



# **Separaattorin soveltuvuus rahkasammalen kuivaamiseen**

Jenna Kääriäinen

Opinnäytetyö, AMK

Lokakuu 2025

Maaseutuelinkeinot

Kääriäinen, Jenna

**Separaattorin soveltuvuus rahkasammalen kuivaamiseen.**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Lokakuu 2025, 34 sivua

Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

**Tiivistelmä**

Jyväskylän yliopiston ja Jyväskylän ammattikorkeakoulun yhteisen Turvemaiden uudet viljelykasvit sekä bi-osivuvirrat: Tuotantoketjut, arvoaineet ja kiertotalous (TURBITS)-hankkeen toimeksiannosta selvitettiin Eko-Erotuksen separaattorin soveltuvuutta rahkasammalen kuivaamiseen. Taustalla vaikuttaa tarve löytää kestävämpi vaihtoehto kerätä rahkasammalta luonnon tilaa kunnioittaen, samalla kun turvetuotantoa ajetaan alas. Energiaturpeen sivuvirtana on saatu soiden pintakerroksen elävä rahkasammal, joka on menynyt pääsääntöisesti kasvualustoiksi ja tuotantoeläinten kuivikkeiksi.

Tutkimus toteutettiin kvantitatiivisin tutkimusmenetelmin, kokeiden ja havaintojen avulla. Separaattorin läpi ajettiin eriä vaihtelevilla kuiva-aineprosenteilla sekä eri kokoisia seuloja käyttäen. Samalla testattiin, vaikuttaako rahkasammalen murskaaminen kuiva-ainepitoisuuksiin. Eristä otettiin näytteet ennen ja jälkeen separointia, joista mitattiin kuiva-ainepitoisuudet. Näitä tuloksia vertailtiin ja tehtiin havaintoja separaattorin hyödyntämisestä rahkasammalen kuivaamiseen.

Tulokset vaihtelivat jonkin verran eri säädöillä ja kuiva-ainepitoisuuksia muuttamalla. Joissakin tapauksissa samasta erästä otettujen näytteiden lähtötilanne oli kuiva-ainepitoisuudeltaan huomattavasti erilainen. Kuivauksen jälkeen eroa oli noin kaksi prosenttia kaikissa erissä. Kyseisellä separaattorilla ei päästy samoihin kuiva-ainepitoisuuksiin kuin separoitaessa lietelantaa.

Johtopäätöksenä, voitiin havaita, ettei murskauksella ollut positiivista vaikutusta rahkasammalen kuivumiseen. Lisäksi vaihtelemalla lähtötilanteen kuiva-ainepitoisuuksia tai seulan kokoa päästiin aina lähes samaan lopputulokseen. Koska tutkimusaineisto ei vastannut tutkimuksen alkuperäisiä tavoitteita, ei tuloksista voitu tehdä selkeitä johtopäätöksiä.

**Avainsanat (asiasanat)**

rahkasammal, turve, turvetuotanto, kuivike, kasvualusta, separaattori

**Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)**

-

**Kääriäinen, Jenna**

**Title and possible subtitle**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, October 2025, 34 pages

Degree Programme in Energy and Environmental Technology. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

**Abstract**

Commissioned by the joint project of the University of Jyväskylä and JAMK University of Applied Sciences, "New Cultivation Plants and Bio By-products of Peatlands: Production Chains, Valuable Compounds and Circular Economy (TURBITS)", the suitability of Eko-Erotus's separator for drying sphagnum moss was investigated. The background of the study lies in the need to find a more sustainable method of harvesting sphagnum moss in a way that respects the natural environment, especially as peat production is being phased out. As a by-product of energy peat extraction, living sphagnum moss from the surface layer of mires has been collected and mainly used as a growth medium or bedding material for livestock.

The study was conducted using quantitative research methods, including experiments and observations. Batches of sphagnum moss with varying dry matter contents were run through the separator, using sieves of different sizes. At the same time, the effect of shredding the moss on dry matter content was tested. Samples were taken before and after separation, and their dry matter contents were measured. These results were compared, and observations were made regarding the usability of the separator for drying sphagnum moss.

The results varied somewhat depending on the settings and initial dry matter content. In some cases, the samples taken from the same batch showed significant differences in initial dry matter content. After drying, the difference between batches was approximately two percentage points. The separator in question did not achieve the same dry matter levels as typically reached when separating slurry.

As a conclusion, it was observed that shredding did not have a positive effect on the drying of sphagnum moss. In addition, altering the initial dry matter content or sieve size consistently resulted in nearly the same outcome. Since the research material did not meet the original objectives of the study, no definitive conclusions could be drawn from the results.

**Keywords/tags (subjects)**

sphagnum moss, peat, peat production bedding material, animal bedding, growing medium, separator

**Miscellaneous (Confidential information)**

-

## Sisältö

|          |                                                |           |
|----------|------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Johdanto .....</b>                          | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Tutkimusasetelma .....</b>                  | <b>7</b>  |
| 2.1      | Tutkimuskysymykset ja rajaus.....              | 7         |
| 2.2      | Tutkimusmenetelmä .....                        | 8         |
| 2.3      | Tutkimuksen toimeksiantaja .....               | 8         |
| <b>3</b> | <b>Turve.....</b>                              | <b>9</b>  |
| 3.1      | Turvemaa.....                                  | 9         |
| 3.2      | Turpeen muodostuminen .....                    | 9         |
| 3.3      | Turvemaiden historiaa .....                    | 10        |
| 3.4      | Turpeen käyttö Suomessa .....                  | 10        |
| 3.5      | Energiaa turpeesta .....                       | 11        |
| 3.6      | Turvelajit.....                                | 13        |
| 3.7      | Tuotantoalueen kuivatus ja vesien suojelu..... | 13        |
| 3.8      | Jälkikäyttö.....                               | 14        |
| 3.9      | Kasvuturve.....                                | 15        |
| 3.10     | Muut turpeen käyttökohteet .....               | 16        |
| <b>4</b> | <b>Rahkasammalet.....</b>                      | <b>16</b> |
| 4.1      | Rahkasammalen eri käyttötarkoituksia.....      | 16        |
| 4.1.1    | Kotitarveviljely .....                         | 17        |
| 4.1.2    | Kuivikekäyttö .....                            | 17        |
| 4.1.3    | Kasvualustan parantaminen .....                | 18        |
| 4.2      | Korjuu ja uusiutuminen .....                   | 19        |
| <b>5</b> | <b>Separaattori .....</b>                      | <b>20</b> |
| 5.1      | Separoinnin hyödyt .....                       | 20        |
| 5.2      | Separaattorina Eko-Erotus .....                | 20        |
| <b>6</b> | <b>Toteutus .....</b>                          | <b>21</b> |
| 6.1      | Aineiston keruu .....                          | 21        |
| 6.2      | Separointi .....                               | 22        |
| 6.3      | Tulokset .....                                 | 25        |

|          |                                                      |           |
|----------|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>7</b> | <b>Johtopäätökset.....</b>                           | <b>30</b> |
| <b>8</b> | <b>Pohdinta.....</b>                                 | <b>30</b> |
| <b>9</b> | <b>Jatkotutkimusehdotukset ja luotettavuus .....</b> | <b>33</b> |
|          | <b>Lähteet .....</b>                                 | <b>35</b> |

## Kuviot

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Kuvio 1. Turpeen tuotantoalat ELY- alueittain (Soimakallio ym., 2020).....                 | 11 |
| Kuvio 2. Turpeen tuotanto energiakäyttöön ja muu energian käyttö (Soimakallio ym. 2020) .. | 12 |
| Kuvio 3. Rahkasammalen kuituja näytteestä eroiteltuna .....                                | 21 |
| Kuvio 4. Neovan toimittamaa aineistoa eroteltuna .....                                     | 21 |
| Kuvio 5. Biolan Group, rahkasammaleen nostossa .....                                       | 22 |
| Kuvio 6. Suurempireikäinen seula.....                                                      | 23 |
| Kuvio 7. Separaattorin täyttösiilo, jonne separoitava materiaali laitetaan.....            | 23 |
| Kuvio 8. Tiheämpireikäinen seula .....                                                     | 23 |
| Kuvio 9. Kumilärpäke ja toinen syöttöruuvi, joka työntää massan ulos.....                  | 23 |
| Kuvio 10. Separoitua, valmista massaa tulee ulos separaattorista .....                     | 24 |
| Kuvio 11. Patentoitu ruuvikumi ruuvikuljettimessa .....                                    | 24 |
| Kuvio 12. Kiintoainesta poistuu isommasta seulasta.....                                    | 24 |
| Kuvio 13. Massa puristuu kumia vasten .....                                                | 24 |
| Kuvio 14. Traktorin etukuormaimessa sekoitin, jolla rahkasammal ja vesi sekoitettiin ..... | 25 |
| Kuvio 15. Vaaka, jolla näytteet punnittiin.....                                            | 25 |
| Kuvio 16. Memmert näytekuivuri sisältä .....                                               | 26 |
| Kuvio 17. Memmert näytekuivuri, jossa näytteet kuivattiin .....                            | 26 |
| Kuvio 18. Näytteiden kuiva-ainepitoisuuksien keskiarvot prosentteina .....                 | 27 |
| Kuvio 19. Näytekohtaiset kuiva-ainepitoisuudet prosentteina .....                          | 28 |
| Kuvio 20. Näytteiden painot ja lasketut kuiva-ainepitoisuudet .....                        | 29 |

## 1 Johdanto

Maailmassa on turvemaita noin 400 miljoonaa hehtaaria eli noin 3 % maapallon pinta-alasta (Turve 2024.) Suomi on yksi maailman soistuneimmista maista, ja lähes kolmasosa sen maapinta-

alasta on soita tai turvemaita – alkujaan noin 10,7 miljoonaa hehtaaria. Ojitus ja turvetuotanto ovat muuttaneet osan näistä kivennäismaiksi. Suomessa on noin 100 000 suota, joista 33 500 on yli 20 hehtaaria. Soita esiintyy koko maassa, eniten Pohjois-Suomessa, ja niitä syntyy yhä lisää esimerkiksi vesistöjen umpeenkasvun seurauksena. (Turve 2024.) Turpeen nosto vaikuttaa negatiivisesti myös luonnon monimuotoisuuden näkökulmasta. Se heikentää suoympäristössä elävien lajien säilymistä, kuten hyönteiset, linnut ja kasvit. Kun ympäristö muuttuu, lajisto muuttuu, mikä voi johtaa heikentävästi koko ekosysteemin toimintaan.

Turvetuotannosta puhutaan niin maailmalla kuin Suomessakin. (ks. esim. Turve, tiede ja tulevaisuus -webinaarisarja 2021) Turvemaat toimivat tehokkaina hiilivarastoina, mutta niiden käyttö esimerkiksi energiantuotantoon vapauttaa hiiltä ilmakehään. Tämä vaikuttaa negatiivisesti ilmaston muutokseen. Suomessa turvetta on hyödynnetty kautta aikojen moniin muihinkin eri käyttötarkoituksiin energiantuotannon lisäksi. Aihe on ajankohtainen, sillä turvetuotannosta poistuu alueita jatkuvasti ja turpeen tilalle on löydettävä kestävämpiä vaihtoehtoja.

Turve on toiminut tärkeänä materiaalina myös kasvihuonetuotannossa. Turpeen noston sivuvirtaa, kasvuturvetta, hyödynnetään kasvihuoneilla. Kasvuturve on turvekerroksen ylin elävä osa, ja kattaa noin 10 % Suomessa nostetusta turpeesta. Kasvuturve kattaa 90 prosenttia kasvihuoneyrityksien kasvualustoista sen erityisten fysikaalisten ominaisuuksien vuoksi. (Korhonen 2021, 54.). Turpeen noston vähentyessä, tilalle on löydettävä toinen vaihtoehto, varsinkin jos turve luokitellaan uusiutumattomaksi luonnon varaksi. Kasvuturve on pääosin rahkasammalta. Kun tuotantoalueelta kerätään ohuempi pintakerros, ei elävää rahkasammalta, toimenpide ei kuormita ympäristöä niin radikaalisti kuin perinteisessä turvetuotannossa. (Kerttula 2020.) Tuotantoalueina toimivat metsitykseen kelpaamattomien kitumaiden suoalueet. Tällaista tuotantoaluetta Suomessa on yhteensä noin 300 000 hehtaaria. (Kerttula 2020.)

Tässä tutkimuksessa selvitetään separaattorin soveltuvuutta rahkasammalten kuivaamiseen. Käytännön kokeiden avulla selvitettiin, miten hyvin separaattorilla voidaan erottaa neste ja kuiva-aine toisistaan helpottamaan logistisia haasteita. Käytössä olleeseen separaattoriin tehtiin erilaisia säätöjä, jotta saatiin erilaisia tuloksia vertailuun. Kuivaamalla erilaisia eriä rahkasammalta, saatiin niistä eri kuiva-ainepitoisuuksia, joita voitiin vertailla. Kun saatiin selville separaattorin

tuotantonopeus ja kuiva-ainepitoisuudet, voitiin tehdä laskelmia työmuodon kannattavuudesta ja mahdollisesti toteutuksesta tulevaisuudessa suoraan tuotantoalueella.

## 2 Tutkimusasetelma

Suomessa, kuin muuallakin maailmassa, eletään murroksessa ja kaikin tavoin yritetään hillitä alati kiihtyvää ilmastonmuutosta. Turpeen nostosta halutaan luopua ja tärkeän materiaalin tilalle on löydettävä kestävämpi ratkaisu. Tuoreinta kerrosta, rahkasammalta, turpeen nostosta ei käytetä polttoturpeeksi, vaan se menee esimerkiksi puutarhoille kasvualustaksi ja kuivikkeeksi eläintiloille. Jos turvetuotanto lopetetaan, ei rahkasammalta saada sivuvirtana. Pelkän rahkasammalen keräämiseen on kehitteillä uusia kestävämpiä menetelmiä, tarkoittaen ettei sammalta voida kerätä samalla tavalla kuin aikasemmin. Koska alueita ei enää ojiteta eikä kuivateta, rahkasammal on kerättäessä märkää ja seuraavat ongelmat ilmenee logistisina haasteina. Keräys- ja kuljetuskalusto jäävät jumiin märkään, upottavaan turpeeseen painavine märkine kuormineen.

### 2.1 Tutkimuskysymykset ja rajaus

Tutkimusta varten toimeksiantajalla oli tutkimuskysymykset valmiina. Tutkimuksen tavoitteena on löytää ratkaisu märän rahkasammalen kuivaamiseen ja näin logististen haasteiden minimoimiseksi, kun toimitaan märällä turvemaalla. Opinnäytetyössä lähdettiin selvittämään kolmea asiaa; kuinka Eko-Erotuksen separaattori soveltuu rahkasammalen kuivaamiseen, kuinka kuivaksi rahkasammal on mahdollista saada, sekä kannataako sammal murskata ja onko murskauksella vaikutusta kuiva-ainepitoisuuksiin.

Rahkasammalen korjuu- ja kuljetusmenetelmät on luotava niin sanotusti tyhjästä kun keksitään uutta, joten aihepiiri on laaja. Kaikkiin haasteisiin opinnäytetyössä ei kuitenkaan voida syventyä. Aihe rajautui rahkasammalen logististen haasteiden selvittämiseen, toimeksiantajan tarpeiden mukaisesti. Koska rahkasammal imee itseensä omaan painoonsa nähden moninkertaisen määrän vettä, neste ja kuiva-aine on hyvä saada eroteltua toisistaan toimitusketjun tehostamiseksi. Näin voidaan vähentää kustannuksia ja jatkokäsittelyn työvaiheita suoraan tuotantoketjun alkupäässä.

## 2.2 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyön teoriaosuus suoritettiin kvantitatiivisin tutkimusmenetelmin. Kvantitatiivinen tutkimus suoritetaan joko kokeiden, kyselytutkimusten tai havaintoihin keskittyvin menetelmin. Tässä opinnäytetyössä tutkimus toteutettiin kokeellisesti, keräten numeerista dataa, joka analysoitiin. Tällaisen tutkimusmenetelmän avulla voidaan testata syy-seuraussuhteita ja näin tehdä erilaisia päätelmiä. Tutkimustavan etuja ovat toistettavuus, standardoitujen menetelmien ja mittauksien avulla tutkimuksia voidaan toistaa, sekä numeerisen datan tehokas analysointi tilastollisia välineitä apuna käyttäen. (Abbadia 2023.)

Vastaavanlaisesta tutkimuksesta ei ole kirjallisia tutkimustuloksia. Työn toteutukseen käytettiin apuna myös empiiristä tutkimusmenetelmää ja tuloksia tarkasteltiin havaintojen perusteella. (Vuori, J. N.d.) Koska tutkimuksessa selvitettiin yhden laitteen soveltuvuutta rahkasammalen separointiin, oli kokeellinen tutkimusmenetelmä aiheellinen. Erilaisia säätöjä tekemällä ja laitteen osia vaihtamalla, pystyttiin havainnollistamaan syy-seuraussuhteita. Kyseisen tutkimusmenetelmän avulla saatiin tarkasti selville, miten eri säädöt vaikuttivat rahkasammalen käyttäytymiseen sitä separoitaessa. (Abbadia 2023) Tutkimukset suoritettiin kesäkuun alkupuolella vuonna 2025, Jamkin Biotalousinstituutissa.

## 2.3 Tutkimuksen toimeksiantaja

Tämän tutkimuksen toimeksiantajana toimii Jyväskylän ammattikorkeakoulun, sekä Jyväskylän yliopiston yhteinen TURBITS-hanke. TURBITS lyhenne tulee: Turvemaiden uudet viljelykasvit sekä biosivuvirrat: Tuotantoketjut, arvoaineet ja kiertotalous. Hankkeessa kehitystoiminta on suunnattu erityisesti entisillä turvetuotantoalueilla viljeltävien soiden suojelukasvien talteenottoon, logistiikkaan sekä kasvien jatkokäyttöön.

Hanke tutkii laajasti arvokkaita orgaanisia aineita, niiden materiaalitehokkuutta ja biosivuvirtojen hyödyntämismahdollisuuksia, ennen niiden päätymistä energiatuotantoon. Näistä arvokkaista kasvipohjaisista materiaaleista saadaan monia raaka-aineita niin kuivike- ja kasvialustatuotantoon kuin lääke-, kosmetiikka- ja elintarviketeollisuuteen. TURBITS-hankkeen tavoitteena on tuoda uutta liiketoimintaa Keski-Suomen alueelle luomalla uusia työpaikkoja asiantuntijoille, jotka ovat jääneet työttömäksi turvetuotannon loputtua. Eniten turvetuotannon vähenemisestä ovat

kärsineet Viitasaari ja Saarijärvi. (TURBITS, Turvemaiden uudet viljelykasvit sekä biosivuvirrat: Tuotantoketjut, arvoaineet ja kiertotalous 2025)

Hankkeessa kehitetään kiertotaloutta kokonaisvaltaisesti ja kestävästi, niin taloudellisesta kuin ympäristönkin näkökulmasta. Yksi tärkeä hankkeen ominaisuus on elvyttää turvetuotantoalueiden, sekä niiden ympäristön uusiutumiskykyä alati kasvavassa ilmastomuutoksen paineessa. Tärkeintä on vastuullisuus ja kestävyys. Hanke toteutetaan yhteensä viidessä työpaketissa, Jyväskylän yliopiston ja Jyväskylän ammattikorkeakoulun voimin. Lisäksi mukana on useita muita liiketoimijoita. (TURBITS, Turvemaiden uudet viljelykasvit sekä biosivuvirrat: Tuotantoketjut, arvoaineet ja kiertotalous 2025)

### **3 Turve**

#### **3.1 Turvemaa**

Turvemaaksi määritellään turvekerrostuma, joka on vähintään 30 cm paksuinen. (Turve 2024)

Maailmassa on turvemaita noin Euroopan unionin verran, 400 miljoonaa hehtaaria, noin 3 % koko maapallomme pinta-alasta. Suomi on yksi eniten soistuneimmista maista, mukaan lukien 179 muuta maata, joissa on soita. Lähes kolmaosa Suomen maapinta-alasta on luokiteltu soiksi tai turvemaiksi, ja sen arvioidaan olleen alun perin 10,7 miljoonaa hehtaaria. Tänä päivänä osa suoalasta on muuttunut kivennäismaiksi turvealueiden ojituksen ja tuotannon seurauksena. Erillisiä suoaltaita on listattu 100 000, joista noin 33 500 on yli 20 hehtaarin kokoluokka.

Turvemaita on ympäri Suomea ja eniten Pohjois-Suomessa, jääkauden jälkeen käynnistyneen ja itseään ylläpitävän geologisen prosessin vaikutuksesta. Soita syntyy yhä edelleen suotuisissa olosuhteissa ja se näkyy esimerkiksi vesistöjen umpeenkasvuna. (Turve 2024.)

#### **3.2 Turpeen muodostuminen**

Turve on lahoavaa, eli maatuvaa suokasvistoa. Turve on epätäydellisen hajoamisen tuloksena syntynyttä suokasvien jäännöstä. Epätäydellinen hajominen tapahtuu runsaan veden ja hapenpuutteen vuoksi. Geologisen määritelmän mukaan turpeeksi voidaan kutsua eloperäistä maa-ainesta, jonka orgaanisen aineen osuus on vähintään 75 % kuiva-aineesta. (Turve 2024.)

Turpeen muodostuminen vaatii runsaan veden läsnäolon alueen, kuten lammen. Lammen pohjalle

alkaa kertyä virtausten mukana sedimenttiä, lisäksi sekaan kuolee kasveja, jotka yhdessä kerryttävät eloperäistä massaa. Ajan kuluessa lampi kasvaa umpeen ja muuttuu suoksi. (Roadex n.d.)

### 3.3 Turvemaiden historiaa

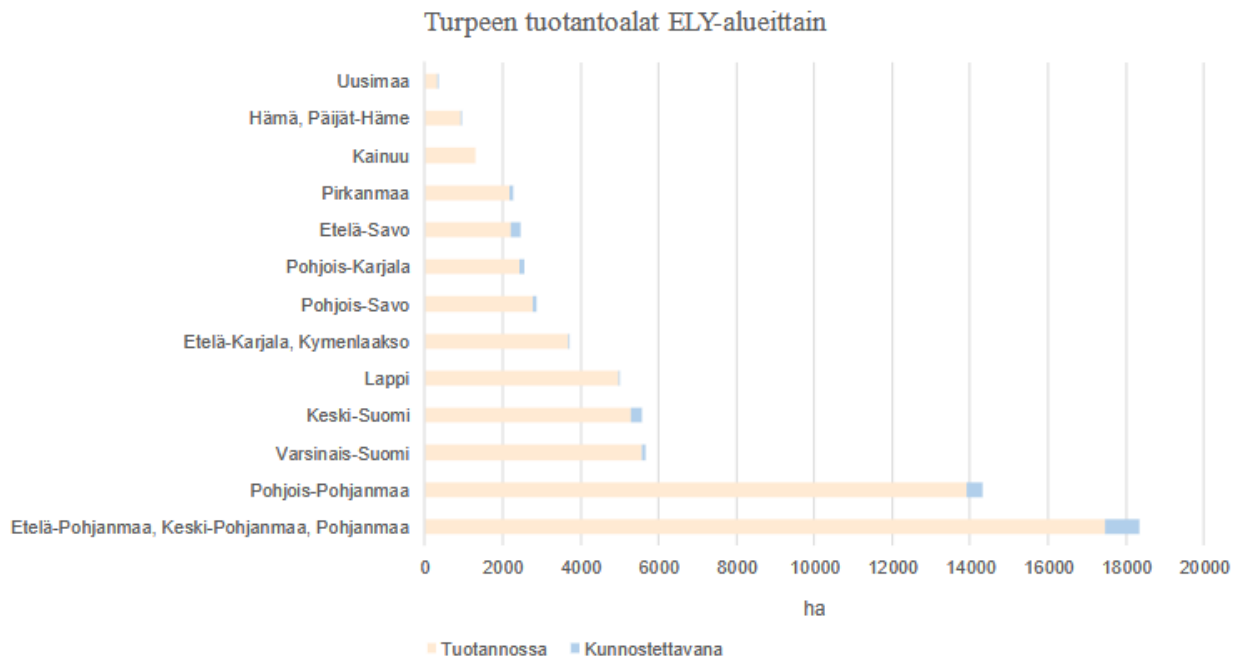
Jo 1600-luvulta soita on muokattu ja hyödynnetty maanviljelyyn. Turvemaita on käytetty niin metsätaloudessa kuin peltopuolella. Varsinkin 1800 ja 1900-lukujen vaihteessa, ja heti toisen maailmansodan jälkeen, väestön nousun piikeissä, soiden käyttöönotto viljelymaiksi yleistyi. Turvetta on tutkittu Geologian tutkimuskeskuksen toimesta jo 1880-luvulta asti. (Turve 2024.)

Turpeen nosto energiakäyttöön oli käytännössä mahdollista jo 1800-luvulla. Käyttö yleistyi 1900-luvun puolella, mutta vasta 1970-luvun öljykriisin jälkeen Suomi on turvannut omavaraisuuttaan energian osalta polttamalla turvetta. (Turve 2024.) Vuonna 1997 poistettiin valmistevero turpeelta, jota käytettiin sähköntuotantoon. Energiaturpeen tuotannon huippuvuodet olivat 2000-luvulla, ja vuodesta 2014 tuotanto on laskenut tasaisesti vuoteen 2018, jolloin turpeen käyttö jälleen lisääntyi. (Soimakallio ym. 2020, 28) Puuntuotannon lisäämiseksi 1960 - 1970-luvulla valtio rahoitti laajamittaisesti soiden ojitusta. Soiden yleisin käyttömuoto oli tällöin puuntuotanto. (Turve 2024.)

### 3.4 Turpeen käyttö Suomessa

Vuonna 2018 turvetuotannon käytössä oli noin 0,7 % Suomen soiden ja turvemaiden pinta-alasta, eli 63 000 hehtaaria 9,3 miljoonasta hehtaarista. Puolet siitä (31 500 ha) sijoittuu puoliksi Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalle. Alla olevassa taulukossa on havainnollistettu tuotantoalueiden jakautumista Suomessa. Turvetuotanto vaikuttaa myös välittömästi ja välillisesti Suomen

maakuntien työllisyyteen, pääpainona suora turpeen nosto, tieliikenteen tavarankuljetus ja varastointi. (Soimakallio ym. 2020, 19)



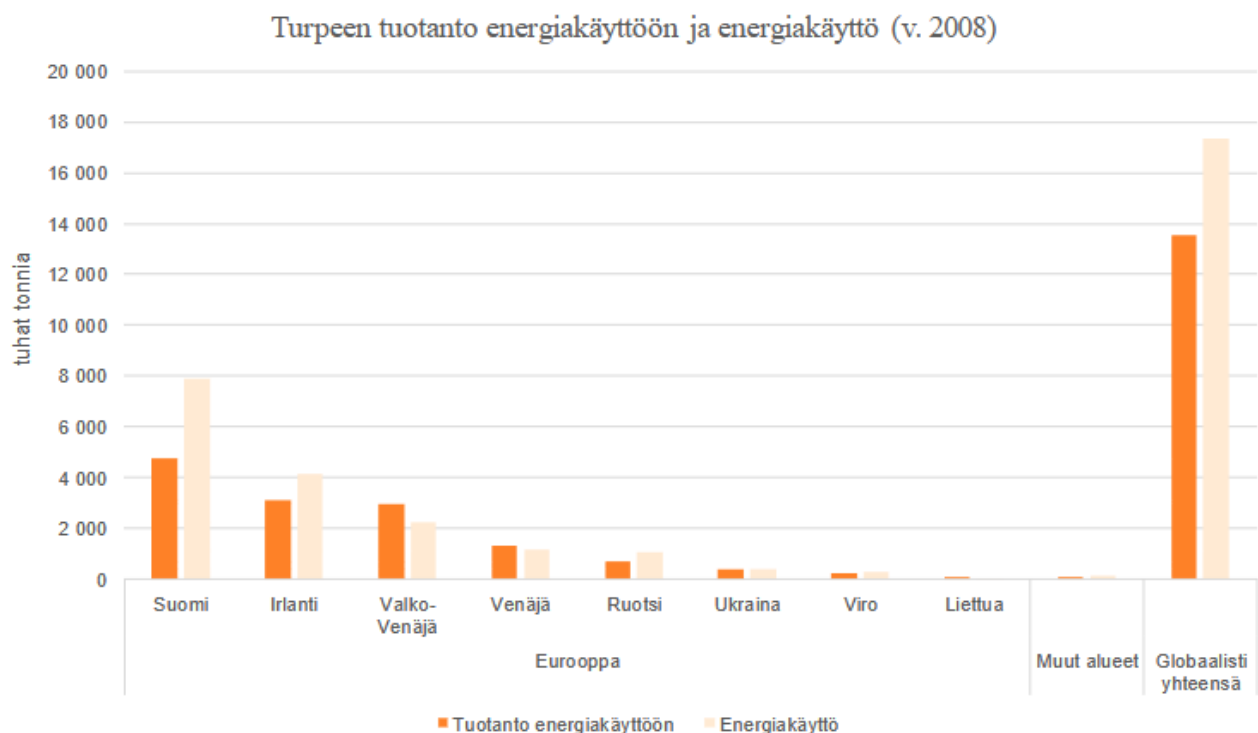
Kuvio 1. Turpeen tuotantoalat ELY- alueittain (Soimakallio ym., 2020)

### 3.5 Energiaa turpeesta

Turvetta käytetään Suomessa edelleen kotimaisena polttoaineena lämmön ja sähkön tuotantoon, mutta kokonaismittakaavassa käyttö on vähäistä. Vielä 2017 tutkimukset osoittivat metsätalouden ulottuvan 4,6 miljoonalle hehtaarille, joka on 51,2 % Suomen turvemaista. Peltoviljelyaluetta on puolestaan noin yksi neljännes miljoonaa hehtaaria turvemaista, mikä on noin 12 %. Energian tuottaminen jatkossakin on tärkeää huoltovarmuuden kannalta, joten osaaminen ja toimintaketjut on säilytettävä. (Turve 2024.) Turve on maamme ainoa kiinteä polttoaine, jota voidaan varastoida useaksi vuodeksi ja vieläpä merkittäviä määriä. Kotimaisuus ja varastoitavuus ovat avaintekijät Suomen huoltovarmuuden turvaamisessa. (Korhonen 2021, 69) Eduskunta päätti vuonna 2019, että kivihiilestä on luovuttava lain mukaan 1.5.2029 alkaen. (Kivihiilen energiakäytön vuonna 2029 kieltävä laki voimaan huhtikuun alussa 2019.) Muiksi lämmöntuotannon polttoaineiksi jäävät silloin turve, energiapuu ja öljy, sekä vähissä määrin kaasu.

Kun turvetta lähdetään korvaamaan puulla, Korhonen (2021) toteaa sen lisäävän riskejä puunkäytön sektorille, johon on varauduttava ja keksittävä uusia ratkaisuja jo lähivuosina. (Korhonen 2021.) MT:n artikkelin mukaan Vihreiden kansanedustaja, Tiina Elo, on puolestaan todennut Hiilineutraali Suomi 2035 -keskustelussa, ettei metsien hakkuumääriä voida nostaa ilmastotavoitteiden ja luontokadon kustannuksella. (Palokallio 2022) Lisäksi taloudelliset menetykset niin Suomessa kuin EU:ssa, olisivat mittavat, puhumattakaan tuhansien työpaikkojen menetyksestä. Juha Jumppasen mielestä siihen Suomella ei ole kansakuntana varaa. (Hämäläinen 2025)

Suomen 9,08 miljoonan hehtaarin alasta 0,6 prosenttia käytetään turvetuotantoon, mutta se on puolittunut nopeasti kysynnän laskemisen takia 30 000 hehtaariin. Suojeltua suoaluetta Suomessa on noin 1,3 miljoonaa hehtaaria ja ne ovat olleet suojelussa suurimmaksi osaksi jo vuodesta 1981. (Turve 2024.) Alla olevassa pylvästaulukossa on havainnollistettu Suomen turpeen käyttö globaalisti muihin maihin verrattuna. Vaikka prosentteina tuotantoala ei kuulosta suurelta, energiaturpeen käytöstä Suomessa puhutaan tuhansista tonneista vuodessa. Myös Irlannissa turpeen tuotantoa lopetellaan, ja se päättyy vuoteen 2028 mennessä. (Elonen 2020.)



Kuvio 2. Turpeen tuotanto energiakäyttöön ja muu energian käyttö (Soimakallio ym. 2020)

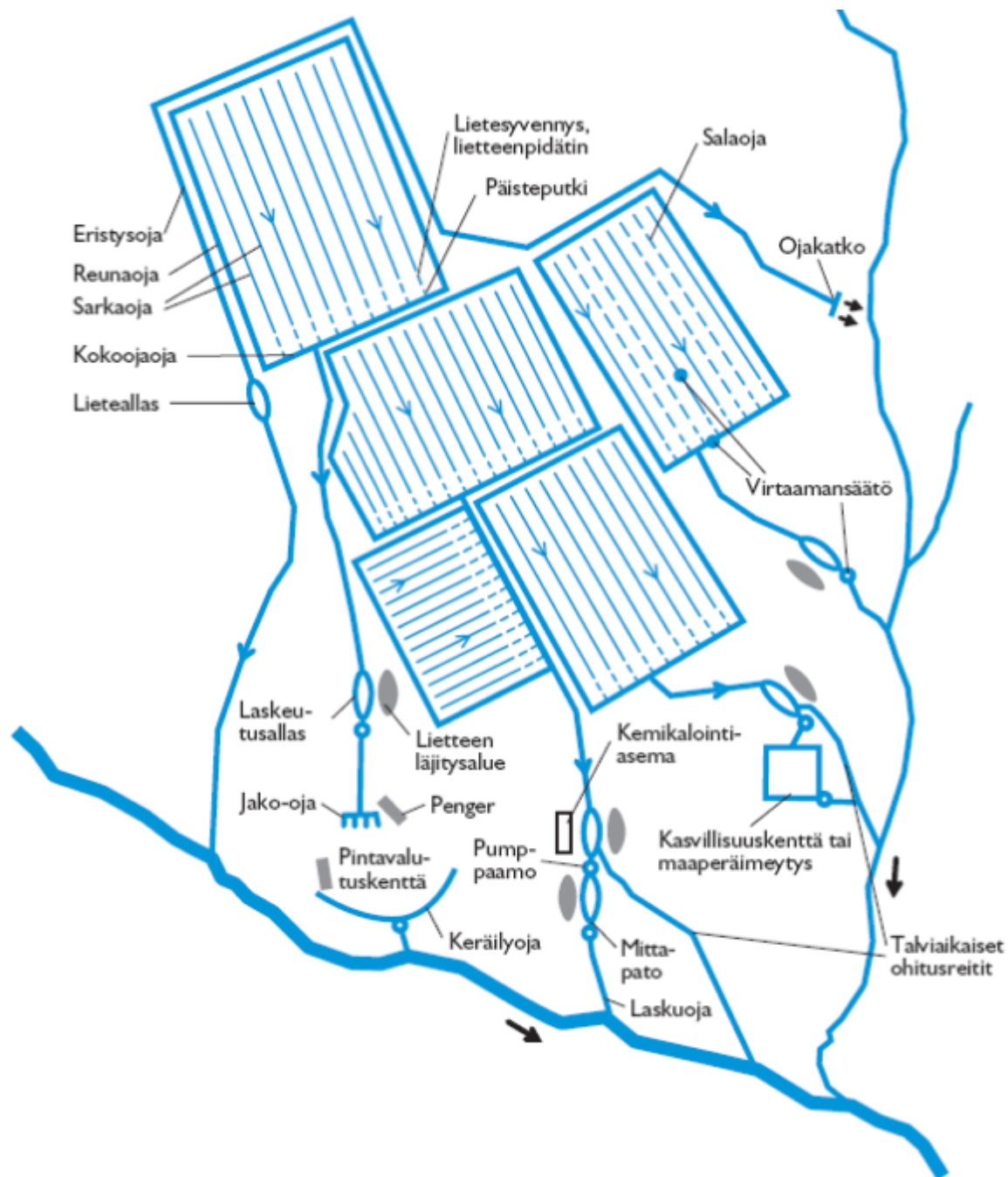
### 3.6 Turvelajit

Maatuneisuusaste (huminoiteetti) ilmoitetaan kymmenasteikolla siten, että H1 on maatumaton turve ja H10 on maaton turve. Turvekerroksen päällimmäistä kerrostumaa, H1:stä puristettaessa, vesi on kirkasta, sekä kasvit ja kasvijäännökset ovat tunnistettavissa. H10:tä, täysin maaton turvetta, puristettaessa turve puristuu sormien välistä ja neste on kiintoaineessa. (Vapo Oy 2012). Turpeen eri tuotantomuotoihin suolta edellytetään eri ominaisuuksia. Käytön määrääviä tekijöitä ovat turvelaji, maatuneisuusaste, turvekerroksen paksuus, sekä fysikaaliset ominaisuudet ja rikkipitoisuus. Turvekerrostuman vähimmäispaksuutena voidaan pitää kahden metrin syvyyttä ja pohjan tulee olla tasainen. (Tuotantoedellytysten arviointi 2025.)

### 3.7 Tuotantoalueen kuivatus ja vesien suojelu

Suo täytyy kuivattaa, jotta turvetta voidaan kerätä ja se tapahtuu suon ojituksella. Turpeentuotantoalueen ojittamisella vaikutetaan pohjaveden pinnan korkeuteen. Suon vesi ohjautuu kuivatusojiin ja näin pohjaveden pinta laskee. Turvetuotantoalueiden kuivatus ei ole täysin riskitöntä. Lähellä pohjavesialuetta olevat turpeentuotantoalueet voivat vaikuttaa negatiivisesti pohjavesien laatuun ja veden pinnan korkeuteen. Jos ojitus ulottuu mineraalimaahan, pohjavesien virtaussuunnat voivat muuttua, mikä voi heikentää pohjaveden laatua sekä saatavuutta. (Ympäristöministeriö 2013.)

Turvetuotantoalueen ympäristön vesistöön kohdistuvaa kuormitusta minimoidaan erilaisilla vesiensuojelumenetelmillä. Näitä ovat tyypillisesti erilaiset ojat, altaat ja syvennykset keräämään lietettä, sekä muut padotusjärjestelyt ja virtauksien säätö. (Vapo Oy 2012. s.52.) Lisäksi tuotantoalueen kuivattamiseen ja vesiensuojeluun liittyy paljon muitakin toimenpiteitä ja huomiotavaa (katso esimerkki kuva 1.).



kuva 1. Vesiensuojelumenetelmien esimerkki

### 3.8 Jälkikäyttö

Ennen suon siirtymistä turvetuotantoon, maa-alueen vastuu on maanomistajalla. Maanomistajia voivat olla turvetuottajien lisäksi mm. metsäteollisuusyhtiöt, valtio, perikunnat sekä yksityiset henkilöt. Tuotannon aikana vastuu on luonnollisesti tuottajalla itsellään, jonka jälkeen ELY-keskukselle tehdään jälkikäyttöilmoitus tehdyistä hoitotoista, sen on oltava ympäristöluvan

mukaisesti toteutettu. Kun ELY on tarkastanut työn jäljen, vastuu siirtyy takaisin omistajalle. Jälkikäytön käytäntöjen vastuu on suopohjan omistajalla. (Korhonen 2021, 75)

Turvetuotannosta poistuneiden alueiden käytöstä puhutaan nyt paljon, ja kokeilussa onkin jo monenlaisia uusia käyttötarkoituksia turvetuotannosta poistuneille alueille. Kolin tuntumassa, Kyyrönsuolla, on entistä 18 hehtaarin turvetuotantoaluetta muutettu kosteikoksi, joka on jatkumoa 1,8 km pitkälle, ennallistetulle lähdepurolle (Penttinen 2021). Alaa on uudistettu esimerkiksi myös pajulla, joka edesauttaa vesien puhdistumista hormoni-, raskasmetalli-, huume- ja lääkejäämistä. Pajun juurimatto hyödyttää myös aikanaan koneiden kannattelussa. (Sihvonen 2022.) Muidenkin erikoisempien kosteikkokasvien tuotantoa on kokeiltu. Turvesoita on valjastettu myös aurinkovoimaloiksi (Jylhälehto 2025). Mutta edelleen perinteiseen tapaan turvetuotantoa pidetään toiminnassa Suomen energiahuoltovarmuuden turvaamiseksi (Garewed 2024).

### **3.9 Kasvuturve**

Turvetuotantoalueen pintakerroksella, vaalealla rahkaturpeella, on huonot energiaominaisuudet, jonka vuoksi polttoturpeentuotanto ei ole kannattavaa, jos rahkaturpeen paksuus on yli 0,6 m. Vaalealle rahkaturpeelle on kuitenkin muutakin käyttöä. Hyödyllistä onkin tällöin markkinoida rahkaturve erikseen kasvu- ja ympäristöturpeen käyttäjille. Alta paljastuvat, tummemmat ja maatuneemmat turvelajit, voidaan käyttää energiaksi. (Tuotantoedellytysten arviointi 2025.)

Kasvuturpeeksi kutsutaan sivuvirtaa, jota saadaan energiaturpeen nostosta. Kasvuturve on turvekerrosten ylin, elävä osa ja noin 10 prosenttia turpeesta, jota nostetaan Suomesta. Kasvuturvetta käytetään kasvihuoneyrityksillä 90 %. Turpeella on erinomaiset ominaisuudet kasvihuonekasvatukseen sen fysikaalisten ja kemiallisten arvojen vuoksi. (Korhonen 2021, 54.) Suomalaiset tomaatti, kurkku, ruukkusalaatti ja kesäkukat katoaisivat, jos turpeen nosto lopetettaisiin kokonaan. Kasvualustaa on oltava myös tarjolla riittävästi ja sen tulee olla tasalaatuista, jotta voidaan päästä odotettuun satotasoon. Jopa viiden prosentin satotason menetys vaikuttaa joka toiseen kasvihuoneyritykseen radikaalisti, eikä toiminta ole enää kannattavaa. Mikäli kasvuturpeen käyttö luokitellaan haitalliseksi, lainojen ja tukien saanti käy mahdottomaksi. (Luke 2020; Kaartinen 2020)

### 3.10 Muut turpeen käyttökohteet

Muita pienempiä käyttökohteita energiatuotannon jälkeen, ovat tuotanto- ja kotieläinten kuivikekäyttö, kasvualustat, sekä viherrakentaminen ja maisemanhoito. Turvetta käytetään lisäksi pieniä määriä kompostointiin ja kauneudenhoitopuolella kylpyihin ja hoitoihin. (Turve 2024). Turve on erinomainen maanparannusaine kapillaarisen ilmiön vuoksi (Kantola & Aho 1985.)

## 4 Rahkasammalet

Sammalia esiintyy ympäri maailman ja niitä on löydetty Suomesta 709 eri lajia (Mosses – Bryophyta n.d.). Sammalet ovat itiökasveja. Ne eivät kuki, eikä tuota siementä, vaan lisääntyvät suvuttomasti tai itiöiden avulla (Silvan 2024.) Ne viihtyvät varjoisissa, kosteissa paikoissa ja muodostavat yleensä mattomaisen kasvuston. Lisäksi on sammalta muistuttavia kasveja, jotka ovatkin leviä, ilmakasveja, liekoja tai jäkäliä. Sammalet ovat hyödyksi muulle kasvistolle, sillä ne hajoittavat kasvualustaansa muiden kasvien käyttöön. Sammalet on jaettu muutamaaan alaluokkaan, rahkasammalet ovat yksi niistä. (Moss n.d.).

Rahkasammalia on maailmanlaajuisesti yli 300 lajia (Peat moss N.d.). Suomessa rahkasammalia on noin 40 eri lajia, joista esimerkiksi Ruskorahkasammal joka kasvaa soilla, on irtotilavuudeltaan 23 g/l. Haprarahkasammalta tavataan ojissa ja sen irtotilavuus on 15 g/l. Ruskorahkasammalella on näistä esimerkeistä paremmat vedenpidätysominaisuudet. Yleisesti rahkasammal pystyy pidättämään vettä 16-26 kertaista omaan painoonsa nähden ja on samalla antimikrobista materiaalia, joka ehkäisee bakteerien ja virusten kasvua. (Silvan 2024.) Rahkasammal on taloudellisesti merkittävää, sillä siitä muodostuu turvetta. (Moss n.d.).

### 4.1 Rahkasammalen eri käyttötarkoituksia

Rahkasammalta on hyödynnetty läpi historian. Sitä on käytetty haavojen puhdistamiseen, rakennusten eristysmateriaalina, vihannesten säilömisessä, vessan kuivikkeena ja jopa wc-paperina ja vauvojen ekovaippoina, ja käytetään yhä edelleen (Silvan 2024).

Kaupallinen käyttö on pääasiassa kasvihuonekäyttöön, sekä kasvatusalustaksi. Suomessa rahkasammalen tuotto kasvihuoneille ei kuitenkaan ole kovin laajamittaista. Määrät joista puhutaan, ovat muutamia kymmeniätuhansia motteja vuodessa. (Silvan 2024.)

#### **4.1.1 Kotitarveviljely**

Kotitarvekasvualustana rahkasammal on myös oivallinen vaihtoehto. Kasvualustaksi rahkasammalta kannattaa kerätä korkeintaan noin 30 senttimetrin syvyydeltä, jossa se on vielä elävää. Rahkasammal on uusiutuva raaka-aine ja kotitarvekorjuusta se uusiutuu paikasta riippuen 5-10 vuodessa, mikä on huomattavasti nopeammin kuin kaupallisen mittakaavan korjuussa koneitse, kunhan keruuta ei ulota liian syvälle. Myös veden imu- ja pidätyskyky on parempi elävällä rahkasammalella. Kun mennään syvemmälle, maatuneempaan osaan, veden pidätys ja antimikrobiset ominaisuudet heikentyvät, ja kuivuttuaan maatuneempi osa pölisee enemmän. (Silvan 2024.)

Keruu vaatii aina maanomistajan luvan. Valtion maille voi ostaa luonnontuotelupia Metsähallituksen ylläpitämästä Eräluvut.fi verkkokaupasta. Sammalet on listattu luonnontuoteluvilla kerättävien kasvien piiriin. (Silvan 2024.)

#### **4.1.2 Kuivikekäyttö**

Rahkasammalta käytetään kuivikkeena monella eri eläimellä, sillä se on turvallista ja ehkäisee bakteerien ja virusten kasvua (Silvan 2024.) Kuiviketurpeena käytetään vaaleaa rahkaturvetta (Turve 2024.) Rahkaturve on turvelaji, joka on määritelty maatuneisuusasteen mukaan (Virtanen 2017.) Vaalea rahkaturve on pinnasta vasta vähän maatunutta kerrosta, joka on pääosin rahkasammalta. Rakenteeltaan se on huokoista ja ilmavaa, jonka ansiosta 500 – 800 litraa nestettä sitoutuu vain yhteen kuutioon rahkaturvetta. (Turve 2024.)

Turpeen hyvät ominaisuudet ovat optimaalisia myös kotieläintilojen kuivikemateriaaliksi. Turve sitoo kosteutta ja pitää näin eläinten ympäristön kuivana. Kuiviketurve vähentää myös hajuhaittoja, mikä tekee eläinsuojista mukavemman paikan sekä eläimille että eläinten hoitajille. Kuiviketurve parantaa lannan käsittelyä ja kompostoitumista. (Mitä on turve – perusteet ja käyttötavat helposti ymmärrettynä 2025.)

Kuiviketurve vähentää kaasujen, kuten typen sekä ammoniakkin haihtumista lannasta, minkä voi havaita navetan ilmastossa. Kaasujen vähentyminen estää myös useiden haitallisten bakteerien leviämisen sekä kasvun eläintiloissa. Kuivikkeen avulla lannasta saadaan typpi ja muut ravinteet parhaiten takaisin pellolle rikastuttamaan eliötoimintaa ja lisäämään eloperäistä ainetta. Arvioiden mukaan kuutiossa kuiviketurvetta on pidättynyt typpeä noin 2,2 kg sekä 0,14 kg fosforia. (Turve 2024.)

#### **4.1.3 Kasvualustan parantaminen**

Kasvualustan koostumus vaikuttaa viljelyn kannalta moneen eri asiaan. Tärkeimpiä niistä ovat sopiva pH, veden varastointi- ja läpäisykyky, sekä hyvä mururakenne, huokoisuus ja pieneliötoiminta. Maaperät on luokiteltu kahteen pääryhmään, kivennäismaalajit, sekä eloperäiset maalajit, nämä on jaoteltu vielä eri raekoon mukaan omiin ryhmiinsä. Raekoko vaikuttaa olennaisesti kapilaariseen veden nousuun. Maalajeista voit lukea lisää esimerkiksi PUUTARHA.NET (Näin maaperän koostumus vaikuttaa rakentamiseen ja kasvien viihtymiseen 2024).

Rahkasammalen hyvän vedenvarastoinnin sekä läpäisykyvyn lisäksi sillä on myös muita hyviä ominaisuuksia. Juuristo tarvitsee happea yhtenään. Lisäämällä rahkasammalta kasvualustaan lisätään juuriston käyttöön enemmän ilmavuutta, eli happea, joka edesauttaa juuristoa pysymään terveenä ja elinvoimaisena. Näin voidaan optimoida kasvua entisestään. Rahkasammal soveltuu myös suljettuihin kastelujärjestelmiin mainiosti, sillä sammalesta ei samalla tavalla irtoa humusta kuin turpeesta.

Niin kuin jo edellä mainittiin rahkasammalen antiseptisyydestä ja sen vaikutuksista ehkäisemään viruksien ja bakteerien leviämistä, antiseptiset ominaisuudet hillitsevät myös homesienten kasvua kasvualustassa. Petri Konttisen mukaan elävässä sammalessa on jo valmiiksi pieneliötoimintaa, joka suojaa kasveja haitallisilta sieniltä. Turve puolestaan on jo kuollutta rahkasammalta, eikä siinä ole vastaavanlaista mikrobistoa jäljellä. (Näin maaperän koostumus vaikuttaa rakentamiseen ja kasvien viihtymiseen 2024).

## 4.2 Korjuu ja uusiutuminen

Rahkasammalen korjuu poikkeaa turpeen korjuusta huomattavasti. Turvetuotantoalue täytyy kuivattaa, jotta suuria määriä turpeita päästään nostamaan. Sen sijaan sammalen nosto voidaan tehdä soita kuivattamatta, jolloin Riikka Kerttulan (2020) mukaan ekotyyppi pysyy lähes ennallaan. Yliopistotutkija, Teemu Tahvanainen (2020) puolestaan kommentoi rahkasammalen noston haittaavan luonnontilaisen ekosysteemin palautumista, vaikkakin suokasvillisuus palaisi entiselleen. (Kaartinen 2020.) Kerttula kertoo kirjoituksessaan, että rahkasammalta kerätään metsämaiksi sopimattomilta kitumaan soilta, joista muodostuu pinta-alaa rahkasammalen tuotantoon noin 300 000 ha. Lajisto ja maisema uusiutuu muutamassa vuodessa ja seuraava nosto voidaan suorittaa 15-30 vuoden päästä. (Kerttula 2020.)

Kitusuot, jotka eivät ole taloudellisesti, eivätkä luonnonsuojelun kannalta arvokkaita, soveltuvat hyvin sammalen nostoon. Kitusoita on Suomen soista noin 800 000 ha, josta 280 000 soveltuu rahkasammalen nostoon. Näillä soilla rahkasammal kasvaa hyvin, eli rahkasammalen elävä osa on noin 30 cm ja uusiutuu täysin 25-30 vuodessa. Elävän rahkasammalen tuotantotutkimukset kasvihuoneviljelyn kasvualustaksi ovat aloitettu vuonna 2009. (Rahkasammal – tulevaisuuden kasvualusta 2023.) Rahkasammalta on kuitenkin nostettu jo ainakin vuodesta 2006 eteenpäin (Remes 2021.)

Rahkasammalen uusiutumiseen vaikuttaa korjuumenetelmä. Erilaisia menetelmiä on testattu Neovan toimesta jo lähes kahdenkymmenen vuoden ajan. Uusimpana menetelmänä kaivinkone irrottaa sammalta 10 senttimetrin raitoina, 10 senttimetrin syvyydestä, ja keruu pinta-ala on noin yksi kolmannes. Väliin jää koskemattomat raidat, jotka nopeuttavat sammalkerroksen uudistumista. Tällä menetelmällä Neovan mukaan uusi sammalsato voidaan kerätä jo 5 – 10 vuoden päästä. Valtaosan keruualueesta jääden ennalleen, suokasvit ja eläinlajisto pysyy lähes ennallaan.

## 5 Separaattori

### 5.1 Separoinnin hyödyt

Separoinnista puhuttaessa mieleen tulee kerma tai lietelanta. Kerma erotetaan rasvattomasta maidosta keskipakois- sekä keskihakuvoiman avulla, jota kutsutaan separoinniksi. (Separaattorin rakenne ja toiminta, n.d.) Lietelanta puolestaan separoidaan muun muassa typen ja fosforin erottelun vuoksi. Valtaosa lannan tyydestä on nesteessä ja kiinteässä jakeessa on valtaosa fosforista. Kun ravinnepitoisuudet saadaan eroteltua, voidaan peltolohkoja paremmin täsmälannoittaa ja lietteen levittäminen on jopa 30 prosenttia nopeampaa, kuin käsittelemättömän lietelannan levittäminen. Tämän lisäksi kuljetustarve pienenee, kun nestemäinen jae ja kuivajae voidaan levittää täsmällisemmin. (Ympäristönhoidon toimenpiteet n.d.)

Pelkkä kuivajae on huomattavasti kevyempää joten säästöjä tulee kuljetuskustannuksissa myös sen puolesta. Separaattoria on testattu myös rahkasammalen separointiin, mutta julkista dataa ei vielä ole. Opinnäytetyössä pyritäänkin selvittämään, kuinka kuivaksi rahkasammal saadaan separaattoria käyttämällä, ja miten merkittäviä erot ovat logistiikkaa ajatellen.

### 5.2 Separaattorina Eko-Erotus

Tutkimuksen mittauksia varten käytössä olleen separaattorin toimitti Eko-Erotus. Yritys on kahden suomalaisen osakkaan perustama, joilla on vuosikymmenten kokemus separoinnista sekä karjan kasvatuksesta ja maataloudesta. Yrityksellä on päätuotantomalleinaan Eko-Erotus 120 ja -360. Näiden separointitehot ovat 10-20 ja 30-60 m<sup>3</sup>/h, lietteen kuiva-ainepitoisuudesta riippuen. Molemmista on saatavilla normaali separaattori, sekä kuivikeseparaattori. Koneiden suunnittelussa on mietitty käyttäjää, sillä siinä on panostettu yksinkertaisuuteen, helppoon huoltoon sekä koneen toimintavarmuuteen. Tämän aineiston keruussa käytetty malli oli Eko-Erotus 120.

## 6 Toteutus

### 6.1 Aineiston keruu

Rahkasammal toimitettiin BTI:lle suursäkeissä Neovan toimesta ja itse rahkasammalen noston suoritti Ecomoss. Tutkimuksia suunniteltaessa varauduttiin huomioimaan, että kuljetuksen ja säilytyksen aikana vettä tulee jonkin verran poistumaan. Todellisuudessa Biotalousinstituutille tuotu rahkasammal olikin jo hyvin kuivanutta ja muistutti enemmän turvetta, sillä se oli kerätty jo vuoden 2024 syksyllä. Yksittäisiä rahkasammalen kuituja pystyttiin havaitsemaan biomassan seasta (kuviot 3 ja 4), mutta pääsääntöisesti se oli hyvin hajonnutta. Massan seassa oli myös isompia juuria ja oksien paloja. Rahkasammalen keräämiseen oli käytetty kaivinkoneeseen liitettyä suurta kauhaa (kuvio 5), joka oli kerännyt materiaalia myös toivottua 30 senttimetriä syvemmältä. Tästä syystä materiaali koostui myös ylimääräisestä maatuneemmasta materiaalista.



Kuvio 3. Rahkasammalen kuituja näytteestä eroteltuna



Kuvio 4. Neovan toimittamaa aineistoa eroteltuna



Kuvio 5. Biolan Group, rahkasammaleen nostossa

## 6.2 Separointi

Eko-Erotuksen separaattorilla separointi sujui ongelmitta. Rahkasammalta separoitiin eri kokoisilla seuloilla, murskattuna sekä murskaamattomana. Separoitavan rahkasammalen sekaan lisättiin eri määriä vettä, sillä separaattorin valmistaja kertoi veden määrän vaikuttavan lietelannan separoimisessa lopputulokseen ja kuiva-ainepitoisuuksiin. Tätä haluttiin kokeilla käytännössä myös rahkasammaleen separoinnissa. Tutkimukseen sisällytettiin viisi erilaista mittausmenetelmää, joista kerättiin numeerista dataa.

Laitteena oli käytössä Eko-Erotuksen separaattori, mallia 120. Mukana tuli kaksi erikokoista seulaa (kuviot 6 ja 7) ja erikokoisia kumilärpäkkeitä (kuvio 9), joilla pystyttiin vaikuttamaan massan kuiva-ainepitoisuuteen. Rahkasammalen separoinnista ei ole kirjallista dataa, joten vertailun vuoksi lietelannan separoinnissa on saavutettu kyseisellä laitteella 40 prosentin kuiva-ainepitoisuuksia.



Kuvio 6. Suurempireikäinen seula



Kuvio 8. Tiheämpireikäinen seula



Kuvio 7. Separaattorin täyttösiilo,  
jonne separoitava materiaali



Kuvio 9. Kumilärpäke ja toinen syöttöruuvi, joka  
työntää massan ulos

Laitteen toisessa päässä on siilo, jonne separoitava rahkasammalmassa laitettiin (kuvio 8). Siilon pohjalta lähtevä ensimmäinen ruuvikuljetin lähti kuljettamaan massaa eteenpäin. Massa siirtyi seulan kohdalle, jossa ruuviin kiinnitetty keltainen kumi (kuvio 12) puristi massan seulaan vasten, jonka raoista vesi poistui. Toisen seulan reiät olivat suuremmat, joten myös kiintoainesta poistui veden mukana reilummin (kuvio 11). Veden poistumista sääтели myös vihreä kumi, jota vasten massa puristui seulan toisessa päässä (kuvioissa 9 ja 10). Seuraavaksi massa jatkoi matkaa ruuvikuljetinta pitkin laitteen toiseen päähän, josta separoitu materiaali tuli ulos (kuvio 13).



Kuvio 13. Massa puristuu kumia vasten



Kuvio 12. Kiintoainesta poistuu isommasta seulasta

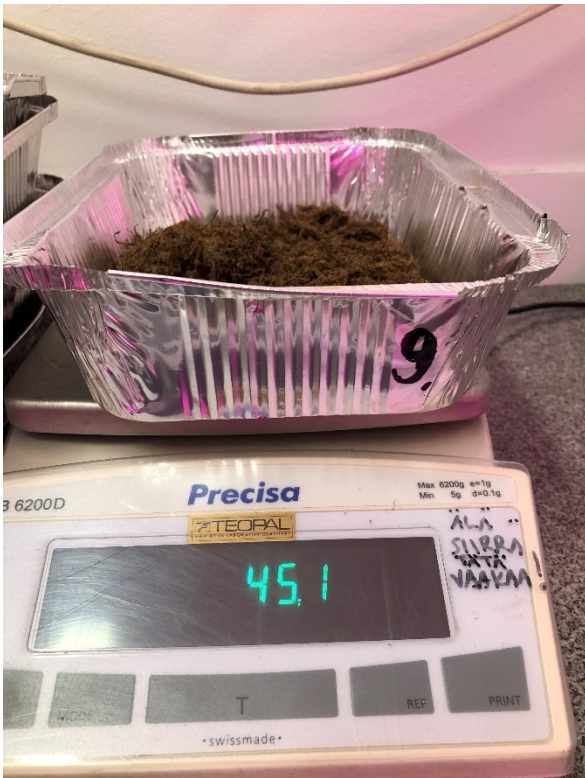


Kuvio 11. Patentoitu ruuvikumi ruuvikuljettimessa



Kuvio 10. Separoitua, valmista massaa tulee ulos separaattorista

### 6.3 Tulokset



Kuvio 15. Vaaka, jolla näytteet punnittiin



Kuvio 14. Traktorin etukuormaimessa sekoitin, jolla rahkasammal ja vesi sekoitettiin

Materiaalia toimitettiin biotalouskampukselle yhteensä neljä suursäkillistä. Ensimmäistä säkillistä käytimme testaamaan laitteiden toimivuutta ja tarvittavia määriä siihen, että laitteet toimivat täydellä teholla ja täten myös optimaalisesti. Rahkasammalta laitettiin traktorin etukuormaimessa olevaan suureen sekoittimeen (kuvio 15) ja sinne lisättiin vesi vaa'an kautta. Massa sekoitettiin tasaiseksi, ja kustakin erästä otettiin märkänä näyte. Näyte laitettiin alumiinivuokaan, joka vietiin heti vaa'an (kuvio 14) kautta odottamaan uunin lämpenemistä. Toiset näytteet otettiin separaattorin toisesta päästä. Kun separaattori oli täynnä kyseistä erää, voitiin olla varmoja että kone toimi niin kuin piti ja tulos on luotettava. Separoidut näytteet vietiin myös heti punnittavaksi.

Näytteitä kerättiin eri päivinä ja niitä kuivattiin sitä mukaan. Tärkeintä oli saada lähtötilanteen paino heti, ennen kuin näytteestä ehtii haihtua nestettä. Alumiinivuoat näytteineen kuivattiin isossa Memmertin uunissa, 105 celsius asteessa. (kuviot 16 ja 17). Näytteet kuivuivat eri aikoja, sillä eri päivinä lisättiin uusia märkeä näytteitä, eikä edelliset näytteet olleet vielä kuivuneet.



Kuvio 17. Memmert näytekuivuri, jossa  
näytteet kuivattiin

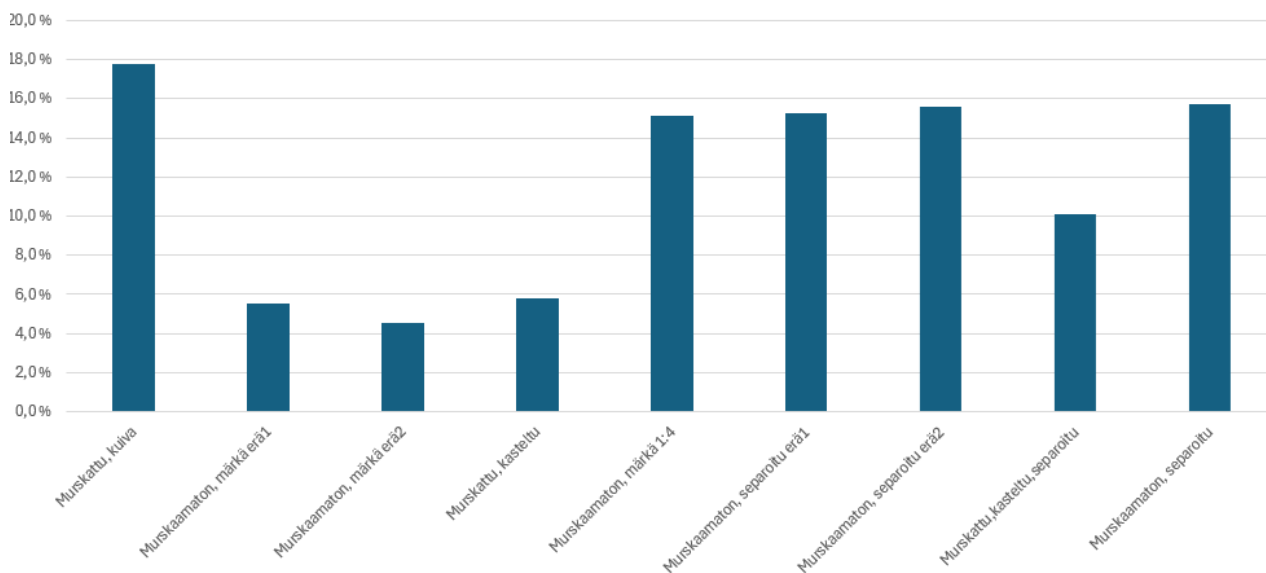


Kuvio 16. Memmert näytekuivuri sisältä

Tutkimuksen aikana separoitiin neljä erilaista erää. Tarkoitus oli vertailla kuiva-aineprosentteja murskatusta ja murskaamattomasta sammalesta separoimisen jälkeen. Murskattu materiaali jäi vähäiseksi, sillä murskaimen kanssa ilmeni teknisiä ongelmia. Saatiin kuitenkin yksi erä murskattua sammalta, joka riitti separaattorin läpi ajamiseen. Jotta voidaan saada luotettava testitulos, on massaa oltava sen verran, että separaattori on täynnä alusta loppuun asti. Murskattua massaa ei kuitenkaan ollut riittävästi, jotta se olisi voitu ajaa myös toisen seulan läpi vertailua varten. Saman massan olisi voinut myös kastella uudestaan, mutta koska separoitaessa veden mukana poistui myös jonkun verran hienoa kiintoainesta, testitulos ei olisi ollut enää luotettava. Murskatun erän rahkasammalen kuiva-ainepitoisuus oli ennen separointia 5,8 prosenttia ja separoinnin jälkeen 10,1 prosenttia. Kosteusprosentti pieneni 4,3 prosenttiyksikköä.

Samasta erästä otettiin aina kaksi näytettä. Lähtötilanne, ennen kuin suursäkissä olevalle rahkasammalelle oltiin tehty mitään, on kuitenkin vain yhden näytteen arvo. Toinen näyte epäonnistui. Tämä arvo on kaikkien tulosten kuiva-ainepitoisuudelta suurin, 17,8 prosenttia.

Murskaamatonta rahkasammalta separoitiin kolme erää. Kahdessa ensimmäisessä murskaamattomassa määrässä erässä lähtötilanteen kuiva-ainepitoisuudet vaihtelivat hieman, ensimmäisen ollessa 5,5 prosenttia ja toisen 4,5 prosenttia. Separointiin käytettiin tiheämpää seulaa (kuvio 7). Separoinnin jälkeen ensimmäisessä erässä kuiva-ainepitoisuus oli 15,3 prosenttia, eli separoitaessa kosteusprosentti pieneni 9,7 prosenttiyksikköä. Toisessa erässä kuiva-ainepitoisuus oli 15,6 prosenttia, eli separoinnissa kosteusprosentti pieneni 11,1 prosenttiyksikköä. Kolmas erä oli myös murskaamatonta, mutta tässä vaiheessa vaihdettiin separaattoriin toinen seula (kuvio 6). Silmin oli havaittavissa, että suurempi seula päästi paljon enemmän hienoa kiintoainesta läpi. Murskaamaton erä oli lähtötilanteessa kuiva-ainepitoisuudeltaan 15,1 prosenttia ja separoinnin jälkeen 15,7 prosenttia. Kosteusprosentti pieneni vain 0,6 prosenttiyksikköä.

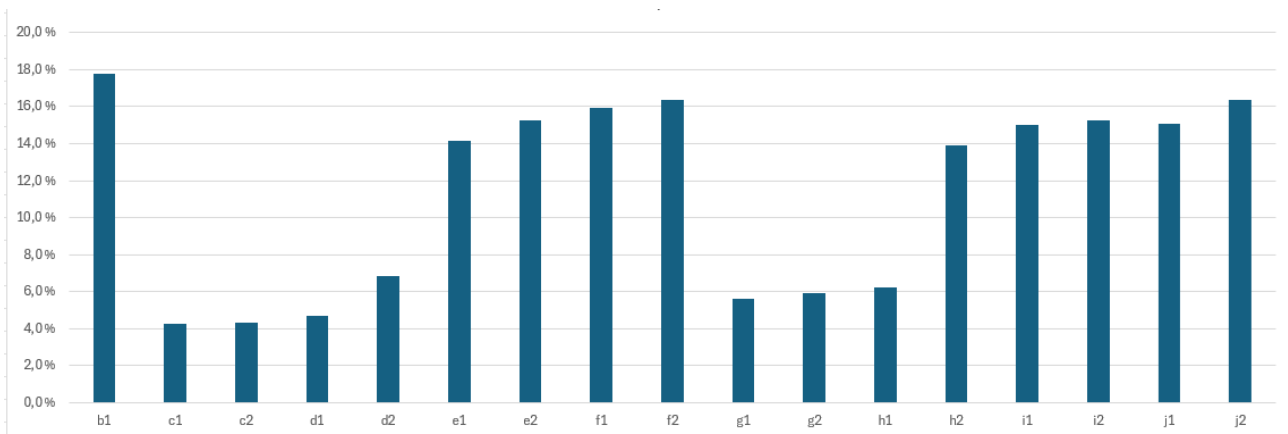


Kuvio 18. Näytteiden kuiva-ainepitoisuuksien keskiarvot prosentteina

Tämän murskaamattoman erän ensimmäisen näytteen kuiva-ainepitoisuus oli kastelun jälkeen 4,2 prosenttia, ja separoinnin jälkeen 14,2 prosenttia. Kosteusprosentti pieneni 10 prosenttiyksikköä. Toisen näytteen arvot samasta erästä oli lähtötilanteella 6,8 prosenttia ja separoinnin jälkeen 16,4 prosenttia. Nämä tulokset, joissa toinen näyte oli kuivempi eli kuiva-ainepitoisuus oli suurempi kuin ensimmäisessä näytteessä, viittaavat siihen, että näyte kuivui paremmin separoitaessa vähemmällä nestemäärällä.

Toisen erän tuloksia tarkastellessa ensimmäisen näytteen kuiva-ainepitoisuus oli 4,3 prosenttia, ja separoinnin jälkeen 15,3 prosenttia. Kosteusprosentti pieneni 11 prosenttiyksikköä. Toisen näytteen kuiva-ainepitoisuus oli 4,7 prosenttia, lähes sama kuin ensimmäisessä, ja separoinnin jälkeen kuiva-ainepitoisuus nousi 15,9 prosenttiin. Kosteusprosentti pieneni näin ollen 11,2 prosenttiyksikköä. Näistäkin tuloksista voidaan todeta, että korkeamman kuiva-ainepitoisuuden omaava näyte kuivui separoitaessa enemmän.

Parhaimmillaan rahkasammalta separoitaessa sen kuiva-ainepitoisuus saatiin 16,4 prosenttiin. Yhdeksän näytteen tuloksen keskiarvoksi saatiin 15,3 prosenttia. Kuiva-ainetta saadaan kuljetettua parhaimmillaan kolminkertainen määrä verrattuna lähtötilanteeseen. Tarkempia tuloksia kuviossa 19 ja selitykset tulosmerkinnöistä kuviossa 20.



Kuvio 19. Näytekohtaiset kuiva-ainepitoisuudet prosentteina

|                                | Näyte | Näytteet | Alkupaino g | Vuokan paino | pelkkä biomassa | Kuivatus vrk | paino g, vuokan kanssa | Kuivaus vrk | Loppupaino | Kuiva-ainepitoisuus |
|--------------------------------|-------|----------|-------------|--------------|-----------------|--------------|------------------------|-------------|------------|---------------------|
| Murskattu, kuiva               | b1    | 5.       | 350,0       | 19,1         | 330,9           |              | 78                     |             | 58,9       | 17,8 %              |
| Murskaamaton, märkä erä1       | c1    | 3.       | 429,2       | 19,3         | 409,9           |              | 36,7                   |             | 17,4       | 4,2 %               |
| Murskaamaton, märkä erä2       | c2    | 19.      | 341,8       | 19,2         | 322,6           |              | 33,1                   |             | 13,9       | 4,3 %               |
| Murskaamaton, märkä erä2       | d1    | 13.      | 369,5       | 19,4         | 350,1           |              | 35,9                   |             | 16,5       | 4,7 %               |
| Murskaamaton, märkä erä1       | d2    | 16.      | 445,5       | 19,2         | 426,3           |              | 43,3                   |             | 29,1       | 6,8 %               |
| Murskaamaton, separoitu erä1   | e1    | 11.      | 299,8       | 18,9         | 280,9           |              | 58,7                   |             | 39,8       | 14,2 %              |
| Murskaamaton, separoitu erä2   | e2    | 14.      | 284,7       | 19,6         | 265,1           |              | 60,1                   |             | 40,5       | 15,3 %              |
| Murskaamaton, separoitu erä2   | f1    | 1.       | 291,3       | 19,0         | 272,3           |              | 62,4                   |             | 43,4       | 15,9 %              |
| Murskaamaton, separoitu erä1   | f2    | 21.      | 332,9       | 19,3         | 313,6           |              | 70,6                   |             | 51,3       | 16,4 %              |
| Murskattu, kasteltu            | g1    | 15.      | 508,1       | 19,0         | 489,1           |              | 46,5                   |             | 27,5       | 5,6 %               |
| Murskattu, kasteltu            | g2    | 22.      | 618,0       | 19,3         | 598,7           |              | 54,7                   |             | 35,4       | 5,9 %               |
| Murskattu, kasteltu, separoitu | h1    | 4.       | 429,5       | 19,5         | 410,0           |              | 45,1                   |             | 25,6       | 6,2 %               |
| Murskattu, kasteltu, separoitu | h2    | 8.       | 498,3       | 20,3         | 478,0           |              | 86,8                   |             | 66,5       | 13,9 %              |
| Murskaamaton, märkä 1:4        | i1    | 18.      | 271,4       | 19,3         | 252,1           |              | 57,1                   |             | 37,8       | 15,0 %              |
| Murskaamaton, märkä 1:4        | i2    | 20.      | 278,9       | 19,3         | 259,6           |              | 58,9                   |             | 39,6       | 15,3 %              |
| Murskaamaton, separoitu        | j1    | 9.       | 190,7       | 19,3         | 171,4           |              | 45,1                   |             | 25,8       | 15,1 %              |
| Murskaamaton, separoitu        | j2    | 12.      | 195,1       | 19,3         | 175,8           |              | 48,1                   |             | 28,8       | 16,4 %              |

Kuvio 20. Näytteiden painot ja lasketut kuiva-ainepitoisuudet

Tutkimuksessa oli myös tarkoitus selvittää, onko murskauksesta hyötyä separoinnissa ja saadaanko rahkasammalesta näin kuivempaa. Rahkasammalta murskatessa ilmeni ongelmia koneen kanssa ja murskatun materiaalin määrä jäi näin ollen vähäiseksi. Separointi saatiin kuitenkin kyseisellä määrällä suoritettua, sillä se riitti täyttämään separaattorin kokonaan. Suuremman seulan koeajoihin massaa ei kuitenkaan ollut riittävästi. Kaikkina päivinä ei ollut mahdollisuutta traktoriin, jolla suuria määriä turvetta sekoitettiin veden kanssa kaadettavaksi separaattoriin.

Murskatusta erästä saatiin yksi onnistunut näyte. Sen kuiva-ainepitoisuus ennen kastelua oli sama 17,8 prosenttia ja tätä käytettiin kaikkien erien lähtötilanteena, sillä näyte oli hyvin sekoittunut ja laatu oli tasaista. Tähän erään ei saatu imeytettyä niin paljon vettä kuin olisi haluttu, sillä painorajat tulivat vastaan. Kuivaa rahkasammalta oli 652 kiloa, johon lisättiin 252 kiloa vettä. Kastelun jälkeen kuiva-ainepitoisuus oli ensimmäisessä näytteessä 5,6 prosenttia ja separoinnin jälkeen se nousi 6,2 prosenttia. Kuiva-ainepitoisuus muuttui 1,4 prosenttiyksikköä. Toisessa näytteessä kuiva-aineen osuus oli 5,9 prosenttia ja separoinnin jälkeen 13,9 prosenttia. Näin ollen kuiva-ainepitoisuus nousi 8 prosenttiyksikköä.

Viimeisen päivän murskaamattomissa näytteissä ei havaittu huomattavia eroja jos verrataan separoituun lopputulokseen. Ensimmäisen näytteen kuiva-ainepitoisuus oli jo aluksi 15 prosenttia eli erittäin korkea, ja separoinnissa siitä poistui nestettä vain 0,1 prosenttia. Toisessa näytteessä lähtötilanne oli 15,3 prosenttia ja separoidessa nestettä poistui 1,1 prosenttia. Seulan vaihtaminen

ei vaikuttanut lopputulokseen. Tutkimuksessa ei kehitelty minkään tietynlaista metodia näytteen keruuseen, vaan ne otettiin mahdollisimman tasaisesti sekoitetusta massasta.

## 7 Johtopäätökset

Opinnäytetyössä haettiin tutkimusten avulla ratkaisua kolmeen eri tutkimuskysymykseen. Alla esitetään tulokset ja niiden merkitykset. Läpi käydään myös tulosten olennaiset havainnot.

### **Kuinka Eko-Erotuksen separaattori soveltuu rahkasammalen kuivaamiseen**

Eko-Erotuksen separaattori toimi moitteettomasti ainakin kyseisellä, jo hajonneella rahkasammalella. Separoitaessa kokeiltiin kahta eri seulaa, mutta tulokset eivät juurikaan poikenneet toisistaan. Kummallakaan seulalla ei havaittu ongelmia massan kulussa.

### **Kuinka kuivaksi rahkasammal saadaan**

Rahkasammalta saatiin kuivattua jonkin verran Eko-Erotuksen separaattorilla, mutta lietelannan kaltaisiin tuloksiin, 40 % kuiva-ainepitoisuuksiin ei päästy. Erät jäivät, yhtä näytettä lukuun ottamatta jonka arvo oli 6,2 prosenttia, 13,9 ja 16,4 prosentin välille. Virallisia mitattavia eriä oli yhteensä neljä, ja näytteitä 8 kappaletta.

### **Kannattaako rahkasammal murskata ennen separointia**

Näihin tuloksiin nojaten murskaaminen ei kannata. Murskattujen näytteiden arvot separoinnin jälkeen jäivät 6,2 ja 13,9 prosenttiin. Nämä olivat testien huonoimmat tulokset. Murskattua erää ei separoitu suuremmalla seulalla. Virallista tulosta ei kuitenkaan saatu, sillä materiaali ei ollut tuoretta.

## 8 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoitus oli mallintaa vaihe, jossa suosta nostettu rahkasammal laitetaan suoraan separaattoriin. Testiajot ajoitettiin kesäkuulle, sillä silloin rahkasammalen nosto oli jo vauhdissa. Neovalta saatu materiaali ei kuitenkaan tullut suoraan tuotantoalueelta, eikä näin ollen vastannut odotuksia. Se oli jo edellisenä syksynä ja vähän toivottua syvemmältä nostettua sammalta, joten se oli hyvin hajonnutta. Materiaalista löydettiin vain satunnaisia rahkasammalen kuituja. Lisäksi

materiaali oli kuiva-ainepitoisuudeltaan noin 18 prosenttia, joten se piti kastella. Tarkoituksena oli päästä mahdollisimman lähelle suoraan suosta nostetun sammalen kosteutta. Toisaalta myös laite vaati, toimiakseen optimaalisesti, märkää massaa, sillä se on valmistettu lietalan separoimiseen. Testiajot tehtiin Biotalousinstituutissa Tarvaalassa, Eko-Erotuksen separaattorilla, mutta tavoitteena on saada vesi puristettua pois sammalesta jo suoraan suolla logistiikan helpottamiseksi.

Tavoitteena oli testata, kuinka hyvin separaattori soveltuisi puristamaan rahkasammalesta enimmäkseen nesteet pois. Separaattorilla oli tarkoitus tehdä ristikkäisiä koeajoja muuttamalla massan kosteusprosenttia ja laitteen seulakokoa, sekä niin että toisessa erässä sammal on murskattu ja toisessa se on alkuperäisessä muodossaan. Koska rahkasammal vastasi jo valmiiksi murskattua, ei saatu tuloksia liittyen tutkimuskysymykseen, kuinka murskaus vaikuttaa separoinnissa nesteen poistumiseen. Tässä tapauksessa olisi ollut hyödyllistä testata ensin sitä, kuinka paljon kiintoainesta olisi poistunut suuremmalla seulalla murskatusta massasta, kun sitä poistui murskaamattomasta massasta silmin nähtäessä. Tuloksia ristikkäisistä koeajoista murskatun rahkasammalen kohdalla ei kuitenkaan saatu, sillä murskain hajosi.

Separattorissa oli kaksi eri seulakokoa, jotka määrittivät muunmuassa sen, kuinka kuivaksi massa puristui. Separoitaessa isommalla seulakoolla, huomattiin että pientä kiintoainesta valui veden mukana runsaasti, niin kuin edellä mainittiin (kuvio 11). Murskatun rahkasammaleen separoinnin tulokset jäivät alhaisemmiksi kuin murskaamattomien, esimerkiksi näytteiden g1, g2, h1 ja h2 kuiva-ainepitoisuudella oli huomattava ero separoinnin jälkeen, erotuksella 7,7 prosenttia. Näytteet kuitenkin osoittavat, ettei murskaus kannata, vaikkakin paremmin kuivuneen näytteen vertaaminen murskattuun näytteeseen, erotus oli vain 0,3 prosenttia. Tämä on hyvä tieto siinä mielessä, ettei tuotantoketjuun välttämättä tarvita murskainta. Tämän perusteella ja tällä materiaalilla voidaan päätellä, ettei murskaus ole kannattavaa. Pitää kuitenkin muistaa, ettei nämä testitulokset ole täysin luotettavia, sillä käytetty materiaali ei ollut tuoreen rahkasammalen veroista. Näin ollen ei voida tietää, miten murskaus oikeasti vaikuttaisi tuloksiin.

Koska separoitu rahkasammal oli kuivunutta ja maatunutta, sen rakenne oli hajonnut. Tästä syystä kuiva-ainetta poistui veden mukana isommalla seulalla enemmän kuin pienemmällä seulalla. Voisi olettaa, että mikäli materiaali olisi ollut odotettua tuoretta rahkasammalta, kuiva-ainetta ei olisi

suuremallakaan seulakoolla separoinnissa juurikaan irronnut. Tarkoituksena oli tutkia murskauksen hyötyjä, mutta materiaalista johtuen, varsinaista hyötyä ei voitu selvittää. Rahkasammalmassasta otettiin näytteet, kun massa oli märkää, sekä toinen näyte separoinnin jälkeen. Vaikka jotkut näytteet olivat samasta erästä, niissä oli silti huomattava ero. Saattaa johtua siitä kun märkää rahkasammalmassaa on kaadettu separaattoriin isosta sekoittimesta, se on päässyt lajittumaan.

Näytteitä olisi voitu ottaa myös valuvasta vedestä ja kuiva-ainepitoisuuksista murskatusta ja murskaamattomasta kummaltakin eri seulalta. Opinnäytetyön kannalta ei ajateltu tiedon olevan relevanttia, sillä käytännössä mahdollinen irtoava kiintoaines jää suoraan suolle. Sen lisäksi koska materiaali ei ollut totuuden mukaista, näiden arvojen mittaaminen ei varmasti siitäkään syystä käynyt mielessä. Pienemmällä seulakoolla ei myöskään irronnut kiintoainesta juuri ollenkaan, eikä osattu olettaa että ero olisi suuremmalla seulalla ollut niin huomattava.

Tutkimuksissa selvitettiin samalla myös separaattorin tuotantonopeus. Separoitua rahkasammalta tuli laitteesta ulos 178,4 kg kymmenessä minuutissa. Tunnissa se tekee 1070,4 kg. Litroiksi muutettuna yhteensä 2340 L. Eko-Erotuksen separaattori on melko pieni, kun skaalaa rahkasammaletta nostavaan laitteeseen. Lietelantaa separoitaessa puhutaan myös suurist määristä, ja niitä on rinnakkain yleensä useampi. Rahkasammalen nostonopeudesta ei kuitenkaan löydy mitään julkista tutkimustulosta, joten on vaikea laskea, montako separaattoria tarvittaisiin. Kyseiseen separaattoriin täytyisi todennäköisesti tehdä myös laajempi suppilo, jotta kerätty sammal saadaan osumaan siiloon, tai mahdollisesti useampaan kerralla. Tämä osa tutkimuksesta ei ollut relevanttia työn kannalta, mutta mahdollisesti toiset tahot voivat tietoa tulevaisuudessa hyödyntää.

Kvantitatiivisen tutkimusmenetelmän olisi hyvä tarjota vakiintuneet menetelmät ja mittaukset, jotta tutkimukset voidaan toistaa (Abbadia 2023). Tehtyjen tutkimusten perusteella ei voida sanoa, että menetelmät olivat vakiintuneet, sillä kaikista tutkimusten eristä ei tehty analyysiä ennen kastelua, jotta oltaisiin voitu olla varmoja että erät ovat samanlaiset lähtötilanteessa. Koska rahkasammal täytyi kastella ja separaattori vaatii massaa tietyn määrän kerrallaan, toistoja ei saatu tarpeeksi samalla kuiva-ainepitoisuudella. Mittaukset tehtiin kuitenkin tiettyjen standardejen mukaan.

Omat muistiinpanot olivat hieman vajavaiset ja joistakin vaiheista oli paremmat merkinnät kuin toisista. Jos testit tehtäisiin uudestaan, kirjoittaisin tarkemmin ylös lukemia. Esimerkkinä toisen päivän ajoista puuttui turpeen ja veden määrä kiloina, ja oli merkitty vain 1:4. Näissä näytteissä oli epäilyttävän pienet erot märän ja separoidun tuloksen kesken, toisaalta massa oli saattanut jostain syystä lajittunut.

## 9 Jatkotutkimusehdotukset ja luotettavuus

Jatkotutkimusehdotukset ovat selvät. Tutkimuksiin täytyisi saada asian mukaista materiaalia, tuoretta rahkasammalta suoraan omasta kasvuympäristöstä. Voisi miettiä, kannattaisiko aineisto kerätä ja separoida kuitenkin suoraan paikan päällä, sillä separaattoria on helppo kuljettaa. Tämän lisäksi paikalle täytyisi saada myös murska, jotta voidaan selvittää murskatun ja murskaamattoman rahkasammalen käyttäytymistä separaattorissa. Juuri tätä oli tarkoitus selvittää, mutta se jäi tutkimuksissa epäselväksi. Jos laitteisto vietäisiin paikan päälle, välttyttäisi samalla sammalen turhalta kuivahtamiselta säilönnän aikana, eikä tarvitse jälkeinpäin yrittää jäljitellä suolla kasvavan rahkasammalen kosteutta. Tämän opinnäytetyön tutkimuksissa yritettiin päästä lähemmäksi lietelannan koostumusta laitteen optimaalisen toimivuuden vuoksi. Todellisuudessa separoitavan rahkasammalen koostumus on kuitenkin erilainen kuin lietelannan. Lisää tutkimuksia tarvitaan oikealla materiaalilla.

Valmistajan mukaan lietelannan kuiva-ainepitoisuus on sitä suurempi, mitä kosteampaa liete on lähtötilanteessa. Onkin hyvä miettiä voidaanko suosta nostaa jollakin menetelmällä rahkasammalen sekaan pelkkää vettä ja syöttää sitä samalla separaattoriin, jos se auttaisi saavuttamaan korkeamman kuiva-ainepitoisuuden. Tässä tutkimuksessa ja tällä materiaalilla ei havaittu kosteudella olevan merkitystä lopputulokseen. Toisaalta aivan niin märkään massaan ei koeajoissa pyrittykään sillä sekoittimen koko ja materiaalin määrä oli rajallinen.

Tutkimuksen aineiston keruutapaa voidaan pitää luotettavana. Aineisto saatiin heti vaa'alle ja siitä uuniin. Se mitä yritettiin selvittää, eli soveltuuko separaattori rahkasammalen kuivaamiseen, jäi epäselväksi siinä määrin, ettei materiaali vastannut todellisuutta, ja esimerkiksi kuidut olivat pilkkoutuneet ja muuten hyvin maatunutta ja muotoaan muuttanutta. Ei voida siis sanoa miten hyvin tuore rahkasammalen kuitu käyttäytyy separaattorissa. Johtopäätöksiä on näin ollen vaikea vetää laitteen todellisesta soveltuvuudesta. Siitä voidaan kuitenkin olla varmoja, että

separaattorilla saadaan eroiteltua nestettä, mutta mikä olisi suurin kuiva-aineprosentti kenttäoloissa, sitä ei saatu selville.

## Lähteet

Abbadia, J. 7.24.2023. Mitä eroa on: Kvalitatiivinen vs. kvantitatiivinen tutkimus? Artikkel. Mind the Graph. Viitattu 25.8.2025. <https://mindthegraph.com/blog/fi/kvalitatiivinen-vs-kvantitatiivinen-tutkimus/>

Eko-Erotus -separaattorit. N.d. NHK. Separointi. Viitattu 26.8.2025. <https://www.nhk.fi/navettaan/pihattolaitteet/separointi/>

Elonen, P. 22.3.2020. HS Irlannissa. Ruskean kulan maa. Viitattu 27.3.2025. <https://dyna-mic.hs.fi/a/2020/irlanti>

Garedew, K. 26.5.2024. Artikkel. Maaseudun Tulevaisuus. Nettisivu Turvetta tarvitaan-lämmön-tuotannossa se on tärkeä osa Suomen huoltovarmuutta. Viitattu. 25.2.2025. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/uutiset/06832165-d03f-4c51-9745-08ac6a9e1dbf>

Hämäläinen, J. 26.3.2025. Metsä Groupin johtaja: Hakkuurajoitukset johtaisivat järkyttävään työpaikkojen menetykseen. MT Metsä Artikkel. Viitattu 27.3.2025. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/6c43b866-1e10-42e2-be0e-7deba4f819c4>

Jylhälehto, S. 24.1.2025. Artikkel. Maaseudun Tulevaisuus. Nettisivu Viitattu 25.2.2025. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/8abf700c-95b0-4934-abda-b45d0ffbf548>

Kaartinen, R. (2020). Rahkasammalen nosto tuhoaa suon luontoarvot ja aiheuttaa metaanipäästöjä. Suomen luonto. Viitattu 18.3.2025. <https://www.luke.fi/fi/palvelut/asiakasesimerkit/kasvi-huoneviljelijat-etsivat-vaihtoehtoja-kasvuturpeelle-tukena-luken-tuore-selvitys>

Kantola, K., Aho, M. 1985. *Keinotekoinen vedenpoisto turpeesta. Osa 1. Turpeen vedensitomismuutokset*. VTT Technical Research Centre of Finland. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Viitattu 28.2.2025. <https://cris.vtt.fi/en/publications/keinotekoinen-vedenpoisto-turpeesta-osa-1-turpeen-vedensitomismi>

Kerttula, R. 2.6.2020. Rahkasammal parantaa ammattiviljelykasvualustojen viljelyominaisuuksia. Viitattu 27.3.2025. <https://www.novarbo.fi/ajankohtaista/rahkasammal-parantaa-ammattiviljelykasvualustojen-viljelyominaisuuksia.html>

Kivihiilen energiakäytön vuonna 2029 kieltävä laki voimaan huhtikuun alussa. 28.3.2019 Valtioneuvosto. Artikkel. Nettisivu. Viitattu 20.3.2025. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410877/kivihiilen-energiakayton-vuonna-2029-kieltava-laki-voimaan-huhtikuun-alussa>

Korhonen, T., Hirvonen, P., Rämet, J. & Karjalainen, S. (2021). Turvetyöryhmän loppuraportti. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu ja 2021:24. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-856-1>

Lietelannan separointi. N.d. Ympäristöhoidon toimenpiteet. Viitattu 26.8.2025. <https://www.ym-paristokioski.fi/ymparistonhoidon-toimenpiteet/ravinteiden-kierratys/lietelannan-separointi>

Luke. (2021). Kasvihuoneviljelijät etsivät vaihtoehtoja kasvuturpeelle – tukena Luken tuoreselvitys. Viitattu 18.3.2025. <https://www.luke.fi/fi/asiakasesimerkit/kasvihuoneviljelijat-etsivat-vaihtoehtoja-kasvuturpeelle-tukena-luken-tuore-selvitys>

Maaperägeologista sanastoa. N.d. GTK. Tietoaaineisto. Viitattu 29.8.2025. <http://weppi.gtk.fi/aineistot/sanasto/maaperasanasto.htm#h>

Mitä on turve – perusteet ja käyttötavat helposti ymmärrettynä. 2025. Turve Info. Viitattu 21.8.2025. <https://turveinfo.fi/turve/>

Moss. N.d. Britannica. Artikkel. Viitattu 5.5.2025. <https://www.britannica.com/plant/bryophyte>

Mosses – Bryophyta. N.d. Laji.fi. Viitattu 5.5.2025. <https://laji.fi/en/taxon/MX.44109>

Näin maaperän koostumus vaikuttaa rakentamiseen ja kasvien viihtymiseen. 29.7.2024. Viitattu 28.3.2025. <https://puutarha.net/artikkelit/n%C3%A4in-maaper%C3%A4n-koostumus-vaikuttaa-rakentamiseen-ja-kasvien-viihtymiseen/>

Palokallio, J. 14.10.2022. Vihreät haluavat hillitä puunpolttoa verotuksella. MT Metsä artikkeli. Viitattu 27.3.2025. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/ced13882-d2d0-497f-9bdd-8c006ce1aa52>

Peat moss. N.d. Britannica. Artikkel. Viitattu 5.5.2025. <https://www.britannica.com/plant/peat-moss>

Penttinen, S. 27.9.2021. Artikkel. Maaseudun Tulevaisuus. Nettisivu Viitattu 25.2.2025. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/uutiset/3f931ccb-1d65-5198-859f-2dbfd0a6f912>

Rahkasammal – tulevaisuuden kasvualusta. 16.2.2023. Puutarha.net. Artikkel. Viitattu 8.9.2025. <https://puutarha.net/artikkelit/rahkasammal-tulevaisuuden-kasvualusta/>

Rahkasammalten keruu ja perinteiset käyttötarkoitukset. 28.5.2024. Silvan, Niko. Rahkasammalten monet mahdollisuudet kotitarvekäytössä. Luento. Youtube. Viitattu 27.2.2025. <https://www.youtube.com/watch?v=n680Tn5I-QM>

Remes, L. 2021. Rahkasammalten korjuulle pelisäännöt. Viitattu 8.9.2025. <https://kauppapuutarhaliitto.fi/wp-content/uploads/2021/02/rahkasammalten-korjuulle-pelisaannot.pdf>

Roadex. Verkkosivu. N.d. Turpeen päälle rakennetut tiet. Viitattu 28.2.2025. <https://www.roadex.org/fi/e-learning/kurssit/turpeen-paalle-rakennetut-tiet/turve/>

Sihvonen, M. 4.6.2022. Artikkel. Maaseudun Tulevaisuus. Nettisivu. Viitattu 25.2.2025. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/mielipide/00c5c7cf-fcc1-4c60-9d10-5477ba3ed223>

Soimakallio, S. Sankelo, P. Kopsakangas-Savolainen, M. Sederholm, C. Auvinen, K. Heinonen, T. Johansson, A. Judl, J., Karhinen, S. Lehtoranta, S. Rasanen, S. Savolainen, H. 15.06.2020. Sitra. Tekninen raportti. Viitattu 20.3.2025 <https://www.sitra.fi/app/uploads/2020/06/turpeen-rooli-ja-senkaytosta-luopumisen-vaikutukset-suomessa-tekninen-raportti.pdf>

TURBITS, Turvemaiden uudet viljelykasvit sekä biosivuvirrat: Tuotantoketjut, arvoaineet ja kiertotalous. 20.08.2025. University of Jyväskylä. Hankeinfo. Viitattu 21.2.2025. [https://converis.jyu.fi/converis/portal/detail/Project/194351321?lang=en\\_GB](https://converis.jyu.fi/converis/portal/detail/Project/194351321?lang=en_GB)

Turunen, Jukka; Vähäkuopus, Tuija. 3.2.2025. Rahkasammalen korjuu voi olla kestävä vaihtoehto kasvuturpeelle. Geologian tutkimuskeskus GTK. Viitattu <https://www.gtk.fi/ajankohtaista/rahkasammalen-korjuu-voi-olla-kestava-vaihtoehto-kasvuturpeelle/>

Turve, tiede ja tulevaisuus -webinaarisarja. 2021. Luonnonvarakeskuksen uutinen. 22.12.2021. Viitattu 5.5.2025. <https://www.luke.fi/fi/uutiset/turve-tiede-ja-tulevaisuus-webinaarisarja>

Turve. 2024. Bioenergia. Nettisisu. Viitattu 28.2.2025. <https://www.bioenergia.fi/tietopankki/turve/#turve>

Turvetuotantoedellytysten arviointi. 2025. Maanmittauslaitos. Viitattu 29.8.2025. <https://ak.maanmittauslaitos.fi/2025/maapera-ja-pohjavesi/maapera/turvesoiden-arviointi/tuotantoedellytysten-arviointi>

Uusi keruumenetelmä mahdollistaa rahkasammalen jatkuvan kasvattamisen: Satokierto vain 5-10 vuotta. 10.04.2024. Neova Group. Tiedote. Viitattu 18.9.2025. <https://www.neovagroup.com/fi/uusi-keruumenetelma-mahdollistaa-rahkasammalen-jatkuvan-kasvattamisen-satokierto-vain-5-10-vuotta/>

Vapo Oy. 15.11.2012. Kiuruveden jokisuon turvetuotantoalueen ympäristövaikutusten arviointiselostus. Viitattu 29.8.2025. [https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Jokisuo\\_YVAselostus\\_luvut\\_16.pdf#:~:text=Turpeen%20maatuneisuus%2C%20joka%20ilmoitetaan%20asteilla%20H1%2DH10.%20H1,erottaa%20mit%C3%A4%C3%A4n%20kasvinj%C3%A4%C3%A4nteit%C3%A4%20ja%20puristettaessa%20turve%20menee.](https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Jokisuo_YVAselostus_luvut_16.pdf#:~:text=Turpeen%20maatuneisuus%2C%20joka%20ilmoitetaan%20asteilla%20H1%2DH10.%20H1,erottaa%20mit%C3%A4%C3%A4n%20kasvinj%C3%A4%C3%A4nteit%C3%A4%20ja%20puristettaessa%20turve%20menee.)

Virtanen, K. 21.11.2017. Soiden ja turpeen tutkimuksen kehitys 100 vuoden aikana suomessa. Viitattu 21.8.2025. <https://www.suoseura.fi/wp-content/uploads/2018/01/Virtanen-suoseuran-esitys.pdf>

Vuori, J. N.d. Aineiston tuottaminen. Tietoarkisto. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/metelmaopetus/kvali/laadullisen-tutkimuksen-prosessi/aineiston-tuottaminen/>

Ympäristöministeriö. 2013. Turvetuotannon ympäristönsuojeluohje. Viitattu 25.8.2025 [https://julkaissut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41528/OH2\\_2013\\_Tur%20vetuotan%20non\\_ymparistonsuojeluohje\\_FINAL\\_web.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://julkaissut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41528/OH2_2013_Tur%20vetuotan%20non_ymparistonsuojeluohje_FINAL_web.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Ympäristönhoidon toimenpiteet. N.d. 3.2. Lietelannan separointi. Tietopaketti. Viitattu 4.9.2025. <https://www.ymparistokioski.fi/ymparistonhoidon-toimenpiteet/ravinteiden-kierratys/lietelannan-separointi>