



PAJUARVOKETJUISTA
UUTTA LIIKETOIMINTAA

PAJUN KUIVIKEKÄYTÖN MAHDOLLISUUDET

Kirjallisuuskatsaus

Katri Juva
2026

Sisällys

1	Johdanto.....	2
2	Kuivikkeen valinta ja uudet vaihtoehdot.....	3
2.1	Kuivikevaihtoehtoja ja pajun rooli	4
2.2	Kuivikkeiden kustannuksista	4
3	Tutkimuksia ja kokemuksia pajupohjaisista kuivikkeista.....	6
3.1	Pajuhake.....	6
3.2	Pajuhakkeen ja kutterin seos	10
3.3	Paju-apila-komposti (NyVraa)	10
3.4	Pajukomposti-nollakuituseos.....	10
4	Yhteenveto ja pohdinta	11
5	Lähteet	14

1 Johdanto

Kuivitus on keskeinen osa kotieläintuotannon toimivuutta sekä eläinten hyvinvointia. Suomessa turve on pitkään ollut tärkeä kuivikemateriaali erityisesti nauta- ja siipikarjatuotannossa sekä hevostaloudessa sen hyvän imukyvyn ja hygieenisyyden vuoksi (Manni;Högel;Saastamoinen;Frondelius;& Huuskonen, 2023). Turvetuotannon väheneminen on nostanut kuivikkeiden saatavuuden koko ruokaketjua koskevaksi strategiseksi kysymykseksi.

Energiaturve nostetaan kuivike- ja kasvualustakäyttöön soveltuvan pintaturpeen alapuolisista kerroksista. Pintakerros poistetaan ennen energiaturpeen nostoa, ja tämä heikommin maaton turve hyödynnetään tyypillisesti kuivike- ja kasvualustaturpeena. Tämän jälkeen nostetaan energiaturve. Kuiviketurpeen tuotanto on näin ollen osa energiaturpeen tuotantoketjua ja energiaturpeen tuotantoalojen supistumisella on ollut vaikutusta myös kuiviketurpeen tuotantomääriin. Kuiviketurpeen saatavuus on jo heikentynyt monilla alueilla. (Muilu-Mäkelä, ym., 2026) Tämä on lisännyt muiden kuivikemateriaalien kysyntää ja nostanut niiden hintoja. Samanaikaisesti myös energiapuun hintoihin kytköksissä olevien puupohjaisten kuivikkeiden hinnat ovat vaihdelleet. Puupohjaiset kuivikkeet valmistetaan pääosin metsäteollisuuden sivuvirroista, kuten sahanpurusta ja höylälastusta. Näiden sivuvirtojen kysyntä energiantuotannossa on kasvanut sekä turpeen polton loppumisen että venäläisen puun tuonnin loppumisen seurauksena. Muutokset nostivat puupohjaisten kuivikkeiden hintoja ja heikensivät niiden saatavuutta. Myös metsäteollisuuden suhdanteet voivat vaikuttaa em. kuivikkeiden saatavuuteen ja hintoihin. Kuivikemarkkina on siten murroksessa, ja uusille kuivikeratkaisuille on kasvava tarve.

Maa- ja metsätalousministeriö on laatinut kuivike- ja kasvualustatuotannon tiekartan kotimaisten kuivike- ja kasvualustamateriaalien saatavuuden turvaamiseksi vuosina 2025-2026, mikä kuvastaa osaltaan kansallista tarvetta löytää turvetta korvaavia kuivikeratkaisuja (Muilu-Mäkelä, ym., 2026). Uusia kuivikemateriaaleja on kehitetty ja tuotu markkinoille viime vuosina, muun muassa erilaisia pellettejä, ruokohelpeä, hampppua, järviruokoa, rahkasammalta, teollisuuden puukuituja sekä erilaisia seoksia ja sivuvirtoihin perustuvia ratkaisuja. Osa ratkaisuista on jo käytössä, mutta kuivikkeiden saatavuuden turvaamiseksi uusille, taloudellisesti järkeville ratkaisuille nähdään edelleen tarvetta.

Viljelypaju on tunnistettu useissa suomalaisissa selvityksissä yhdeksi potentiaaliseksi uudeksi kuivikemateriaaliksi. Pajun kiinnostavuutta lisää sen soveltuvuus lyhytkiertoviljelyyn ja mahdollisuus viljellä sitä käytöstä poistuneilla turvetuotantoalueilla. Pajun kuori sisältää fenolisia yhdisteitä, ja niiden antibakteeristen ominaisuuksien vuoksi pajukuivikkeisiin liitetään tulehduksia vähentäviä ominaisuuksia, joita mm. markkinoilla olevien pajukuivikkeiden mainonnassa nostetaan esiin. Runsaasti biomassaa tuottavalla pajulla on tunnistettu myös olevan hyvä hiilensidontapotentiaali. Pajukuivikkeita ei kuitenkaan toistaiseksi valmisteta Suomessa, vaikka yksittäisiä kokeiluja ja tutkimuksia on tehty. Yhtenä syynä tähän saattaa olla näiden kuivikkeiden rajalliseksi koettu hintakilpailukyky suhteellisen edulliseen turpeeseen verrattuna. Euroopassa pajupohjaisia kuivikkeita on pienessä määrin markkinoilla.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkastellaan tehtyjen tutkimusten ja käytännön sovellusten perusteella pajun soveltuvuutta kuivikemateriaaliksi. Katsauksessa käydään läpi markkinoilla olevat pajukuivikkeet sekä tutkimukset ja pilotoinnit, joissa on ollut mukana pajupohjaisia kuivikkeita. Lisäksi käydään läpi kuivikkeiden tehtäviä ja keskeisiä ominaisuuksia sekä kuivikkeen valintaan vaikuttavia tekijöitä ja tuodaan esille pajukuivikkeiden mahdollisia lisäarvotekijöitä, kuten hiilensidontaan ja ravinnekiertoon liittyviä näkökulmia. Raporttiin on koottu myös eri kuivikkeiden hintatietoja. Tavoitteena on muodostaa kokonaiskuva pajukuivikkeiden potentiaalista, ja tuottaa taustatietoa pajukuivikkeiden tuotannon liiketoimintamallien kehittämistä ja niiden kannattavuuden arviointia varten.

Kirjallisuuskatsaus on laadittu osana Pajuarvoketjuista uutta liiketoimintaa -hanketta. Hanke on Euroopan unionin osarahoittama, ja rahoituksen on myöntänyt Satakuntaliitto. Hankkeen toteuttaja on Satafood Kehittämisyhdistys ry.

2 Kuivikkeen valinta ja uudet vaihtoehdot

Kuivikkeen tärkeimmät tehtävät ovat eläimen pitäminen kuivana, makuualustan pehmentäminen, lantakaasujen sitominen, lämmittävän kuivikepatjan tarjoaminen kylmissä oloissa sekä luontaisen käyttäytymisen edistäminen. (Manni;Högel;Saastamoinen;Frondeius;& Huuskonen, 2023). Vaikka kuivikkeen perustehtävät ovat yhteisiä, sopivan kuivikkeen valinta on aina tilakohtainen ja kokonaisvaltainen ratkaisu, johon vaikuttavat niin kuivikkeen saatavuus ja hinta kuin eläimen tarpeista ja tilan olosuhteistakin riippuvat seikat. Eri eläinlajeilla korostuvat hieman erilaiset kuivikkeen ominaisuuksiin liittyvät tarpeet: siipikarjalla hygienia, vaikutukset jalkapohjaterveyteen ja ammoniakkin sitominen, hevosilla pölyttömyys ja hengitysteiden terveys, naudoilla makuualustan pehmeys ja kuivuus ja sioilla käyttäytymistarpeiden huomiointi. Tilan olosuhteista riippuvia, kuivikkeen valintaan vaikuttavia seikkoja taasen ovat esimerkiksi kuivikkeen käytettävyyttä, varastointimahdollisuudet sekä lannankäsittelyn vaatimukset. (Silvan;Virkkunen;& (toim), 2025) Kuivikemateriaalien laittaminen paremmuusjärjestykseen onkin Mannin ja Huuskosen (2021) mukaan mahdotonta.

Luonnonvarakeskuksen keväällä 2023 tekemän laajan kuivikekyselyn mukaan Suomessa yleisimmin käytössä olevat kuivikkeet ovat turve, olki ja kutteri. Selvityksen mukaan erityisesti broilereille on haastavaa löytää turvetta korvaavaa kuiviketta, jolla voitaisiin turvata lintujen hyvä jalkaterveys ja antibioottivapaa tuotanto. Turvetta täydentäviä ja korvaavia kuivikkeita on olemassa naudoille, hevosille, lampaille ja sioille, mutta niidenkin riittävydessä on ollut haasteita. (Manni;Högel;Saastamoinen;Frondeius;& Huuskonen, 2023) Suomessa kotieläintiloilla käytössä olevia kuivikemateriaaleja ovat yleisimpien turpeen, kutterin sekä oljen lisäksi ainakin sahanpuru, puu- ja olkipelletit, lietelannasta separoitu kuivajae ja hiekka.

2.1 Kuivikevaihtoehtoja ja pajun rooli

Turve on ollut kuivikkeena monen tilan ja eläinlajin tarpeet täyttävä ja laajasti saatavilla ollut ratkaisu. Toki turvetta ovat täydentäneet perinteisinä kuivikeratkaisuina myös edellä mainitut olki ja kutteri, joiden ominaisuudet täyttävät hyvin tiettyjen eläinlajien ja tilojen tarpeet. Turpeen erityispiirteitä ovat olleet sen monella tapaa erinomaiset kuivikeominaisuudet, hinta sekä hyvä valtakunnallinen saatavuus. Tällä hetkellä ei ole näköpiirissä vastaavaa uutta kuivikemateriaalia, jolla turve voitaisiin suoraan ja täysimääräisesti korvata. Uusia kuivikkeita on kehitetty ja kehitetään, mutta niiden tuotanto perustuu enemmän paikallisesti saatavilla oleviin raaka-aineisiin ja alueellisiin arvoketjuihin. Näyttääkin siltä, että kuivituksessa on siirryttävä muutaman laajasti käytetyn kuivikkeen mallista kohti monipuolisempaa kuivikevalikoimaa, jossa tilojen on arvioitava ja vertailtava eri vaihtoehtoja omien tarpeidensa ja paikallisen saatavuuden perusteella.

Markkinoilla olevia uudempia kuivikemateriaaleja ovat mm. ruokohelppi, teollisuuden puupohjaiset kuidut, kaurankuoripelletti sekä kuituhamppu, jota tuodaan ulkomailta. Sivu- tai jätevirtoja, joiden kuivikekäytön mahdollisuuksia on selvitetty, ovat ainakin biokaasulaitoksen mädätejäännöksen kuivajae, hevosen kuivalanta, nollakuitu sekä sanomalehtipaperi.

Erilaisia materiaaleja seostamalla tai kerrostamalla pyritään yhdistämään materiaalien hyviä ominaisuuksia ja hallitsemaan kuivikkeen kustannuksiin ja raaka-aineiden saatavuuteen liittyviä haasteita. Esimerkiksi turpeen käyttäminen kuivikeseoksen osana voi auttaa turvaamaan kuiviketurpeen riittävyttä ja saatavuutta. Kuivikeseoksia on ollut mukana tutkimuksissa, ja niitä löytyy jonkin verran markkinoilta. Lisäksi monien kosteikkoviljelyyn soveltuvien kasvien mahdollisuuksia kuivikemateriaalina on tutkittu. Näitä ovat ainakin paju, rahkasammal, järviruoko, osmankäämi, nurmi ja vesisammal.

Myös pajun potentiaali kuivikemateriaalina on siis tunnistettu. Vaikka pajukuiviketta ei Suomessa valmistetakaan, löytyy pajun kuivikekäytöstä esimerkkejä Tanskasta ja Britanniasta (kts. luvut 3.1 ja 3.3). Suomessa kiinnostusta pajun kuivikekäyttöä kohtaan on lisännyt se, että paju nähdään potentiaalisena kosteikkoviljelykasvina käytöstä postetuilla turvetuotantoalueilla ja pajun kosteikkoviljelmän hiilensidontapotentiaalia on pidetty hyvänä: Turvemaalle korotetulla vedenpinnalla perustetun pajuviljelmän hiilitasetta on mitattu ainakin yhdessä viljelykokeessa, ja se on todettu hyväksi verrattuna esimerkiksi nurmeen (Lång, ym., 2024). Paju voisi siis olla myös ilmastoviisas kuivikeratkaisu. Pajun kuoren antibakteerisuus ja tätä kautta mahdollisesti saatavat positiiviset vaikutukset eläinterveyteen ovat myös yksi syy kiinnostukseen.

2.2 Kuivikkeiden kustannuksista

Seinäjoen ammattikorkeakoulun ja Biolan Oy:n toteuttamassa Kuiviketurpeen korvaajat broilerituotannossa -hankkeessa on kerätty eri kuivikemateriaalien hintatietoja vuosina 2022-2023. Uudempia hintatietoja ei tätä katsausta laadittaessa ollut käytettävissä. Hintatietoja on edellä mainitussa hankkeessa saatu turpeen, kutterin, kutteripelletin, pellettimurun, olkipaalien, olkipelletin, pellettirouheen, olkikuivikerynnin ja hampun päistäresilpun osalta. Pakkauskoon ja prosessoinnin määrän todettiin vaikuttavan hintaan merkittävästi. Edullisinta kuiviketta oli

irtotavarana kuormattava turve (11-16 €/t) ja kalleinta kanttipaalina myyty hamppupäistäresilppu (660-990 €/t). Puupohjaisten kuivikkeiden hintahaarukka oli n. 420-780 €/t. Olkipohjaisten pellettien ja pellettirouheen hinta oli lähellä puupohjaisten kuivikkeiden hintaa. Olki maksoi pyöröpaalina 25-100 €/kpl. Pyöröpaalin painolla 330-350 kg laskettuna tonnihinnaksi saadaan n. 80-300 €/t. (Seinäjoen ammattikorkeakoulu, 2023) Monet tilat voivat kuitenkin saada olkipaaleja huomattavasti huokeammin, paalauksesta aiheutuvilla kustannuksilla, jolloin tonnihinta voi olla luokkaa alle 10 €/t (Tero Hosike, suullinen tiedonanto 11.9.2025). Esitetyissä hinnoissa on huomioitava, että Seinäjoen ammattikorkeakoulun tekemässä tarkastelussa ei ole huomioitu yksittäisten maatalousyrittäjien ja sahojen tai turveyrittäjien välisiä toimitussopimuksia. (Seinäjoen ammattikorkeakoulu, 2023) Esimerkiksi Vilppulassa sijaitseva saha myy kutterinpurua itse kuormattuna hintaan 21 €/m³ (Tamminiemen Saha ja Höylä, n.d.). Kiesilän (2018) esittämällä kutterinlastun tilavuuspainolla 0,12-0,21 t/m³ laskettuna em. tuotteen tonnihinnaksi saadaan karkeasti 100-175 €/t.

Luonnonvarakeskuksen tutkimusnavetassa Maaningalla testattiin pajuhakekuiviketta vuonna 2023. Kuivikkeen hinnaksi ilmoitettiin toimitettuna 41 €/m³. Lähteessä ei tarkenneta, viitataan irto- vai kiintokuutioon, mutta koska kyse on hakkeesta, hinta todennäköisesti perustuu irtotilavuuteen (irtokuutio, i-m³), jota käytetään yleisesti hakkeen kaupassa. Hakkeen tilavuuspainolla 300-400 t/i-m³ laskettuna pajuhakkeen tonnihinnaksi saadaan noin 100-140 e/t. Samaisessa tutkimuksessa verrokkimateriaalina käytettiin hiekkaa, jonka hinnaksi mainittiin 9,8 €/m³. Kuivan hiekan tilavuuspainolla 1,3-1,5 t/m³ tonnihinnan haarukaksi saadaan noin 13-15 €/t. Näitä eri kuivikkeiden suuntaa-antavia hintahaarukoita on esitetty alla taulukossa 1. Eri kuivikkeiden hintoja verrattaessa tulee muistaa, että eri kuivikemateriaalien menekit poikkeavat toisistaan sekä materiaalista että kuivikkeen käyttötavasta riippuen, eli kuivikkeen hankintahinnassa näkyy sekä yksikköhinta että kulutus.

Taulukko 1. Eri kuivikemateriaalien suuntaa-antavia hintahaarukoita tekstissä mainittujen aineistojen perusteella: 1) (Seinäjoen ammattikorkeakoulu, 2023), 2) (Tamminiemen Saha ja Höylä, n.d.) 3) (Kiesilä, 2018), 4) Tero Hosike, suullinen tiedonanto 11.9.2025, 5) (Sairanen & Haapalainen, 2023)

Kuivikemateriaali	Pakkaus	Hintahaarukka €/t
Turve	Irtotavara	11-16 €/t ¹⁾
Turve	Pyöröpaali	235-265 €/t ¹⁾
Turve	Pikkupaali 20 kg	310-700 €/t ¹⁾
Kutterilastu	Pikkupaali 20-25 kg	420-780 €/t ¹⁾
Kutterinpuru	Irtotavara	100-175 €/t ²⁾ ,
Olki	Pyöröpaali	10-300 €/t ^{1), 4)}
Olkipelletti	Suursäkki	220-440 €/t ¹⁾
Olkipellettirouhe	Suursäkki	350-670 €/t ¹⁾
Olkipellettirouhe	Säkki 20 kg	440-790 €/t ¹⁾
Hampun päistäresilppu	Kanttipaali 25 kg	660-990 €/t ¹⁾
Pajuhake	Irtotavara	100-140 €/t ⁵⁾
Hiekka	Irtotavara	13-15 €/t ⁵⁾

3 Tutkimuksia ja kokemuksia pajupohjaisista kuivikkeista

Tutkimuksia pajupohjaisista kuivikkeista ja niiden toimivuudesta löytyi melko vähän. Seuraavissa alaluvuissa on esitelty löydetty tutkimukset sekä markkinoilla olevat pajupohjaiset kuivikkeet. Pajua on prosessoitu kuivikemateriaaliksi sekä hakettamalla että kompostoimalla ja seostamalla edellä mainituin tavoin prosessoitua pajua muihin materiaaleihin.

3.1 Pajuhake

Pajuhakkeen kuivikekäytöstä löytyy kaupallinen esimerkki Britannian Englantilaisen Eco Crops Ltd:n valmistama Eco Soft Animal Bedding -kuivike on valmistettu paju- ja poppelihakkeesta. Kuiviketta markkinoidaan imukykyisenä, pehmeänä ja pölyämättömänä kuivikkeena naudoille, lampaille, siipikarjalle ja hevosille. Yrityksen verkkosivuilla olevassa esimerkkitapauksessa kotieläintilalla on otettu käyttöön pajusta valmistettu kuivike lypsylehmille, vasikoille ja lampaille. Lehmien makuualueelle levitetään noin 18 tuuman (lähes 50 cm) paksuinen kerros pajukuiviketta ja lampaille noin kuuden tuuman (noin 15 cm) kerros. Kun kuivikepatja on ollut käytössä jonkin aikaa, sen päälle lisätään olkea. Käytännön kokemusten mukaan pajukuivike oljen alla auttaa pitämään oljen pitkään kuivana ja käyttökelpoisena. Kuivikkeen etuina on pidetty myös sen kohtuullista hintaa, antibakteerisia ominaisuuksia ja helppokäyttöisyyttä sekä sitä, että se helpottaa tilanteissa, joissa olkikuiviketta on rajallisesti saatavilla. Eco Crops Ltd:n mukaan käytetty kuivike voidaan kompostoida ja/tai levittää peltoon. (Eco Crops Ltd, 2024) Vuonna 2023 perustettu Eco Crops Ltd valmistaa ja myy myös muita pajutuotteita ja kertoo tekevänsä yhteistyötä yli 100 viljelijän kanssa ja tukevansa heitä lyhytkiertopajun viljelyssä (Eco Crops Ltd, 2025).

Pajuhakkeen käyttöä lehmien kestokuivikkeena on tutkittu Suomessa Luonnonvarakeskuksen tutkimusnavetassa Maaningalla vuonna 2023. Vastapoikineiden lehmien kestokuivikealueella tehdyssä käyttökokeessa verrattiin tuoretta pajuhaketta hiekkaan, joka on yleisesti kestokuivikkeen pohjakerroksessa käytetty materiaali. Pohjakerrosmateriaalin tarkoitus on pitää pinnalle levitettävä olkikerros paikoillaan sekä salaojittaa suotautuvaa nestettä.

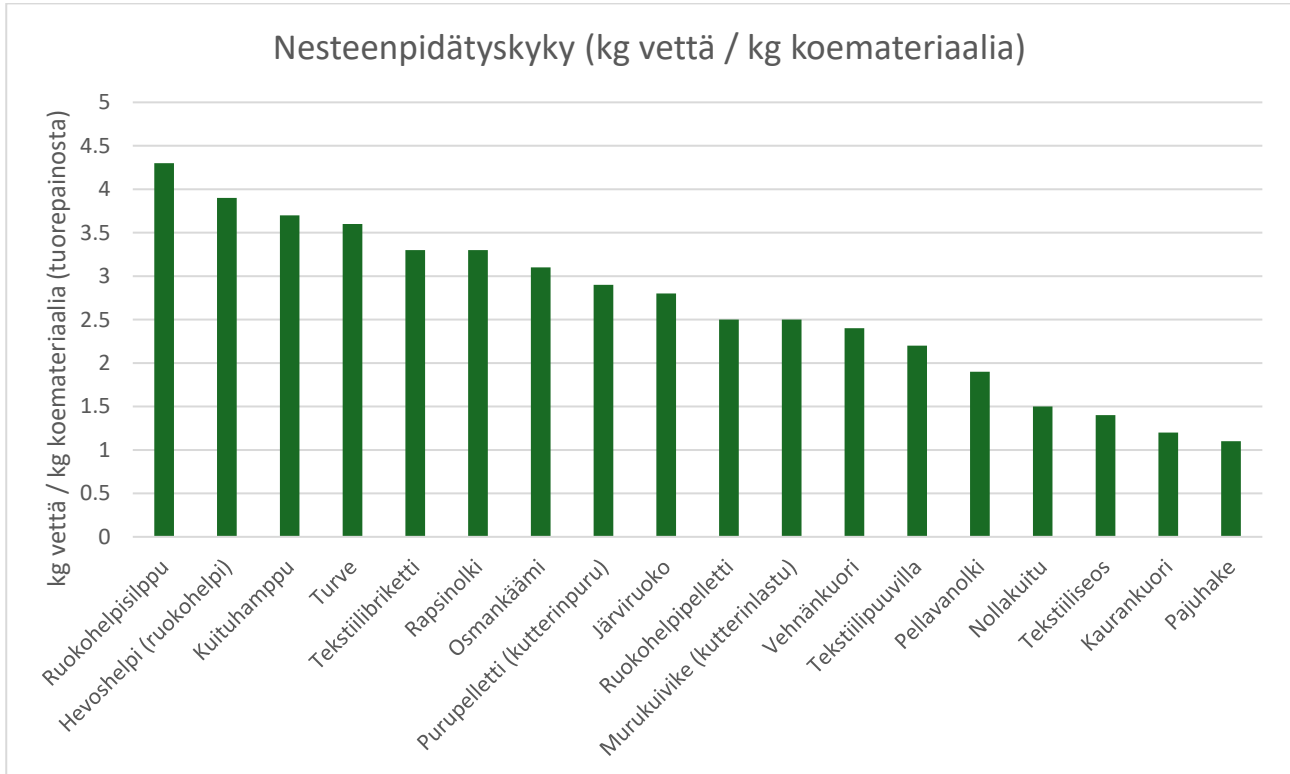
Pajurangat oli korjattu talvella, noin viikkoa ennen haketusta ja kuivikettestaus suoritettiin pian haketuksen jälkeen (samassa kuussa). Pajuhaketta levitettiin kuivitusalueelle 10 cm kerros ja sen annettiin kuivua paikoillaan kaksi viikkoa ennen kokeen alkamista. Kokeen alkaessa pajuhakkeen päälle levitettiin olkikerros. Oljen käyttömäärä oli 0,5 kg/m²/vrk.

Myös hiekkakokeessa hiekkaa levitettiin kuivitusalueelle 10 cm kerros, ja sen päälle olkea sama määrä kuin pajuhakekokeessa. Neljä viikkoa kestäneiden koejaksojen aikana ei havaittu merkittävää eroa pajuhakkeen ja hiekan päälle levitetyn oljen kuiva-ainepitoisuuksissa, eläinten likaisuudessa tai utaretulehdusten määrässä. Hiekka oli pajuhaketta edullisempi kuivikeratkaisu (kts. luku 2.2). Pajukuivikekompostin tärkeänä lisäarvona kuitenkin nähtiin se, että kuivikkeen peltohyödyntäminen lisää hiilisyötettä peltoon. Pajun kuivikekäytön yhdeksi motiiviksi mainitaankin maan hiilensidonnin lisääminen: Pajun viljelyn, kuivikekäytön ja peltoon palauttamisen voisi tuotteistaa hiilikrediiteiksi, joista maatila voisi saada lisätuloa. Nämä pajun ympäristöhyödyt tulisi Sairasen ja Haapalaisen (2023) mukaan kuitenkin todentaa, jotta pajun kuivikekäyttö yleistyisi.

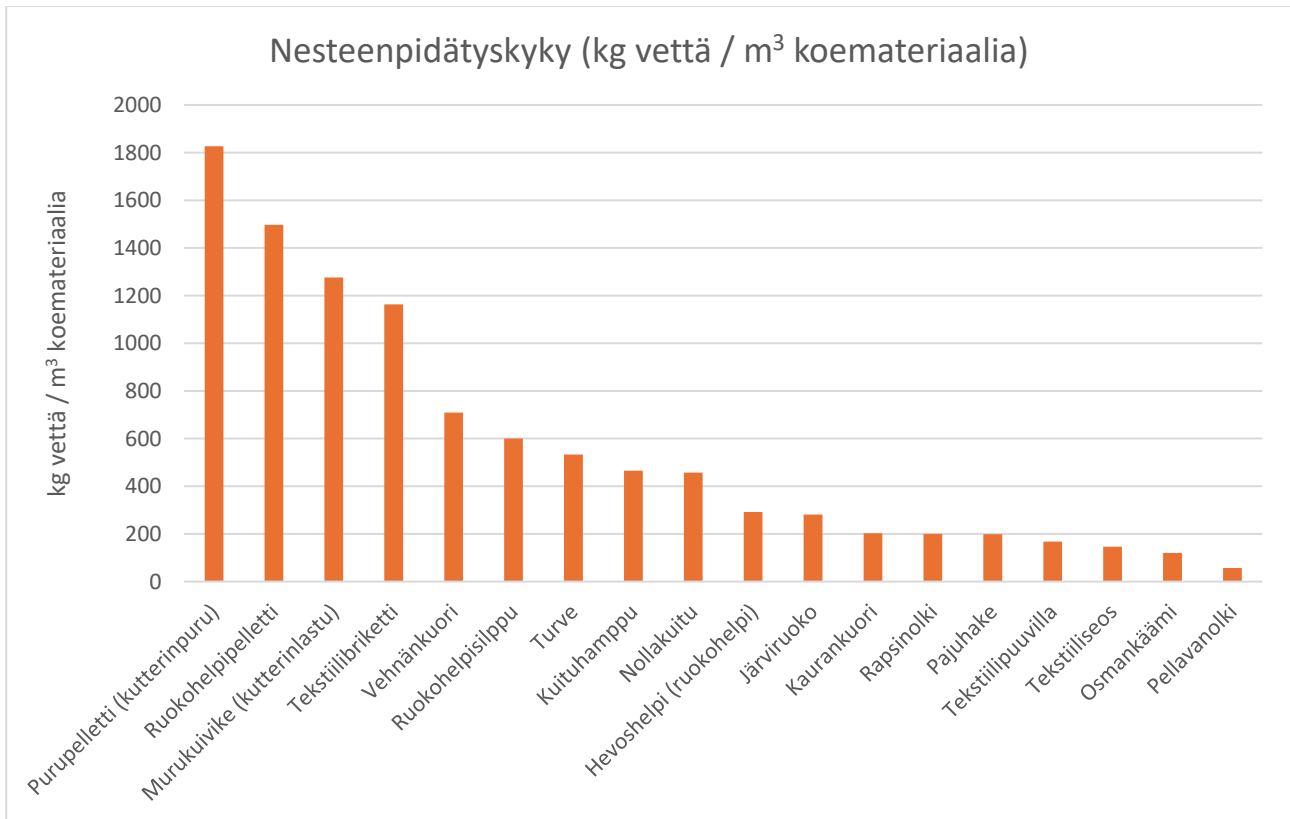
Luonnonvarakeskuksen ja Suomen Ympäristökeskuksen vuosina 2019-2021 toteuttamassa Turveke-hankkeessa tutkittiin laboratoriossa ja laboratoriomittakaavassa 16 potentiaalista kuivikemateriaalia ja verrattiin näitä turpeeseen. Tutkimuksessa oli mukana korsimateriaaleja, puunjalostus- ja myllyteollisuuden sivuvirtoja sekä biohiili ja pajuhake, jota kutsutaan myöhemmin raportissa myös pajuhierteeksi. Kaikista vertailussa mukana olleista kuivikemateriaaleista tutkittiin laboratoriossa kuiva-ainepitoisuus, pH-arvo, kokonaistyyppi-, ammoniumtyyppi- ja fosforipitoisuus sekä nesteennpidätyskyky ja tilavuuspaino. Nesteennpidätyskyvyn perusteella valittiin jatkoanalyysiin kymmenen kuivikemateriaalia. Pajuhierteen nesteennpidätyskyky (kg vettä / kg koemateriaalia) oli tutkituista materiaaleista heikoin, joten pajuhierrettä ei valittu jatkotutkimuksiin. Myös tilavuuspainoon suhteutettuna pajuhierteen nesteennpidätyskyky (kg vettä / m³ koemateriaalia) oli testijoukon heikoimmasta päästä. Kuvissa 1 ja 2 on esitetty koemateriaalien nesteennpidätyskyvyt sekä suhteutettuna koemateriaalien tuorepainoon että tilavuuspainoon. (Saastamoinen;Manni;& Hellstedt, 2022)

Pajuhakkeen kuiva-ainepitoisuus (80 %) oli samaa luokkaa kuin muissakin testatuissa kuivikemateriaaleissa, turvetta, nollakuitua ja biohiiltä lukuun ottamatta. Tutkittujen ravinteiden pitoisuudet olivat kaikissa tutkituissa kuivikemateriaaleissa alhaisia. Pajuhakkeen pH-arvo oli lievästi hapan (5,76), muttei kuitenkaan yhtä hapan kuin turpeella (3,98). Turpeen happamuus tekee siitä hygieenisen ja hajuja sitovan kuivikkeen. Lisäksi mukana olleista materiaaleista mitattiin tilavuuspainot (kg/m³). Kuivikemateriaalien tilavuuspainolla on vaikutusta kuivikkeen kuljetus- ja varastointitilan tarpeeseen. Pajuhakkeen tilavuuspainoksi saatu 190 kg/m³ oli vain hieman

suurempi kuin turpeen tilavuuspaino 150 kg/m³. Turveke-hankkeessa tilavuuspainot on mitattu ilman materiaalien tiivistämistä. Tiivistäminen voi vaikuttaa merkittävästi materiaalin tilavuuspainoon ja varastointitilan tarpeeseen. (Saastamoinen;Manni;& Hellstedt, 2022)



Kuva 1. Turveke-hankkeessa tutkittujen kuivikemateriaalien nesteenpidätyskyvyt järjestettynä suurimmasta pienimpään (kg vettä / kg tuoretta ilmakuivaa koemateriaalia) (Saastamoinen;Manni;& Hellstedt, 2022) mukaan.



Kuva 2. Turveke-hankkeessa tutkittujen kuivikemateriaalien nesteenpidätyskyvyt järjestettynä suurimmasta pienimpään (kg vettä / m³ koemateriaalia) (Saastamoinen;Manni;& Hellstedt, 2022) mukaan.

Vuosina 2021-2023 toteutetussa NoZoon-hankkeessa tavoitteena oli etsiä turpeelle kilpailukykyisiä kuivikevaihtoehtoja, joiden avulla voidaan ylläpitää suomalaisen broilerituotannon korkeaa laatua, alhaista tautitilannetta ja eläinten hyvinvointia. Hankkeessa vertailtiin useiden kuivikemateriaalien ja niiden seosten toimivuutta broilerin kuivikkeena käytännössä. Vertailumateriaaleina käytettiin turvetta ja kutteria. Kokeita tehtiin Luonnonvarakeskuksen tiloissa Jokioisilla. Testatuissa materiaaleissa oli mukana pajuhake. Mikään testatuista materiaaleista ei vaikuttanut lintujen kasvuun tai rehun hyväksikäyttöön, eli tuotantotulokset olivat samankaltaisia kaikilla testatuilla materiaaleilla. Eroja havaittiin kuitenkin höyhenpeitteen puhtaudessa ja lintujen jalkapohjien terveydessä. Terveimmät jalkapohjat todettiin turve-, kutteri- ja rahkasammalkuivikkeella kasvaneilla linnuilla ja heikoimmat vastaavasti pajuhake- ja hamppukuivikkeella kasvaneilla linnuilla. Puhtain höyhenpeite oli turve- ja rahkasammal-nollakuituseoksella kasvaneilla linnuilla ja likaisin pajuhakeella sekä paju- uutetta sisältäneellä nollakuidulla kasvaneilla linnuilla. Pajuhake ei em. perusteella osoittautunut ominaisuuksiltaan soveltuvaksi kuivikkeeksi broilereille. (Manni;Högel;Saastamoinen;Frondelius;& Huuskonen, 2023) ja (Silvan;Virkkunen;& (toim), 2025)

3.2 Pajuhakkeen ja kutterin seos

Pajuhakkeen ja kutterin seosta on testattu broilerin kuivikkeena Luonnonvarakeskuksen NoZoon-hankkeessa (kts. tarkemmin luku 3.1). Pajuhake-kutteriseoksella kasvaneiden lintujen jalkapohjaterveys todettiin tutkimuksessa heikentyneeksi.

(Manni;Högel;Saastamoinen;Frondelius;& Huuskonen, 2023) Tutkimuksen kaikkia tuloksia ei ollut tätä selvitystä kirjoitettaessa saatavilla, joten esimerkiksi pajuhake-kutteriseoksen vaikutuksista höyhenpiteen puhtauteen ei ole tietoa. Testattuja paju kuivikkeita ei kuitenkaan tulosten perusteella pidetty broilereille soveltuvina (Silvan;Virkkunen;& (toim), 2025).

3.3 Paju-apila-komposti (NyVraa)

Tanskalainen NyVraa ApS valmistaa bioaktiivista kuiviketta kompostoimalla pajuhakkeen, murskatun apilanurmen ja muiden valittujen kasvien ("herbs") seosta. Yrityksen verkkosivujen mukaan kompostointiaika on noin kahdeksan kuukautta. Kompostoitumisen aikana materiaalissa elävät mikrobit muokkaavat sen kuivaksi ja ilmavaksi massaksi, ja mikrobien määrä kasvaa. Näiden hyödyllisten mikrobien kerrotaan jatkavan hajotustoimintaansa myös kuivikkeen käytön aikana.

Bioaktiivisen mikrobitoiminnan kerrotaankin pidentävän kuivikkeen käyttöikä ja vähentävän sen vaihtotarvetta, koska mikrobit hajottavat orgaanisia jätöksiä käytön aikana. Mikrobit myös edistävät lannan ja siitä haihtuvan ammoniakkin hajoamista, mikä parantaa eläinsuojan ilmanlaatua. Yrityksen verkkosivujen mukaan hieman kostea kuivike sekä mikrobitoiminta sitovat pölyhiukkasia, jolloin pölyäminen on vähäistä. Metsänpohjaa muistuttava kuivike edistää yrityksen mukaan eläinten luonnollista käyttäytymistä, erityisesti maaperää kaivavien eläinten kohdalla. Kuiviketta markkinoidaan erityisesti eläintarhoille ja hevosille. (Ny Vraa ApS, 2025) ja (Ny Vraa ApS, 2025)

3.4 Pajukomposti-nollakuituseos

Harjun oppimiskeskuksessa Virolahdella on kartoitettu hevosille soveltuvia, turvetta korvaavia kuivikkeita ja testattu niitä käytännössä. Käytännön testeissä oli mukana yksi pajupohjainen kuivike, joka oli pajukompostin ja nollakuidun seos. Seoksessa käytetty pajukomposti oli NyVraan valmistama, kuivikekäyttöön tarkoitettu pajukompostituote (suullinen tiedonanto Hannamaija Fontell / Biolan 25.3.2026). Pajukomposti-nollakuituseoksen lisäksi tutkimuksessa testattiin turvepuukuitu-kutteriseosta, puukuitu-olki-sammalseosta, puukuitu-kuori-sammalseosta, puukuitu-kutteri-sammalseosta, hevosenlantapellettiä, paperipellettiä ja järviruokopellettiä. Verrokkina käytettiin turvetta. Alustavia tuloksia on julkaistu tammikuussa 2026 posterimuodossa. (Hamunen;Högel;& Storskrobb, 2026) ja (Harjun oppimiskeskus, 2026)

Posterissa todetaan, että kaikki koekuivikkeet soveltuivat hevosten käyttöön testijakson aikana. Käyttökokeen aikana tehtyjen aistinvaraisten havaintojen perusteella pajukomposti-nollakuituseos oli varsin pölyämätön: Pölyämisestä ei esitetty arvioinneissa lainkaan

huomautuksia. Muiden arviointikriteerien (siivottavuus, patjan muodostuminen, märkyys, ammoniakki, muu haju) osalta tuloksissa havaittiin enemmän vaihtelua. Muihin testimateriaaleihin verrattuna pajukomposti-nollakuituseos on saanut jonkin verran huomautuksia erityisesti märkydestä ja siivottavuudesta. Testimateriaaleista vähiten huomautuksia on saanut turvepuukuitu-kutteriseos. (Hamunen;Högel;& Storskrobb, 2026)

Pajukomposti-nollakuituseoksesta todetaan myös, että sen ravinnepitoisuudet (NPK) olivat muita testimateriaaleja korkeammat. Karsinoiden hengitysilmanlaatua selvittäneissä mittauksissa korkeimmat orgaanisen pölyn, metaanin sekä ammoniakin pitoisuudet mitattiin koekarsinasta, jossa oli käytössä pajukomposti-nollakuituseos. (Hamunen;Högel;& Storskrobb, 2026)

4 Yhteenveto ja pohdinta

Tähän katsaukseen koottujen tutkimustulosten perusteella pajukuivikkeista on toistaiseksi saatavilla melko vähän systemaattista tutkimustietoa, koska sitä ei ole nähty laajasti eri eläinryhmille sopivana potentiaalisena raaka-aineena. Pajukuivikkeita ei Suomessa ole markkinoilla, mutta niitä on tutkittu ja testattu jonkin verran viime vuosina erilaisissa tutkimushankkeissa.

Positiivisia kokemuksia pajuhakekuivikkeesta on saatu lehmien kestokuivituksen osalta Savonian ja Luken Maaningalla toteutetussa testauksessa. Tällaiseen tarkoitukseen pajuhake vaikuttaisikin sopivan, ja Englannissa pajuhaketta käytetäänkin jo lehmien ja lampaiden kestokuivikkeena. Pajuhake näyttäisi olevan lehmille ja lampaille sopiva kestokuivikemateriaali: se pitää kuivikepohjan riittävän kuivana, on kantavaa ja tuottaa lämpöä hajotessaan. Lisäksi se on käytön jälkeen hyödynnettävissä peltoon. Tulevaisuudessa lisäarvoa voisi tulla myös pajun kuivikekäytön kytkemisestä hiiliviljelyyn: pajun sitoma hiili viedään takaisin maaperään lisäämään maaperän hiilivarastoa. Tämä vaatii kuitenkin vielä todentamista ja sääntelyn kehittymistä.

Taloudellisesta näkökulmasta katsottuna pajuhakkeen hinta vaikuttaisi kilpailukykyiseltä verrattuna useisiin puupohjaisiin kuivikkeisiin. Toki lehmillä toteutetussa kestokuiviketutkimuksessa pajuhake todettiin kestokuivikkeena käytettävää hiekkaa kalliimmaksi, joten pajuhakkeen kestokuivikekäytön yleistyminen edellyttänee enemmän todennettua tietoa ja kokemuksia pajuhakepatjan hyvistä ominaisuuksista. On hyvä kuitenkin muistaa, että kuiviketta ei valita pelkästään hinnan perusteella.

Muilla tavoin prosessoitujen pajukuivikkeiden kustannuksista ei löytynyt yleisesti saatavilla olevaa tietoa, mutta voidaan olettaa, että esimerkiksi pajuhakkeen kompostointi nostaa kuivikkeen hinnan pelkkää haketta korkeammaksi. Pajupohjaista kompostia kuitenkin myydään kuivikekäyttöön Tanskassa. Sen päämarkkina vaikuttaa olevan eläintarhoissa ja hevostalleilla. Suomessa tämänkaltaista tuotetta ei ole markkinoilla. Pajukompostista ja nollakuidusta valmistetun seoksen kuivikekäyttöä on testattu hevosilla Harjun oppimiskeskuksessa Virolahdella. Testijakson aikana pölyämättömän pajukomposti-nollakuituseoksen todettiin toimivan hevosten

kuivikkeena, vaikka materiaali saikin jonkin verran märkyyteen ja siivottavuuteen liittyviä huomautuksia ja pärjäsi ilmanlaadun mittauksissa muita testimateriaaleja heikommin. Suomen markkinoilla ei toistaiseksi ole toimijaa, joka olisi kehittänyt pajukompostista kuiviketuotteen. Kuivikkeeksi sopivan pajukompostin valmistaminen vaatii varmasti jonkin verran tuotekehitystä, eivätkä kaikki pajukompostit välttämättä ole NyVraan paju-apilakompostin veroisia kuiviketuotteita. Pajupohjaisilla komposteilla vaikuttaisi kuitenkin olevan mahdollisuuksia toimia hyvin mm. hevosten kuivikkeena, joten tuotteelle saattaisi löytyä markkinaa.

Useiden materiaalien kuivikeominaisuuksia selvittäneessä Turveke-hankkeessa havaittiin, että pajuhakkeen nesteepidätyskyky oli heikko suhteessa muihin tutkittuihin materiaaleihin, eikä pajuhaketta tällä perusteella valittu hankkeessa toteutettuihin käytännön kuiviketesteihin. NoZoon-hankkeessa tehtyjen käytännön testien perusteella pajuhakkeen ja pajuhake-kutteriseoksen todettiin olevan sopimaton broilereiden kuivikkeeksi. Pajupohjaiset kuivikkeet eivät siis kaikissa tapauksissa välttämättä sovellu turpeen korvaajaksi, mutta ne voivat olla yksi potentiaalinen täydentävä kuivikeratkaisu tilanteessa, jossa kuivikemarkkina muuttuu muutaman laajasti käytetyn kuivikkeen mallista kohti tilannetta, jossa markkinoilla on huomattavasti enemmän kuivikevaihtoehtoja.

Pajun kuivikeominaisuuksia voidaan toki myös pyrkiä parantamaan seostamalla sitä muihin materiaaleihin. Markkinoilla oleva NyVraan paju–apilakomposti on yksi esimerkki seosratkaisusta, jossa paju on yksi komponentti. Tässä työssä läpi käydyissä tutkimuksissa mukana olleita pajukuivikeseoksia olivat pajuhake–kutteriseos sekä pajukomposti–nollakuituseos. Julkisesti saatavilla olevista tutkimustuloksista ei löytynyt tietoa siitä, millaisia vaikutuksia seostamisella on tavoiteltu tai saavutettu. Seostamisen nähdään kuitenkin olevan yksi potentiaalinen suunta pajupohjaisten kuivikkeiden jatkokehittämisessä ja ominaisuuksien parantamisen lisäksi seostaminen voi auttaa hallitsemaan kuivikkeen kustannuksiin ja raaka-aineiden saatavuuteen liittyviä haasteita.

Kuten tässä yhteenvedossa on kuvattu, pajua on prosessoitu kuivikkeeksi lähinnä hakettamalla ja kompostoimalla. Haketettua pajua on käytetty kestopuuvikkeena lehmillä ja lampailla, ja kompostoitua pajua erityisesti eläintarhoissa, mutta se vaikuttaisi soveltuvan myös ainakin hevosille. Muista prosessointimenetelmistä ei löytynyt tietoa tätä selvitystä tehtäessä, mutta heräsi kysymys, voisiko esimerkiksi pajun kuidutus parantaa sen nesteepidätyskykyä lähemmäs puukuidun tai kutterin tasoa. Puuhakkeesta puukuitua valmistava laite löytyy ainakin Premier Tech Systems and Automation -nimisen yrityksen valikoimista (Premier Tech Systems and Automation, 2026). Toki suuret investoinnit uusiin prosessointitekologioihin sekä itse prosessointi saattavat nostaa kuivikkeen hintaa enemmän kuin asiakkaat ovat valmiita tuotteesta maksamaan. Tämä riippuu pitkälti laitteiston ja prosessoinnin kustannuksista, joiden arvioiminen vaatisi lisäselvityksiä. Puupohjaisten kuivikkeiden vakiintunut menekki niiden hintavaihteluista huolimatta viittaa kuitenkin siihen, että imukykyiselle pajukuitukuivikkeelle voisi muodostua markkinaa.

Useammassa pajukuivikkeita koskevassa tutkimuksessa pajun hyväksi kuivikeominaisuudeksi mainittiin myös pajun antibakteerisuus. Kuitenkaan esimerkiksi Maaningan navetassa toteutetussa

tutkimuksessa ei havaittu pajukuivikkeella olleen vaikutuksia utaretulehdusten määrään. Muissakaan tässä selvityksessä läpikäytyissä tutkimuksissa ei raportoitu pajukuivikkeiden vaikuttaneen positiivisesti eläinterveyteen. Näkökulman voisi ottaa huomioon mahdollisissa tulevilla kuiviketutkimuksissa ja niiden suunnittelussa.

Sivuhuomiona voidaan todeta, että pajusta on mahdollista valmistaa myös biohiiltä, jota voidaan käyttää kuivikkeen lisäaineena. Rehulaatuisen biohiilen on esitetty tukevan eläinten suolistomikrobistoa esimerkiksi siipikarjatuotannossa, jossa eläimet voivat nokkia kuivikkeeseen sekoitettua biohiiltä. Biohiili vähentää ammoniakkin haihtumista lannasta sitomalla sitä itseensä. Näin biohiili vähentää lannan hajuja ja parantaa sen lannoiteominaisuuksia. Biohiilen kuivikekäyttö voi myös tuottaa ilmastohyötyä.

Tarkastelun perusteella voidaan tiivistetysti todeta, että toimivia pajupohjaisia kuivikeratkaisuja on kehitetty ja pilotoitu, ja materiaalin soveltuvuus kuivikekäyttöön tietyissä käyttökohteissa on osoitettu. Pajukuivikkeista tarvitaan kuitenkin lisää testejä ja käyttökokemuksia. Lisäksi hyödyllisenä nähdään tuotekehitys sekä prosessointimenetelmien kehittäminen, joiden avulla pajun kuivikeominaisuuksia voidaan parantaa, jolloin ne voisivat vastata kuiviketarpeisiin nykyistä laajemmin.

Pajukuivikkeiden laajempi käyttöönotto edellyttää ensisijaisesti myös viljelypajun tuotannon kasvattamista ja toimivaa arvoketjua. *Pajuarvoketjuista uutta liiketoimintaa -hanke* pyrkii osaltaan edistämään tätä kehitystä laatimalla alustavia liiketoimintamalleja pajupohjaisten kuivikkeiden tuotannolle siten, että raaka-aineen tuotanto, logistiikka ja prosessointi muodostavat taloudellisesti ja toiminnallisesti perustellun kokonaisuuden. Mallien taloudellista toteuttamiskelpoisuutta tarkastellaan tarvittaessa alustavien kannattavuuslaskelmien avulla.

5 Lähteet

- Eco Crops Ltd. (2024). *Eco soft animal bedding*. Haettu 9. 2 2026 osoitteesta <https://ecocrops.co.uk/eco-wood-products/eco-soft-animal-bedding/>
- Eco Crops Ltd. (26. 9 2025). *Eco Crops Ltd Wins Sustainability Award at Glee 2025*. Haettu 9. 2 2026 osoitteesta <https://ecocrops.co.uk/eco-crops-ltd-wins-sustainability-award-at-glee-2025/>
- Hamunen, S.;Högel, H.;& Storskrobb, J. (2026). *Turpeelle vaihtoehtoisia materiaaleja hevosten kuivittamisessa*. Turpeen korvaaminen muilla materiaaleilla hevosten kuivikkeena -hanke. Haettu 12. 2 2026 osoitteesta https://harjunopk-my.sharepoint.com/:p:/g/personal/essi_rivinoja_harjunopk_fi/IQDCTw9w4IQ-Q7WT93D1XL34ATJD0mIJXS3h5XmIz3ferTY?e=dRKN6i&nav=eyJzSWQjOjI3OSwiY0lkljozODExMDAwOTI1fQ
- Harjun oppimiskeskus. (2026). *Turpeen korvaaminen muilla materiaaleilla hevosen kuivikkeena*. Noudettu osoitteesta <https://harjunopk.fi/turpeen-korvaaminen-muilla-materiaaleilla-hevosen-kuivikkeena/>
- Kiesilä, O. (1. 11 2018). Kuivikkeiden käyttö ja kustannusvertailua. Pro Agria. Haettu 3. 3 2026 osoitteesta https://www.proagria.fi/uploads/01112018_kuivikkeiden_kaytto_outi_kiesila_2022-06-13-161423_gexb.pdf
- Liimatainen, J. (2022). Eläinten hyvinvoinnin edistäminen uusien materiaaliratkaisujen ja käytäntöjen avulla: monitieteellisellä tutkimuksella kohti eläintauditonta tulevaisuutta (NOZOOM). Teoksessa A. Viherä-Aarnio, *Pajut biokiertoaloudessa : Materiaaleja, arvoaineita, ympäristöhyötyjä* (ss. 70-71). Helsinki: Luonnonvarakeskus. Noudettu osoitteesta <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-368-8>
- Lång, K.;Honkanen, H.;Heikkinen, J.;Saarnio, S.;Larmola, T.;& Kekkonen, H. (27. 11 2024). Impact of crop type on the greenhouse gas (GHG) emissions of a rewetted cultivated peatland. *SOIL*, 2024(10), 827-841. Haettu 3. 3 2026 osoitteesta <https://doi.org/10.5194/soil-10-827-2024>
- Manni, K.;& Huuskonen, A. (2021). Lihanautojen kuivitukseen on useita vaihtoehtoja - Toimiva kuivikehuolto vaatii suunnittelua ja tilojen välistä yhteistyötä. *KMVET*, 24-27. Noudettu osoitteesta <https://jukuri.luke.fi/handle/11111/23147>
- Manni, K.;Högel, H.;Saastamoinen, M.;Frondeius, L.;& Huuskonen, A. (2023). *Kuivikeselvitys : Kuiviketilan nykytilan tarkastelu ja lähitulevaisuuden kehitysnäkymien arviointi*. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Noudettu osoitteesta <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-778-5>

- Muilu-Mäkelä, R.;Manni, K.;Högel, H.;Silvenius, F.;Näkkilä, J.;Finni, S.;. . . Silvan, N. (2026). *Kuivike- ja kasvualustatuotannon tiekartta: Tarkastelujakso 2026-2040*. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Noudettu osoitteesta <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-170-8>
- Ny Vraa ApS. (2025). *How Bioactive Substrate Works*. Haettu 10. 2 2026 osoitteesta <https://nyvraa.dk/nordic-willow-zoo/about-biobed/how-bioactive-substrate-works/>
- Ny Vraa ApS. (2025). *Nordic Willow Zoo – BIOBED for animal enclosures*. Haettu 10. 2 2026 osoitteesta <https://nyvraa.dk/nordic-willow-zoo/>
- Premier Tech Systems and Automation. (2026). *Wood Fiber Machine*. Haettu 1. 4 2026 osoitteesta <https://www.ptchronos.com/products/screening-mixing-lines/screening-equipment/wood-fiber-machine>
- Saastamoinen, M.;Manni, K.;& Hellstedt, M. (2022). Kuivikemateriaalien ominaisuuksien vertailu. Teoksessa K. Manni, *Turvetta korvaavat uusiutuvat kuivikemateriaalit* (ss. 11-35). Helsinki: Luonnonvarakeskus. Noudettu osoitteesta <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-364-0>
- Sairanen, A.;& Haapalainen, M. (2023). Kuiviketestausta Luke Maaningan tutkimusnavetassa 2023. Teoksessa E.-K. Pulkka;& E. Virkkunen, *Kuiviketestausta navetoissa ja laboratorioissa* (ss. 34-47). Savonia-ammattikorkeakoulu.
- Seinäjoen ammattikorkeakoulu. (31. 7 2023). *Saatavilla olevat tuotantoeläinten kuivikkeet ja niiden kustannukset*. Noudettu osoitteesta <https://projektit.seamk.fi/blog/saatavilla-olevat-tuotantoelainten-kuivikkeet-ja-niiden-kustannukset/>
- Silvan, E.;Virkkunen, E.;& (toim). (2025). *Turvetta korvaavat vaihtoehtoiset kasvualusta- ja kuivikemateriaalit : Esiselvitys*. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Noudettu osoitteesta <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-131-9>
- Tamminiemen Saha ja Höylä. (n.d.). *Sahanpuru ja Kutterinpuru*. Haettu 3. 3 2026 osoitteesta <https://www.tamminiemi.com/purut/#:~:text=Kuutiot%20mitataan%20k%C3%A4rryn/kuorma%20dauton%20lavan%20mittojen%20mukaan%2C%20survoa,m4%20pressulliset%20lavat.%20Sill%C3%A4%20kuljetamme%20tarpeen%20mukaan.>