymmeniä tuhansia hehtaareja, mikä tarkoittaisi satoja tuhansia tonneja biomassaa vuodessa, jos korjuu toteutettaisiin laajasti. Korjuu voidaan tehdä kesällä tai talvella, mutta suurempi sato saadaan kesäaikaisesta korjuusta. Kesäkorjuussa saadaan

ravinteita enemmän talteen, mutta talviruoko on parempaa kuivike- ja kasvualustakäyttöön, sillä sen kuiva-ainepitoisuus on korkeampi eikä kuivausta tarvita.

Järviruokojen hyödyntäminen on tällä hetkellä kuitenkin vähäistä rajoittuen pienimuotoisiin hankkeisiin (Elinvoimakeskus) sekä yhteen kaupalliseen toimijaan. Nykyiset tuotantomäärät ovat vain noin 1 000 m³ vuodessa. Yhtenä syynä on erityisesti se, että korjuu vesistöjen ääreltä on teknisesti haastavaa ja kallista. Suurimmat pullonkaulat liittyvätkin juuri korjuutekniikkaan, logistiikkaan ja biomassan korkeaan kosteuteen, joka nostaa kuljetus- ja kuivauskustannuksia. Lisäksi luonnonsuojelliset näkökohdat rajoittavat laajamittaista hyödyntämistä. Järviruokojen potentiaali on kuitenkin merkittävä. Se voisi toimia kotimaisena raaka-aineena sekä kasvualustoissa että kuivikkeissa, jos korjuu- ja jalostusteknologiat kehittyvät ja kustannukset saadaan kilpailukykyisiksi. Sen hyödyntäminen tukisi myös vesistöjen hoitoa ja ravinteiden poistamista, mikä lisää ympäristöhyötyjä.

Järviruokojen teolliseen niittoon liittyy useita oikeudellisia haasteita, kuten vesialueiden omistuksen hajanaisuus, käyttöoikeuksien järjestäminen, luvanvaraisuuden kynnys, ilmoitusmenettelyn soveltumattomuus laajoihin hankkeisiin sekä ympäristövaikutusten arviointi. Vaikka teollisen mittakaavan niitto on mahdollista nykyisen lainsäädännön puitteissa, käyttöoikeuskysymykset ja ympäristövaikutukset on ratkaistava huolellisesti. Ratkaisuja on esitetty esimerkiksi politiikkasuosituksessa, joka tarjoaa oikeudellisia keinoja teollisen niiton mahdollistamiseksi (Heikkilä ym. 2025). Lisäksi kehityksessä oleva sähköinen lupa-alusta voisi helpottaa lupaprosesseja ja hajanaisten, moniomistuksellisten ranta-alueiden luvan kysymistä niittoalueiden kartoittamiseksi (Norokytö & Savela 2025). Tämän suuntaista kehitystyötä tulee jatkaa järviruokomateriaalin teollisen mittakaavan hyödyntämisen mahdollistamiseksi. Lisäksi korjuuteknologian kehitys ja logistiikka vaatii toimenpiteitä.

Olki on yleisin kuivikkeena käytettävä korsimateriaali, mutta kasvualustoissa sitä käytetään hyvin rajoitetusti lähinnä erilaisten kompostiseosten mukana. Oljen käyttöä kasvualustoissa rajoittavat viljanviljelyssä käytetyt kasvinsuojelu- ja mahdolliset korrensäätöaineet, joiden hyvin pienetkin pitoisuudet voivat ehkäistä kasvien kasvua. Myös oljen kuivikekäytössä tulee huomioida mahdolliset oljen rehukäyttöön liittyvät kasvinsuojeluaineiden ja korrensäätöaineiden varoajat ja käytön rajoitteet, koska eläimet saattavat syödä kuivikkeeksi tarkoitettua olkea.

Olkea syntyy viljanviljelyn sivutuotteena kaikilla alueilla, missä viljaa viljellään. Sen tuotantopotentiaaliin vaikuttavat viljan viljelyalan lisäksi erityisesti viljalaji ja -lajike sekä kasvukauden sääolot. Oljen laskennallinen tuotantopotentiaali voidaan laskea käyttäen sivutuotebiomassan arviointiin tarkoitettua kaavaa: (1-satoindeksi) × sadon kuivapaino/satoindeksi (Hakala ym. 2009, Hakala ym. 2016). Saadusta luvusta vähennetään Hakalan ym. (2009) mukaisesti 30 %, joka on keskimääräinen sänkeen jäävä biomassa.

Laskennallisesta olkisadosta vain osa voidaan korjata, sillä korjuuseen vaikuttavat sääolot, olkisadon määrä, peltojen sijainti suhteessa käyttöpaikkaan sekä oljen vaihtoehtoiset käyttötarpeet. Kosteat ja epävakaa sää vaikeuttavat korjuuta, ja pitkät kuljetusmatkat sekä pienet hehtaarisadot nostavat kustannuksia. Lisäksi viljatilat tarvitsevat olkea maaperän orgaanisen aineksen ja rakenteen ylläpitämiseen. Siksi oljen pitkäaikainen korjuu ei ole kestävä, ellei olki palaudu takaisin peltoon esimerkiksi kuivikelannan tai kompostin muodossa.

Kotimaisen oljen arvoa ja hyödyntämispotentiaalia erityisesti kuivikkeena, mutta myös kasvualustoissa, ei välttämättä olla vielä täysin tiedostettu. Oljen käyttöä voisi lisätä niin tilojen välisessä yhteistyössä kuin laajamittaisemmassa kaupallisessa toiminnassakin. Edellytyksenä

kuitenkin on nykymuotoisen korjuun, jatkoprosessoinnin, varastoinnin ja kuljetusten kustannustehokas kehittäminen. Yksi esimerkki kotimaisesta kaupallisen mittakaavan tuotteesta voisi olla olkipelletti. Tällä hetkellä Suomessa kuivikkeena käytettävä olkipelletti on alkuperältään kokonaan ulkomaista. Sitä tuodaan Suomeen erityisesti Baltian maista ja jonkin verran myös Keski-Euroopasta. Lisääntynyt kilpailu energiantuotantoon käytettävistä materiaaleista näkyy kuitenkin olkipelletin heikentyneenä saatavuutena ja hinnan nousuna. Siten sen kotimaiselle tuotannolle voisi olla markkinoita olemassa.

Mädätejäännös on biokaasuprosessin sivutuote, joka sisältää runsaasti kasveille käyttökelpoisia ravinteita. Mädätejäännös on syötemateriaaliin (mätänevät orgaaniset materiaalit, lanta, lietteet) verrattuna tasalaatuisempaa ja hienojakoisempaa materiaalia. Mädätejäännöstä syntyy korkeimmillaan satoja tuhansia tonneja biokaasulaitosta kohti ja sen saatavuus on ympärivuotista, mikä tekee siitä kiinnostavan materiaalin kasvualustojen kehitykseen. Tällä hetkellä mädätejäännöstä hyödynnetään peltoviljelyssä, eikä se ole vielä mukana kasvualustakomponenttina kasvualustuotteissa.

5.2. Kuivikemateriaalien prosessointi, toimivuus, vaikutukset eläinten terveyteen ja taloudellinen kannattavuus

Turve on Suomessa paljon käytetty kuivikemateriaali. Määrällisesti sitä käytetään eniten hevosien, nautojen ja broilereiden kuivikkeena (Manni ym. 2023). Turpeen suosioon kuivikemateriaalina vaikuttavat erityisesti sen monet hyvät ominaisuudet, jotka vaikuttavat eläimeen ja eläintilan olosuhteisiin. Turpeella on erinomainen kyky sitoa kosteutta sekä sonnan ja virtsan kaasuja, erityisesti ammoniakkia, ja siten vähentää hajujen muodostumista eläintilassa. Turpeen yhtenä etuna on happamuus (pH n. 3,5–5), minkä ansiosta se ei ole taudinaiheuttajien kannalta optimaalinen kasvualusta, ja mihin perustuu sen hyvä ammoniakkin sitomiskyky. Lisäksi siinä on haitallisten mikrobien kasvua estäviä ominaisuuksia (antiseptinen), millä on merkitystä eläinterveyden kannalta. Turve on kuohkea materiaali, mikä tekee siitä pehmeän makuualustan. Se toimii myös virikkeenä edistäen erityisesti sikojen ja siipikarjan lajityypillistä käyttäytymistä. Turvekuivituksella olleiden broilereiden jalkaterveys on tyypillisesti hyvä (Kaukonen ym. 2017) ja hevosilla hengitystieterveys on parempi turvekuivituksella kuin muilla kuivikkeilla käytettäessä (Saastamoinen ym. 2015, Mönki ym. 2021). Turpeen käyttö broilereiden kuivikkeena on osaltaan mahdollistanut antibioottivapaan broilerinkasvatuksen. Turpeen kuivikekäytön etuna on myös helppokäyttöisyys, sillä turve on sellaisenaan käytettävissä eikä se vaadi lisäkäsittelyä ennen kuivitusta. Lisäksi turvelannan jälkikäyttömahdollisuudet ovat hyvät, millä on erityinen merkitys hevosalalle, jossa lannalle ei ole useinkaan omaa käyttöä. Myös tiloilla, joilla kuivikelantaa muodostuu suuria määriä, on tärkeää, että kuivikelannalle on hyvät jatkokäyttömahdollisuudet esimerkiksi peltolannoitteena. Turpeen haittapuolena pidetään sen pölyävyyttä ja joissain tilanteissa myös keveyttä, jolloin se pysyy huonosti makuualustassa. Turpeen käytön ongelmana ovat lisääntyneet laatuvaihtelut erityisesti kuiva-ainepitoisuudessa ja maatumisasteessa. Liian märän ja maatumisen turpeen ongelmana on huono vedensidontakyky ja kylmissä oloissa jäätyminen. Myös epäpuhtaudet, kuten puunpalaset, saattavat aiheuttaa ongelmia esimerkiksi kuivituslaitteissa. Tummaa väriä pidetään usein negatiivisena asiana.

Kutterinlastu ja sahanpuru soveltuvat sellaisenaan kuivikkeeksi. Vaihtoehtoisesti kutteria ja sahanpurua voidaan prosessoida edelleen ja tuottaa pelletöityä kuivikepuristetta. Pelletöinnissä lämpötila kohoaa jatkuvan puristuksen seurauksena. Pelletöidyn materiaalin

tilavuuspaino on huomattavasti käytetyn raaka-aineen tilavuuspainoa suurempi, mikä tehostaa materiaalin kuljetusta ja alentaa kustannuksia. Kostuessaan se turpoaa pehmeäksi ja imukykyiseksi materiaaliksi. Eri tutkimuksissa ja eri materiaaleilla pelletöinnin on todettu vähentävän kuivikkeesta muodostuvaa pölyn määrää oleellisesti (McClain ym. 1997, Fleming ym. 2008). Kuivikekäytössä kutteri ja sahanpuru joko sellaisenaan tai pelletöitynä ovat yleisimmin käytössä hevosten ja lypsylehmien kuivikemateriaaleina. Kutteria ja sahanpurua käytetään jonkin verran myös siipikarjalla, lähinnä munintakanaloissa, mutta myös broilereilla.

Markkinoilla olevaa **puukuitua** myydään sellaisenaan ja muihin materiaaleihin, lähinnä suobiomassoihin, turpeeseen ja rahkasammaleeseen, sekoitettuna. Kutterinlastun, sahanpurun ja puukuidun haasteena kuivikekäytössä on niiden heikko ammoniakinsitomiskyky. Syntyvän kuivalannan jatkokäytön haasteena on, että puupohjaiset materiaalit ovat huonosti kompostoituvia ja ne kuluttavat omaan hajoamiseensa maaperän tyypeä heikentäen kuivikellannan ravintoarvoa lannoitteena.

Kuituliete on paperimassan kuivauksen yhteydessä prosessiveden esipuhdistimesta peräisin olevaa hygieenistä, ravinneköyhää materiaalia, joka koostuu selluloosakuiduista. Se on määrällisesti potentiaalinen kuivikemateriaali, mutta alhaisen kuiva-ainepitoisuuden (alle 30 %) vuoksi kuivikekäyttöön tarkoitettu materiaali vaatii kuivauksen. Kuivattuna se soveltuu erityisesti nautojen ja hevosten kuivikemateriaaliksi.

Sanomalehtipaperi revittynä, silputtuna tai pelletöitynä on ominaisuuksiensa puolesta potentiaalinen kuivikemateriaali erityisesti hevosten ja nautojen kuivikemateriaalina (McClain ym. 1997, Ward ym. 2000, Ward ym. 2001, Ward & Wohlt 2002). Kuivikekäytön kannalta keräyspaperin yksi haaste on, jos seassa on paljon aikakauslehti- ja toimistopaperia. Niissä on pintakäsittelyä käytetty savea, mikä heikentää kuivikeominaisuuksia, erityisesti imukykyä, sanomalehtipaperiin verrattuna. Lisäksi joidenkin painopaperilaatujen muste ja väriaineet voivat sisältää haitallisia aineita, jotka eivät pelkässä paperisilpussa ilman siistausta vielä muutu haittommiksi.

Korsipohjaiset materiaalit, erityisesti **olki, ruokohelvi, hamppu ja järviruoko**, ovat ominaisuuksiltaan potentiaalisia kuivikemateriaaleja. Niitä voidaan käyttää joko yksinomaisina materiaaleina tai seoksina. Korsimateriaaleja on mahdollista käyttää kuivikkeeksi joko sellaisenaan, eri pituiseksi silpuksi silputtuna tai pelletöitynä. Silppuamisella voidaan parantaa materiaalin vedensitomiskykyä imeytymispinnan lisääntyessä ja korsien vahalla suojaamattoman sisäosan tullessa näkyviin. Pelletöinti lisää materiaalin tilavuuspainoa ja usein myös parantaa sen imukykyä. Siipikarjalla korsipohjaiset materiaalit ovat toimineet heikosti, mutta pelletöityinä ne saattaisivat soveltua myös broilereiden kuivikkeeksi. Happosäilönnällä on onnistuttu parantamaan korsimateriaalien hygieniää, ja säilöntä vähentää myös korjuuseen liittyvää sääriskiä, koska korsi voidaan korjata kosteampana (Seppälä 2026). Ruokohelvi sopii sekä nautojen että hevosten kuivikkeeksi. Se sitoo hyvin nesteitä ja hajuja ja on lämpöä tuottava kuivikemateriaali. Suurimpana ruokohelven käytön haittana pidetään sen huomattavaa pölyävyyttä, jota voidaan kuitenkin pienentää pelletöinnin avulla. Yksi kotimaisen ruokohelven kuivikekäyttöä rajoittava tekijä on sen viljelyn vähäisyys ja siitä johtuva raaka-aineen heikko saatavuus.

Kuituhampun sadosta saatavaa päistärettä voidaan käyttää kuivikkeena. Myös öljyhampun varsi voidaan käyttää kuivikkeeksi, jolloin siinä on mukana sekä varressa päällimmäisenä oleva kuitu että sisäosan puumainen päistäre. Korsimassaa tulee tyypillisesti kuituhamppua vähemmän, koska puinti tehdään mahdollisimman korkealta. Hamppu on kuivikeominaisuuksiensa puolesta potentiaalinen kuivikemateriaali. Erityisesti sen nesteensitomiskyky on hyvä ja

pölyävyys vähäistä. Sitä voidaan käyttää silputtuna tai pellettinä. Suomessa kuituhampun kuivikekäyttöä rajoittaa erityisesti sen viljelyn ja jatkojalostuksen vähäisyys. Siksi markkinoilla olevat kuituhamppukuivikkeet ovatkin tällä hetkellä peräisin ulkomailta, lähinnä Euroopasta. Kuituhampun viljelyä yksistään kuiviketarkoitukseen ei pidetä taloudellisesti kannattavana, vaan kannattavan viljelyn edellytyksenä on korkeamman jalostusarvon tuotteet, joiden sivutuotteena saadaan kuivikkeeksi soveltuvaa materiaalia. Siten kotimaisen kuivikehampun tuotannon edellytyksenä on, että Suomeen tulee kuituhampun jalostukseen erikoistunutta toimintaa. Syntyvä kuivikemateriaali olisi todennäköisesti ensisijaisesti hevosten kuivike. Nauttilojen kuivikemateriaalina sitä pidetään turhan kalliina ratkaisuna. Hampun kuivikekäyttöä on tutkittu myös broilereilla, mutta sen kuivikeominaisuudet eivät riittäneet lintujen jalkapohjaterveyden ylläpitoon turpeen veroisesti (Da Silva Viana ym. 2022).

Lantapohjaiset kuivikemateriaalit ovat yksi erityisesti nauta- ja hevostilojen kuivikevaihtoehto. Lannan separoinnissa erotetaan kuiva-aine ja neste ja muodostuvaa kuivajaetta voidaan käyttää kuivikkeena. Yleisimmin separoidaan lietelantaa, mutta myös kuivalannan separointi on mahdollista. Yksinkertaisessa separoinnissa lantaa ei hygienisoida, joten siinä erotettua kuivajaetta voidaan käyttää eläintautiriskin vuoksi vain tilan sisäisesti. Kuivajae voidaan myös hygienisoida separoinnin jälkeen (Kortelainen ym. 2024). Kuivalannalle on Suomessa kehitetty myös hygienisointilaitteisto, jota käyttämällä kuivalanta voidaan käyttää uudelleen (Rantala 2023). Lannan uudelleenkäyttö vaatii alkuinvestointeja laitteistojen hankintaan, ja menetelmä vaatii käytössä tarkkuutta sopivan kuiva-ainepitoisuuden ylläpitämiseksi ja eläintautiriskien minimoimiseksi (Kortelainen ym. 2024). Uudelleenkäytön etuna on ennen kaikkea tilan kuivikeomavaraisuus. Separoitu kuivajae soveltuu paikalliseksi yhden tilan tai tallin kuivikemateriaaliksi. Hygienisointilaitteisto voisi soveltua myös tila- tai talliryhmittymän yhteiseksi, kunhan kuljetusmatkat eivät kasva kovin pitkiksi.

Kaurankuori on myllyteollisuuden sivuvirta, jota syntyy kuorittaessa kauraa elintarvike- tai rehukäyttöön. Kuori päättyy pääasiassa energiantuotantoon, mutta siitä tehdään myös kuivikekäyttöön tarkoitettua pellettiä. Määrällisesti kaurankuori on hyvinkin potentiaalinen kuivikemateriaali, mutta sen kuivikekäyttö vaatii vielä lisätutkimusta eri eläinlajeilla. Myös logistiikka vaatii kehittämistä. Kaurankuoren kuivikekäytössä on huomioitava myös mahdollinen mykotoksiiniriski, sillä mykotoksiineja saattaa muodostua etenkin jyvän kuorikerrokseen.

Hiekka on epäorgaaninen materiaali, jota voidaan käyttää kuivikkeena. Pääasiassa sitä käytetään lypsylehmien syväparsissa ja jonkin verran kestokuivikealueilla. Hiekan haasteena on sen taipumus kuluttaa koneita ja laitteita. Lisäksi sen käsittely vaatii omat koneensa ja lietelantajärjestelmän se saattaa tukkeuttaa. Hyvinä puolina hiekalla on sen makuumukavuus, mikä on lypsykarjalla kriittistä. Lisäksi se parantaa jalkojen ja sorkkien terveyttä (Tavaststjerna & Kuikka 2018).

Kuivikemateriaalien osalta kriittisin tilanne on broilerituotannossa, jossa toimivia turpeelle vaihtoehtoisia kuivikevaihtoehtoja ei monista tutkimuksista ja kokeiluista huolimatta ole löydetty. Maailmanlaajuisesti yleisimpiä broilereilla käytettyjä kuivikemateriaaleja ovat kutterilastu, sahanpuru, riisin- ja pähkinänkuoret, silputtu olki, paperisilppu, erilaiset ruohot ja hiekka. Näistä Euroopassa käytetään yleisimmin kutterilastua ja silputtua olkea. Suomessa lähes 90 % broileritiloista käyttää kuivikkeena turvetta. Broilereille on vaikea löytää kuiviketta, jolla voidaan turvata tämänhetkinen lintujen erinomainen jalkapohjaterveys ja antibioottivapaa tuotanto, mikä on maailmalaajuisesti ainutlaatuista. Rahkasammaleen on tutkimuksissa havaittu olevan ainoa potentiaalinen turpeenveroinen broilereiden kuivikemateriaali.

Innovaatiot, kuten haposäilötty olki, voivat tarjota uusia ratkaisuja broilerintuotannon terveyshaasteisiin (Seppälä 2026). Naudoille, hevosille, lampaille ja sioille on olemassa vaihtoehtoisia kuivikemateriaaleja. Niiden riittävyys on kuitenkin kriittinen asia, sillä osasta materiaaleja on jo nyt pulaa. Lisäksi kilpailun lisääntyminen eri materiaalien ja käyttötarkoitusten välillä näkyy myös hintojen nousuna, mikä on toinen kriittinen tekijä kuivikehuollon turvaamisen kannalta.

Taulukkoon 2 on koottu markkinoilla jo olevia kotimaisia kuiviketuotteita. Jokaisen kuiviketuotteen kohdalla on näkyvissä pääraaka-aineet sekä mitkä ovat kunkin tuotteen jälleenmyyjän tai valmistajan suosittelemat käyttökohteet eläinryhmittäin eli millä eläimillä tuotetta tyypillisimmin käytetään.

Taulukko 2. Markkinoilla olevat kotimaiset kuiviketuotteet, jotka sisältävät turvetta täydentäviä ja korvaavia raaka-aineita.

Tuote	Valmistaja	Pääraaka-aineet	Käyttökohde ¹
Kuivikekutteri	Useita valmistajia	Kutterilastu	Tuotanto- ja lemmikkieläimet
Puupelletti/ purupelletti	Useita valmistajia	Kutterilastu Kutteripururu	Hevoset Muut eläimet
Murukuivike	Vapo Oy	Kutterilastu	Hevoset Siat Nautakarja
Eläinkuivike	Biolan Oy	Rahkaturve Puukuitu	Eläinsuojat
Rusko-eläinkuivike	Biolan Oy	Rahkaturve Kutteri Puukuitu	Hevoset Muut eläimet
Helmi-eläinkuivike	Biolan Oy	Kutteri Puukuitu Sammal	Hevoset Muut eläimet
Revicell Pro pelletti	Revisol Oy	Keräyspaperi	Hevoset
Revicell Mix irtokuitu	Revisol Oy	Keräyspaperi	Nautakarja
Revicell Mix pelletti	Revisol Oy	Keräyspaperi	Hevoset
RUTI-Mix	Epira Oy	Rahkaturve Kutteri	Tuotanto- ja lemmikkieläimet
RUTI-Raikas Hevoskuivike	Epira Oy	Puu	Hevoset
Wälly kuivikekuitu	Soilfood Oy	Nollakuitu	Hevoset Broilerit Nautakarja
Ruokopelletti	Ruokomestarit – Premium Finnish Reed Oy	Järviruoko	Hevoset Lemmikkieläimet
Ruokohelpipelletti	Penerg Oy	Ruokohelpi	Hevoset Tuotantoeläimet
Ruokohelpimurske	Kiteen Mato ja Multa Oy	Ruokohelpi	Hevoset Lampaat Kanat
Kaurankuoripelletti	A-Rehu Oy Oat Mill Finland Oy	Kaurankuori	Tuotanto- ja lemmikkieläimet

¹ Jälleenmyyjän suositus

Kuivikkeita koskevat säädökset

Kuivikkeita suoraan koskevia selkeitä säännöksiä ja laatuvaatimuksia ei ole (Alasuutari & Palva 2014). Luken laatimassa Kuivikeselvityksessä on nostettu kuitenkin esiin kuivikemateriaaleja sivuavaa lainsäädäntöä (Manni ym. 2023). Näitä ovat yhteys eläinlääkintä-, elintarvikehygieni- ja rehulainsäädäntöön.

Eläinlääkintälainsäädännöstä tulee vaatimus, että kuivikkeiden valmistusprosessissa tulee varmistaa, etteivät mahdolliset tarttuvat eläintaudit leviä kuivikemateriaalien mukana. Elintarvikehygienialainsäädännön kannalta kuivikemateriaalit eivät saa aiheuttaa elintarvikehygieenistä riskiä. Rehulainsäädännön kannalta lantaa, virtsaa ja ruuansulatuskanavan sisältöä ei saa käyttää rehuna. Kuivikkeiden osalta tämä liittyy lähinnä lantapohjaisten kuivikemateriaalien käyttöön. Vaikka rehulainsäädäntöä ei suoraan voi soveltaa lantakuivikkeen käyttöön, kuivikemateriaalin turvallisuus on kuitenkin varmistettava. Yleisesti ottaen on huomioitava, että eläimet saattavat syödä kuivikkeita.

Mikäli kuivikkeena käytetään liete- tai kuivalannasta separoitua kuivajaetta ja kyseisen lannan käsittely tehdään tilan ulkopuolella, tilan ulkopuolelle toimitetusta lannasta on oltava tilalla kirjanpito, josta käy ilmi mm. luovutetun lannan määrä ja ajankohta (Ruokavirasto 2025a).

Monessa eläintuotantomuodossa kuivike päättyy lannan tai lietteen mukana pellolle, jolloin materiaali ei saa sisältää peltolevitykseen sopimattomia haitallisia aineita. Kansallisen lannoitelainsäädännön mukaisesti valmistettavien ja markkinoitavien lannoitevalmisteiden haitallisten aineiden enimmäispitoisuudet on huomioitava, mikäli lantaa toimitetaan jatkojalostukseen markkinoille saatettavan tuotteen valmistukseen. Enimmäispitoisuudet on ilmoitettu Ruokaviraston verkkosivuilla (Ruokavirasto 2025b).

5.3. Kasvualustamateriaalien prosessointi, toimivuus ja taloudellinen kannattavuus

Turvetta korvaavia kasvualustoja kehitettäessä on tärkeä tunnistaa, miksi turve on saavuttanut asemansa ylivoimaisesti tärkeimpänä kasvualustamateriaalina kasvintuotannossa ja viherrakentamisessa. Turve on vakiinnuttanut asemansa kasvihuone- ja taimituotannon keskeisenä kasvualustamateriaalina ennen kaikkea sen poikkeuksellisen edullisten fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten ominaisuuksien vuoksi. Sen vedenpidätyskyky ja samanaikainen hyvä ilmaisuus muodostavat yhdistelmän, jota vaihtoehtoisista materiaaleista on ollut vaikea tavoittaa. Heikosti maatunut rahkaturve sisältää runsaasti sekä pieniä että suuria huokosia, jotka sitovat vettä, mutta säilyttävät samalla riittävän ilmatilan juuriston hapensaannin turvaamiseksi. Näillä ominaisuuksilla on keskeinen merkitys erityisesti intensiivisessä ja herkkien taimien tuotannossa, jossa kasvualustan tasapainoinen vesitalous on kriittinen tekijä. Tutkimukset osoittavat, että turpeen fysikaaliset ominaisuudet erottuvat edukseen myös muihin yleisesti käytettyihin kasvualustoihin verrattuna. Viherrakentamiskohteiden multaseoksissa käytettävä turve on pidemmälle maatunutta, koska se säilyttää rakenteensa pidempään kuin heikosti maatunut vaalea turve. (Michel 2010, Iivonen 2008, Aurdal 2025)

Fysikaalisten ominaisuuksiensa ohella turve on kemiallisesti tasalaatuista ja ravinteiltaan luonnostaan vähäistä. Matala ravinnetaso mahdollistaa lannoituksen tarkan kontrolloinnin ilman kasvualustasta johtuvia yllätyksiä. Samalla turpeen tyyppillisesti alhainen pH tarjoaa hyvän lähtökohdan eri kasvilajien vaatimusten mukaiselle kalkitukselle ja pH-säädölle. Joskin huomionarvoista on, että turpeen laatu vaihtelee kasvilajikoostumuksen ja maatuneisuusasteen mukaan (Puustjärvi 1997, Amha ym. 2010, Picken 2008, Aurdal 2025).

Turpeen biologiset ominaisuudet ovat myös merkittävä osa sen menestystekijöitä. Se on luonnostaan hygieeninen materiaali, joka ei sisällä rikkakasvien siemeniä tai kasvipatogeenia vaan toimii jopa antiseptisesti ja kasvitautoja ehkäisevästi (Tahvonen 1982, Iivonen 2008). Tämä ominaisuus on ollut tärkeä tekijä erityisesti taimitarhatuotannossa, jossa kasvualustan

puhtaus on kriittinen kasvien terveyden ja tasalaatuisen tuotannon kannalta. Lisäksi turve on kevyttä ja helppoa käsitellä ja kuljettaa. Se sopii hyvin koneelliseen täyttöön, kylvölinjoihin ja logistiikkaan.

Kasvualustojen vaihtoehtoisten materiaalien heikkoudet kasvihuonetuotannossa ja metsätaimituotannossa liittyvät usein laatuun sekä saatavuuteen ja/tai hintaan. Pienten tuotanto- ja käyttövolyymien lisäksi uusien, turvetta täydentävien ja korvaavien materiaalien toimivuus kasvualustoina täysin turpeettomina vaihtoehtoina ei toistaiseksi ole riittävällä tasolla ammatikasvihuoneviljelyä silmällä pitäen (Silvan 2024, Aurdal 2025). Tästä huolimatta uusilla materiaaleilla saadaan jo nykyisin hyvin toimivia kasvualustoja erilaisilla turveseoksilla (Silvan 2024). Kansainvälisissä tieteellisissä katsauksissa uusien materiaalien heikkouksina mainitaan yleisimmin raaka-aineiden epätasalaatuisuus sekä puutteelliset rakenteelliset ominaisuudet esim. vedenpidätyskyky, ilmavuus ja rakenteen pysyvyys sekä ravinnetalous (Aurdal 2025). Toisaalta uusista materiaaleista on löydettävissä myös sellaisia, joilla on lupaavia ominaisuuksia kuten ilmava rakenne. Myös hyödyllisen pieneliöstön kannalta uusilla materiaaleilla on potentiaalia. Turvetta monimuotoisemmasta ja kasvitauteja ehkäisevistä ominaisuuksista on jonkin verran näyttöä esim. kompostien, puukuidun ja biohiilen osalta (Pot ym. 2021, 2022). Toisaalta tiedetään, että tietyt turpeettomat kasvialustat voivat ylläpitää kasvi- ja ihmispatoogeenien elinkykyä, mikä korostaa tarvetta tiukemmalle lähtöaineiden valvonnalle ja paremmalle hygienisoinnille (Litterick ym. 2025, Maunuksela ym. 2020).

Uusista materiaaleista kasvialustakäytössä toimii viimeaikaisten tutkimusten valossa parhaiten rahkasammal, joka toimii kohtuullisesti jopa yksinään, vaikka turveseostus yleensä parantaa kasvialustan toimivuutta (Silvan 2024). Puubiomassapohjaiset materiaalit vaativat yleensä vähintään 50 %:n turveseoksen, samoin ruokohelpi- ja järviruokopohjaiset materiaalit (Silvan 2024). Biokaasulaitosten mädätysjäännökset vaativat yleensä jopa 75 %:n turveseoksen toimiakseen kunnolla kasvialustakäytössä (Silvan 2024). Kasvialustoissa käytettävät materiaalit ovat turve, sammal, puukuitu, kompostit, ruokohelpi, järviruoko, kookos, perliitti, hiekka ja kivillä. Taulukkoon 3 on koottu markkinoilla jo olevia kotimaisia kasvialustatuotteita, jotka sisältävät turvetta korvaavia raaka-aineita.

Luken tekemässä Kasvuturpeelle kavereita -hankkeessa vertailtiin useita kaupallisia kasvialustoja metsätaimien ja kasvihuonekasvien viljelyssä (Silvan 2024). Kasvialustakokeiden perusteella turve on edelleen paras komponentti, sillä se tarjoaa erinomaisen vedenpidätyskyvyn, kapillaarisuuden ja tasaisen kosteuden hallinnan. Jo pieni turveosuus parantaa kasvialustan toimivuutta lähes kaikilla kasveilla, ja turve soveltuu hyvin sekä tippu- että altakasteluun. **Rahkasammal** toimii turpeettomissa alustoissa parhaiten ja tarjoaa hyvän vedenpidätyskyvyn ja kapillaarisuuden, mikä tekee siitä soveltuvan myös altakasteluun. Se on kevyt ja ilmava, mutta vaatii tarkempaa ravinteiden hallintaa kuin turve. Kasvialustakäyttöön soveltuva **puukuitu** valmistetaan mekaanisesti kuiduttamalla, yleensä ilman prosessikemikaaleja tai kuumentamista. Se parantaa ilmavuutta ja rakenteellista kestävyttä, mutta nostaa kasvialustan pH-arvoa viljelyn aikana, mikä edellyttää pH-säätöä. Puukuidun vedenpidätyskyky on heikompi kuin turpeella tai sammalella, joten kastelutiheyttä on lisättävä, eikä se sovellu altakasteluun yhtä hyvin. Yhteenvedona turve ja rahkasammal tarjoavat parhaan vedenpidätyskyvyn ja kapillaarisuuden, puukuitu lisää ilmavuutta, mutta vaatii viljelyn aikaista pH-säätöä ja tihentää kastelutarvetta.

Taulukko 3. Markkinoilla olevia kotimaisia kasvualustatuotteita, jotka sisältävät turvetta täydentäviä ja korvaavia raaka-aineita.

Tuotemerkki	Valmistaja	Ammatti- viljelytuote A, Ko- tipuutarhatuote B	Pääraaka-aineet	Käyttökohde
Multatuotteet	Kiteen Mato ja Multa	AB	Kompostoitu Ruokohelpi Järviruoko	Ruukkukasvit Kesäkukat Vihannekset
GreenCare kukkamullat	Tikalan Oy, Berner sopimustuottaja	B	Erilaiset turvelaadut, savinen karkea hiekka	Yrtit Vihannekset Ruukkukasvit
GreenCare Luomu kukkamulta	Tikalan Oy, Berner sopimustuottaja	B	Erilaiset turvelaadut, luonnonkompostiseos (kanankakka, turve, puunkuori) hiekka	Viher- ja huonekasvit
GreenCare Puutarhamulta	Tikalan Oy, Berner sopimustuottaja	B	Kasvuturve Tumma kasvuturve Hiekka	Puutarhakasvit
Biolan Turpeeton Puutarhamulta	Biolan	B	Sammal Komposti Puukuitu Biohiili	Puutarhakasvit
Biolan Kylvä- ja taimimulta	Biolan	B	Turve Rahkasammal Hiekka	Puutarhakasvien idätys ja taimikasvatus
Kevytruukutusmulta, Ampelimulta	Novarbo	A	Turve Kuitukomposti	Ruukku- ja ryhmäkasvit
Sipulikukkamulta	Novarbo	A	Turve Hiekka Saviaines	Sipulikukat
MossGrow tuoteperhe	Novarbo	A	Karkea/vaalea kasvuturve Rahkasammal Komposti	Marjat Salaatti Ruukkuviljely
Mosswool-kasvulevy	Novarbo	A	Rahkasammal Kasvuturve Puukuitu	Vihannekset
Kylvöseos, luomuviljelyyn	Novarbo	A	Turve Hiekka Kompostoitu broilerinlanta	Luonnonmukaiseen tuotantoon, kylvö- ja taimikasvatus
MossGrow B2 Organic	Novarbo	A	Turve Rahkasammal Kompostoitu broilerinlanta	Luonnonmukainen kasvin- ja taimituotanto
EcoBoost tuoteperhe	Kekkilä	A	Turve Karkea puukuitu/sammal	Vihannekset Salaatit, yrtit Marjat Metsätaimet ja taimistoviljely Koristekasvit
AirBoost tuoteperhe	Kekkilä	A	Turve Sammal	Vihannekset Marjat
Biokasvuvoima Nurmikkomulta	Biokasvuvoima Oy	AB	Kivennäismaa Maanparannuskomposti Turve Metsäteollisuuden sivuvirrat	Nurmikot
Biokasvuvoima Istutusmulta	Biokasvuvoima Oy	AB	Kivennäismaa Tumma kasvuturve Maanparannuskomposti	Nurmikot, vaateliaat kasvit, rajoitetut kasvualustat

Kasvualustoissa **puupohjaiset materiaalit** parantavat kasvualustan ilmapuutusta ja vedenläpäisevyyttä. Haasteena on niiden korkea hiili-tyyppisuhde, joka voi vaatia lisälannoitusta (Marriotti ym. 2024). **Kookoskuitu** (coir) on maailmanlaajuisesti yksi merkittävimmistä vaihtoehtoista, sillä se tarjoaa hyvät vedenpidätys- ja rakenneominaisuudet ja soveltuu useisiin kasvualustaseoksiin. Kookoskuitua saadaan kookospähkinän kuoresta ja sitä tuodaan Aasiasta. Suurimmat kookoksen tuotantomaat ovat Intia, Indonesia ja Filippiinit. Ei voida kuitenkaan sanoa, että turvepohjaisen kasvualustan korvaaminen kookoskuitupohjaisella olisi ympäristövaikutusten kannalta järkevää (Joensuu ym. 2023). Myös kompostoitu puunkuori on vakiintunut kasvualustakomponentti, jota käytetään laajasti erityisesti Pohjois-Amerikassa. Sen laatu voi kuitenkin vaihdella, mikä korostaa huolellisen prosessoinnin merkitystä. Kuituliete saattaa olla yksi potentiaalinen tulevaisuuden raaka-aine myös kasvualustoissa. Niin ikään biohiili on noussut vaihtoehto, joka voi parantaa kasvualustan vedenpidätyskykyä ja rakennetta sekä sitoa ravinteita, ja se soveltuu erityisesti seoskomponentiksi.

Kompostit, kuten viher- ja biojätekomposti, ovat kansainvälisesti eniten tutkittuja turpeen korvaajia. Laaja katsaus metsätaimituotantoon soveltuviin uusista kasvualustoista osoittaa, että kompostit toimivat hyvin yli 60 %:ssa tapaustutkimuksista, mutta vaihteleva laatu ja ravinnetaso rajoittavat niiden käyttöä yksinään (Marriotti ym. 2023). Haasteita esiintyy myös seosmateriaalina käytettäessä. Kotimaisissa kasvihuoneviljelykokeissa on havaittu, että komposteja ja lietelannan mädätejäännöstä sisältävät kasvualustat toimivat turvetta heikommin ilman merkittäviä viljelyreseptiikan muutoksia (Silvan 2024, toim.). Ne vaativat tarkkaa kastelun ja ravinteiden hallintaa, ja niiden kapillaarisuus on usein riittämätön altakasteluun. Lisäksi ne voivat sisältää suoloja, kuten natriumia ja kloridia, jotka aiheuttavat ongelmia tietyille kasvilajeille. Yleistä on, että kompostin laatu ja ravinnepitoisuus vaihtelee raaka-aineiden ja prosessin mukaan, mikä vaikeuttaa valmistusprosessin ja tuotteen laadun vakiointia. Joissakin komposteissa korkea suolapitoisuus tai epäsopiva pH voi rajoittaa käyttöä, ja huonosti kypsytetty komposti voi sisältää patogeenejä tai rikkakasvien siemeniä. Lisäksi suuret määrät kompostoituvaa materiaalia aiheuttavat hajuhaittoja ja vaativat tehokasta logistiikkaa ja varastointia. Kompostin käyttö on yleistä harrastetuotteissa, mutta ammattikäytössä, teollisen mittakaavan tuotannossa laatuvaatimukset ovat korkeat. Tällä hetkellä turve pyritään suuntaamaan ammattikäyttöön, kun harrastekäytössä toimivat myös muut materiaalit. Kompostin laatu voidaan standardisoida, prosessiin lisätä hygienisointi ja logistiikka suunnitella kustannustehokkaasti, jolloin siitä saadaan laadukasta kasvualustaa monenlaiseen tuotantoon ja viherrakentamiseen.

Mädätejäännös on suurivolyyminen ja ympäri vuoden saatavilla oleva materiaali, joka soveltuu kasvualustakomponentiksi, mutta vaatii vielä tutkimusta ja etenkin prosessikehitystä. Erityisesti hygieenisuus, tasalaatuisuus ja ravinteiden hallinta ovat ominaisuuksia, joita tulee hallita jo biokaasuprosessin aikana, jotta mädätejäännös on soveltuva kasvualustakäyttöön. Syöte määrittää paljon sitä, millainen jäännös prosessista saadaan. Mädätejäännöstä voitaisiin käyttää kasvualustoissa jalostettuna kiinteänä komponenttina, biohiilen raaka-aineena tai nestemäisenä ravinnerikkaana jakeena. Kasvualustatuotteet tarvitsevat kuitenkin vain melko pienen määrän puhdasta ja laadukasta mädätejäännöstä suhteessa mädätejäännösmääriin, mikä on osaltaan haasteena mädätejäännöksen hyödyntämiselle kasvualustatuotannossa.

Hiekkaa voidaan lisätä turvekavialustaan parantamaan kasvualustan ilmapuutusta ja lisäämään kasvualustan painoa. Kevyt ruukku voi kaatua helposti, jos se kuivuu liikaa.

Edellä mainittujen materiaalien lisäksi jo nykyisin kehitysasteella olevia, mahdollisesti kuivikkeiksi ja kasvualustoiksi soveltuvia materiaaleja ovat esimerkiksi osmankäämi, tervaleppä, pajut ja pellava. Nämä materiaalit ovat vasta hyvin varhaisessa kehitysvaiheessa, eikä niiden toimivuudesta ole vielä paljonkaan tietoa (Silvan & Virkkunen, toim. 2025). On myös vielä julkaisemattomia, keksintöilmoitukseen asti edenneitä tuloksia uudenaikaisista, täysin turpeettomista seoskasvualustoista, joissa on käytetty puukuituja ja kaivosteollisuuden mineraaleja ja sivuvirtoja. Näiden materiaalien etuna on hyvä saatavuus.

Suomeen tuodaan **kivivillaa** lähinnä kasvihuonevihanneksen taimituotantoa ja kasvihuonevihanneksen viljelyä varten. Kivivillaa valmistetaan Euroopassa ainakin Alankomaissa (Grodan) ja Puolassa (Cultilene). Kivivillasta on tehty taimi- ja ruokkuvihannestuotantoon erilaisia paakkuja ja kuutioita sekä kasvihuonevihanneksen ja leikkokukkien tuotantoon eri kokoisia viljelylevyjä. Kivivillassa on pieni puskurikapasiteetti, se ei varastoi ravinteita tai vettä. Viljelytekniikkaan kuuluu säännöllinen ylikastelu, jotta juuriston ravinnetalous pysyy optimaalisena. Kivivilallevyjä käytetään tomaatin ja kurkun viljelyssä yleensä vain yhden tai kahden kasvuston ajan. Suomessa käytetylle kivivillalle on keruujärjestelyjä, mutta kierrätetyn materiaalin hyödyntäminen on Suomessa vielä kehitysasteella.

Laavaperäistä kiviainesta louhitaan **perliitin** raaka-aineeksi muun muassa Kreikassa ja Turkissa, mutta sitä prosessoidaan kasvualustakäyttöön esimerkiksi Alankomaissa, josta sitä tuodaan Suomeen. Perliitin huokostilavuus ja vedenpidätyskyky on turvetta ja kivivillaa alhaisempi, joten alustaa on kasteltava usein. Perliitti puskuroi ravinteita heikosti, joten ravinteiden saannista on huolehdittava säännöllisellä ylikastelulla. Perliitti säilyttää rakenteensa hyvin, joten sitä voidaan käyttää jopa useita vuosia. Perliittiä voidaan käyttää turpeen seosaineena parantamaan kasvualustan ilmavuutta. Käytetty perliitti voidaan kierrättää maanparannusaineena.

Kasvualustoja koskevat säädökset

Uusien kasvualustatuotteiden kehitystyössä on lisäksi huomioitava valmistusta ja laatua koskeva lainsäädäntö. Euroopan markkinoille valmistettavien tuotteiden on täytettävä EU:n lannoitevalmisteasetuksen (EU Fertilising Products Regulation EU 2019/1009) mukaiset vaatimukset. Lannoitevalmisteita voidaan tuottaa myös kansallisille markkinoille kansallisen lainsäädännön alla (Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 964/2023).

Lannoitevalmisteiden (ml. Kasvualustat, tuoteluokka 4) on koostuttava sellaisista ainesosista, jotka täyttävät kansallisen lainsäädännön mukaisen ainesosaluokan tai EU lannoitevalmisteasetuksen liitteen II mukaisen ainesosaluokan (CMC) laatu- ja käsittelyvaatimukset. Vaatimuksesta säädetään ainesosaluokakohtaisesti. Vaatimuksia on annettu esimerkiksi ainesosien käsittelymenetelmille, käytönrajoitteille ja käsiteltyjen ainesosien stabiilisuudelle sekä haitallisten aineiden, taudinaiheuttajien ja epäpuhtauksien enimmäispitoisuuksille. Ruokavirasto ylläpitää kansallisen lannoitelainsäädännön mukaista sallittujen ainesosien luetteloa (Ruokavirasto 2024). Luetteloon voidaan toimijoiden hakemuksesta lisätä uusia ainesosia. Ainesosalla tarkoitetaan kaikkia aineita, joita käytetään lannoitevalmisteen valmistukseen, lisätään lannoitevalmisteseen tai muodostuu lannoitevalmisteen valmistuksen yhteydessä.

Suurin osa uusista kasvualustojen materiaaleista kuuluu kansallisessa lainsäädännössä ainesosaluokkaan 2. Kasvit, kasvien osat ja kasviuutteet. Tämän luokan ainesosia saa olla käsitelty ainoastaan leikkaamalla, jauhamalla, murskaamalla, siivilöimällä, seulomalla, puristamalla, linkoamalla, kuivaamalla, pakastekäsittelyllä, pakastekuivaamalla, kuumentamalla,

uuttamalla vedellä tai ylikriittisellä hiilidioksiduutolla tai kuiduttamalla ilman muita lisäaineita kuin vettä. Lisäksi kasvit, kasvien osat ja kasviuutteet on käsiteltävä siten, ettei niiden käyttöön sisälly kasvintuhoojien leviämiskä. EU-lainsäädännössä valmistusmenetelmät ovat muutoin samat, mutta kasvimateriaalia ei saa kuumentaa yli 100 asteen lämpötilassa.

Komposteille, mädätteille sekä eläimistä ja teollisuudesta saataville sivutuotteille on omat ainesosaluokkansa. Kompostoimalla tai mädättämällä valmistettujen kasvualustojen sallittuja ainesosia on lainsäädännössä jo varsin kattavasti. Kunkin ainesosan alkuperä sekä laatu- ja käsittelyvaatimukset on määritelty ainesosaluettelossa.

Kasvialustojen kierrätys ja jälkikäyttö viljelykäytön päätyttyä vaatisi uusia resurssitehokkaita ratkaisuja. Nykyisellään yleisimmät kierrätystavat orgaanisille kasvialustoille ovat käyttö maanparannusaineena pellolla tai viherrakentamisessa. Epäorgaaniset (kivivilla) alustat päätyvät useimmiten jätteeksi. Haasteena jälkikäytölle on, että kasvialustat ovat usein kosteita, sisältävät kasvinosia ja säkitetyt kasvialustat myös muovia, mikä tekee keruusta ja käsittelystä työlästä ja kallista. Uudelleenkäyttö saman tilan sisällä kasvintuotannossa edellyttäisi myös hyviä menetelmiä kasvitautiriskien hallintaan (kuumennus, kasvinosien poisto, käyttö eri kasvisuvun kasveilla). Lisäksi alustan lannoite- ja torjunta-ainejäämät sekä suolapitoisuus tulisi ottaa huomioon jälkikäyttöä suunnitellessa.

Kasvihuoneviljelijä vastaa siitä, että käytöstä poistettu kasvialusta käsitellään oikein eikä aiheuta ympäristöriskkejä. Suomessa kasvialustan käsittelyä säätelevät jätelaki, kasvintuotannon ympäristölupaehdot sekä paikalliset jätehuoltomääräykset.

6. Ilmasto-, ympäristö- ja kestävyysnäkökulmat

EU:n vihreän kehityksen ohjelman (Green Deal) tavoitteena on muuttaa EU:n talous sosiaalisesti ja ympäristön kannalta kestäväksi, vähentää kasvihuonepäästöjä vähintään 55 % vuoteen 2030 mennessä ja saavuttaa ilmastoneutraalisuus vuoteen 2050 mennessä. Tämä muutos on välttämätön, jotta talouskasvu voidaan irrottaa luonnonvarojen ylikulutuksesta ja turvata oikeudenmukainen siirtymä kaikille jäsenmaille ja toimialoille. Ympäristö- ja ilmastovaikutusten arviointi on siksi olennainen osa teollisen tuotannon hyväksyttävyyttä. Aiemmin kappaleessa 4.1. mainitun LULUCF-asetuksen ja EU:n ennallistamisasetuksen (2024/1991/EU) lisäksi erilaisten biomassojen tuotantoon vaikuttavat myös monet muut EU-strategiat, asetukset ja direktiivit, kuten biodiversiteettistrategia (Euroopan komissio 2020), vesipuitedirektiivi (2000/60/EY), luontodirektiivi (92/43/ETY), lintudirektiivi (2009/147/EY), teollisuuspäästödirektiivi (2010/75/EU), ja jätedirektiivi (2008/98/EY), joilla suojellaan luonnon monimuotoisuutta ja hallitaan ihmisen toiminnasta aiheutuvia päästöjä ja haittoja ympäristöön.

Erilaisten ympäristö- ja ilmastovaikutusten arvioimiseksi on olemassa arviointimenetelmiä, joista elinkaarianalyysi (LCA, Life Cycle Assessment) on kattavin tapa arvioida tuotteiden vaikutuksia ilmastoon ja ympäristöön koko tuotteen elinkaaren aikana raaka-aineiden tuotannosta mahdolliseen kierrätykseen. LCA:n lisäksi tuotteiden ympäristövaikutusten arviointiin käytännössä tarvitaan myös yksityiskohtaisempaa tuotantoalueilla tapahtuvaa vesistö- ja monimuotoisuusarviointia, joita emme tarkastele tässä luvussa, mutta joilla on iso merkitys esimerkiksi uusien tuotantoalueiden lupaprosesseissa.

Tässä työssä rehevöittävät vaikutukset laskettiin CML-metodologialla, joka on yksi käytetyimmistä elinkaariarvioinnin (LCA) vaikutusarviointimenetelmistä ja käyttökelpoisin menetelmä arvioimaan vaikutuksia Itämereen (CLM-AI 2016). Kasvualustojen ja kuivikkeiden raaka-aineiden tuotantoketjujen kokonaisympäristövaikutukset laskettiin Euroopan komission suosittelemalla EF 3.1-menetelmällä. Menetelmän avulla voidaan arvioida sekä tuotantoketjujen kokonaisympäristövaikutusta että eri vaikutusluokkien suhteellista merkittävyyttä toisiinsa nähden. Menetelmässä arvioidaan ympäristövaikutuksia 16 ympäristövaikutusluokan perusteella. Nämä luokat ovat happamoituminen, ilmastomuutos, makean veden ekotoksisuus, meriympäristön rehevöityminen, makean veden rehevöityminen, ympäristön rehevöityminen, syöpää aiheuttava ekotoksinen vaikutus, muu ekotoksinen vaikutus, ionisoiva säteily, maankäyttö, otsonikato, alailmakehän otsonin muodostuminen, fossiilisten resurssien käyttö, mineraalien ja resurssien käyttö ja vesiniukkuusvaikutus. Lisäksi ilmastomuutosvaikutukset ja sisä- ja murtovesien rehevöittävät vaikutukset esitetään erillisissä kuvaajissa, koska ne ovat tarkasteltujen vaikutusluokkien kannalta kaikkein merkittävimpiä.

Ympäristövaikutusten laskennassa hyödynnettiin Uudet kasvualustat ja Turvevapaa ruokaketju -hankkeiden tuloksia, jotka perustuivat pääosin Ecoinvent-tietokantaan, sekä primaaritiedon keruuseen suomalaisilta toimijoilta. Ecoinvent on laaja, tieteellisesti kuratoitu elinkaariinventaarior (LCI), joka tarjoaa jäljitettävän, standardoidun ja kansainvälisesti vertailukelpoisen aineistopohjan ja soveltuu siten hyvin perusteellisiin elinkaariarviointeihin.

LCA-laskelmien lisäksi tehtiin kirjallisuusselvitys kasvualustojen ja kuivikkeiden elinkaarilaskennasta. Mallinnusten toteutus on kerrottu tarkemmin kappaleessa 6.1. Kasvualusta- ja kuivikemateriaalien kasvihuonekaasujen ja ympäristövaikutusten mallinnukset. Seuraavat kappaleet 6.2–6.8. kokoavat yhteen mallinnusten tulokset.

6.1. Kasvualusta- ja kuivikemateriaalien kasvihuonekaasujen ja ympäristövaikutusten mallinnukset ja tiedonlähteet

Kuivike- ja kasvualustamateriaalien ympäristövaikutuksia on analysoitu yhteistyössä SeAMKin tutkijoiden Johanna Kiviojan ja Valtteri Mannisen kanssa. He ovat tuottaneet LCA-laskentojen perustaksi kuivike- ja kasvualustamateriaalien päästökerroin-arvot ja osallistuneet laskentojen toteutukseen yhdessä Luken Frans Silveniuksen kanssa. SeAMKin tuottama aineisto sisältää muun muassa puukuidun uudet, päivitettyt päästöarvot. Kuivike- ja kasvualustamateriaalien ympäristövaikutuksista on tulossa tarkempi tieteellinen SeAMKin ja Luken yhteisjulkaisu keväällä 2026 (Manninen ym. 2026).

Turpeen osalta kasvihuonekaasupäästöt mallinnettiin Luonnonvarakeskuksen Foodprint-laskentaohjeistuksen mukaan käyttämällä kuivike- ja kasvuturpeen tietoja siten, että pääasiallinen turvetantoalueen päästömallinnuslähde oli kasvihuonekaasuinventaarior, johon LCA-laskennassa lisättiin loppukäyttövaiheessa tapahtuvat turpeen hajoamisen päästöt. Kuivike- ja kasvuturpeen tiheydeksi oletettiin 90 kg kuiva-ainetta/m³ ja tästä 50 % hiiltä, jonka oletettiin hajoavan 100 vuodessa hiilidioksidiksi. Kuivike- ja kasvuturpeen typpipitoisuudeksi oletettiin 0,75 % kuiva-aineesta ja tästä 1 % arvioitiin hajoavan dityppioksidiksi. Turvetuotantoalueen päästöiksi oletettiin 8 988 kg CO₂/ha hiilidioksidia, 637 kg CO₂-ekv/ha metaania ja 767 kg CO₂-ekv/ha typpioksiduulia (Nykänen ym. 1996. Alm ym. 2007) turvetuotannon määrän ollessa 6 160 000 m³ ja pinta-alan 58 200 ha vuonna 2021 (Tilastollinen vuosikirja). Tuotanto-pinta-alan muutos on huomioitu laskuissa. Pinta-ala sisältä tuotannossa, tuotantokunnossa sekä kunnostettavana olevan pinta-alan sekä myös kasvittumattoman käytöstä poistuneen pinta-alan.

Päästöistä vähennettiin referenssitilan päästöt, jotka saatiin lähteestä Laine-Petäjäkangas ym. (2024). Referenssitilan päästöt kuvasivat päästöjä, jotka suo ympäristössä tapahtuvat siinä tapauksessa, että turvetta ei nosteta. Ne erosivat energiaturpeesta ympäristöturpeen laskennassa siitä syystä, että turpeen pintakerroksessa, mistä ympäristöturvetta nostetaan, luontainen hajoaminen on suurempaa kuin alemmissä kerroksissa, joista energiaturvetta nostetaan. Lisäksi erona energiaturpeen laskentaan aumojen kasvihuonekaasupäästöjä ei ympäristöturpeen laskennassa huomioitu, koska ympäristöturpeen varastointiaika arvioitiin niin lyhyeksi. Turvetuotantoalueen päästölaskennassa huomioitiin myös se, että kuivike- ja kasvuturpeella on eri tiheys kuin energiaturpeella. Turvetuotantoalueiden käytöstä poiston jälkeiselle käytölle oletettiin metsitys. Metsityksen aikaiset kasvihuonekaasupäästöt ja hiilen sidonnat allokoitiin puumateriaaleille eikä turpeelle allokoitu sille ajalle minkäänlaisia kasvihuonekaasupäästöjä, koska niiden oletettiin liittyvän kasvatettavalle metsälle eikä turpeelle.

Turpeen tuotantoketjun rehevöittävät päästöt laskettiin Suomen ympäristökeskuksen tilastojen perusteella, joista saatiin turpeen tuotannon tyypin ja fosforin kokonaispäästöt suhteessa tuotantomääriin. Rehevöittävien päästöjen laskennassa ei ollut mahdollista eritellä energia-, kuivike- ja kasvuturvetta. Muut ympäristövaikutusluokat laskettiin NORDEL-malleihin perustuen, ja näitä arvoja verrattiin myös Ecoinvent-tietokantaan. Ecoinvent kattaa sähköntuotannon lisäksi myös polttoaineet, materiaalit, kemikaalit, kuljetukset ja muut elinkaaren osa-alueet. Ecoinvent tarjoaa siten jäljitettävän, standardoidun ja kansainvälisesti vertailukelpoisen aineistopohjan, joka soveltuu perusteellisiin elinkaariarviointeihin. NORDEL eroaa Ecoinventistä siten, että siinä käytetään Pohjoismaiden keskimääräisiä päästökertoimia Euroopan keskimääräisten päästökerroimien sijaan. Tutkimuksessa tehtiin koonti kirjallisuuslähteistä, joita olivat mm. Küll & Küttim (2025), Quantis (2012), Laine-Petäjäkangas ym. (2024) ja Lehtoranta ym. (2021).

Vähäravinteisilta, kitumaiksi luokiteltavilta soilta tehtävän **raikasammalen** korjuun sekä tuotantoalueiden käytöstä poistamisen ja ennallistamisen kasvihuonekaasutaseet perustuvat RAHKOO-raportin tietoihin. Samasta lähteestä on saatu myös tiedot korjuun aiheuttamista rehevöittävästä päästöistä (Laine-Petäjäkangas ym. 2024). Muut päästöt syntyivät korjuun ja kuljetusten polttoaineen kulutuksesta. Polttoaineen polton ja tuotantoketjun päästöt mallinnettiin Ecoinvent-tietokantaa käyttäen. Ecoinvent-tietokannassa oli malli kanadalaiselle rahkasammalen tuotannolle, johon tuloksia verrattiin. Lisäksi tuloksia verrattiin lähteeseen Lehtoranta ym. (2021).

Puukuitu valmistetaan pääasiassa metsäteollisuuden primääripuusta, eli raakapuusta, tehdystä hakkeesta ja sen tuotanto mallinnettiin suomalaiselta toimijalta saatuihin tietoihin perustuen (Puukuitu primääripuu). Lisäksi mallinnettiin puunjalostusteollisuuden sivuvirtapuusta, kuten sahanpurusta, hakkeesta, ym. sivuvirtapuusta valmistettu puukuitu (Puukuitu sivuvirtapuuta). Tiedot koskivat tuotannon energiankulutusta ja raaka-aineiden ja tuotteiden tilavuuspainoa ja kuiva-ainepitoisuutta. Tuloksia verrattiin Ecoinvent-tietokannan termomekaanisen hierteen tuotantoprosessiin siten, että sähköntuotannon osalta käytettiin Ecoinvent-tietokannan prosessia keskimääräisellä suomalaisella sähköntuotannolla (Puukuitu Ecoinvent). Lopputuotteen tiheydeksi mitattiin 55 kg/m^3 100 % kuiva-ainepitoisuudessa. Kirjallisuusselvityksessä ilmastovaikutusta verrattiin lähteeseen Quantis (2012).

Kutterilastusta käytettiin ilmastovaikutustietoa lähteestä Lehtoranta ym. (2021) siten, että allokointina käytettiin taloudellista allokointia. Ainoastaan kutterilastun ilmastovaikutus laskettiin ja kokonaisympäristövaikutukset jätettiin arvioimatta, koska luotettavien lähtötietojen löytäminen osoittautui liian haastavaksi kutterin ympäristövaikutusten laskemiseksi.

Puunkuoren osalta käytettiin Luonnonvarakeskuksen aiemmissa projekteissa kerättyä inventaariotietoa puunjalostusteollisuuden sivutuotteena muodostuvasta puunkuorimateriaalista. Allokointimenetelmänä puunjalostusteollisuuden päätuotteiden ja sivutuotteiden välillä käytettiin taloudellista allokointia. Puunkuoren tiheytenä käytettiin puunjalostusteollisuudesta saatua lukua 360 kg/m^3 . Puunkuoren oletettiin olevan puoliksi mäntyä ja puoliksi kuusta.

Ruokohelven osalta tiedot satotasosta, maalajista, lannoituksesta ja konetyöstä saatiin kyselyn perusteella, joka tehtiin yhden suomalaisen toimijan sopimusviljelijöille. Tuotantotiedot itse kasvualustan valmistuksesta saatiin yhdeltä suomalaiselta toimijalta. Rehevöittävät päästöt laskettiin Peltobioenergia-raporttiin perustuen, joka puolestaan perustui laajaan tuottajakyselyyn (Virtanen ym. 2011). Laskenta suoritettiin erikseen kivennäismaille ja turvemaille. Kompostoinnin osalta käytettiin lähde Anderssen ym. (2010) ja peltoviljelyn kasvihuonekaasupäästöjen osalta lähde IPCC (2006). Ruokohelven tilavuuspainoksi lopputuotteessa oletettiin tuottajakyselyn perusteella 350 kg/m^3 . Kompostin hiilensidontaa ei ole laskettu, mutta sen arvioidaan olevan suuruusluokkaa $0,183 \text{ kg CO}_2\text{-ekv/kg C}$ (5 % kompostin sisältämästä hiilestä, Luke, asiantuntija-arvio). Ruokohelven viljelyssä sänki sekä maan alla sijaitseva juuristo jäävät peltoon sadonkorjuun jälkeen ja tällöin tapahtuu hiilen sidontaa. Sitoutuneen hiilen määrä saatiin lähteestä Lehtoranta ym. (2021). Pellolla tapahtuvan vuosittaisen hajoamisen vuoksi kuitenkin n. 1 % orgaanisen aineksen sisältämästä hiilestä on oletettu hajoavan vuodessa (tarkastelusyvyys 20 cm). Näin laskettuna pellon luontainen hiilikato on kivennäismaille $600\text{--}900 \text{ kg/ha}$ ja turvemaille $3\ 000\text{--}6\ 000 \text{ kg/ha}$ (Heinonsalo 2020). Viljelykierron pituudeksi oletettiin 10 vuotta. Eloperäisillä mailla viljelyn seurauksena arviolta $0,5\text{--}2 \text{ cm}$ turpeesta hajoaa vuosittain aiheuttaen usean tonnin hiilipäästöt per hehtaari pellon multavuudesta riippuen (Grønlund ym. 2008, Regina ym. 2018, Heinonsalo 2020, Räsänen ym. 2023).

Järviruoko on osalta ainoat viljelyn energiasyötteet ovat niitto ja kuljetukset. Lannoitusta järviruoko ei tarvitse. Niiton osalta käytettiin heinän niittoprosessia, joka saatiin Luken aikaisemmista hankkeista. Järviruoko on niiton mukana vesistöistä poistuu ravinteita. Ravinnepitoisuudet on saatu lähteestä Hyvärinen ym. (2017). Myös järviruokoa voitaisiin viljellä suonpohjilla kosteikkoviljelynä rahkasammalen ohella tai sen kanssa (Aro ym. 2023). Järviruoko kasvatusta tosin vaatii, että kasvupaikan happamuus on lähellä neutraalia tai hieman emäksinen, joten sen viljely suonpohjilla vaatii yleensä sekä kalkitsemista että lievää lannoitusta (Aro ym. 2023).

Olkea saadaan sivutuotteena viljan tuotannosta. Tässä laskelmassa on käytetty Sustfood-Choice-projektissa laskettuja arvoja keskimääräisen ohran tuotannolle (Saarinen ym. 2014) ja oletettu, että yhtä ohrakiloa kohden korjataan 0,8 kilogrammaa olkea talteen. Allokointiperusteena käytettiin taloudellista arvoa, jonka perusteella 10 % viljelyn parametreista allokoitiin oljelle. Oljen jatkokäsittely kuivikemateriaaliksi mallinnettiin lähteen Lehtoranta ym. (2021) mukaan.

Kookos, perliitti ja kivivilla mallinnettiin Ecoinvent-tietokannan prosesseihin perustuen. Prosessit sisälsivät materiaalien valmistusketjun sekä niihin liittyvät kuljetukset. Kookoksen tilavuuspainoksi (tuorepaino) oletettiin 350 kg/m^3 , kivivillan 70 kg/m^3 ja perliitin 105 kg/m^3 (Quantis 2012).

Laskelmissa käytetyt tietokantatiedot:

Coconut fibre, at regional storehouse {FR} S. Ecoinvent process.

Electricity, low voltage {FI}| electricity voltage transformation from medium to low voltage | Cut-off, U. Ecoinvent process.

Heat, district or industrial, other than natural gas {Europe without Switzerland}| heat production, light fuel oil, at industrial furnace 1MW | APOS, S. Ecoinvent process.

Peat {NORDEL}| peat production | Cut-off, S Ecoinvent process.

Peat moss {RoW}| peat moss production, horticultural use | Cut-off, S. Ecoinvent process.

Perlite {GLO}| market for perlite | Cut-off, S

Rock wool {GLO}| market for | Cut-off,

Limestone, milled, loose {CA-QC}| limestone production, milled, loose | Cut-off, S. Ecoinvent process

Straw {FI}| oat grain production | Cut-off, S. Ecoinvent process.

Thermo-mechanical pulp {RER}| thermo-mechanical pulp production | Cut-off, S. Ecoinvent process.

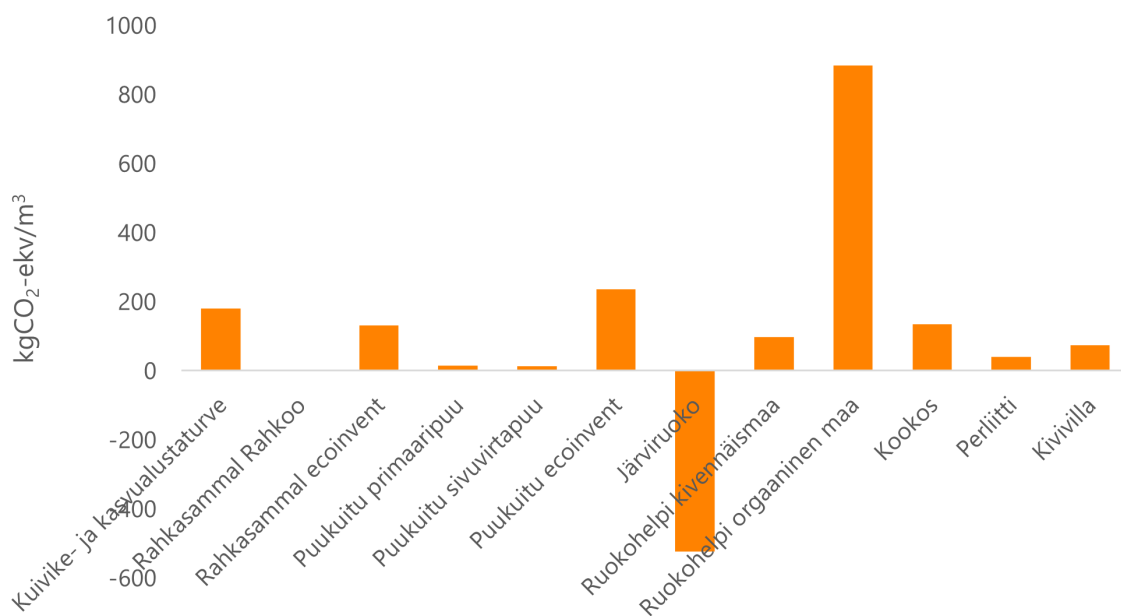
Transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods, heavy fuel oil {GLO}| transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods, heavy fuel oil | Cut-off, S. Ecoinvent process.

Transport, freight, lorry, >32 metric ton, diesel, EURO 6 {RoW}| transport, freight, lorry, >32 metric ton, diesel, EURO 6 | Cut-off, U. Ecoinvent process.

6.2. Kasvualustamateriaalien ilmastovaikutukset

Tutkituista raaka-aineista merkittävimmät ilmastovaikutukset ovat turpeella, kookoksella ja ruokohellällä ja hieman vähemmän merkittävät vaikutukset kivivillalla ja perliitillä. Puukuidulla ja sammalella ilmastovaikutus on vähäinen ja järviruo'on korjuussa saavutetaan jopa ympäristöhyötyjä (Kuva 4). Kasvualustojen jälkikäytössä oli suuria eroja. Turpeen jälkikäytössä syntyvät hiilidioksidipäästöt ovat fossiilisia ja puukuidun, sammalen ja ruokohelven biogeenisiä, koska materiaali on uusiutuvaa.

Kuivike- ja kasvualustaturpeen tuotantoketjun ilmastovaikutus oli 180 kg CO₂-ekv/m³. Rahkasammalella se oli vain 0,25 kg CO₂-ekv/m³ (Ecoinvent arvo 132 kg CO₂-ekv/m³), puukuidulla primaaripuusta 15 kg CO₂-ekv/m³ ja sivuvirtapuusta 13 kg CO₂-ekv/m³ (Ecoinvent arvo puukuitu 3 236 kg CO₂-ekv/m³), järviruo'olla -522 kg CO₂-ekv/m³, kookoksella 136 kg CO₂-ekv/m³, ruokohellällä kivinäismaalla 98 kg CO₂-ekv/m³, ruokohellällä turvemaalla (orgaaninen maa) 884 kg CO₂-ekv/m³, perliitillä 40 kg CO₂-ekv/m³ ja kivivillalla 74 kg CO₂-ekv/m³.



Kuva 4. Kasvualustojen kokonaisilmastovaikutukset vaihtelivat erittäin paljon: kuivike- ja kasvaturpe, kookoskuitu ja ruokohelppi aiheuttivat suurimmat päästöt, kun taas järviruo'on ilmastovaikutus oli negatiivinen metaanipäästöjen vähenemisen ansiosta. Puukuidun ja rahkasammalen ilmastovaikutusarvot Ecoinvent-tietokannan arvoilla olivat korkeammat kuin tämän työn paikallisiin laskelmiin perustuvat arvot.

Turpeen kohdalla suurimmat kasvihuonekaasupäästöt syntyivät turpeen hajoamisesta jälkikäytön aikana sekä turvetuotantoalueilta. Jälkikäytön osuus kokonaispäästöistä oli 63 %, ja turvetuotantoalueiden osuus 31 %. Prosessoinnin ympäristövaikutukset olivat hyvin vähäiset. Referenssitilan päästöt olivat 44,7 kg CO₂-ekv/m³, ja nämä vähennettiin kokonaispäästöistä (Laine-Petäjäkangas ym. 2024).

Ruokohellällä kasvihuonekaasupäästöt tuotettua määrää kohden olivat pieniä verrattuna useimpiin peltoviljelykasveihin (Saarinen ym. 2025). Tulos on kuitenkin herkkä satotasolle, ja on mahdollista, että ruokohelven viljelyn ilmastovaikutus voi todellisuudessa olla tätä

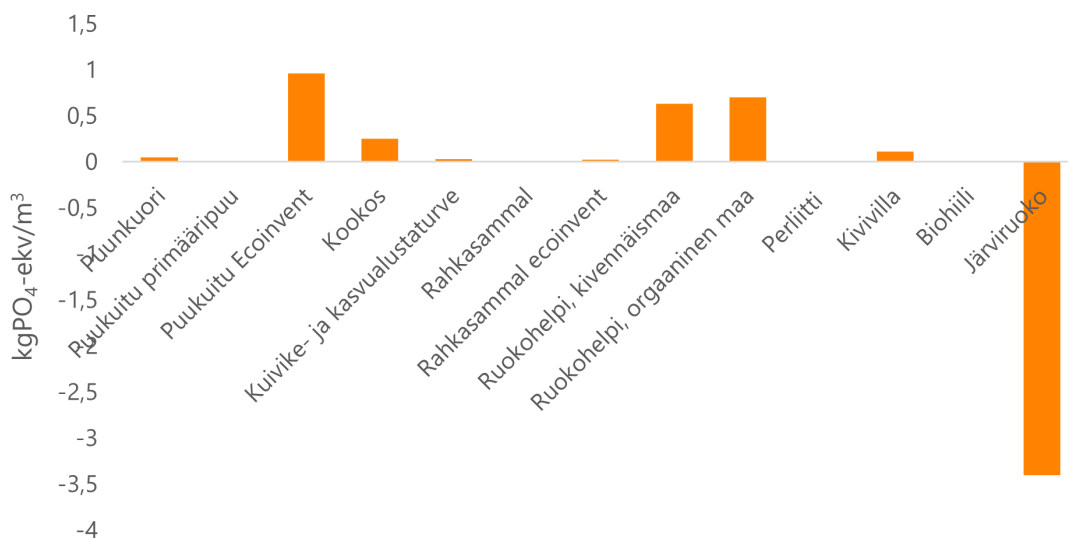
tutkimusta pienempi. Toisaalta ruokohelven viljely turvemilla aiheuttaa merkittäviä hiilidioksid- ja dityppioksidipäästöjä.

Kookoskuidun ilmastovaikutuksista 22 % johtui kuljetuksista. Puukuidun ilmastovaikutuksiin vaikutti merkittävästi sähköntuotannon energiaprofiili. Ecoinvent-prosesseihin perustuva las- kenta antoi rahkasammaleelle tulokseksi 133 kg CO₂-ekv/m³ ja puukuidulle 236 kg CO₂-ekv/m³. Tutkimuksen toimintaympäristö oli Kanada, ja erot voivat selittyä menetelmä- ja viljelytekni- sillä eroilla, erityisesti rahkasammalen korjuun hiilitaseen arvioinnissa. Puukuidun osalta Ecoinvent-prosessien sähkönkulutus oli kymmenkertainen verrattuna tähän tutkimukseen paikallisia arvoja käyttäen.

Materiaalien suhteellisissa ilmastovaikutuksissa puukuitu (primääripuu) oli 92 %, kookoskuitu 25 %, kivivilla 59 % ja rahkasammal 99 % turvetta vähäpäästöisempiä. Ecoinvent-tietokannan mukaan rahkasammalen ilmastovaikutus oli kuitenkin vain 26 % pienempi kuin turpeen, ja puukuidun ilmastovaikutus oli 31 % turvetta suurempi (Kuva 4).

6.3. Kasvualustamateriaalien tuotantoketjujen sisä- ja murtovesiä rehevöittävä vaikutus

Tutkituista materiaaleista erityisen huomattava rehevöittävä vaikutus oli viljellyillä tuotteilla, joita olivat ruokohelpi ja kookos. Muilla tutkituilla tuotteilla rehevöittävä vaikutus oli pieni, järviruo'olla jopa negatiivinen (ympäristöhyöty) (Kuva 5). Kuivike- ja kasvuturpeen tuotanto- ketjun rehevöittävät päästöt olivat 0,027 kg PO₄-ekv/m³. Rahkasammaleella rehevöittävä vai- kutus oli 0,008 puukuidulla 0,007, järviruo'olla -3,41, ruokohelvellä 0,63–0,7 ja kookoksella 0,25, perliitillä 0,009 ja kivivillalla 0,11 kg PO₄-ekv/m³. Ecoinvent-tietokannassa rahkasamma- leen rehevöittävät päästöt olivat kuitenkin 0,054 kg PO₄-ekv/m³ ja puukuidulla (primääripuu) 0,08 kg PO₄-ekv/m³ (Kuva 5).



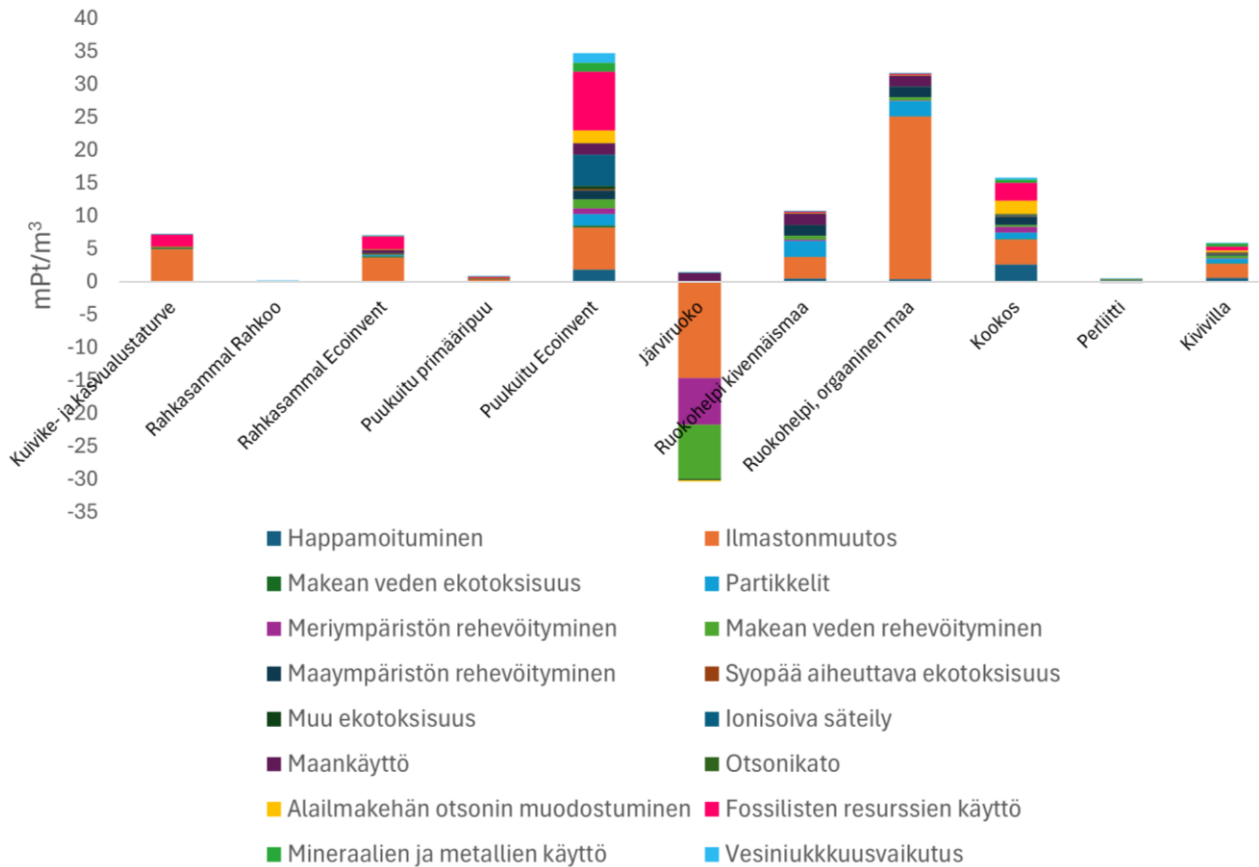
Kuva 5. Kasvualustojen sisä- ja murtovesialueiden rehevöittävät vaikutukset vaihtelivat suu- resti: viljelty ruokohelpi, puukuitu ja kookoskuitu, aiheuttivat selvästi suurimmat päästöt, kun taas järviruo'on vaikutus oli negatiivinen eli sitoo ravinteita ja estää rehevöitymistä.

Puukuidun (primääripuu) rehevöittävä vaikutus oli 74 % pienempi kuin turpeen. Kookoskuidun rehevöittävä vaikutus oli sen sijaan yhdeksänkertainen kuivike- ja kasvualustaturpeeseen verrattuna, ja kivivillan vaikutus nelinkertainen. Järviruo'on rehevöittävä vaikutus oli poikkeuksellisen pieni—noin 5 000 % kuivike- ja kasvuturvetta pienempi—sillä sen korjuun yhteydessä ympäristöstä poistuu ravinteita. Ruokohelven vaikutus oli 23–26 kertainen kuivike- ja kasvuturpeeseen verrattuna, kun taas rahkasammalen rehevöittävä vaikutus oli 70 % kuivike- ja kasvuturvetta pienempi. Ecoinvent-tietokannan mukaan rahkasammalen rehevöittävä vaikutus oli kuitenkin vain 26 % pienempi kuin turpeen, ja puukuidun ecoinvent arvoilla kokonaisympäristövaikutus 380 % suurempi kuivike- ja kasvuturpeeseen verrattuna (Kuva 5).

Tuloksissa korostuvat erityisesti viljeltyjen tuotteiden, kuten ruokohelven ja kookoskuidun, ravinnehuuhtoumat. Vaikka nämä huuhtoumat kasvattavat rehevöittävä vaikutusta, ne ovat silti pieniä verrattuna moniin muihin peltoviljelykasveihin (Saarinen ym. 2025). Kookoskuidulla on kuitenkin huomattavan suuri rehevöittävä vaikutus merialueilla. Järviruooko toimii tässä suhteessa poikkeuksena: sen korjuu poistaa typpeä ja fosforia sisä- ja murtovesistä, mikä tekee sen rehevöittävästä vaikutuksesta negatiivisen ja tuo ympäristöhyötyä.

6.4. Kasvualustamateriaalien kokonaisympäristövaikutus

Tutkituista materiaaleista kookoksella, ruokohelvellä, kuivike- ja kasvuturpeella ja kivivillalla oli suurimmat kokonaisympäristövaikutukset. Sammalen, puukuidun ja perliitin kokonaisympäristövaikutus oli vähäinen. Järviruo'on kokonaisympäristövaikutus oli negatiivinen eli sen tuotannolla ympäristöhyödyt olivat suurempia kuin haitat (Kuva 6). Kuivike- ja kasvuturpeen tuotantoketjun kokonaisympäristövaikutus oli 7,3 mPt/m³. Rahkasammaleella se oli 0,11 (Ecoinvent 7,0), puukuidulla (primääripuu) 0,88 (Ecoinvent 34), järviruo'olla -28,8, ruokohelvellä kivinäismaalla 10,8 ja turvemaalla 31,6, kookoksella 15,9, perliitillä 0,46 ja kivivillalla 6,0 mPt/m³.



Kuva 6. Kasvualustamateriaalien kokonaisympäristövaikutus vertailussa puukuidun, perliitin, rahkasammalen ja järviruoko' on kokonaisympäristövaikutukset olivat selvästi pienemmät kuin kuivike- ja kasvualustaturpeen, kun taas kookoksella ja ruokohelvellä (erityisesti orgaanisilla mailla) kokonaisvaikutus oli kuivike- ja kasvuturvetta suurempi. Puukuidun ja rahkasammalen kokonaisympäristövaikutus arviot Ecoinvent-tietokannan arvoilla olivat merkittävästi korkeammat kuin paikallisiin laskelmiin perustuvat arviot.

Kokonaisympäristövaikutusten jakauma vaihteli raaka-aineittain selvästi (Kuva 6). Ilmastonmuutos oli merkittävin vaikutusluokka suurimmalle osalle materiaaleista: turpeella 69 %, ruokohelvellä 31–77 %, kookoskuidulla 24 %, perliitillä 27 % ja kivivillalla 34 %, kun taas rahkasammalen ja puukuidun (primääripuu) osuus jäi vähäiseksi. Fossiilisten luonnonvarojen käyttö oli toiseksi tärkein vaikutusluokka erityisesti rahkasammaleella (55 %), puukuidulla (primääripuu) (31 %), turpeella (26 %), kookoskuidulla (17 %) ja kivivillalla (10 %), kun muiden materiaalien osuus oli pieni. Partikkelipäästöt korostuivat ruokohelvellä (7–23 %), perliitillä (18 %), kivivillalla (11 %), rahkasammalella (8 %) ja kookoskuidulla (6 %). Happamoituminen oli erityisen merkittävä kookoskuidulla (17 %) pitkien kuljetusmatkojen ja polttoaineenkulutuksen vuoksi sekä ruokohelvellä (5 %) viljelyn polttoainekäytön takia.

Rehevöittävät vaikutukset olivat huomattavia ruokohelvellä, jonka maaympäristön rehevöitymisen osuus oli 5–15 % ja vesiympäristöissä noin 7 %. Kookoskuidulla rehevöittävä vaikutus oli suuri erityisesti merialueilla. Ekotoksiset vaikutukset olivat kokonaisuutena vähäisiä: makean veden ekotoksisuus jäi muutamaan prosenttiin ja ihmiseen kohdistuva ekotoksisuus nousi enimmillään hieman yli kolmen prosentin kivivillalla ja puukuidulla. Puukuidulla (primääripuu) ionisoivan säteilyn vaikutuksen osuus oli selvästi suurin (4,5 %), mikä johtui vähäisistä vaikutuksista muissa vaikutusluokissa. Maankäyttö korostui ruokohelvellä (15 % kivennäismailla) ja rahkasammalella (8 %), kun taas muilla materiaaleilla se oli vähäistä. Otsonikatoa aiheuttavat päästöt jäivät lähes kaikilla materiaaleilla alle promillen lukuun. Alailmakehän

otsonitasoihin vaikuttavissa päästöissä perliitti (15 %) ja kookos (13 %) korostuivat selvästi, rahkasammalen vaikutuksen ollessa 9 % ja puukuidun sekä kivivillan, molempien noin 5 %. Mineraalien ja metallien käytössä kivivilla erottui (8,5 %) ja rahkasammal (5 %), muiden materiaalien osuuksien jäädessä alle kolmen prosentin. Vesiniukkuuden vaikutus oli yleisesti pieni, mutta kookoskuidulla ja kivivillalla se nousi 2 %:iin.

Kokonaisympäristövaikutuksissa materiaalien väliset erot olivat suuria. Kuivike- ja kasvuturpeeseen verrattuna puukuidun (primääripuu) kokonaisvaikutus oli 88 % pienempi, kookoskuidun 120 % suurempi, perliitin 94 % pienempi ja kivivillan 18 % pienempi. Ruokohelven vaikutus oli kivennäismailla 48 % ja turvemaille 360 % suurempi turpeeseen nähden. Järviruo'on kokonaisvaikutus oli 400 % ja rahkasammalen 98 % pienempi kuin turpeen. Ecoinvent-tietokannan mukaan rahkasammalen vaikutus oli kuitenkin vain 4 % turvetta pienempi, ja puukuidun jopa 380 % suurempi. Ilmastonmuutoksen osuus kokonaisvaikutuksista oli turpeella 69 %, rahkasammalella 669 %, puukuidulla (primääripuu) 43 %, ruokohelvellä 30–78 %, kookoksella 24 %, perliitillä 24 % ja kivivillalla 34 %. Resurssien käytön osuus oli turpeella 22 %, rahkasammalella 26 %, puukuidulla (primääripuu) 31 %, ruokohelvellä 24 %, kookoksella 18 %, perliitillä 17 % ja kivivillalla 10 %. Järviruo'on keskeinen vaikutusluokka oli ravinteiden poistuma, mikä vähensi rehevöittävää vaikutusta sisävesissä. Kuljetukset vaikuttivat merkittävästi erityisesti kookoskuidun polttoaineisiin liittyviin vaikutusluokkiin, kuten happamoitumiseen ja resurssien käyttöön.

Kokonaisuutena suurimmat ympäristövaikutukset syntyvät ilmastonmuutoksesta ja fossiilisten luonnonvarojen käytöstä, kun taas muut vaikutusluokat ovat osin materiaalikohtaisia ja riippuvat erityisesti viljelyolosuhteista, energiankulutuksesta ja kuljetusmatkoista.

6.5. Vertailua muihin tutkimuksiin

Kirjallisuuden perusteella eri kasvualustoilla on selvästi toisistaan poikkeavia ilmasto- ja ympäristövaikutuksia (Taulukko 4 ja Kuva 7). Esimerkiksi turvetta sisältävillä kasvualustoilla ilmasto-vaikutus on korkea (Quantis 2012, Lehtoranta ym. 2021, Stichnote 2022, Laine-Petäjäkangas ym. 2024), kun taas kompostiin tai kivivillaan perustuvilla alustoilla vaikutus ihmisten terveyteen korostuu (Quantis 2012, Vinci & Rapa 2019, Kull & Küttim 2025). Kookoskuitua paljon sisältävät kasvualustat puolestaan heikentävät ekosysteemin laatua muita materiaaleja enemmän (Quantis 2012). Kun vaikutuksia tarkastellaan usean indikaattorin kautta, yksikään materiaali ei ole ympäristövaikutuksiltaan paras kaikissa luokissa. Quantiksen (2012) mukaan puukuidulla, kookoksella ja riisinkuorilla on pienin ilmastovaikutus, ja niitä seuraavat kivivilla, perliitti ja puunkuori. Merkittävä osa ilmastovaikutuksesta selittyy kuljetuksen aiheuttamilla päästöillä.

Kuivike- ja kasvuturpeen sisältämän hiilen vapautumiseen liittyy epävarmuutta. Ohjeistusten PAS 2050 ja ISO 14067 mukaan turpeen hiili hajoaa 100 vuodessa täysin, mutta kirjallisuudessa on esitetty myös matalampia arvoja: 86 % (Karhu ym. 2012) ja tässä tutkimuksessa käytetty 71 %, jossa oletetaan, ettei ligniini hapetu vaan jää maaperään (Kull & Küttim 2025). Toisaalta Stolbikova ja Chertkova (2021) sekä Cleary ym. (2005) ovat arvioineet vuosittaisen hiilen vapautumisen olevan noin 5 %.

Kasvualustamateriaalien ilmastovaikutusten kirjallisuusarvioissa vaihtelu on huomattavaa (Taulukko 4). Turpeen ilmastovaikutusarviot vaihtelevat tarkastelluissa julkaisuissa kuivike- ja kasvualustakäytössä välillä 209–20 kg CO₂-ekv/m³ ja energiaturpeella 351–300 kg CO₂-ekv/m³, jolloin energiaturpeen vaikutus voi olla jopa 90 % kuivike- ja kasvuturpeen arvoista. Muiden materiaalien vaihteluvälit ovat tätäkin laajempia: rahkasammalella 143–0,3 kg CO₂-ekv/m³, kookoskuidulla 1433–47 kg CO₂-ekv/m³, puunkuorella 1197–15 kg CO₂-ekv/m³, puukuidulla

236–10 kg CO₂-ekv/m³, kivivillalla 562–32 kg CO₂-ekv/m³, perliitillä 100–4 kg CO₂-ekv/m³ ja ruokohellällä 864–59 kg CO₂-ekv/m³ riippuen tapahtuuko kasvatus kivennäismaalla vai orgaanisella turvemaalla.

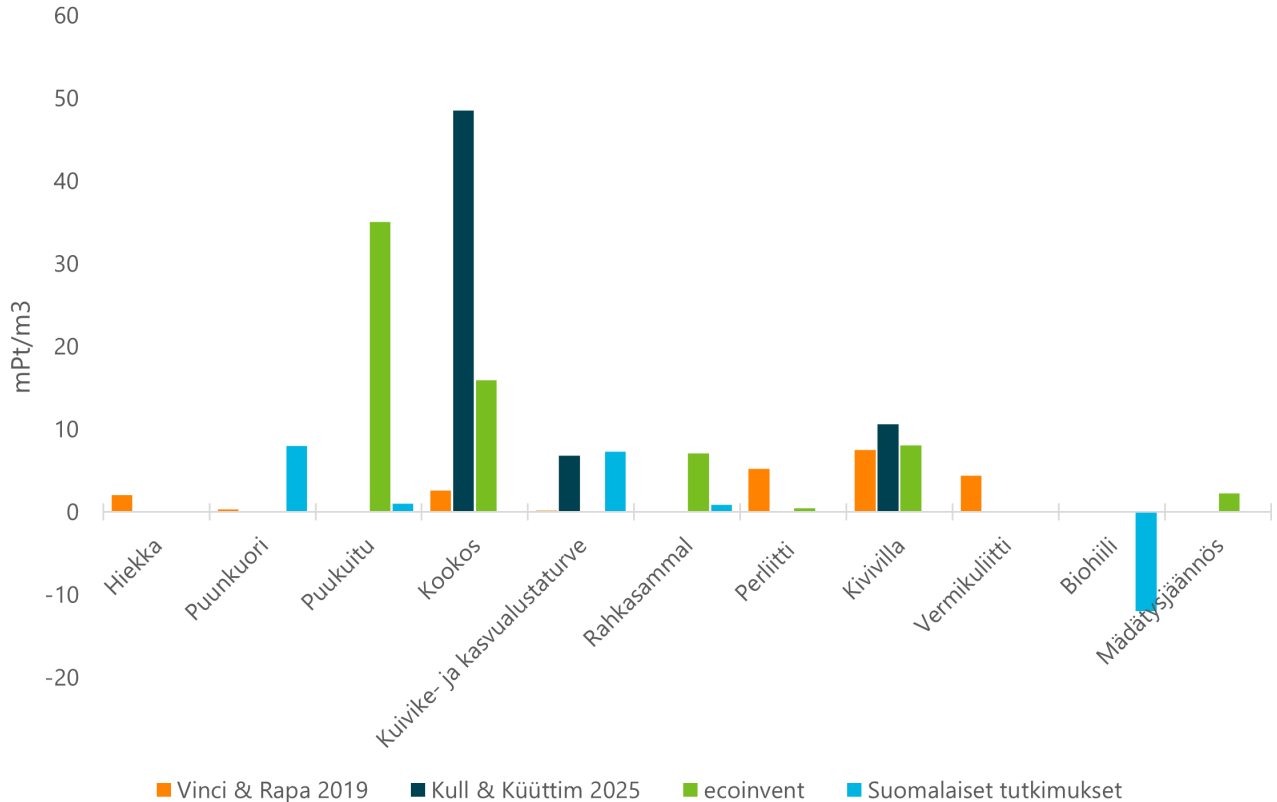
Taulukko 4. Eri julkaisuissa esiintyvät kasvualustamateriaalien ilmastovaikutustarkastelujen keskiarvot ja vaihteluväli (maksimi ja minimi arvot), joita esiintyy eri tutkimuksissa.

Materiaali	Keskiarvo kg CO ₂ -ekv/m ³	Vaihteluväli (max–min), kg CO ₂ -ekv/m ³	Julkaisut ja tutkimuksessa esitetty arvo suluissa, kg CO ₂ -ekv/m ³
Puunkuori	437	1197–15	Vinci & Rapa 2019 (1197) Quantis 2012 (70) Suomalaiset tutkimukset (15)
Puukuitu	83	236–10	Eyman ym. (10) Quantis 2012 (70) Ecoinvent (236) Suomalaiset tutkimukset (15)
Kookos	441	1433–47	Stichnote 2022 (47) Vinci & Rapa 2019 (1433) Quantis 2012 (150) Ecoinvent (135-68)
Kuivike- ja kasvuturve	130	209–20	Stichnote 2022 (209) Kull & Küttim 2025 (20) Lehtoranta ym. 2021 (117–103) Laine-Petäjäkangas ym. 2024 (123) Quantis 2012 (160) Suomalaiset tutkimukset (180)
Energiaturve	324	351–300	Stichnote 2022 (308) Kull & Küttim 2025 (351) Lehtoranta ym. 2021 (117–103) Quantis 2012 (300)
Rahkasammal	71	143–0,3	Lehtoranta ym. 2021 (143–82) Quantis 2012 (300)
Ruokohelppi, kivennäismaa	82	98–59	Lehtoranta ym. 2021 (89–59) Laine-Petäjäkangas ym. 2024 (0,3) Ecoinvent (133) Suomalaiset tutkimukset (0,3)
Ruokohelppi, turvema	509	864–311	Lehtoranta ym. 2021 (351–311) Suomalaiset tutkimukset (864)
Järviruoko	-513	-503– -522	Lehtoranta ym. 2021 (-503) Suomalaiset tutkimukset (- 522)
Perliitti	42	100–4	Vinci & Rapa 2019 (21) Quantis 2012 (100) Ecoinvent (4)
Kivivilla	201	562–32	Kull & Küttim 2025 (32,1) Vinci & Rapa 2019 (562) Quantis 2012 (110) Ecoinvent (99)
Biohiili	-614	-	Suomalaiset tutkimukset (-614)
Pajukomposti	28	32–24	Eyman ym. (32) Suomalaiset tutkimukset (24)
Mädätejäänös	9	-	Suomalaiset tutkimukset (9)

Kokonaisympäristötarkasteluissa kuivike- ja kasvuturpeen tuotantoketjun ympäristövaikutukset – kuten ilmastonmuutos, vesien rehevöityminen ja liettyminen – ovat vahvasti pinta-ala-sidonnaisia. Sen sijaan energiantensiivisille materiaaleille, kuten kivivillalle, sekä pitkien kuljetusmatkojen varassa oleville materiaaleille, kuten kookoskuidulle, korostuvat turpeeseen verrattuna aivan eri vaikutusluokat: ionisoiva säteily, happamoituminen, toksiset vaikutukset, otsonikato ja fossiilisten resurssien käyttö. Turpeennoston polttoaineenkulutus on kirjallisuuden mukaan pieni, noin 7,67 kWh/m³ (Pakere & Blumberga 2017), ja vastaava havainto tehdään myös suomalaisessa aineistossa sekä Ecoinvent-tietokannassa.

Küll ja Küttim (2025) raportoivat kookoskuidun kokonaisympäristövaikutukseksi 48,51 mPt, kivivillan 10,6 mPt ja kuivike- ja kasvuturpeen 6,79 mPt, jolloin kookoskuidun kokonaisvaikutus on heidän laskelmissaan selvästi suurin ja huomattavasti suurempi kuin Ecoinvent-tietokannan arviot (Kuva 7). Vinci ja Rapa (2019) puolestaan esittävät, että perliitti olisi tutkituista materiaaleista ympäristövaikutuksiltaan raskain, ja myös kookoksella, kivivillalla ja vermikulitilla olisi turvetta suuremmat kokonaisvaikutukset. Hiekan ja puunkuoren vaikutukset jäävät heidän tutkimuksessaan vähäisiksi. Perliitin osalta Ecoinvent-tietokanta antaa kuitenkin täysin eri suurusluokan arvot, mikä viittaa siihen, että tutkimusten välillä on menetelmä- tai rajueroja, joita ei ole mahdollista tarkentaa käytettävissä olevien tietojen perusteella (Kuva 7).

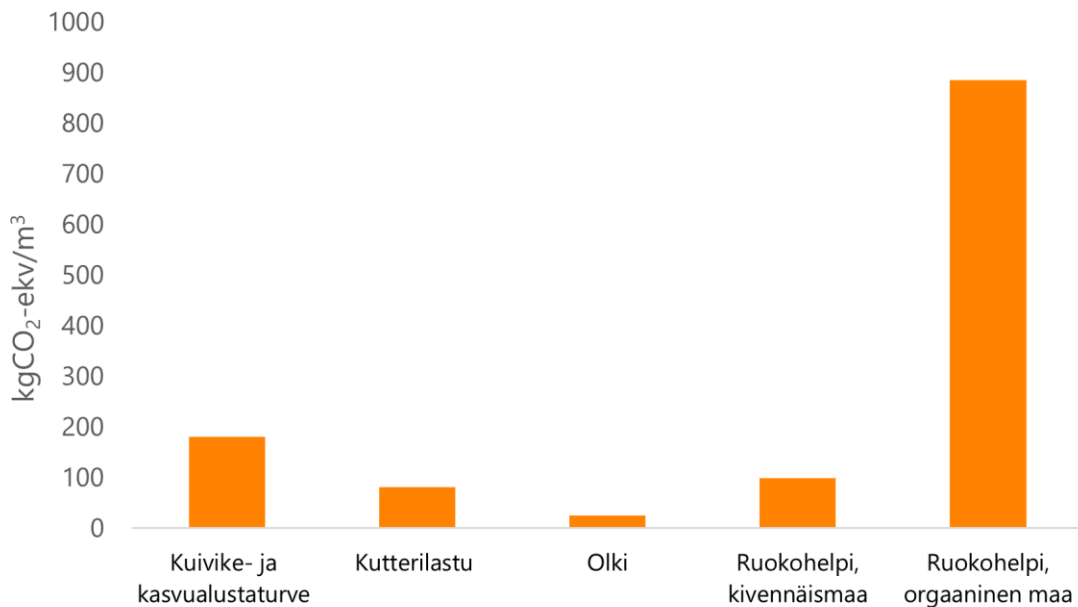
Yhdeksi vähävaikutteiseksi vaihtoehdoksi Quantis (2012) esittää kasvualustaseoksen, joka sisältää turvetta 50 %, puunkuorta 30 % ja puukuitua 20 %. Tämä osoittaa, että materiaalien yhdistelyllä voidaan optimoida ympäristövaikutuksia myös tilanteissa, joissa yksittäisellä materiaalilla ei ole kaikissa vaikutusluokissa vähäisintä kuormitusta.



Kuva 7. Kasvualustamateriaalien kokonaisympäristövaikutus eri kirjallisuuslähteisiin perustuen.

6.6. Kuivikemateriaalien ympäristövaikutus

Kuivike- ja kasvu turpeen ilmastovaikutus (180 kg CO₂-ekv/m³) on korkeampi kuin kivennäismaalla viljellyn ruokohelven (98 kg CO₂-ekv/m³), oljen (24 kg CO₂-ekv/m³) tai kutterilastun (81 kg CO₂-ekv/m³), kun taas orgaanisella maalla viljellyn ruokohelven ilmastovaikutus (884 kg CO₂-ekv/m³) oli lähes viisi kertaa suurempi kuin kuivike- ja kasvuturpeen. Toisaalta ruokohelven ilmastovaikutusta vähentää juuristomassaan sitoutuva hiili. Oljen osalta laskuissa on mukana pelkkä alkutuotanto. Kutterilastun ja oljen taloudelliset arvot ovat pieniä verrattuna tuotantoprosessien taloudellisiin arvoihin, ja tuotteiden prosessointi kuluttaa hyvin vähän energiaa, mikä selittää alhaisen ilmastovaikutuksen (Kuva 8).

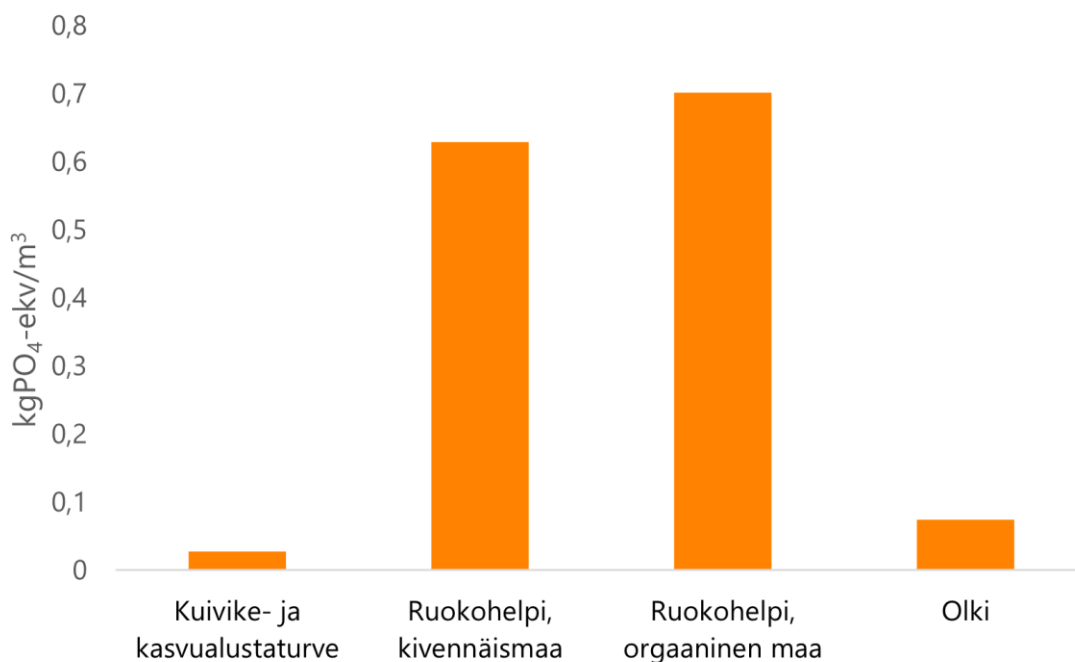


Kuva 8. Kuivikemateriaalien kokonaisilmastovaikutus oli korkein orgaanisella maalla kasvatulla ruokohelvellä, kun taas olki oli ilmaston kannalta paras vaihtoehto.

Kuivike- ja kasvuturvetta korvaavien kuivikemateriaalien ilmastovaikutuksia tarkasteltiin Suomen ympäristökeskuksen ja Luonnonvarakeskuksen TURVEKE-hankkeessa (Lehtoranta ym. 2021), jossa laskettiin eri kuivikkeiden hiilijalanjäljet elinkaariarviointiin perustuen. Tutkimuksessa havaittiin, että tutkituista materiaaleista järviruokosilpulla oli selvästi negatiivinen hiilijalanjälki, eli sen käyttö vähensi kasvihuonekaasupäästöjä verrattuna vertailutilanteeseen. Tekstiilibricketin, kivennäismaalla viljellyn ruokohelven ja rahkasammaleen hiilijalanjäljet olivat myös turvetta pienempiä, mikä tekee niistä ilmaston kannalta turvetta parempia vaihtoehtoja. Puupohjaisen murukuivikkeen ilmastovaikutus arvioitiin sen sijaan turvetta suuremmaksi, kun tarkastelu tehtiin raportissa käytetyillä laskentaoletuksilla. Ruokohelven ilmastovaikutus vaihteli huomattavasti kasvupaikan mukaan: erityisesti turvemaidella viljellyn ruokohelven osalta hiilijalanjälki saattoi olla erittäin korkea, kun taas kivennäismailla tulos oli keskimäärin turvetta pienempi mutta ei negatiivinen. Lehtoranta ym. (2021) toteavat kuitenkin, että useimpien tutkittujen tuotteiden ympäristövaikutusten vaihteluvälit olivat huomattavan suuria, minkä vuoksi lähtöarvoihin ja niiden arviointiin liittyy merkittävää epävarmuutta.

6.7. Kuivikemateriaalien sisä- ja murtovesien rehevöittämisvaikutus

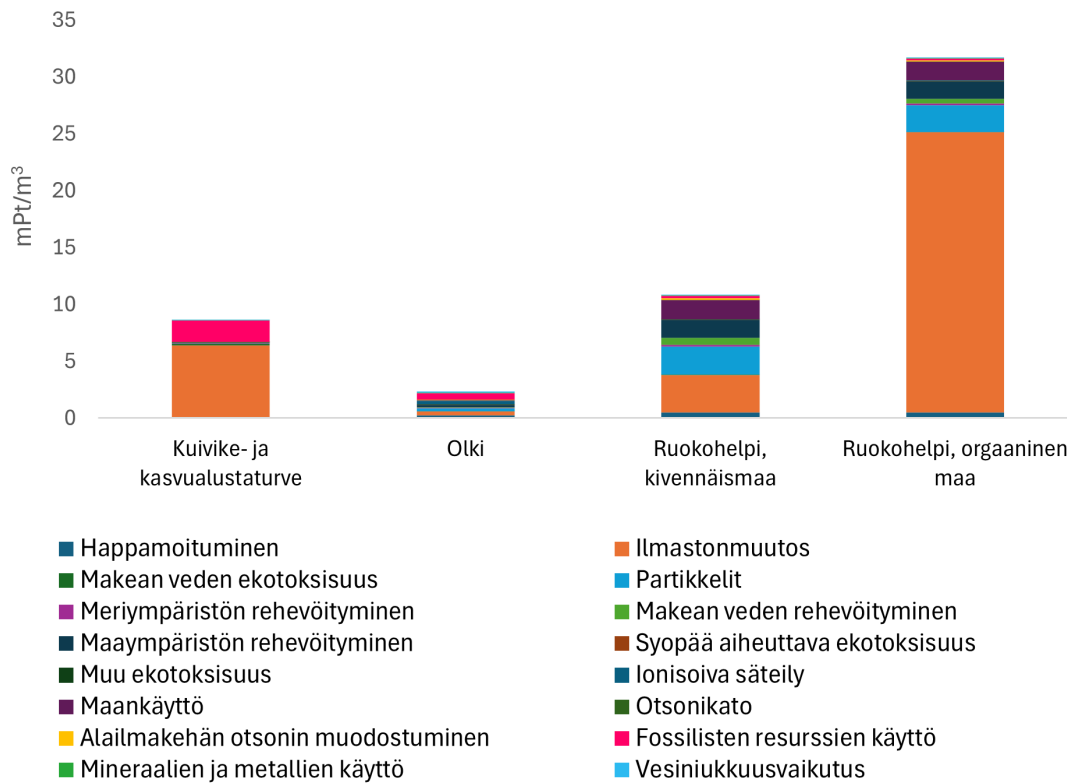
Ruokohelven rehevöittävä vaikutus on huomattavasti korkeampi kuin kuivike- ja kasvuturpeen ja oljen. Ruokohelven rehevöittävä vaikutus on 23–26 kertaa suurempi kuin oljen ja 23–26 kertaa suurempi kuin kuivike- ja kasvuturpeen (Kuva 9). Ero johtuu siitä, että maatalousprosessissa tapahtuu ravinnehuuhtoumia, jotka ruokohelven osalta allokoituvat kaikki päätuotteelle, kun taas viljan viljelyn ravinnekuormituksista vain pieni osa allokoituu oljelle. Ravinnekuormituksista allokoituu oljelle kuitenkin sen verran rehevöittäviä päästöjä, että oljen tuotantoketjun rehevöittävät päästöt ovat 2,7 kertaa suuremmat kuin kuivike- ja kasvuturpeen.



Kuva 9. Ruokohelven rehevöittävä vaikutus on 20–24 kertaa suurempi kuin oljen ja 27 kertaa suurempi kuin turpeen, koska ravinnehuuhtoumat allokoituvat laskennoissa päätuotteelle.

6.8. Kuivikemateriaalien kokonaisympäristövaikutus

Oljen kokonaisympäristövaikutus on vähäinen ja se on tutkituista kuivikemateriaaleista pienin, 2,3 mPt/m³. Seuraavana on kuiviketurve, jonka kokonaisympäristövaikutus on 7,3 mPt/m³. Ruokohelpikuivikkeen kokonaisympäristövaikutus on 10,8 mPt/m³, kun viljely tapahtuu kivennäismailla ja 31,7 mPt/m³, kun viljely tapahtuu orgaanisilla mailla (Kuva 10). Kuivike- ja kasvuturpeen ja ruokohelpikuivikkeen kokonaisympäristövaikutus on siis samaa suuruusluokkaa, jos ruokohelppi viljellään kivennäismailla, mutta jos se viljellään orgaanisilla mailla, on ruokohelpikuivikkeen kokonaisympäristövaikutus moninkertainen turpeeseen nähden (Kuva 10).



Kuva 10. Yleisesti käytössä olevien kuivikemateriaalien kokonaisympäristövaikutukset koostuvat pääasiassa ilmastonmuutosvaikutuksista, vesiniukkuusvaikutuksista ja meriympäristön rehevöitymisvaikutuksista.

6.9. Yhteenveto ympäristövaikutuksista

Kuivike- ja kasvualustamateriaalien ympäristövaikutuksia tarkasteltaessa korostuu materiaalin tuotantotavan, alkuperän ja käytön jälkeisten prosessien merkitys. Tarkastelun perusteella puupohjaiset materiaalit ja rahkasammal ovat ympäristön kannalta parhaimpia vaihtoehtoja silloin, kun ne perustuvat metsäteollisuuden sivuvirtoihin ja rahkasammalten korjuualueiden uusiutuminen varmistetaan. Tällöin raaka-aineiden hyödyntäminen ei lisää suoraan luonnonvarojen käyttöä eikä aiheuta merkittävää maankäytön muutosta.

Kuivike- ja kasvuturpeella on verrattain suuret ympäristövaikutukset, mutta tarkastelun mukaan se ei kuitenkaan ole vertailun heikoin vaihtoehto. Kuivike- ja kasvuturpeen elinkaarivaikutuksiin liittyy paljon epävarmuutta erityisesti sen käytön jälkeisen hajoamisen arvioinnissa. Peltoon levitetyn turpeen on arvioitu hajoavan sadan vuoden aikana joko noin 70 % tai jopa kokonaan, mikä vaikuttaa merkittävästi ilmastovaikutuslaskelmiin (Stolbikova & Chertkova 2021, Kull & Küttim 2025). On myös arvioitu, että 29 % turpeen sisältämästä hiilestä jää maaperään turpeen loppusijoituksen (pellolle levitys) jälkeen. Tuotannon pinta-ala ja intensiteetti ovat erittäin keskeisiä kokonaisympäristövaikutusten kannalta. Turvetuotannon aktiivisen pinta-alan nopea väheneminen Suomessa – 23 000 ha vuonna 2024 ja alle 20 000 ha vuonna 2025 – viittaa siihen, että turpeen rooli markkinoilla tulee edelleen pienenemään. Ennakoiden mukaan tuotantoala saattaa 2030-luvulla laskea jopa alle 10 000 hehtaarin (Bioenergia ry 2025).

Suot ovat Suomessa uhanalaisia elinympäristöjä, ja turpeenotto heikentää niiden monimuotoisuutta. Kuivatut suot menettävät luonnollisen hydrologiansa, lajistonsa ja hiilensidontakykynsä ja voivat toimia pitkäaikaisina päästölähteinä. Kuivike- ja kasvuturpeen tuotanto aiheuttaa kuitenkin pinta-alakohtaisesti energiaturvetta vähäisempiä vaikutuksia, koska tuotantoalueet ovat pienempiä ja käyttömäärät maltillisia. Lisäksi kuivike- ja kasvuturvealueiden, eli pintaturpeen noston jälkeinen hydrologinen palauttaminen on usein helpompaa kuin energiaturpeen vaatimien syvien turvekerrosten noston jälkeen. Turvetuotantoalueiden jälkikäytövaihtoehtoja ovat esimerkiksi ennallistaminen, kosteikot, metsitys ja peltokäyttö, alueen ominaisuuksien mukaan.

Ruokohelpi on uusiutuva, mutta ei välttämättä kokonaisympäristövaikutuksiltaan erityisen vahva vaihtoehto. Sen heikkous johtuu ennen kaikkea viljelyn aikaisista dityppioksidipäästöistä sekä ravinnehuuhtoumista. Samalla on kuitenkin huomioitavaa, että monivuotisten kasvien viljely yleisesti vähentää eloperäisten maiden päästöjä verrattuna yksivuotisiin kasveihin (Regina ym. 2018). Ruokohelpi kasvaa parhaiten kosteassa, ja ojituksen vähentäminen tai kuivatusojien tukkiminen parantaa sekä hiilensidontaa että kuormituksen hallintaa. Ruokohelven vesistövaikutukset ovat turvetuotantoa vähäisempiä, ja se tarjoaa pitkän aikavälin kestävän viljelyvaihtoehdon vähäravinteisille ja kosteille maille. Ruokohelven on myös todettu lisäävän maaperän hiilivaraston kannalta tärkeää mikrobien biomassaa ja aktiivisuutta verrattuna viljelemättömään suopeltoon (Tavi 2014), mikä viittaa siihen, että sen viljely voisi parantaa maaperän hiilitasetta turvepelloilla. Tästä näkökulmasta ruokohelpi voi tietyissä tuotantojärjestelmissä olla perusteltu valinta, vaikka sen tuotantoon liittyy myös selkeitä haasteita.

Tulevaisuuden kannalta erityisen kiinnostavia ovat rahkasammalen kosteikkoviljely suonpohjilla. Rahkasammalen kosteikkoviljelyssä vedenpinta nostetaan lähelle maanpintaa, vähintään noin 10 cm syvyyteen (Aro ym. 2023). Hiilensidontatutkimusten mukaan ennallistettu rahkasammalviljelmä vastaa luonnontilaista suota jo muutaman vuoden kuluessa ennallistamisen aloittamisesta, ja sen hiilensidontan arvioidaan jatkuvan tehokkaana vähintään kymmeniä vuosia (Aro ym. 2023). Näin kosteikkoviljely tarjoaa mahdollisuuden yhdistää tuotannollis-taloudellinen hyöty kuivike- ja kasvualustamateriaalin muodossa sekä ilmastolliset (hiilensidonta ja varastointi) ja vesiensuojelulliset hyödyt (ravinteiden ja kiintoaineksen pidättyminen).

Järviruo'on korjuu puolestaan vähentää metaanipäästöjä, sillä korjaamaton järviruokokasvusto toimii metaanilähteenä. Korjuulla vältettyjen päästöjen määrä on 48 kg CH₄-C:tä / 1 000 kg järviruokoa (Lehtoranta ym. 2021). Tämä tekee järviruo'osta potentiaalisen vaihtoehdon, joka yhdistää ilmasto- ja vesistöhyödyt sekä materiaalityöntön.

Merkittävää on myös se, että ympäristön kannalta parhaiksi arvioidut materiaalit – kuten puupohjaiset materiaalit ja rahkasammal – voivat muuttua heikoiksi vaihtoehdoiksi, mikäli raaka-aine korjataan luonnontilaisilta alueilta tai korjuualojen uusiutumista ei varmisteta. Tämä korostaa kestävyyskriteerien ja alkuperäketjujen merkitystä: materiaalin ympäristövaikutukset eivät riipu pelkästään sen ominaisuuksista vaan siitä, miten ja mistä se tuotetaan.

Heikoimpina vaihtoehtoina nousevat esiin tuontimateriaalit. Kookoskuidun ympäristökuormitusta kasvattaa sen erittäin suuri vesijalanjälki sekä pitkät kuljetusmatkat. Kivillä puolestaan on uusiutumaton materiaali, jonka valmistus on energiaintensiivistä ja kierrätys vaikeaa, mikä tekee siitä kokonaisuutena ympäristön kannalta epäedullisen vaihtoehdon.

Kokonaisuutena tarkasteltuna kuivike- ja kasvualustamateriaalien ympäristövaikutukset ovat merkittävästi riippuvaisia tuotantoketjun kestävyuden varmistamisesta. Parhaita vaihtoehtoja

ovat ne materiaalit, joiden tuotanto perustuu sivuvirtoihin tai menetelmiin, jotka samalla ennallistavat tai ylläpitävät ekosysteemien toimintaa. Suurimmat riskit liittyvät uusiutumattomiin materiaaleihin sekä tuontituotteisiin, joiden tuotanto ja logistiikka aiheuttavat merkittävän ympäristökuorman.

LCA-laskennan perusteiden ja lähtöarvojen tarkentamisen tarve

Materiaalien laskennalliset ilmasto- ja ympäristövaikutukset riippuvat LCA-laskennassa käytetyistä lähtöarvoista ja oletuksista. Ympäristövaikutuslaskelmille voidaan esittää ja löytää paljon erilaisia lähtöarvoja, ja välillä on haasteellista edes tietää, mitkä ovat oikeat arvot ja lopulta todellinen vaikutus.

Koska lähtöarvojen epävarmuuteen liittyy merkittäviä haasteita, uutta empiiristä dataa tarvitaan erityisesti materiaaleille, joiden ympäristövaikutusarvioissa esiintyy suurta hajontaa. Tällaisia lähtöarvosensitiivisiä materiaaleja ovat tiekartan selvitysten mukaan kotimaisista materiaaleista rahkasammal ja puubiomassa sekä tuontimateriaaleista kivivilla ja perliitti. LCA-laskennan perusteiden ja kertoimien yhdenmukaistaminen sekä eri materiaalien vertailukelpoisuuden parantaminen ovat välttämättömiä, jotta laskentatulokset olisivat luotettavia ja ympäristövaikutusten arviointi eri materiaalien tuotannossa olisi johdonmukaista. Useissa selvityksissä LCA-perusteita ei ole avattu riittävällä tarkkuudella, mikä heikentää tulosten toistettavuutta ja hyödynnettävyyttä. LCA:n lisäksi tarvitaan muita arvioita, kuten vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen, vesistöihin ja alueen elinolosuhteisiin ja ennallistamismahdollisuuksiin, jotta tuotantoa voidaan pitää kestäväenä.

Laskentatietokannoissa sekä tutkimusjulkaisuissa kuivike- ja kasvuturvetta käsitellään edelleen usein yhtenä kokonaisuutena, mikä pohjautuu aiempaan yhteistuotantoon. Yhteistuotannon ja pelkästään kuivike- ja kasvuturpeen tuotannon ympäristövaikutuksissa on kuitenkin huomattavia eroja kuivike- ja kasvuturpeen eduksi (Myllyviita ym. 2025). Tässä työssä teimme mahdollisimman tarkat tarkastelut pintaturpeelle käytössä olleiden lähtötietojen pohjalta. Kuivike- ja kasvuturpeen osalta päästökertoimet on laskettu tiheyden perusteella, mikä tarkoittaa, että näiden turvekenttien käytössä vapautuu vähemmän hiiltä kuin energiaturpeen ja syvempien turvekerrosten nostossa. Tämä ero on tärkeää huomioida nykytilanteessa, jossa yli puolet turvetuotannosta suuntautuu jo kuivike- ja kasvualustakäyttöön, ja osuuden odotetaan kasvavan nopeasti. Lisäksi lähes koko kuivike- ja kasvuturpeen määrä päätyy käytön jälkeen maanparannuskäyttöön, jolloin siihen sitoutunut hiili pysyy maaperässä pitkään. Erot jälkikäytön päästöjen arvioinneissa vaikeuttaa maiden välistä vertailua kuivike- ja kasvuturpeen päästöistä (Stolbikova & Chertkova 2021, Kull & Küttim 2025). Lisäksi esimerkiksi rahkasammalelle tekemämme ilmastovaikutusarviot olivat merkittävästi pienemmät, lähes päästöttömät, verrattuna Ecoinvent-arvoon (130 kg CO₂-ekv/m³). Arviomme mukaan kuivike- ja kasvuturpeen tuotannon kestävyttä voidaan parantaa uudistamalla tuotantoalueita rahkasammal kasvatuksella suon pintakerroksessa. Rahkasammal viljelyn kehittäminen voisi jatkossa tuottaa vaalealle rahkaturpeelle ominaisia, kuivike- ja kasvualustatuotteissa tarvittavia laatuominaisuuksia. Rahkasammal korjuu nykymuodossaan aiheuttaa kuitenkin samalaisia ympäristövaikutuksia kuin pintaturpeennosto ylipäätään ja rahkasammal kestävän viljely ja korjuu tarvitsee vielä paljon tutkimus- ja kehitystoimia (Laine-Petäjäkangas ym. 2024).

7. Kuivikkeet ja kasvualustat ruoantuotannon huoltovarmuuskulmasta

Suomalainen kotieläintuotanto ja hevostalous ovat vahvasti riippuvaisia kuivikkeista, kun taas kasvihuone- ja metsätaimituotanto nojaavat kasvualustoihin (Manni ym. 2023, Silvan & Virkkunen 2025). Tuotantoympäristöissä, joissa kuivitusta tarvitaan, toimiva kuivikehuolto on eläinterveyden ja eläinten hyvinvoinnin kannalta keskeinen tekijä. Kuivikkeesta tinkiminen lisää sairastumisriskiä, kasvattaa antibioottien käyttötarvetta ja heikentää eläintenpidon eettisyyttä (Manni ym. 2023). Samoin lähes kaikki kasvihuonetuotanto edellyttää kasvualustojen käyttöä vähintään taimivaiheessa (Silvan 2024, Silvan & Virkkunen 2025).

Kotimaisten kuivikkeiden ja kasvualustojen varma saatavuus on yksi suomalaisen ruoantuotannon kulmakivistä. Saatavuuden heikentyminen tai kustannusten nousu vaikuttaa suoraan sekä kotieläin- että vihannestuotantoon. Monissa tuotantomuodoissa kuiviketta tai kasvualustaa ei voida korvata muilla ratkaisuilla ilman, että tuotanto käytännössä estyy. Myös merkittävä hinnannousu heikentää kannattavuutta, sillä alkutuotannon kustannuksia ei Suomessa ole helppoa siirtää kuluttajahintoihin.

Kuivikkeiden ja kasvualustojen mahdolliset saatavuusongelmat heijastuvat laaja-alaisesti kotimaiseen tuotantoon ja edelleen elintarvikkeiden saatavuuteen, mikä heikentää elintarviketuotannon kokonaishuoltovarmuutta. Kotimainen liha on melko omavaraista. Tuotantosuunnasta riippuen jopa 80–100 % lihankulutuksesta voidaan kattaa kotimaisella tuotannolla, mikä tekee lihantuotannosta erittäin merkittävän osan Suomen proteiiniomavaraisuutta (Luonnonvarakeskus 2025). Vastaavasti kasvualustoihin tukeutuva vihannestuotanto on merkittävä ruokaturvan osa. Vihannesten vuosikulutus on kasvanut 1990-luvun noin 40 kilosta nykyiseen noin 65 kiloon, ja ne muodostavat keskeisen osan suomalaisten päivittäisestä ravinnosta (Suojala-Ahlfors 2025).

2020-luvun kriisiytynyt markkinatilanne osoitti, kuinka voimakkaasti hintojen nousu ja kuluttajien ostovoiman heikkeneminen vaikuttavat kysyntään. Vuonna 2021–2022 tuotantokustannukset nousivat jyrkästi, ja Venäjän hyökkäyssota Ukrainaan kiihdytti kehitystä entisestään. Tämä johti elintarvikkeiden laaja-alaisiin hinnankorotuksiin Euroopassa, Suomi mukaan lukien. Samaan aikaan elinkustannukset, kuten energia ja polttoaineet, kallistuivat nopeasti (Suojala-Ahlfors 2025). Tilanne osoittaa, että jopa pienet muutokset tuotantopanosten saatavuudessa ja hinnassa voivat muuttaa kulutustottumuksia – ja vakavammat kriisit voivat vaarantaa suomalaisen ruokaturvan.

Huoltovarmuuden näkökulmasta keskeisiä riskejä ovat materiaalien saatavuus, kustannustaso ja kotimaisen tuotannon jatkuvuus. Mikäli kotimainen tarjonta heikkenee, riippuvuus tuontimateriaaleista, kuten kookoskuidusta ja kivivillasta, kasvaa. Tämä altistaa tuotannon kansainvälisille logistiikkariskeille ja hinnanvaihteluille sekä heikentää kilpailukykyä. Lisäksi pitkät tuontiketjut lisäävät ympäristökuormitusta. Huoltovarmuuden vahvistaminen kuivikkeiden ja kasvualustojen osalta edellyttää kotimaisten vaihtoehtojen kehittämistä ja skaalaamista, prosessoinnin ja logistiikan varmistamista sekä joustavia tukimekanismeja ja ennakoivaa sääntelyä, jotta uudet materiaalit voidaan ottaa käyttöön kustannustehokkaasti ja toimitusvarmasti.

Turve on edelleen kriittinen raaka-aine erityisesti metsätaimituotannossa, sillä se täyttää hygieni- ja laatuvaatimukset poikkeuksellisen hyvin. Turpeen saatavuuden vaihtelut voivat heikentää taimien laatua, lisätä kustannuksia ja pakottaa alan ennenaikaisesti siirtymään korvaaviin materiaaleihin, joiden toimivuus ei ole vielä riittävän varmistettu. Suomella on myös merkittävä kansallinen vastuu metsätaimituotannosta, sillä se muodostaa olennaisen osan metsätalouden huoltovarmuutta ja metsävarojen kestävästä uudistamisesta (VN/2441/2024-MMM-1). Tämä kaikki lisää painetta kehittää korvaavia materiaaleja ja toimintavarmoja arvoketjuja turpeen käytön vähentyessä. Esimerkiksi Metsähallitus korostaa valtion metsien pitkäjänteistä uudistamista, mikä edellyttää laadukasta taimihuoltoa ja sen jatkuvuutta metsien kasvun ja hakkuutavoitteiden saavuttamiseksi.

On muistettava, että myös kotimainen energiahuolto kytkeytyy osittain kuivike- ja kasvualustapuolen huoltovarmuuteen. Yhtenä keskeisenä yhdistävänä tekijänä on energiantuotannossa sekä kuivike- ja kasvualustamateriaaleina käytettävät samat raaka-aineet, erityisesti turve ja puupohjaiset materiaalit. Näistä turve ei kilpaile raaka-aineena näiden eri käyttömuotojen kesken, koska kuivikkeena ja kasvualustoissa käytettävä materiaali on pintaturvetta, toisin kuin energianlähteenä käytettävä polttoturve, joka on syvempien kerrosten maatonutusta ainesta. Kuitenkin, koska pintaturpeen nosto on ollut tähän asti energiaturpeen sivutuote, on energiaturpeen käytön vähentyminen vähentänyt myös kuivike- ja kasvateturpeen saatavuutta. Puupohjaiset materiaalit sen sijaan kilpailevat eri käyttömuotojen kesken, koska samaa raakaainetta voidaan käyttää energianlähteenä tai vaihtoehtoisesti kuivikkeina ja kasvualustoissa. Kun puupohjaisten materiaalin käyttö energianlähteenä lisääntyy, esimerkiksi polttoturpeen käytön vähentyessä, sillä on suoria vaikutuksia puupohjaisten kuivike- ja kasvualustamateriaalien saatavuuteen.

Koska kuiviketurvetta käytetään Suomessa edelleen suuria määriä ja sillä on tärkeä rooli eläin-terveyden ja antibioottivapaan tuotannon kannalta, sen täysimittainen korvaaminen lyhyessä ajassa ei ole realistista (Manni ym. 2023). Korvaavia materiaaleja on olemassa, mutta niiden saatavuus ja toimivuus vaihtelevat tuotantomuodoittain. Myös kasvualustapuolella turpeen nopea korvaaminen on epärealistista: nykyvaihtoehdot, jalostetut puumateriaalit, rahkasammal ja ruokohelpi, riittävät kattamaan arviolta enintään puolet kasvihuonetuotannon vuotuisesta, noin 200 000 m³:n tarpeesta (Silvan 2024). Kun metsätaimituotannon noin 40 000 m³:n tarve huomioidaan, korvattava osuus pienenee entisestään (Silvan & Virkkunen 2025). Näistä syistä turpeelle on määritelty strateginen rooli huoltovarmuuden sekä ruokahuollon varautumisen kannalta, kuten kansallinen ruokastrategia ja huoltovarmuuden tavoitepäätös (568/2024) linjaavat ja turpeen saatavuus tulee turvata, kunnes riittävä määrä korvaavia ja toimivia kuivike- ja kasvualustamateriaaleja on saatavilla.

8. Linjausehdotukset tulevalle kansalliselle TKI- ja investointirahoitukselle sekä muille tukitoimille

Jotta siirtymä kuivike- ja kasvuturpeesta sitä täydentäviin ja korvaaviin uusiin materiaaleihin voidaan turvata oikeudenmukaisella tavalla, yhteiskunnalta tarvitaan TKI- ja investointirahoitusta. Oikealla tavoin suunnatulla rahoituksella voidaan edistää tuote- ja menetelmäkehitystyötä, investointeja sekä tuotannon laajentamista muuttuvassa toimintaympäristössä, ja näin korvata vähenevän kuivike- ja kasvuturpeen aiheuttama materiaalivaje.

Tiekarttatyön tuloksena kuivike- ja kasvualustamateriaalien saatavuuden turvaamiseksi on asetettu neljä keskeistä tavoitetta.

Ensimmäinen tavoite on varmistaa uusien kuivike- ja kasvualustamateriaalien raaka-ainesten riittävä saatavuus. Jo nyt on olemassa laaja valikoima kuivike- ja kasvualustamateriaaleiksi sopivia raaka-aineita. Osa niistä soveltuu sellaisenaan kuivike- ja kasvualustakäyttöön, osa vaatii jatkoprosessointia tai sekoittamista muiden materiaalien kanssa ja tuotekehitystä. Keskeisenä toimenpiteenä tulee kohdentaa TKI- ja investointitukitoimenpiteitä olemassa olevien ja erityisesti volyymiltään merkittävien materiaalien saatavuuden lisäämiseen ja edistää vähemmän käytössä olevien, mutta volyymiltään potentiaalisten materiaalien kehitystyötä ja markkinoille tuloa. Tulevaisuudessa tuotteet ovat useamman raaka-aineen seoksia ja logistiikkiin ja ajallisiin haasteisiin tarvitaan toimia. Lisäksi on keskeistä huolehtia siitä, että niiden myyntihinta pysyy kilpailukykyisenä.

Toisena tavoitteena on uusien kuivike- ja kasvualustamateriaalien markkinoille saaminen. Monilla yrityksillä, erityisesti pienimmillä, hankaluutena on, että niillä ei ole taloudellisia mahdollisuuksia pitkäjänteiseen tuotekehitystyöhön nykyisessä epävarmassa rahoitus- ja toimintaympäristössä ja muuttuvassa markkinatilanteessa. Vaikka vastuu kuivike- ja kasvualustamateriaalien kehittämistä on ensisijaisesti alan yrityksillä, monet niistä tarvitsevat tukea mm. tuotekehitykseen, markkinoille tulon alkuvaiheeseen ja investointeihin. Uusien toimivien tuotteiden tuotannon skaalaaminen tuotantomittakaavaan vaatii investointeja ja riskinottoa vaiheessa, jossa kysyntä ja asiakassuhteet ovat vielä epävarmoja. Investointitukia tulisikin suunnata yrityksille helpottamaan tuotannon aloitukseen liittyviä alkuvaiheen investointeja ja pienentämään ylösskaalauksen riskejä.

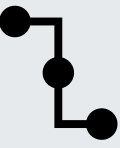
Kolmantena tavoitteena on luoda kannustimia vaihtoehtoisten ja uusien kuivike- ja kasvualustamateriaalien käyttöönottoon. Erilaisten vaihtoehtoisten ja uusien materiaalien yleistymisen edellytys on niitä käyttävien tilojen, toimijoiden ja tuottajien motivointi ja kannustaminen siirtymään. Vaikka vaihtoehtoisten materiaalien käyttöominaisuuksia on tutkittu jo melko paljon, tiedonvälitys käyttäjille on ollut puutteellista tai vaikeasti hyödynnettävää. Uusien materiaalien käyttöominaisuuksiin liittyvät epävarmuudet sekä korkeammat tai epäselvät käyttökustannukset hidastavat vaihtoehtoisten kuivike- ja kasvualustamateriaalien käyttöönottoa.


Neljäs tavoite on varmistaa, että kuivike- ja kasvuturvetta tuotetaan tarpeellinen määrä myös tulevaisuudessa. Turve on edelleen suurin yksittäinen komponentti sekä kuivikkeissa että kasvualustoissa, ja turpeen saatavuus tulee turvata vähintään tarkastelujakson ajan. Kuivike- ja kasvuturpeen saatavuuden hallitsematon väheneminen aiheuttaa merkittäviä riskejä ruoantuotannon arvoketuille. Huomattavaa on myös, että turpeen tuotanto ei tarvitse


yhteiskunnan investointirahoitusta, vaan ainoastaan lainsäädännöllisesti turvatus toimintaympäristön ympäristöluvituksen keinoin.

Tiekarttatyön osallistavien keskustelujen perusteella on muodostettu taulukko, jossa tarvittavat TKI-toimenpiteet jakaantuvat kuuteen teemaan. Ne ovat 1) Raaka-aineiden saatavuus ja skaalautuvuus, 2) Tuotekehitys, pilotointi ja tutkimusalustat, 3) Materiaalien ja seosten laatu ja terveysvaikutukset, 4) Taloudellinen kannattavuus ja markkinat, 5) Ympäristö- ja ilmastovaikutukset, ja 6) Sääntely, luvitus ja politiikkainstrumentit (Taulukko 5).

Taulukko 5. Tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimenpiteiden (TKI) teemat, keskeiset osa-alueet ja niiden toteuttajaryhmät.

Teema	Keskeiset osa-alueet	Toteuttajat
<p>1. Raaka-aineiden saatavuus ja skaalautuvuus</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Materiaalien saatavuuden nopea lisääminen (olki, ruokohelpi, rahkasammal, sivuvirrat) Suurivolyymisten materiaalien pullonkaulojen purku (logistiikka, varastointi, prosessointi) Potentiaalisten materiaalien skaalaaminen tuotantoon Uusien materiaalien alkuvaiheen testaus ja riskienhallinta Raaka-ainemäärien realistinen skaalausanalyysi Kasvualusta vs. kuivike – kaksi eri skaalautumismallia Kasvualustatarpeen EU-viennin kasvu ja Suomen ‘reservaattirooli’ 	<p>Kuivike- ja kasvualustayritykset, metsä- ja puunjalostusyrietykset, biokaasulaitokset, kotieläin- ja hevostilat, puutarhat, kasvihuone-netuottajat ja metsätaimituottajat, korjuuteknologiayritykset, tutkimuslaitokset, lupa- ja valvontavirasto, ministeriöt, kunnat ja vesialueiden omistajat</p>
<p>2. Tuotekehitys, pilotointi ja tutkimusalustat</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Pilotointi markkinoille tulon vaiheessa (tulot < kulut) Käyttäjäpilottien kustannus- ja riskikevennykset Tuotantomittakaavan pilotointialustojen puute Laboratorio-pilotti-tuotanto – kolmiportainen testausmalli Materiaalien esikäsittely (hienonnus, pelletointi, hygienisointi), lannan prosessointi kuivikkeeksi (separointi, hygienisointi) TKI-vaiheen yhteiskäyttölaitteistot Laitteistoyhteensopivuuden arviointi (vaihtuva materiaali → uudet vaatimukset) Optimointimallit ja turve vain sinne, missä sitä ei voida korvata Skaalautuvuusindeksit ja materiaalikohdattaiset päätöksentekotyökalut 	<p>Tutkimuslaitokset, ammattikorkeakoulut ja yliopistot, toisen asteen oppilaitokset, kuivike- ja kasvualustayritykset, biokaasulaitokset, metsä- ja puunjalostusyrietykset, maatilat ja hevostallit, kasvihuoneyritykset ja taimistot, laitevalmistajat, MMM ja TEM</p>

Teema	Keskeiset osa-alueet	Toteuttajat
<p>3. Materiaalien laatu, seokset ja terveysvaikutukset</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Materiaalien laatu: mm. imukyky, pöly, NH₃-sidonta, pH, hygienia • Turpeen laatuongelmien vähentäminen sekä tumman ja vaalean turpeen erojen huomiointi • Kuivike- ja kasvuturpeen erottaminen energiaturpeesta • Rahkasammalen kasvatuksen kehittäminen • Seosmateriaaleihin siirtyminen; Seosoptimointi ja siihen systemaattinen tutkimusohjelma • Kemiallinen laatu kasvualustoissa (ravinne- ja lisäainevaatimukset) • Eläinterveysvaikutukset (mm. utare, jalka, hengitystiet) • Hevostalouden erityisvaatimukset (lannan vastaanotettavuus) • Materiaalien ominaisuuksien terveysvaikutukset (mm. pöly, happamuus, ammoniakki) 	<p>Tutkimuslaitokset, ammattikorkeakoulut ja yliopistot, kuivike- ja kasvualusta- sekä prosessointiteollisuusyritykset, maatilat ja hevosallit, kasvihuoneyritykset ja taimistot</p>
<p>4. Taloudellinen kannattavuus ja markkinat</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Korvaavien materiaalien kustannusrakenteen analyysi • Materiaalineutraalin tukikehikon kehittäminen • Markkinoille tulon rahoitustuki pilotointivaiheeseen • Markkinariskit ja hinnanvaihtelu (turve vs. korvaajat) • Vientipotentiaalin analyysi ja vientiä tukevat spesifikaatiot 	<p>Tutkimuslaitokset, yliopistot, metsäteollisuuden ja bioenergia-alan yritykset, kuivike- ja kasvualustayritykset, maatilat ja hevosallit, kasvihuoneyritykset ja taimistot, Business Finland ja Finnvera, MMM, TEM ja YM</p>
<p>5. Ympäristö- ja ilmastovaikutukset</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Materiaalien LCA- ja ympäristöprofiilit ja eri materiaalien hiilensidonta- ja päästövertailut • LCA-tietokantojen korjaushankkeet ja vaihtoehtoiset energiaskenaariot • Selkokielineen LCA-viestintä päätöksentekijöille • Ympäristövaikutusten ja kaupallisten intressien tarkastelu omina prosesseinaan kokonaiskuvan hahmottamiseksi 	<p>Tutkimuslaitokset, yliopistot, yritykset, kansainväliset organisaatiot</p>

Teema	Keskeiset osa-alueet	Toteuttajat
<p>6. Sääntely, luvitus ja politiikkainstrumentit</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Kuivike- ja kasvualustaturpeen ja energiaturpeen selkeä erottaminen sääntelyssä ja kuivike- ja kasvuturve osaksi biokiertoaloutta • Lainsäädäntö- ja ohjausmekanismien tämentäminen • Ympäristövaikutusten ja lupavaatimusten eriyttäminen käyttötarkoituksen mukaan • Kokonaispolitiikan yhdenmukaistaminen (energia, ympäristö, maatalous, biotalous), ministeriöiden yhteistyö • TKI-hankkeiden ja sääntelyuudistusten synkronointi • Lupaprosessien sujuvoittaminen (3–5 vuoden kesto) ja digitaalisten ympäristölupaprosessien kehittäminen 	<p>Ministeriöt, viranomaiset ja lupa- viranomaiset, tietopalvelu- ja digi- talisaaatio toimijat, tutkimuslai- tokset ja asiantuntijaorganisaat- iot, yritykset, maatilat ja hevos- tallit, kasvihuoneyritykset ja tai- mistot, etujärjestöt, EU-tason toimijat (EU, EEA, EU JRC), maan- omistajat ja vesialueiden omista- jat</p>

8.1. Saatavuus ja skaalautuvuus

Turvetta korvaavien kuivike- ja kasvualustamateriaalien tuotanto edellyttää toimitusvarmaa ja riittävän suurivolyymista raaka-ainepohjaa. Tällä hetkellä tuotannon laajentumista rajoittavat useat tekijät, kuten ruokohelven viljelyn hiipuminen, järviruo'on korjuutekniset ja logistiset haasteet, puupohjaisten sivuvirtojen kilpailu muissa käyttökohteissa, rahkasammalbiomassan tuotannon alkuvaihe sekä mädätejäännöksen hygienisointitarpeet. Vaikka osa materiaaleista, kuten puupohjaiset materiaalit (potentiaali 10 milj. m³/v vs. käyttö n. 100 000 m³), korsimateriaalit (potentiaali 100 milj. t/v vs. käyttö muutamia tuhansia kiloja) ja mädätysjäännös (satoja milj. t/v vs. ei vielä käytössä), ovat nopeammin skaalattavissa, niiden käytössä oleva volyyymi jää vielä kauas kuivike- ja kasvuturpeen yli kolmen miljoonan kuutiometrin vuositarpeesta. Siksi tarvitaan systemaattinen raaka-ainekohtainen kehittämisohjelma ja tuotannon skaalautumista tukevia investointitoimia. Lisäksi EU-markkinoiden nopeasti kasvava kasvualustakysyntä tarjoaa Suomelle mahdollisuuden vahvistaa rooliaan laadukkaiden, turvetta korvaavien materiaalien tuottajana, mikä edellyttää tutkimus- ja innovaatiotoimintaa. Tämä tukee sekä kotimaista huoltovarmuutta että mahdollisia vientimarkkinoita. Esimerkiksi rahkasammalbiomassan tuotannossa tulee tulevaisuudessa erityisesti varmistaa korjuualueen suokasvillisuuden uusiutuminen korjuun jälkeen, jotta tuotanto olisi kestävällä pohjalla. Tässä avainasemassa on korjuualueen suokasvillisuudelle otollisen hydrologisen tilan varmistaminen alueen vettämistoimilla. Lisäksi etenkin rahkasammalbiomassan kitumaan soiden korjuuta ekologisesti kestävämpi tuotantomuoto, viljely turvetuotannosta vapautuneilla suonpohjilla, vaatisi vielä hyvin paljon menetelmäkehitystä ollakseen taloudellisesti kannattavaa.

Raaka-ainemäärien skaalautuvuuden varmistaminen ja saatavuuden parantaminen (TKI:t 1–3):

Toimenpiteen tavoitteena on parantaa kuivike- ja kasvualustamateriaalien saatavuutta ja luoda realistinen polku niiden skaalaamiseksi teolliseen mittakaavaan. Keskeistä on laatia **raaka-ainekohtaiset tuotanto-ohjelmat (TKI-1)**, joilla tuetaan koko tuotantoketjun eri

vaiheissa olevia yrityksiä raaka-aineen tuotannosta, korjuusta ja logistiikasta prosessointiin asti. Korsimateriaaleille se tarkoittaa esimerkiksi ruokohelven viljelyn uudelleenkäynnistämistä ja sopimusviljelyn kehittämistä, jolla voitaisiin varmistaa sadolle ostaja ja vähentää riskiä, että sato jää pellolle tai varastoihin ilman hyötykäyttöä. Sopimusviljely lisäisi myös teollisten toimijoiden investointivarmuutta, kun heille voitaisiin taata riittävä raaka-aineiden saatavuus.

Järviruo'on korjuu- ja kuljetusteknologioita on kehitetty jo monissa hankkeissa ja tätä työtä tulee jatkaa, jotta rannoilla olevat ruokomassat saataisiin hyödynnettyä. Haasteena ovat vaikeasti saavutettavat rantakohteet, korjuuteknologian kehitystarve ja logistiset haasteet, jotka lisäävät kustannuksia ja vaikeuttavat tuotannon kannattavuutta.

Puupohjaisten sivuvirtojen etuna ovat suuret volyymit ja ympäri vuoden jatkuva, tasalaatuinen tuotanto ja kehittyneet tuotantoketjut. Haasteena on puupohjaisten sivuvirtojen soveltuvuus monenlaiseen tuotantoon, mikä aiheuttaa kilpailupainetta ja hinnannousua raaka-aineelle. Puupohjaisille sivuvirtamateriaaleille tarvitaan kilpailuanalyysia ja mahdollisesti ohjauskeinoja tilanteessa, jossa puupohjaisista materiaaleista tulee kilpailua muiden käyttötapojen kanssa ja ruuantuotannolle tärkeitä materiaaleja, kuivikkeita ja kasvualustoja täytyy saada tuotettua riittävästi ja riittävän edullisesti.

Rahkasammalen ja pintaturpeen ympäristöllisesti kestävä tuotanto sekä rahkasammalen kasvatuksen kehittäminen kohtaavat merkittäviä haasteita, jotka tulisi ratkaista. Nykyiset korjuumenetelmät eivät mahdollista rahkasammalen uusiutumista riittävällä tasolla, minkä vuoksi rahkasammalen kasvatuksen kehittäminen taloudellisesti kannattavassa mittakaavassa on keskeistä. Rahkasammalen kasvatuksen avulla voidaan saavuttaa kestävä tuotantotapa materiaalille, joka vastaa ominaisuuksiltaan turvetta.

Biokaasulaitosten mädätejäännös on volyymiltaan erittäin lupaava materiaali ja sen tuotanto olisi jatkuvaa. Skaalaus kasvualustamateriaaliksi vaatii vielä hygienisointiin ja tuotekehitykseen liittyviä ratkaisuja ja logistisia ratkaisuja tullakseen toimivaksi raaka-aineeksi. Mädätejäännöksen hyödynnettävyyteen vaikuttaa prosessiin syötetty materiaali, ja biokaasulaitosten prosessit, joiden täytyy soveltua ruuantuotantoon meneville kuivike- ja kasvualustamateriaaleille. Näitä haasteita täytyy ratkaista, jotta mädätejäännöksestä saadaan toimiva materiaali ruuantuotantoketjuun.

Tuotanto-ohjelmat sisältävät kattavat **skaalautuvuus- ja kustannusanalyysit (TKI-2)** (CAPEX & OPEX), joissa arvioidaan materiaaliikohtaiset tuotantomahdollisuudet 5–15 vuoden aikajännteellä, tunnistetaan tuotannon ja logistiikan keskeiset pullonkaulat (koneketjut, varastointi, kuljetukset, prosessointikapasiteetti) sekä mallinnetaan investointitarpeet ja kustannusten kehitys. Raaka-aineiden tuotannon skaalaus tulee aloittaa tällaisella TKI-2:lla, jossa raaka-ainekohtaisesti käydään läpi mainitut vaiheet ja edetään kohti suunniteltuja tuotanto-ohjelmia (TKI-1). Analyseissä tulee kiinnittää huomiota seosoptimointiin, joka on haasteena useammasta raaka-aineesta koostuvissa tuotteissa.

Keskeinen kehityskokonaisuus on myös **valtakunnallinen digitaalinen raaka-ainetietokanta (TKI-3)** ja saatavuusindeksi, joka kokoaa yhteen varannot, logistiset edellytykset ja tuotantopotentiaaloin paikkatietopohjaisesti. Esimerkkejä vastaavaista, biomassojen saatavuuteen liittyvistä avoimista erilaisissa TKI-hankkeissa kehitetyistä tietokannoista ovat esimerkiksi Materiaalitori, Biomassa Atlas ja TREASoURcE-hankkeessa lanseerattu KiertoSuomesta.fi-digitaalinen markkinapaikka. Raaka-ainetietokanta parantaa läpinäkyvyyttä, tukee investointien suuntaamista ja mahdollistaa materiaalivirtojen ennakoinnin tilanteessa, jossa EU:n kasvava

kasvualustakysyntä lisää painetta suomalaisille raaka-aineille. Tietokanta tukee myös viennissä tarvittavan toimitusvarmuuden arviointia. Kehitetyt tietokannat ovat erittäin hyvä alku ja niiden jatkokehittäminen ja ylläpidon varmistaminen ovat toimenpiteitä, joilla voidaan tukea kuivike- ja kasvualustatuotantoa. Toimivan, tuotantoa tukevan tietokannan kehittäminen on erityisen tärkeää, kun tuotteet valmistetaan useammasta raaka-aineesta.

Odotetut tulokset:

1. Selkeä ja dataan perustuva kokonaiskuva kotimaisten kuivike- ja kasvualustamateriaalien todellisesta ja potentiaalisesta saatavuudesta.
2. Raaka-ainekohtaiset skaalautumismallit ja pitkän aikavälin kustannuskehitys investointien tueksi.
3. Konkreettiset teknologiset, logistiset ja tuotannolliset ratkaisut materiaali-kohtaisten pullonkaulojen purkamiseksi ja seosten optimointiin.
4. Tarkemmat linjaukset tukipolitiikasta, investoinneista ja raaka-aineiden tuotanto-ohjelmien kohdentamisesta.
5. Vahvistettu, toimitusvarma ja kustannustehokas raaka-ainepohja, joka mahdollistaa turvetta korvaavien materiaalien teollisen skaalautumisen.

Toimenpiteen vastuutahot:

1. Kuivike- ja kasvualustayritykset, metsäsektorin yritykset, biokaasulaitokset, maatilat ja hevosallit, kasvihuoneyritykset ja taimistot, korjuuteknologia-yritykset – tuotantodemonstratiot, ainevirtojen toimittaminen, pilotointi.
2. Tutkimusorganisaatiot ja yritykset – raaka-ainekartoitus, skaalautuvuusanalyysit, materiaali-kohtaiset tuotantomallit, digitaalinen varantotietokanta, ruokohelpi- ja rahkasam- malratkaisut, logistiikka- ja prosessointiteknologioiden kehitys, kustannusmallinnus, korjuuketjujen suunnittelu.
3. LVV – alueelliset kehittämistoimet, viljely- ja korjuuketjujen pilotointi, sopimusviljelyn edistäminen.
4. Ministeriöt MMM ja TEM-TKI- ja investointirahoitus.
5. YM – ekologiset reunaehdot, luvituslinjaukset ja ympäristövaikutusten huomiointi,
6. Kunnat ja vesialueiden omistajat – järviruo'on korjuun mahdollistaminen, sopimusjärjestelyt ja alueellinen koordinaatio.

8.2. Tuotekehitys, pilotointi ja tutkimusalustat

Nykyisin yksi merkittävä uusien kuivike- ja kasvualustamateriaalien kehityksen pullonkaula syntyy siitä, että uusien materiaalien kaupallistamisen alkuvaihe on riskialtis yrityksille. Prosessointiin, hygienisointiin, varastointiin ja laitteistojen yhteensopivuuteen liittyvät investoinnit ovat suuria, mutta markkinatuotot realisoituvat vasta viiveellä. Lisäksi tutkimuslaitoksissa ja oppilaitosten opetustiloilla olevaa pilotointi- ja demonstraatiokapasiteettia hyödynnetään vähän, mikä hidastaa lupaavien materiaalien etenemistä laboratorion tiloille ja kasvihuoneisiin. Uusien materiaalien käyttöönotto voidaan varmistaa vain, jos pilotointivaiheen riskejä kevennetään ja yrityksille tarjotaan tukea tuotannon käynnistämiseen ja skaalaamiseen.

Pilotointi ja markkinoille tulon tukeminen (TKI:t 4 ja 5):

Toimenpiteiden 4 ja 5 tavoitteena on mahdollistaa uusien kuivike- ja kasvualustamateriaalien pilotointi ja riskien vähentäminen markkinoille tulon kriittisessä vaiheessa, jolloin tuotot ovat vielä pienemmät kuin kulut.

Toimenpiteen keskeisenä osana on kehittää ja tehdä näkyväksi **pilotointialusta- ja toimija-verkosto (TKI-4)**, joka mahdollistaa kuivike- ja kasvualustamateriaalien testauksen kolmipor- taisella mallilla (laboratorio → pilotti → tuotanto). Laboratoriotason testaus toimii jo nykyisel- läänkin hyvin tutkimusorganisaatioiden ja yritysten yhteistyönä erilaisten hankerahoitusten kautta. Keskeinen pullonkaula on **teollisen mittakaavan testaaminen**, jossa uusia materiaa- leja voitaisiin testata käytännön mittakaavassa isoilla materiaalmäärillä ja todellisissa tuotan- toympäristöissä. Soveltuvaa infrastruktuuria on jo olemassa mm. tutkimuslaitoksissa (Luon- nonvarakeskus 2023) ja alan oppilaitosten opetustiloilla, mutta niiden tunnettavuutta on tarve lisätä ja kehittää mallit, joilla helpotetaan niiden käyttöä yritysten tarpeisiin. Näillä alustoilla yritykset ja kuivike- ja kasvualustojen käyttäjät voivat testata uusia materiaaleja hallitummin ja pienemmällä riskillä verrattuna tilanteeseen, jossa testausta tehtäisiin yksityisessä, tuotanto- mittakaavan yrityksessä. Pilotointialustat toimisivat myös tiedonvälityksessä ja motivoinnissa. Alusta voisi noudattaa esimerkiksi Living Lab -konseptia, jossa infrastruktuurin lisäksi muo- dostetaan alan toimijoiden verkosto tehostamaan tiedonvälitystä ja jakamaan alustoja ja kus- tannuksia keskenään.

Lisäksi on tarve kehittää prosessointiteknologioita (mm. hienonnus, pelletöinti, kuivaus, hy- gienisointi) ja varmistaa **laitteistojen tekninen yhteensopivuus** uusien materiaalien kanssa eri tuotantolinjoissa. Esimerkiksi kasvatusalustojen teossa tarvitaan tekniikkaa, joka on tällä hetkellä optimoitu turvemateriaalille eikä sovellu automaattisesti korvaaville materiaaleille. Myös materiaalien loppukäyttäjät voivat tarvita uutta erilaista laitteistoa mahdollistamaan uu- sien materiaalien käyttöönottoa. Muutos vaatii teknologisia investointeja ja demonstraatio- alustan avulla siirtymä voisi olla hallittu useille yrityksille yhtäaikaaisesti.

Keskeisiä ovat **kaupallistamisen alkuvaiheen tukitoimet (TKI-5)**, joilla pienennetään mark- kinoille pyrkivän yrityksen taloudellisia riskejä vaiheessa, jossa tuotantoa skaalataan ylöspäin ja tarvitaan investointeja ja riskinottoa, mutta asiakaskunta ei ole vielä vakiintunut. Tähän vai- heeseen tarvitaan taloudellisia tukitoimia, joita on pohdittu myös kohdassa 8.4. Taloudellinen kannattavuus ja markkinat. Myös erilaiset tukitoimet, kuten markkinaselvitykset, liiketoiminta- mallit ja selkeät prosessit kaupallistamisen alkuvaiheeseen helpottavat markkinoille pääsyssä ja riskien hallinnassa, jos niitä on helposti saatavilla. Näiden saatavuuden parantamiseksi tar- vitaan toimia.

Odotetut tulokset:

1. Markkinavalmiita kuivike- ja kasvualustatuotteita, joiden toimivuus ja laatu on osoitettu sekä laboratorio- että tuotantomittakaavan testeissä.
2. Pilotointimittakaavan alustat ja verkosto ja sitä kautta riskien hallinta, joka nopeuttaa uusien materiaalien käyttöönottoa.
3. Useiden eri toimijoiden verkosto, joka aktiivisesti toimii pullonkaulojen ratkaisemiseksi ja tiedon jakamiseksi.
4. Skaalausmallit auttavat yrityksiä tekemään investointeja perustellusti.

Keskeiset toimijat:

1. Tutkimuslaitokset ja yliopistot, ammattikorkeakoulut ja toisen asteen oppilaitokset.
2. Yritykset (kuivike- ja kasvualustavalmistajat) – prosessointilinjat, koe-erien valmistus, pilotointi ja tuotannon skaalaus.
3. Biokaasulaitokset, metsä- ja puunjalostusyrietykset, ruokohelven ja järviruo'on tuottajaketjut – materiaalivirtojen tuottaminen ja koetoimitukset.
4. Maatilat ja hevostallit – käytännön kuivikepilotit eri eläinlajeilla.
5. Kasvihuoneyrietykset ja taimistot – kasvualustojen pilotointi.
6. MMM ja TEM – rahoitus, pilotointituen kehittäminen ja investointien vauhdittaminen.

8.3. Materiaalien ja seosten laatu sekä terveysvaikutukset

Turve on edelleen Suomessa paljon käytetty kuivikemateriaali sen monien hyvien sekä eläimeen että eläintilan olosuhteisiin vaikuttavien ominaisuuksien vuoksi. Turpeella on erinomainen kyky sitoa kosteutta ja lantakaasuja, erityisesti ammoniakkia. Happamana materiaalina ja antiseptisten ominaisuuksiensa vuoksi turve ehkäisee taudinaiheuttajien kasvua. Tästä esimerkkinä turpeen käyttö broilereiden kuivikkeena, mikä on osaltaan mahdollistanut antibioottivapaan broilerinkasvatuksen. Muille eläinryhmille löytyy jo monia turvetta täydentäviä ja korvaavia vaihtoehtoja, mutta erityisesti niiden terveysominaisuuksien kehittäminen ja todentaminen vaativat vielä lisätyötä.

Kasvualustapuolella turve on edelleen kansainvälisesti käytetty ja tasalaatuinen perusmateriaali, jonka tautisuppressiiviset ominaisuudet ja vedenpidätysominaisuudet ovat vaikeasti korvattavia. Korvaavien materiaalien, kuten puukuitujen, kompostien ja rahkasammalen, ominaisuudet ovat lupaavia, mutta niiden seosreseptiikka ja optimaalinen käyttö kasvuvaiheittain vaativat vielä paljon tutkimusta ja standardointia. Erityisen vaikeaa turpeen korvaaminen on ammattikäyttöön suunnatuissa kasvualustoissa, joissa pienetkin heikennykset toimivuudessa aiheuttavat mittavia kustannuksia tuottajille.

Kuivike- ja kasvualustamateriaalien laadun kehittäminen ja terveysvaikutusten arviointi (TKI:t 6 ja 7):

Näissä toimenpiteissä 6 ja 7 kehitetään kotimaisten kuivike- ja kasvualustamateriaalien – kuten ruokohelven, järviruo'on, puukuitujen, rahkasammalbiomassan, mädätejäännösten, teollisuuden sivuvirtojen **teknistä toimivuutta** kuivike- ja kasvualustakäytössä. Tavoitteena on parantaa materiaalien imukykyä, vedenpidätyskykyä, rakenteellista kestävyyttä ja hygieniaa niin, että ne muodostavat tasalaatuisia, turvallisia ja laajamittaisesti käytettäviä vaihtoehtoja perinteisesti käytetyille vaalealle rahkaturpeelle. Samalla keskitytään **seosmateriaalien optimointiin (TKI-6)**, sillä yhden raaka-aineen ominaisuudet eivät useinkaan yksin riitä täyttämään tuotantoeläinten, kasvihuoneviljelyn ja metsätaimituotannon vaatimuksia. Seosteknologioiden avulla voidaan parantaa tuotteiden ominaisuuksia ja vähentää saatavuus- ja laatuvihtelusta johtuvia käyttöriskejä.

Materiaali- ja seoskehitystä tehostetaan hyödyntämällä tekoälyä, joka mallintaa raaka-aineiden ominaisuuksia, reseptiikkojen vaikutuksia ja prosessointiparametreja. **AI-pohjainen optimointi** nopeuttaa tuotekehitystä, vähentää koe-erien tarvetta ja auttaa siirtymään yritys-erehdysmenetelmästä täsmävalmistukseen. Tekoälypohjainen "reseptigeneraattori" tukee myös tasalaatuisten tuotteiden valmistusta tilanteissa, joissa biomateriaalien ominaisuudet

vaihtelevat satokauden, kosteuden tai prosessoinnin vuoksi. Seosoptimoinnissa tulee huomioida koko toimitusketju raaka-ainetuotannosta loppukäyttäjiin. Kustannuksia kertyy korjuusta, kuljetuksista, varastoinnista, säilyvyystekijöistä ja myös saatavuudesta eri vuodenaikoina.

Keskeisenä osana toimenpidettä tutkitaan **materiaalien terveysvaikutuksia (TKI-7)** tuotantoeläimille ja työntekijöille sekä kasvitautien hallintaominaisuuksia kasvihuoneissa ja metsätaimituotannossa. Kuivikkeiden osalta arvioidaan niiden vaikutuksia mm. eläinten utare-, jalka- ja hengitystieterveysten, ammoniakkin ja pölyn muodostumiseen sekä mikrobihygieniaan. Erityistä huomiota kiinnitetään separoidun lietelannan käytön mikrobiologiseen turvallisuuteen ja uudelleenkäytön riskeihin. Kasvualustoissa tarkastellaan materiaalien tautisuppressiivisuutta ja kasvinterveyttä tukevia ominaisuuksia. Riippumaton tutkimus on välttämätöntä, sillä materiaalien terveysvaikutuksilla on suora kytkös eläinten hyvinvointiin, antibioottien käyttöön, tuotantotuloksiin, kasvihuoneviljelyn tautipaineisiin sekä lopulta tuotteiden markkinakelpoisuuteen.

Odotettavat tulokset:

1. Teknisesti ja hygienialtaan validoituja seoksia ja tuotteita, jotka täyttävät eläin- ja kasvintuotannon vaatimukset, ja mahdollistavat turpeen täydentämisen kestävästi.
2. Tieteellinen tieto materiaalien terveysvaikutuksista, teknoekonominen ja elinkaarin arviointipohja sekä tekoälyavusteinen materiaalikehityksen työkalu, jotka yhdessä luovat perustan skaalautuvalle ja turvalliselle turpeen korvaamiselle.

Keskeiset toimijat:

1. Tutkimuslaitokset, ammattikorkeakoulut ja yliopistot – biomateriaalit, seokset, kasvualustat, prosessointi, materiaalimallinnus ja tekoäly, eläinterveys, mikrobianalytiikka ja kasvitutkimus.
2. Yritykset – kuivike-, kasvualusta- ja prosessointiteollisuudesta sekä maataloja, kasvihuoneyrityksiä ja metsätaimitarhoja pilotointikohteiksi.

8.4. Taloudellinen kannattavuus ja markkinat

Turvetta korvaavien kuivike- ja kasvialustamateriaalien laajamittainen käyttöönotto edellyttää, että niiden taloudellinen kannattavuus, markkinakilpailukyky ja riskitaso voidaan osoittaa läpinäkyvästi. Tällä hetkellä uusiin kuivikkeisiin ja kasvialustoihin liittyvät tuotot ovat epävarmoja ja tuotantokustannukset korkeita. Hinnanvaihtelu sekä kysynnän epävakaus muodostavat yrityksille merkittävän esteen investoinneille. Samaan aikaan kansainvälisillä markkinoilla – erityisesti EU:n kasvialustasektorilla – kysyntä vähäpäästöisille ja toimitusvarmoille kasvialustamateriaaleille kasvaa nopeasti. Suomalaisilla kuivike- ja kasvialustamateriaaleilla olisi potentiaalia vientiinkin, mutta viennin edellyttämät sertifiointit ja logistiset mallinnukset puuttuvat. Tämän teeman TKI-toimenpiteiden tarkoituksena on ratkaista taloudellisiin pullonkauloihin liittyvät haasteet ja luoda malli, joka tukee uusien materiaalien markkinoille pääsyä ja kaupallistumista.

Taloudellisen kannattavuuden ja viennin vahvistaminen (TKI:t 8–10):

Toimenpiteiden 8–10 tavoitteena on kehittää taloudelliset analyysityökalut, kansallinen tukikehikko sekä vientistrategia, joiden avulla kuivike- ja kasvialustatuotteet ja raaka-aineet voivat kilpailla kustannustehokkaasti tuontimateriaalien kanssa.

Ensimmäinen kokonaisuus kattaa **yksityiskohtaisen kustannusrakenteen mallinnuksen (TKI-8)**, joka arvioi tuotannon, logistiikan, varastoinnin ja prosessoinnin kustannuksia eri materiaaleille. Lisäksi toteutetaan hinnanvaihtelun ja markkinariskien analyysi suhteessa turpeeseen, kookoskuituun ja kivivillaan sekä laaditaan taloudelliset skenaariot 5–15 vuoden ajankänteellä.

Toinen kokonaisuus keskittyy **materiaalineutraalin tukikehikon suunnitteluun (TKI-9)**. Tavoitteena on luoda markkinoille tulon alkuvaiheen taloudellisia riskejä keventäviä tukimalleja, kuten pilotointi- ja demonstraatiotukia, investointitukia esikäsitteily- ja prosessointilaitteistoihin sekä kannustimia yrityksille, jotka ottavat käyttöön turvetta korvaavia kotimaisia kuivike- ja kasvualustamateriaaleja. Tukikehikon tulee tukea uusien materiaalien tuotannon kasvua, mutta samalla mahdollistaa kuivike- ja kasvuturpeen riittävä saatavuus.

Kolmas kokonaisuus rakentaa **vientimahdollisuuksia ja kansainvälistä kilpailukykyä (TKI 10)**. Tämä sisältää Suomen kuivike- ja kasvualustamateriaalien tuotantokapasiteetin ja kustannustason vertailun kansainvälisiin toimijoihin, kohdemarkkinoiden analyysin sekä vientiä tukevien spesifikaatioiden ja sertifiointien määrittelyn (hygienia, tautisuppressio, hiilijalanjälki, standardoitu laatu). Oleellinen osa vientimarkkinoiden analyysiä on kansainvälisen markkinan suhtautuminen turvetuotantoon sekä turpeen ja rakkasammalbiomassan hyväksyttävyyteen nyt ja tulevaisuudessa. Lisäksi toimenpiteessä tunnistetaan logistiset ratkaisut, strategiset kumppanit ja mahdolliset jalostustarpeet, jotka mahdollistavat suomalaisille turvetta täydentäville ja korvaaville kasvualustamateriaaleille kilpailukykyisen aseman kasvavilla EU:n kasvualustamarkkinoilla. Kokonaisuudessaan toimi mahdollistaa uusien kuivike- ja kasvualustamateriaalien taloudellisesti kestävä markkinoille tulon, parantaa toimitusvarmuutta ja vahvistaa Suomen roolia kuivike- ja kasvualustamateriaalien tuottajana sekä kotimaassa että kansainvälisillä markkinoilla.

Odotetut tulokset:

1. Materiaalineutraali tukikehikko, joka tukee tuotannon laajentamista ja riskien madaltamista.
2. Kattava ja vertailukelpoinen kuva eri kuivike- ja kasvualustamateriaalien raaka-aineiden tuotannon kustannusrakenteesta ja markkinariskeistä.
3. Konkreettiset vientistrategiat ja sertifiointipolut suomalaisille turvetta korvaaville kuivike- ja kasvualustatuotteille.

Keskeiset toimijat:

1. Tutkimuslaitokset ja yliopistot – kustannusanalyysit, materiaaliikohtaiset tuotanto- ja markkinamallit, kotimarkkinoiden selvitykset, prosessointiteknologioiden kustannusmallit, taloudelliset optimointityökalut, markkinataloustutkimus, vientipotentiaalinen arviointi.
2. Metsäteollisuuden ja bioenergia-alan yritykset – puukuitujen ja sivuvirtojen tarjonta-, kilpailu- ja markkinadata.
3. Kuivike- ja kasvualustavalmistajat – tuotannon investointitarpeet, skaalausmallit.
4. Kasvihuonetuotannon toimijat, kotieläin- ja hevostilat – käyttäjäpuolen kustannus- ja toimivuustieto.
5. Business Finland ja Finnvera – rahoitusinstrumentit ja vientijärjestelyt.
6. MMM, TEM ja YM – tukikehikon suunnittelu, säädösympäristön yhteensovittaminen ja strateginen ohjaus.

8.5. Ympäristö- ja ilmastovaikutukset

Turvetta korvaavien kuivike- ja kasvualustamateriaalien kehittäminen edellyttää luotettavaa ympäristö- ja ilmastovaikutusten arviointia. Ympäristövaikutusanalyysit vaikuttavat yritysten tuotantoon erilaisten säädösten kautta, jotka ohjaavat ja kannustavat kestäväan resurssien käyttöön. Ympäristövaikutusten arvioinneissa on suurta vaihtelua arviointimenetelmästä ja valituista lähtöarvoista riippuen. Siksi arviointimenetelmien uudelleentarkastelu ja menetelmien harmonisointi on olennaista paitsi kuivike- ja kasvualustatuotannon kannalta, myös laajemmin biotalouden kannalta.

Materiaalien ympäristövaikutusten arviointi- ja tietopohjan kehittäminen (TKI:t 11 ja 12):

Tavoitteena on muodostaa yhtenäinen kansallisen tason **tietopohja ja arviointimenetelmä materiaalien ilmasto- ja ympäristövaikutuksista (TKI-11)**, jotta päätöksenteko voi perustua vertailukelpoisiin ja toistettaviin arvioihin ja yritykset voivat osoittaa tuotantonsa ympäristövaikutukset ja säädösten toteutumisen tuotannossaan. Tähän tarvitaan uutta empiiristä dataa etenkin materiaaleista, joiden ympäristövaikutusarvioille on monia vaihtoehtoisia lähtöarvoja, kuten rahkasammal, puubiomassa, kivivilla ja perliitti. Laskentaperusteiden ja -kertoimien läpinäkyvä tarkentaminen on keskeistä tulosten luotettavuuden parantamiseksi. Tavoitteena on kehittää LCA-laskentaa ja raaka-aineiden tuotantoon liittyvien ympäristövaikutusten arviointimenetelmiä, lisätä kansainvälistä yhteistyötä ja tiedon saatavuutta siten, että ne tukevat kestävä ja ennakoitavaa päätöksentekoa sekä kansallisesti että EU:n tasolla. Toimenpide yhdistää elinkaariarvioinnit (LCA), hiilensidonta- ja päästövertailut, energiaskenaarioiden mallinnuksen sekä objektiivisten ympäristökriteerien luomisen. Toimenpiteessä kiinnitetään erityistä huomiota siihen, että tieto tulee helposti saavutettavaksi ja ymmärrettäväksi sitä tarvitseville toimijoille ja eri raaka-aineiden tuotantoja voidaan verrata keskenään. Ilmastovaikutusten lisäksi tulee huomioida eri tuotantojen paikalliset vesistö- ja luonnon monimuotoisuusvaikutukset, jotka ovat paljolti riippuvaisia korjuun kohdentumisesta ja pinta-aloista sekä luonnon uusiutumisesta.

Eryistä huomiota tulee kohdentaa **kuivike- ja kasvuturpeen ja rahkasammalen korjuun ympäristövaikutusten uudelleentarkasteluun (TKI 12)**. Tällä hetkellä kuivike- ja kasvuturpeen tuotannon ilmastovaikutukset arvioidaan elinkaariarvioinneissa (LCA) energiaturpeen maaperäpäästöjen vaikutuskertoimilla, mikä ei anna täysin realistista kuvaa kuivike- ja kasvuturpeen noston ilmasto- ja ympäristövaikutuksista. Laskentatietokannoissakin energia- ja kasvuturpe käsitellään yhä usein yhtenä kokonaisuutena, vaikka uusimmat tutkimukset osoittavat merkittäviä eroja kuivike- ja kasvuturpeen eduksi (Myllyviita ym. 2025). Eroja tulee etenkin pinta-aloista ja tuotannon intensiteetistä ja pintaturpeen nopeammasta hajoamisesta verrattuna syvempiin turvekerroksiin. Lisäksi kasvuturpeen lähes täydellinen päätyminen maanparannukseen käytön jälkeen vaikuttaa hiilen pitkäaikaiseen säilymiseen maaperässä, mitä ei tällä hetkellä huomioida kuivike- ja kasvuturpeen kertoimissa (Stolbikova & Chertkova 2021, Kull & Küttim 2025). Myös materiaalin tarve kuivike- ja kasvualustakäytössä olisi otettava huomioon, koska monilla turvetta täydentävillä ja korvaavilla materiaaleilla käyttömäärät ovat suurempia kuin turpeella tai rahkasammalella. Rahkasammalen kasvatuksella voitaisiin nostaa pintaturpeen uusiutumisastetta ja sillä olisi hyvät vaikutukset myös hiilensidontaan.

LCA-tarkastelun lisäksi tuotantoa on arvioitava uudelleen luonnon ennallistamistavoitteiden ja vesistövaikutusten näkökulmista. Uuden tuotantoalueen avaaminen aiheuttaa

suoekosysteemin pysyvän menetyksen, ja siksi on välttämätöntä määritellä hyväksyttävät tuotantotavat, joilla voidaan kajota vain suon pintakerrokseen ja minimoida ekosysteemihaitat. Näiden tuotantotapojen tulee olla vertailukelpoisia muiden biopohjaisten raaka-aineiden kanssa myös luontovaikutusten osalta. Tarkastelujen perusteella voidaan muodostaa suositukset kestäväan materiaalivalintaan sekä tarkoituksenmukaisiin ohjauskeinoihin, jotka tukevat sekä ilmasto- että ennallistamistavoitteiden saavuttamista.

Odotetut tulokset:

1. Vertailukelpoinen ja ajantasainen tieto eri materiaalien ilmasto- ja ympäristövaikutuksista.
2. Luotettavat LCA-tietokannat kestäväan materiaalituotannon tueksi.
3. Suositukset vähäpäästöisistä ja kestäväistä materiaaliratkaisuista.
4. Eri materiaalien käyttömäärien tarpeen huomioiminen elinkaaritarkasteluissa.
5. Käytännön ohjeet ja suositukset kestäväan materiaalien käyttöön ja korvaavuuteen.

Keskeiset toimijat:

1. Tutkimuslaitokset ja yliopistot – laskentamallit ja tietopohjan kehittäminen.
2. Osallistuvat toimijat: raaka-aineiden tuottajat, uusia materiaaleja kehittävät yritykset, käyttäjäorganisaatiot, materiaalien jälkikäyttöön osallistuvat tahot.
3. Sääntelyyn vaikuttavat organisaatiot: ministeriöt, Ruokavirasto ja Lupa- ja valvontavirasto, EU:n toimielimet ja standardointiorganisaatiot (EU JRC, ILCD, ISO).
4. Alan kansainväliset tutkimusverkostot.

8.6. Sääntely, luvitus ja politiikkainstrumentit

Sääntely ja ympäristöluvitus ovat keskeisiä tekijöitä, jotka määrittävät kuivike- ja kasvualustamateriaalien tuotannon ja käytön edellytyksiä. Tarvitaan selkeitä ohjausmekanismeja, ministeriöiden välistä yhteistyötä ja aineistoihin perustuvia analyyskejä lupaprosessien nopeuttamiseksi. Tämän teeman toimet keskittyvät sääntelyn täsmentämiseen, lupakäytäntöjen kehittämiseen ja digitaalisten prosessien käyttöönottoon.

Sääntelyn täsmentäminen, lupakäytäntöjen kehittäminen ja digitaalisten prosessien käyttöönotto (TKI:t 13 ja 14):

Turvetuotannon sääntely ja ympäristölupaprosessit ovat keskeisiä tekijöitä, jotka vaikuttavat kuivike- ja kasvuturpeen saatavuuteen ja sen asemaan osana biokiertoa. Vain noin 5 000–8 000 hehtaarin toiminta-alalla vuoteen 2040 mennessä mahdollistetaan sekä kotimaisen että vientiin menevän kasvu- ja kuiviketurpeen saatavuus nykyvolyymissaan samalla varmistamalla ympäristövaikutusten minimointi ja vastuut vesiensuojelusta ja alueiden jälkihoitosta. Tarvitaan siis ratkaisuja, jotka **sujuvoittavat kuivike- ja kasvuturvetuotannon lupaprosesseja ja sekä kohtuullistavat vaatimuksia (TKI-13)**. Nykyinen lupasääntely käsittelee energia- ja kuivike- ja kasvuturvetta yhtenä kokonaisuutena, vaikka näiden ympäristövaikutukset ja käyttötarkoitukset poikkeavat toisistaan. Kuivike- ja kasvuturvet tulee erottaa energiaturpeesta sääntelyssä ja niille tulee luoda omat tarkistetut lupaperusteet, joissa huomioidaan niiden strateginen merkitys biokiertoa ja ruokahuollon varautumisessa (kansallinen ruokastrategia ja huoltovarmuuden tavoitepäätös (568/2024)). Ympäristöluvissa tulisi huomioida myös muun maankäytön, kuten maa- ja metsätalouden, aiheuttama vesistökuormitus ja suhteuttaa turvetuotannon kuormitus sekä vesiensuojelun teho vaatimukset tähän

kokonaisuuteen. Turvetuotanto on suunnattava Ympäristönsuojelulain ja -asetuksen edellyttämille kohteille valtioneuvoston periaatepäätöksen (30.8.2012) mukaisesti soiden kestävän ja vastuullisen käytön periaatteita noudattaen.

Luvituksen sujuvoittamistoimet ovat kiireellisiä eli ne pitää saada täysimääräisesti käyttöön jo vuosien 2026–2027 aikana, sillä kuivike- ja kasvuturpeen saatavuus uhkaa puolittua jo vuoteen 2028 mennessä ja mahdollisesti loppua kokonaan 2030-luvulla ilman toimenpiteitä. Luvituksen sujuvoittamiseksi turpeen tuottajille ja ympäristökonsulteille tulee järjestää koulutusta laadultaan ja tietopohjaltaan riittävien hakemusten tekemiseksi, koska nykyisellään hakemuksen teko Lupa- ja valvontavirastolle (LVV) koetaan erittäin haastavaksi. Näin voitaisiin ehkäistä myös pitkittyneitä lupaprosesseja ja valituskierteitä. LVV:n näkemyksen mukaan puolestaan heikkolaatuiset ja puutteelliset hakemukset viivästyttävät lupa-asian käsittelyä. LVV tulisi sitouttaa lupahakemusten käsittelyyn kohtuullisessa ajassa, lupahakemusten alueellisesti yhtenäiseen tarkastelutapaan ja lupamääräysten ennakoitavuuteen koko lupa-ajaksi. Lupaehdottoja ei tulisi muuttaa turvetuotantoluvan voimassaoloaikana, vaan pitäytyä mahdollisuuksien mukaan luvanvahetuksella voimassa olevaan ohjeistukseen ja säädäntöön. Tähän työhön tulee LVV:lle varata sen tarvitsemat, riittävät resurssit.

Kuivike- ja kasvualustamateriaalien sujuvat lupaprosessit (TKI 14). Turpeen ohella myös erilaisten biomassojen tuotantoa rajoittavat useat sääntelyyn liittyvät rajoitteet. Esimerkiksi järviruoko kasvaa ranta-alueilla, jotka ovat usein monen maanomistajan hallinnassa, ja vaatii kaikkien vesialueen omistajien luvan, vaikka sen niitto ei edellytäkään ympäristölupia. Myös sammalen ja muiden kosteikkobiomassojen korjuu voi aiheuttaa ympäristövaikutuksia, joiden arviointi on olennainen osa prosessia. Nykyisellään esimerkiksi rahkasammalen korjuu ei edellytä ennakoilmoitusta eikä luvitusta. Periaatteessa myöskään mitään vastuuta korjuualueiden jälkihoidosta ei ole, joka antaa ns. villoille toimijoille vapauksia. Lakiin perustuva, ympäristöluvitusta kevyempi, esim. metsälain metsänkäyttöilmoitukseen verrattava ilmoitusmenettely, jonka yhteydessä edellytettäisiin vähintään korjuualueiden riittävää vettämistä suokasvillisuuden uusiutumisen varmistamiseksi rahkasammalen korjuun jälkeen, olisi viime kädessä tarpeellinen niin vastuullisille korjuuyrityksille, maanomistajille kuin yhteiskunnallekin. Sama pätee ruokohelven tai järviruokan kasvatukseen entisillä suonpohjilla ja turvemaidilla. Nykyiset lupamenettelyt ovat hitaita ja monimutkaisia, minkä vuoksi tarvitaan uusia menetelmiä tiedon keräämiseen ja lupaprosessien nopeuttamiseen. **Digitaaliset alustat** voivat merkittävästi lyhentää lupakäsittelyn kestoa ja parantaa prosessien ennakoitavuutta.

Odotetut tulokset:

1. Kuivike- ja kasvuturpeen strategisen aseman määrittäminen.
2. Yhdenmukaistetut ympäristöluvitukseen liittyvät linjaukset.
3. Läpinäkyvä ja ennakoitava ympäristölupajärjestelmä.

Keskeiset toimijat:

1. Ministeriöt (MMM, YM, OM, VM, TEM).
2. Viranomaiset ja lupaviranomaiset: LVV, Ruokavirasto, kuntien viranomaiset.
3. Tietopalvelu ja digitalisaatiooimijat: Digi- ja väestövirasto, Suomi.fi-palvelualusta, Lupapiste ja muut lupapalvelualustat.
4. Tutkimuslaitokset ja asiantuntijaorganisaatiot (Luke, SYKE, VTT, yliopistot, AMK:t).
5. Tuottajat: turvetuottajat ja raaka-aineiden tuottajat.
6. Kotieläin- ja hevostilat, puutarha- ja kasvihuonetuotanto, metsätaimitarhat.

7. Järjestöt ja etujärjestöt.
8. EU-tason toimijat (EU, EEA, EU JRC).
9. Maanomistajat ja vesialueiden omistajat.

Yhteenveto tarvittavista TKI-toimista

Tiekartan neljän keskeisen tavoitteen (1. kuivike- ja kasvualustamateriaalien saatavuuden parantaminen, 2. uusien tuotteiden markkinoille pääsyn tukeminen, 3. kannustimet siirtymään ja 4. turpeen riittävän saatavuuden varmistaminen) toteutumiseksi ensimmäisinä käynnistävinä toimenpiteinä tarvitaan uusien raaka-aineiden tuotanto-ohjelmat (TKI-1) ja skaalausanalyysit (TKI-2) kullekin potentiaaliselle volyyminmateriaalille erikseen (Taulukko 6). Keskeistä on aloittaa kaupallistamisen alkuvaiheen tukitoimien kehittäminen (TKI-5), jotta skaalausvaiheessa olevat yritykset uskaltavat tehdä tarvittavia investointeja tuotannon skaalaamiseen. Turpeen saannin turvaamiseksi tarvitaan toimenpiteet, joilla luvitusta voidaan nopeuttaa (TKI-14 ja TKI-12), jotta ei ajauduta kriittiseen tilanteeseen, jossa ruuantuotantoketjulle tärkeitä materiaaleja, kuivikkeita ja kasvualustoja, ei saada riittävästi käyttöön. Näitä käynnistäviä toimenpiteitä seuraavat ylläpitävät ja toimintaa laajemmin kehittävät toimenpiteet, jotka on esitetty vaaleanharmaalla pohjalla taulukossa 6. Osa toimenpiteistä, kuten raaka-aineiden tuotanto-ohjelmat (TKI-1), verkostot ja kehitysalustat (TKI-4) ja materiaalien toimivuus ja optimointi (TKI-6) jatkuvat koko tarkastelujakson ajan. Tässä ei oteta kuitenkaan kantaa TKI-rahoituksen kesto- ja suuntaan, vaan siihen, millaisiin toimiin rahoitusta tulee suunnata. Keskeistä kaikille ehdotuksille on niiden nopea käynnistyminen, jotta tuotanto ja kehitystoimet saadaan vauhtiin.

Taulukko 6. Kuivike- ja kasvualustatuotannon TKI-toimenpiteet ja aikataulukus vuoteen 2040. Tummanharmaalla pohjalla on merkitty heti aloitettavat toimenpiteet, joilla saadaan raaka-aineiden tuotantoon vauhtia ja tuetaan yritysten pääsyä markkinoille. Vaaleammalla harmaalla on merkitty ylläpitävät ja toimintaa edistävät toimenpiteet, joiden aloittaminen vaatii ensin mainittuja toimia, tai voivat muuten alkaa hieman myöhemmin.

	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040
Raaka-aineiden saatavuuden varmistaminen							
TKI							
1							
2							
3							
Tuotteiden pilotointi- ja markkinoille tulon tuki							
4							
5							
Laadun parantaminen ja terveysvaikutukset							
6							
7							
Taloudellinen kannattavuus ja vientistrategiat							
8							
9							
10							
Ympäristövaikutusten arviointi							
11							
12							
Sääntely ja lupaprosessit							
13							
14							

8.7. Investointirahoitustarpeet

Jotta markkinoilla olevien kuivike- ja kasvualustamateriaalien tuotantoa voidaan skaalata ylöspäin, jatkokehittää ja myös tuottaa markkinoille täysin uusia vaihtoehtoja, TKI-toiminnan lisäksi tarvitaan myös investointeja. Investointitarpeet ovat riippuvaisia mm. toimintamuodoista, toiminnan laajuudesta, elinkaaren vaiheesta sekä olemassa olevista ja tarvittavista resursseista. Alle on koottuna alan toimijoilta ja koko tiekarttatyön yhteydessä esiin nousseita investointitarpeita, joihin tarvitaan kohdennettua rahoitusta (Kuva 11).

Investointiehdotus 1: Alueelliset materiaalterminaalit: Suomeen tarvitaan alueellisia kuivikkeiden ja kasvualustojen tuotantoon käytettävien materiaalien terminaalieja. Ne olisivat kateettuja teollisuuskenttiä, joihin voidaan koota erityyppisiä raaka-ainemassoja. Terminaalissa tulisi olla tekniikkaa, joiden avulla raaka-aineita on mahdollista mm. kuivata, murskata ja sekoittaa keskenään ostajan tarpeiden mukaan. Raaka-aineita voidaan myydä prosessoituna eteenpäin sellaisenaan käytettäväksi tai vaihtoehtoisesti erilaisten seosmateriaalien tuotantoa

varten. Seosten ajallista ja paikallista saatavuutta tukevat toimet mahdollistavat kustannustehokkaan kuivike- ja kasvualustatuotannon.

Investointiehdotus 2: Koneketjujen kehittäminen: Murrosvaiheessa, jossa turpeen tuotanto ja käyttö vähenee ja muiden, sitä täydentävien ja korvaavien materiaalien tuotanto ja käyttö vastaavasti kasvaa, tarvitaan investointitukea koneketjujen kehittämiseen muiden materiaalien tuotantoon erityisesti kuivikkeita ja kasvualustoja valmistaville yrityksille. Tässä korostuvat erityisesti järviruo'on ja rahkasammaleen korjuuseen, jatkoprosessointiin ja logistiikkaan liittyvät menetelmät, jotka vaativat erityisiä teknologisia ratkaisuja. Myös muiden materiaalien tuotanto, käsittely ja logistiikka saattavat vaatia uusia ja nykyistä tehokkaampia teknologisia ratkaisuja, kuten silppuaminen, hiertäminen, kuivaaminen ja pelletöinti. Tulevaisuudessa on nähtävissä, että erilaisten seosten valmistus kuivikkeiksi ja kasvualustoiksi tulee lisääntymään. Tämä kehityssuunta tarvitsee uutta teknologiaa ja uusia laitteistoja, mikä tarkoittaa investointeja. Tätä kehityssuuntaa voidaan edistää ja tukea kohdentamalla uusien laitteiden kehittämiseen ja hankintaan investointitukea. Kaiken kaikkiaan alan toimijat tarvitsevat investointeja laitteistoihin, jotka mahdollistavat mm. kotimaisten raaka-aineiden jatkojalostuksen, seostuksen, laadunhallinnan ja tuotantoketjun sopeuttamisen uusiin materiaaleihin.

Investointiehdotus 3: Loppukäyttäjien laiteinvestoinnit: Kuivikkeita ja kasvualustoja käyttävät loppukäyttäjät saattavat joutua tekemään hyvinkin merkittäviä muutoksia toimintoihinsa, mikäli he siirtyvät käyttämään uusia kuivike- ja kasvualustamateriaaleja. Muutokset saattavat edellyttää kuivikkeita- ja kasvualustoja käyttäville yrityksille välttämättömiä kone- ja laiteinvestointeja. Kotieläin- ja hevostiloilla uudentyypisten kuivikemateriaalien käyttö saattaa vaikuttaa kuivikemateriaalien varastointiin, levitykseen sekä kuivalannan käsittelyyn. Lisäksi kuivikemateriaalit saattavat vaatia prosessointia, kuten silppuamista, ennen niiden käyttöä. Mikäli tilalla käytetään useamman materiaalin seoksia, se saattaa edelleen lisätä erilaisten koneiden ja laitteiden tarvetta. Myös kuivikemateriaalien tilalla tapahtuva pelletöinti saattaa olla yksi tulevaisuuden vaihtoehto. Kasvualustapuolella uudet materiaalit aiheuttavat laitteistotarpeita, kuten seulontalaitteita, kastelu- ja lannoitusjärjestelmien uusimista, potituskoneita ja sekoittimia. Uudet materiaalit vaativat ravinteiden ja kastelun optimointia, johon nykyiset järjestelmät eivät välttämättä taivu. Ruukutus- ja potituslinjat saattavat vaatia laiteinvestointeja, jos kasvualustamateriaali vaihtuu. Myös uusien laitteistojen yhteensovittaminen voi johdattaa investointitarpeisiin.

Investointiehdotus 4: Ohjelmistokehitysinvestointi: Esimerkiksi seosoptimointiohjelmisto, jolla on mahdollista tehdä erilaisia tuotekehitykseen liittyviä analyysejä ja tuotannon optimointia. Ohjelmisto huomioisi teknoekonomiset kannattavuudet ja elinkaarivaikutukset ja seosten kannattavuusvaikutukset lopputuotteisiin. arvoketjujen kannattavuus on erityisen keskeistä, kun materiaalit tulevat seoksiin monesta eri lähteestä.

Investointiehdotukset



INVESTOINTIEHDOTUS 1

Alueelliset kuivike- ja kasvualustamateriaalien terminaalit

Materiaalien varastointiin ja käsittelyyn tarvittavia katettuja teollisuuskenttiä



INVESTOINTIEHDOTUS 2

Koneketjujen kehittäminen uusille ja nykyisille raaka-aineille

Korjuu- ja prosessointiteknologian kehittämistä kuivike- ja kasvualustamateriaaleille



INVESTOINTIEHDOTUS 3

Loppukäyttäjien laiteinvestoinnit

Loppukäyttäjien tarvitsemia koneita ja järjestelmiä uusiin materiaaleihin siirtymiseen



INVESTOINTIEHDOTUS 4

Ohjelmistokehitys: Seoptimointiohjelmisto

Työkalu, jonka avulla voidaan optimoida materiaaliseoksia ja logistiikkaa

Kuva 11. Ehdotukset kuivike- ja kasvualustatuotannon kehittämiseksi tarvittavista investoinneista.

Viitteet

- Alasuutari, S. & Palva, R. 2014. Kuivitusopas. TTS:n tiedote: Maataloustyö ja tuottavuus 3/2014 (654).
- Alm, J., Shurpali, N. J., Minkkinen, K., Aro, L., Hytönen, J., Laurila, T., Lohila, A., Maljanen, M., Martikainen, P. J., Mäkiranta, P., Penttilä, S., Saarnio, S., Silvan, N., Tuittila, E.-S. & Laine, J. 2007: Emission factors and their uncertainty for the exchange of CO₂, CH₄ and N₂O in Finnish managed peatlands. *Boreal Env. Res.* 12: 191–209.
- Andersen, J.K., Boldrin, A., Samuelsson, J., Christensen, T. & Scheutz, C. 2010. Quantification of Greenhouse Gas Emissions from Windrow Composting of Garden Waste. *Journal on Environmental Quality* 39(2): 713–724.
- Aro, L., Jylhä, P., Järvenranta, K., Matila, A., Ramstadius, U., Ronkainen, T., Räsänen, A., Silvan, N., Silvenius, F., Virkajärvi, P., Wall, A. & Tolvanen, A. 2023. Turvetuotannosta poistuvien alueiden jatkokäytön vaihtoehdot Suomessa sekä arvio niiden ympäristö- ja talousvaikutuksista. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 120/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 71 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-853-9>.
- Amha, Y., Bohne, H., Schmilewski, G., Picken, P. & Reinikainen, O. 2010. Physical, chemical and botanical characteristics of peats used in the horticultural industry. *Europ. J. Hort. Sci.* 4: 177–183.
- Aurdal, S.M. 2025. The persistent challenge of alternatives to peat in container-based horticulture: A historical review of the field of growing media. *Frontiers in Horticulture* 4. <https://doi.org/10.3389/fhort.2025.1657037>
- Barrett G., Alexander P., Robinson J. & Bragg N. 2016. Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems—A review. *Scientia Horticulturae* 212: 220–234. doi: 10.1016/j.scienta.2016.09.030
- Bioenergia ry 2025. Turvetoimialan tilannekatsaus & terveiset LVV:lle/YM:lle turvetuotannon ympäristön- ja luonnonsuojelun koordinoinnin yhteistyöryhmän kokouksessa 20.11.2025.
- Bioenergia ry 2025a. Vuoden 2025 turvetuotanto 6,5 miljoonaa kuutiometriä. [Verkkosivu]. Saatavilla: <https://www.bioenergia.fi/2025/11/28/vuoden-2025-turvetuotanto-65-miljoonaa-kuutiometriä/>. Viitattu [7.1.2026].
- Bioenergia ry 2025b. Kuiviketurpeen niukkuuteen voidaan vastata luvittamalla riittävästi turvetuotantoalaa. Julkaistu 18.6.2025. <https://www.bioenergia.fi/2025/06/18/kuiviketurpeen-niukkuuteen-voidaan-vastata-luvittamalla-riittavasti-turvetuotantoalaa/>
- BMEL 2022. Federal Ministry of Food and Agriculture Peat use reduction strategy. <https://www.bmleh.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/peat-use-reduction-strategy.pdf>
- Blok, C., Eveleens, B. & van Winkel, A. 2019. Growing media for food and quality of life in the period 2020–2050. *ISHS Acta Horticulturae* 1305: III International Symposium on Growing Media, Composting and Substrate Analysis.

- Cleary, J., Roulet, N.T. & Moore, T.R. 2005. Greenhouse Gas Emissions from Canadian Peat Extraction, 1990–2000: A Life-cycle Analysis," *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 34(6): 456–461. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-34.6.456>
- CLM-AI 2016. CML – Department of Industrial Ecology. CML-IA Characterisation Factors. Leiden University. <https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-output/science/cml-ia-characterisation-factors>
- Elinvoimakeskus (n.d.) Ruoko. Saatavilla: <https://elinvoimakeskus.fi/web/ruoko/> .Viitattu 7.1.202].
- Energiavirasto 2025. Päästökaupan vaikutus energiantuotantoon ja polttoaineiden kilpailukykyyn. Energiaviraston raportti. <https://energiavirasto.fi/paastokauppa>.
- Euroopan komissio 2020. EU Biodiversity Strategy for 2030: Bringing nature back into our lives. Euroopan unionin ympäristöpolitiikan strateginen linjaus luonnon monimuotoisuuden palauttamiseksi vuoteen 2030 mennessä https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401991
- Euroopan parlamentti ja neuvosto 2000. Direktiivi 2000/60/EY yhteisön vesipolitiikan puitteista (vesipuitteidirektiivi). EURLex. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/LSU/?uri=oj:JOL_2000_327_R_0001_01
- Euroopan unionin neuvosto 1992. Direktiivi 92/43/ETY luontotyyppien sekä luonnonvaraisen eläimistön ja kasviston suojelusta (luontodirektiivi). EURLex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX:31992L0043>
- Euroopan parlamentti ja neuvosto 2009. Direktiivi 2009/147/EY luonnonvaraisten lintujen suojelusta (lintudirektiivi, kodifioitu toisinto). EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX:32009L0147>
- Euroopan parlamentti ja neuvosto 2010. Direktiivi 2010/75/EU teollisuuden päästöistä (teollisuuspäästädirektiivi, IED). EURLex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32010L0075>
- Euroopan parlamentti ja neuvosto 2008. Direktiivi 2008/98/EY jätteistä ja tiettyjen direktiivien kumoamisesta (jätedirektiivi). EURLex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32008L009>
- Finlex 2014. Ympäristönsuojelulaki (527/2014), 13 § Turvetuotannon sijoittaminen. <https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/2014/527> [finlex.fi]
- Finlex 2014. Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta (713/2014), 44 §. <https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/2014/713>
- Fleming, K., Hessel, E.F. & Van den Weghe, H.F.A. 2008. Generation airborne particles from different bedding materials for horse keeping. *Journal of Equine Veterinary Science* 28: 408–418.
- Hakala, K., Heikkinen, J., Sinkko, T. & Pakkala, K. 2016. Field trial results of straw yield with different harvesting methods, and modelled effects on soil organic carbon. A case study from Southern Finland. *Biomass and Bioenergy* 95: 8–18. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.08.021>

- Hakala, K., Kontturi, M. & Pakkala, K. 2009. Field biomass as global energy source. *Agricultural and Food Science* 18: 347–365. <https://doi.org/10.23986/afsci.5950>
- Heikkilä, E., Belinskij, A. & Kozlova, M. (toim.) 2025. Poliittikasuositus: Järviruo'on teollisen mittakaavan niitto – vesioikeudelliset ratkaisut. Varsinais-Suomen Ely keskus, Maaliskuu 2025. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-398-302-1>
- Heinonsalo, J. (Toim.) 2020. Hiiliopas. Katsaus maaperän hiileen ja hiiliviljelyn perusteisiin. <https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/01/BSAG-hiiliopas-1.-painos-2020.pdf>.
- Hyvärinen, H., Usva, K., Saarenketo, P., Juhanoja, S. & Tuhkanen, E.-M. 2017. Uutta liiketoimintaa vesistöjen ravinteista. *Luonnonvarakeskus* 39/2017. 51 s. ISSN 2342-7647
- HTA, GMA, AHDB & Defra 2023. Growing Media Monitor Report 2023: Trends in the composition of UK growing media supplied 2011–2022. https://projectbluearchive.blob.core-windows.net/media/Default/Research%20Papers/Horticulture/CP%202023_Final%20report%202011-2022.pdf
- Huoltovarmuuskeskus 2023. Muistio 17.5.2023. HVK/2023/00450-1.
- IEA 2023 International Energy Agency. Finland: Energy policy review 2023. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/07c88e41-c17b-4ea1-b35d-85dff665de4/-Finland2023-EnergyPolicyReview.pdf>
- Iivonen, S. 2008. Ympäristöturpeet ja niiden käyttö. Helsingin Yliopisto Ruralia-instituutti, raportteja 32. <http://hdl.handle.net/10138/225276>
- IPCC 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- Jaakkonen, P. 2026. Turve seilaa maailmalle. *Maaseudun Tulevaisuus* 31.1.2026. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/f6d7cdd0-abf6-46a3-8b5b-608157a19f14> [Viitattu 8.2.2026]
- Joensuu, K., Kotilainen, T., Rantanen, M., Rikala, K., Räsänen, K., Silvenius, F. & Usva, K. 2023. Puutarhatuotannon uusien menetelmien elinkaariset ympäristövaikutukset : Avomaalta tunneliin, kasvihuoneesta vertikaaliin. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 126/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 68 s
- Karhu, K., Gärdenäs, A.I., Heikkinen, J., Vanhala, P., Tuomi, M. & Liski, J. 2012. Impacts of organic amendments on carbon stocks of an agricultural soil – Comparison of model-simulations to measurements. *Geoderma* 189–190: 606–616. doi:10.1016/j.geoderma.2012.06.007.
- Kaukonen, E., Norring, M. & Valros, A. 2017. Broilerin jalkapohjan kuntoon vaikuttavat tekijät ja jalkapohjavaurioiden arviointi – kirjallisuuskatsaus. *Suomen Eläinlääkärilehti* 123(2): 73–77.
- Korhonen, T., Hirvonen, P., Rämetsä, J. & Karjalainen, S. 2021 Turvetyöryhmän loppuraportti. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2021:24. Helsinki. 123 s. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/server/api/core/bitstreams/0cd96c42-7ea3-43c4-8deb-51c7bbb0be76/content>

- Kull A. & Küttim M. 2025. Implementing circular economy principles in the use of horticultural peat products produced in Estonia and reducing related greenhouse gas emissions in the LULUCF sector. Final report. Tallinn university and university of Tartu
- Koneyrittäjät ry 2026. Turvetuotanto. <https://www.koneyrittajat.fi/pages/etusivu/koneyrittajeaet/jaesenet/turvetuotanto.php>
- Kortelainen, S., Friman, M. & Niemi, R. 2024. Separoitu lanta kuivikkeena ja sen utareterveysvaikutukset lypsykarjoissa – kirjallisuuskatsaus ja kaksi tapauselostusta. Suomen eläinlääkärilehti 137(2): 71–78.
- Laine-Petäjäkangas, A., Anttila, J., Maanavilja, L., Uusheimo, S., Vuorenmaa, J., Myllyviita, T., Lampela, M., Karvonen, J., Hamedianfar, A., Allonen, O., Grönroos, J., Lehtoranta, S., Ikkala, L., Karjalainen, S., Kivilompolo, J., Silvan, N., Sutinen H. & Turunen, J. 2024. Rahkasammalesta ilmastoviisas kasvualusta – mahdollisuudet kokonaiskestävään korjuuseen (RahKoo) -hankkeen loppuraportti. GTK:n tutkimustyöraportti 80/2024. 77 s. https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/80_2024.pdf.
- Lehtonen, A., Aro, L., Haakana, M., Haikarainen, S., Heikkinen, J., Huuskonen, S., Härkönen, K., Hökkä, H., Kekkonen, H., Koskela, T., Lehtonen, H., Luoranen, J., Mutanen, A., Nieminen, M., Ollila, P., Palosuo, T., Pohjanmies, T., Repo, A., Rikkonen, P., Rätty, M., Saarnio, S., Smolander, A., Soinne, H., Tolvanen, A., Tuomainen, T., Uotila, K., Viitala, E.-J., Virkajärvi, P., Wall, A. & Mäkipää, R. 2021. Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteet : Arvio päästövähennysmahdollisuuksista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 121 s.
- Lehtoranta, S., Johansson, A., Myllyviita, T., Grönroos, J. & Manni, K. 2021. Turvetta korvaavien kuivikemateriaalien ilmastovaikutukset. Suomen ympäristökeskus (SYKE) ja Luonnonvarakeskus (Luke). <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-5454-6>
- Lihatiedotus 2026. Lihankulutus Suomessa. <https://www.lihatiedotus.fi/tilastotietoa/lihankulutus-suomessa.html>
- Litterick A.M., Holmes S., Frederickson-Matika D.E. & Green S. 2025. How safe are peat-free growing media? An exploration of plant pathogen risks to the horticultural industry and recommendations for risk mitigation. Plants People Planet. doi: 10.1002/ppp3.70027
- Luke, Natural Resources Institute Finland 2025. Wood consumption 2024. <https://www.luke.fi/en/statistics/wood-consumption/wood-consumption-2024>
- Luonnonvarakeskus 2023. Turvetta korvaavien materiaaliratkaisujen kehittäminen. Haettu 26.2.2026 [Turvetta korvaavien materiaaliratkaisujen kehittäminen | Luonnonvarakeskus](#)
- Luonnonvarakeskus 2025. Ruuan omavaraisuudessa on suuria eroja maakunnittain. Artikkelit 27.6.2025. <https://www.luke.fi/fi/uutiset/ruuan-omavaraisuudessa-on-suuria-eroja-maakunnittain>.

- Lång, K., Aro, L., Assmuth, A., Haltia, E., Hellsten, S., Larmola, T., Lempinen, H., Lindfors, L., Lohila, A., Miettinen, A., Minkkinen, K., Nieminen, M., Ollikainen, M., Ojanen, P., Sarkkola, S., Sorvali, J., Seppälä, J., Tolvanen, A., Vainio, A., Wall, A. & Vesala T. 2022. Turvemaiden käytön vaihtoehdot hiilineutraalissa Suomessa. Suomen ilmastopaneelin raportti 2/2022. <https://doi.org/10.31885/9789527457115>
- Manni, K., Högel, H., Saastamoinen, M., Frondelius, L. & Huuskonen, A. 2023. Kuivikeselvitys: Kuiviketilan nykytilan tarkastelu ja lähitulevaisuuden kehitysnäkymien arviointi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 97 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-778-5>.
- Manninen, V., Silvenius, F. & Kivioja, J. 2026. Comparative LCA of animal bedding and growing-media materials under Finnish production conditions. Valmisteilla oleva käsikirjoitus.
- Mariotti, B., Oliet, J.A., Andivia, E. ym. 2023. A Global Review on Innovative, Sustainable, and Effective Materials Composing Growing Media for Forest Seedling Production. *Curr. For. Rep.* 9: 413–428. <https://doi.org/10.1007/s40725-023-00204-2>
- Maunuksela, L., Berlin, T., Lehtonen, M., Lehtolainen, M., Torniainen, M., Kusnetsov, J., Räsänen, P. & Airaksinen, P. 2020. Loppuraportti: Legionellat kasvualustoissa (LegiGrow). Ruokavirasto. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yhteisot/tieteellinen-tutkimus/liitteet/loppuraportti_legigrow.pdf
- McClain, J., Wohlt, J.E., McKeever, K.H. & Ward, P.L. 1997. Horse hair coat cleanliness is affected by bedding material: A comparison of clean and used wheat straw, wood shavings and pelleted newspaper. *Journal of Equine Veterinary Science* 17: 156–160.
- Michel, J.-C. 2010. The physical properties of peat: a key factor for modern growing media. *Mires and Peat* 6: 1–6.
- Myllyviita, T., Karjalainen, S., Anttila, J., Grönroos, J., Turunen, J., Lehtoranta, S. & Laine, A.M. 2025. Life Cycle Analysis of Greenhouse Gas Emissions of Sphagnum Moss Harvesting and Use: Comparison with Horticultural Peat” for Consideration by Ecological Engineering. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5114669>
- Myllyviita, T., Grönroos, J., Mattila, T. & Lång, K. 2024. Climate change mitigation potential of paludiculture in Finland: greenhouse gas emissions of abandoned organic croplands and peat substitution. *Carbon Manag.* 15: 2365903. <https://doi.org/10.1080/17583004.2024.2365903>
- Mölsä, T. 2023. Replacement of peat in energy production, Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT, School of Energy Systems, Energy Technology, Master’s thesis <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2023052648383>
- Mönki, J., Saastamoinen, M., Karikoski, N., Rajamäki, M., Raekallio, M., Junnila, J., Särkijärvi, S., Norring, M., Valros, A., Oranen, B., Fatma, S. & Mykkänen, A. 2021. Effects of bedding material on equine lower airway inflammation: A crossover study comparing peat and wood shavings. *Frontiers in Veterinary Science* 8: 656814. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.656814>

- Norokytö, N. & Savela, N. 2025. Bio-demo hanke, Sähköinen lupa-alusta Raportti, Turun Ammattikorkeakoulu, <https://jarviruoko.turkuamk.fi/app/uploads/2025/11/sahkoinen-lupa-alusta.pdf>
- Nykänen, H., Silvola, J., Alm, J. & Martikainen, P. 1996. Fluxes of greenhouse gases CH₄, CO₂ and N₂O on some peat mining areas in Finland. In: Laiho, R., Laine, J. and Vasander, H. (eds.) 1996. Northern Peatland in global climate change. (Proceedings of the International Workshop held in Hyytiälä, Finland, 8-12 October 1995, The Finnish Research Programme on Climate Change – SILMU). Publications of the Academy of Finland 1/96: 141–147.
- Patronen, J. 2020. Selvitys turpeen energiakäytön kehityksestä Suomessa. Raportti työ- ja elinkeinoministeriölle 8/2020, Afry
- Picken, P., Reinikainen, O. & Herranen, M. 2008. Horticultural peat raw material and its chemical and physico-chemical characteristics in Western Finland and Western Estonia. ISHS Acta horticulturae 779: 415–422.
- Puutuoteteollisuus ry 2023. Puutuoteteollisuuden puunkäyttö ja tuotanto. <https://puutuoteteollisuus.fi/faktoja-ja-ohjeita/puunkaytto-ja-tuotanto>
- OECD 2023. The Observatory of Economic Complexity. Peat in Finland: Trade data (Exports & Imports). <https://oec.world/en/profile/bilateral-product/peat/reporter/fin>
- Quantis 2012. Comparative life cycle assessment of horticultural growing media based on peat and other growing media constituents. Final Report. Prepared for: EPAGMA
- Pot, S., De Tender, C., Ommeslag, S., Delcour, I., Ceusters, J., Gorrens, E., ym. 2021. Understanding the shift in the microbiome of composts that are optimized for a better fit-for-purpose in growing media. *Frontiers of Microbiology* 12: 643679. doi: 10.3389/fmicb.2021.643679
- Pot, S., Tender, C.D., Ommeslag, S., Delcour, I., Ceusters, J., Vandecasteele, B., ym. 2022. Elucidating the microbiome of the sustainable peat replacers composts and nature management residues. *Frontiers of Microbiology* 13: 983855. doi: 10.3389/fmicb.2022.983855
- Puustjarvi, V. 1977. Peat and its use in Horticulture. *Agricultural and Food Sciences*
- Rantala, M. 2023. Hygienisoidun hevosenlannan käyttö kuivikkeena lypsylehmille. Ylemmän ammattikorkeakoulututkimuksen opinnäytetyö. Biotalouden liiketoiminnan kehittäminen. Hämeen ammattikorkeakoulu.
- Regina, K., Heikkinen, J. & Maljanen, M. 2018. Greenhouse gas fluxes of agricultural soils in Finland. In: Shurpali N., Agarwal, A., Srivastava V. (eds.) *Greenhouse Gas Emissions. Energy, Environment, and Sustainability*. Springer, Singapore.
- Renewable Energy Institute 2024. Robust Carbon Prices Accelerate EU's Power Sector Decarbonization. <https://www.renewable-ei.org/en/activities/column/REupdate/20241219.-.php>. Viitattu 7.1.2026.
- Ruokavirasto 2024. Lannoitevalmisteiden kansallinen ainesosaluettelo. <https://www.ruokavirasto.fi/kasvit/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/ainesosaluettelo/>. Viitattu 7.1.2026.

- Ruokavirasto 2025a. Lannoitteiden ja lannoitevalmisteiden laatuvaatimukset. Lannan käyttö ja käsittely. <https://www.ruokavirasto.fi/kasvit/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/kieratysravinteet/lannan-kaytto-ja-kasittely/>. Viitattu 26.2.2026.
- Ruokavirasto 2025b. Lannoitteiden ja lannoitevalmisteiden laatuvaatimukset. Haitalliset aineet ja hygienia. <https://www.ruokavirasto.fi/kasvit/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/haitalliset-aineet-ja-hygienia/>. Viitattu 26.2.2026.
- Räsänen, T., Salo, T., Pitkänen, T., Pohjankukka, J. & Myllys, M. 2023. Maatalousmaiden turvetieto, MaaTu-hankkeen loppuraportti. [MaaTu Loppuraportti 20231208+5832691-1_1.pdf](#)
- Saarinen, M. & Karikallio H.-M. (toim.) 2025. Synteesiraportti: Kestävä ruokavalio ja ruokajärjestelmä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 73/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 144 s.
- Saarinen, M., Kurppa, S., Nissinen, A. & Mäkelä, J. 2011. Aterioiden ja asumisen valinnat kulutuksen ympäristövaikutusten ytimessä: ConsEnv-hankkeen loppuraportti. s. 97. Suomen ympäristö 14.
- Saastamoinen, M., Särkijärvi, S. & Hyyppä, S. 2015. Reducing respiratory health risks to horses and workers: a comparison of two stall bedding materials. *Animals* 5: 965–977.
- Salo, H. 2025. Suullinen tiedonanto.
- Seppälä, A. Happosäilötty olki kuivikkeena tuotantomittakaavan broilerihallissa. Maataloustieteen päivät 2026.
- Seppälä, J., Ahlvik, L., Lehtonen, A., Leino, M., Mosley, F., Mäkipää, R., Ollikainen, M., Salo, M., Soimakallio, S., Toiviainen, A., Vesa, S., & Vikfors, S. 2025. Arvio Suomen maankäyttösektorin tilanteesta – Tarkastelussa EU:n LULUCF-velvoitekaudet 2021–2025 ja 2026–2030. Suomen ilmastopaneelin raportti 1/2025. <https://doi.org/10.31885/9789527457344>
- Silvan, N., Sarkkola, S. & Laiho, R. 2019. Rahkasammalbiomassa ja sen korjuuseen soveltuvat suot Suomessa. *Suo* 70(2–3): 41–53.
- Silvan, N. (toim.), Näkkilä, J., Heiskanen, J. & Engström, S. 2024. Kasvuturpeelle kavereita: Loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 20/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 56 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-888-1>.
- Silvan, N. & Virkkunen, E. (toim.), Honkanen, H., Högel, H., Kivioja, J., Näkkilä, J. & Muilu-Mäkelä, R. 2025. Turvetta korvaavat vaihtoehtoiset kasvualusta- ja kuivikemateriaalit. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 61 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-131-9>.
- Soimakallio, S., Sankelo, P., Kopsakangas-Savolainen, M., Sederholm, C., Auvinen, K., Heino, T., Johansson, A., Judl, J., Karhinen, S., Lehtoranta, S., Räsänen, S. & Savolainen, H. 2020. Turpeen rooli ja sen käytöstä luopumisen vaikutukset Suomessa. Tekninen raportti. Sitra 2020. Helsinki. 182 s.

- Statistics Finland 2023. Finland's National Inventory Report (NIR) under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Paris Agreement (PA) and the European Union (EU)¹
- Official Statistics of Finland (OSF): Energy supply and consumption [online publication]. Reference period: 31.12.2024. Helsinki: Statistics Finland. <https://stat.fi/en/publication/cm1klof66b63a07vwmtissyr>. Viitattu 7.1.2026.
- Puutuoteteollisuus ry (n.d.) Puunkäyttö ja tuotanto. <https://puutuoteteollisuus.fi/faktoja-ja-ohjeita/puunkaytto-ja-tuotanto>. Viitattu 7.1.2025.
- Stolbikova, G. & Chertkova, E. 2021. Peat Storage Losses Investigation. The Second Interregional Conference "Sustainable Development of Eurasian Mining Regions (SDEMR-2021)" E3S Web Conf. Volume 278.
- Suojala-Ahlfors, T. (toim.), Suojala-Ahlfors, T., Jansik, C., Karhu, S., Varho, V., Jaakkonen, A.-K., Rokka, S., Mattila, T., Koivisto, A., Valmari, S., Rikala, K. & Kotilainen, T. 2025. Kasviksia kotimaasta. Suomalaisen kasvistuotannon mahdollisuudet vastata kasvavaan kysyntään. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 63/2025. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-092-3>.
- Tahvonen, R. 1982. The suppressiveness of Finnish light coloured Sphagnum peat. Agric. Food Sci. 54: 345–356. doi: 10.23986/afsci.72115
- Tavi, N. 2014. Soil Carbon Cycling and Microbial Dynamics in Boreal Organic Soil Cultivated with a Perennial Crop. Dissertations in Forestry and Natural Sciences 144. University of Eastern Finland.
- Tornikoski, J., Piiparinen, N. & Norokytö, N. 2025. Järviruokobiomassojen kartoitukset, Turun ammattikorkeakoulu, <https://jarviruoko.turkuamk.fi/app/uploads/2025/08/naytteenottojen-loppuraportti.pdf>
- Tavaststjerna, M. & Kuikka, V. 2018. Hiekkaparret Suomen olosuhteissa : Mansikille mainio kuivike hiekasta. Opinnäytetyö. Luonnonvara- ja ympäristöala. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Savonia ammattikorkeakoulu.
- Tilastokeskus 2025a. Tuulivoima vauhditti uusiutuvan energian kasvua, turpeen käyttö väheni viidenneksellä. Metsälehti uutisoi Tilastokeskuksen energiatilaston tuloksista. <https://www.metsalehti.fi/uutiset/tuulivoima-vauhditti-uusiutuvan-energian-kasvua-turpeen-kaytto-vaheni-viidenneksella/>
- Tilastokeskus 2025b. Energian kokonaiskulutus pysyi edellisvuoden tasolla vuoden 2025 tammi-kesäkuussa. <https://stat.fi/julkaisu/cm1korjbmcmxp07vwajz3c57p>. Viitattu 7.1.2026.
- Tilastokeskus 2025c. Wood consumption 2024. <https://www.luke.fi/en/statistics/wood-consumption/wood-consumption-2024>. Viitattu 7.1.2026.
- Tilastokeskus 2025d. Suomen Tilastollinen vuosikirja 2024.
- Turunen, J. & Valpola, S. 2020. The influence of anthropogenic land use on Finnish peatland area and carbon stores 1950-2015. Mires and Peat 26(26). 27 p.

- Turveteollisuusliitto. (n.d.). Turpeen tuotanto vaihe vaiheelta. <https://turveteollisuusliitto.fi/turpeen-tuotanto-vaihe-vaiheelta/>
- Valtioneuvosto 2012. Valtioneuvoston periaatepäätös soiden ja turvemaiden kestävästä ja vastuullisesta käytöstä ja suojelusta (30.8.2012). Maa- ja metsätalousministeriö. https://mmm.fi/documents/1410837/1516663/MMM-119690-v5-suostrategia_valtioneuvoston_periaatepaatos_v4/005425e8-e3c4-497d-8cff-26f343896c37
- Valtioneuvosto 2024. Päätös huoltovarmuuden tavoitteista 568/2024. Annettu 24.10.2024. [Valtioneuvoston päätös huoltovarmuuden tavoitteista | 568/2024 | Suomen säädöskokoelma | Finlex](https://www.finlex.fi/fi/valtionneuvosto/paatos-huoltovarmuuden-tavoitteista-568-2024)
- Valtioneuvosto 2025. Kansallinen ruokastrategia 2040: Onnellisen ruuan maa. Valtioneuvoston julkaisuja 2025:113. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-086-8>
- Vanhala, V. 2019 Yllättävä raaka-ainepula pelottaa teollisuutta – Suomessa ei ole tarpeeksi sahanpurua, ja kohta sitä ollaan valmiita ostamaan vaikka ulkomailta. Artikkelit Yle 26.11.2019. <https://yle.fi/a/3-11082466>
- Vinci, G. & Rapa, M. 2019. Hydroponic cultivation: life cycle assessment of substrate choice. British Food Journal 121(8): 1801–1812. Emerald Publishing Limited 0007-070X DOI 10.1108/BFJ-02-2019-0112
- Ward, P.L. & Wohlt, J.E. 2002. Preferences, perceptions, and risks associated with animal bedding materials. The Journal of Extension 40(3): 13.
- Ward, P.L., Wohlt, J.E. & Katz, S.E. 2001. Chemical, physical, and environmental properties of pelleted newspaper compared to wheat straw and wood shavings as bedding for horses. Journal of Animal Science 79: 1359–1369.
- Ward, P.L., Wohlt, J.E., Zajac, P.K. & Cooper, K.R. 2000. Chemical and physical properties of processed newspaper compared to wheat straw and wood shavings as animal bedding. Journal of Dairy Science 83: 359–367.
- Wichmann, S. & Nordt, A. 2024. Unlocking the potential of peatlands and paludiculture to achieve Germany's climate targets: obstacles and major fields of action. Frontiers in Climate 6:1380625. doi: 10.3389/fclim.2024.1380625
- Yle 2019. Suomessa ei ole tarpeeksi sahanpurua – jopa 3,3 miljoonaa kuutiometriä. Artikkelit Yle 28.11.2019. <https://yle.fi/a/3-11082466#:~:text=Suomessa%20ei%20mene%20hitustakaan%20sahanpurua,suurin%20osa%20p%C3%A4%C3%A4tyy%20energiantuotantoon%20poltettavaksi.>
- Ympäristöministeriö 2022. Rahkasammalen korjuun ympäristövaikutukset: Loppuraportti. <https://ym.fi/documents/1410903/0/Rahkasammalen+korjuun+ymp%C3%A4rist%C3%B6vaikutukset+loppuraportti.pdf/b4c64f40-64e8-a647-0ee2-9ba5e29dcf84?t=1643976584948>

Liitteet

Liite 1. Sidosryhmäkyselyn tulokset

Liite 2. Sidosryhmätyöpaja



**Löydät meidät
verkosta**

luke.fi



Luonnonvarakeskus (Luke) Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki