

Poroteurastuksen sivutuotteiden hiilivaikutusten arviointi



Kuva: Niina Mattila



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



LAPIN LIITTO

LAPIN AMK⁷
Lapland University of Applied Sciences



Hanna-Leena Pesonen
Kestävän kehityksen asiantuntija
2023

Sisällys

Taustaa	1
1. Käsitteet	3
2. Laskentamallit	4
3.1. Poron teurastuksen päästöt ilman hyödyntämistä ja hautaamista	5
3.2. Teurasjätteen hautaamisen päästöt	5
3.3. Teurastamon päästöt yhteensä sisältäen hautaamisen, ilman hyödyntämistä	6
4. Hyödyntämiskenaariot ja niiden hiilivaikutus	7
4.1. Skenaario A: Mitään ei hyödynnetä, kaikki haudataan	7
4.2. Skenaario B: Kaikki hyödynnetään, mitään ei haudata	7
4.3. Skenaario C: realistinen	7
5. Sivutuote/hyödyntämistapakohtaiset laskelmat	8
5.1. Teurasjätteen kompostoinnin päästöt	8
5.2. Veren talteenotto, varastointi ja käsittely hyödynnettäväksi	9
5.3. Teurasjätteen hyödyntäminen biokaasuksi	9
5.4. Suolattujen taljojen toimittaminen jalostajille	9
5.5. Pehmytosien hyödyntäminen vetokoirien ruuaksi	10
5.6. Pötsin hyödyntäminen koiran herkuksi (ilmakuivattu herkkupala)	10
5.7. Luiden talteenotto (sahaus ja pakastesäilytys) hyödynnettäväksi koirille, käsitöihin tai elintarvikkeeksi	11
5.8. Taljojen ilmakeivaus	11
5.9. Koipinahat	11
5.10. Sarvet koirille korvaamaan puruluita	11
6. Tulokset ja niiden tulkinta	12
7. Laskennan ja arvioinnin malli ja prosessi	14
7.1. Teurastamon päästöjen laskentamalli	15
7.2. Hyödyntämisen hiilivaikutus teurastamon päästöihin	15
7.3. Hyödyntämisen laaja hiilivaikutus	16
8. Jatkokehitystarpeet	17
8.1. Laskennan kehittäminen	17
8.2. Sivutuotteiden hyödyntämisen kehittäminen	18

Taustaa

Poron teurastuksessa syntyy suuri määrä sivuvirtoja, joista läheskään kaikkia ei hyödynnetä mitenkään vaan ne päätyvät haudattavaksi. Sivutuotteiden hyödyntämistä on kehitetty pitkään ja niistä tehdään jo jossain määrin esimerkiksi rehua rekikoirille, lemmikki tuotteita, sisutustuotteita ja käsitöitä. Sivuvirtoja voitaisiin hyödyntää myös monessa muussa, esimerkiksi biokaasun raaka-aineena. Sivuvirtojen hyödyntämisen suurimpia esteitä on talteenottoteknologia ja logistiikka hyödyntämispaikalle ja näistä aiheutuvat kustannukset, mutta myös totutut tavat ja hautaamisen helppous.

Sivutuotteiden hyödyntämisen kehittämisessä on tähän asti keskitytty taloudelliseen näkökulmaan, ja vaikka hyödyntämisen positiivisista ilmastovaikutuksista on yleinen käsitys, ei niitä ole ainakaan Suomen oloissa tarkemmin selvitetty. Yleinen käsitys on, että hautaaminen on ekologisesti kestäväntöntä mutta toisaalta ei ole selvitetty millaisia ilmastovaikutuksia syntyisi, jos hautaamisesta päästäisiin sivuvirtojen täysimääräiseen tai edes osittaiseen hyödyntämiseen.

Suomen ympäristökeskuksen arvion mukaan kotitalouksien osuus Suomen kulutusperusteisista päästöistä on noin 66 prosenttia, loput kulutusperäiset päästöt syntyvät julkisen sektorin hankinnoista ja investoinneista. Ravitsemus muodostaa Suomessa noin 20 prosenttia keskimääräisen kuluttajan ilmastovaikutuksesta (Nissinen, A., Savolainen, H. (toim.) 2019). RuokaMinimihankkeen tulosten mukaan liha- ja maitotuotteiden osuus on nylkyään noin 65% Suomalaisen ruokavalion ilmastovaikutuksista.

Hävikki on yksi osatekijä ruoantuotannon ympäristövaikutuksissa: Tuotannon negatiiviset ympäristövaikutukset, mukaan lukien resurssienkulutus, ovat aiheutuneet turhaan, kun ruoaksi tuotettu tuote ei päädy hyötykäyttöön.¹

Suomen Ilmastopaneelin mukaan ruoankulutuksen ilmastovaikutuksia voidaan vähentää suosimalla mahdollisimman vähän kuormittavia ruokia, pitämällä huolta peltojen hiilivarannoista ja minimoimalla hävikkiä (Ilmastopaneelin raportti 4/2020). Myös Suomen luonnosvaiheessa olevan ilmastoruokaohjelman mukaan yksi toimenpide ruoan ilmastopäästöjen vähentämiseksi on ottaa maatalouden ja elintarvikealan sivuvirrat tehokkaaseen hyötykäyttöön ja nostaa niin jalostusarvoa sekä tuottaa korkean lisäarvon tuotteita.²

Porolihan tuottamisen elinkaarisia päästöjä ei ole läpinäkyvästi ja kattavasti laskettu, mutta on esitetty arviota, että esimerkiksi savupororouheen päästöt olisivat lähes vastaavat kuin paistetulla naudanlihalla.³ On huomioitava, että päästöt vaihtelevat riippuen poronhoitotavoista (mm laidunnus ja ruokinta), logistiikkatarpeesta sekä teurastuksen ja jalostuksen prosesseista.⁴

PosiHIILI-hankkeen poron sivutuotteiden hiilivaikutusten arvioinnin tavoitteena oli määrittellä sivutuotteiden hiilivaikutusten laskentaan soveltuvat mallit, laskea niiden perusteella esimerkkilaskelmia eri sivutuotteiden hyödyntämisen hiilivaikutuksista ja tuottaa

1 [MTT RAPORTTI 170: Ruokahävikki alkutuotannossa ja elintarvikejalostuksessa](#)

2 [Maa- ja metsätalousministeriö: Ilmasto-ruokaohjelma](#)

3 [Saarinen, Fogelholm, Tahvonen & Kurppa: Taking nutrition into account within the life cycle assessment of food products](#)

4 [Kestävät hankinnat: Pororouhe - PDF Ilmainen lataus \(docplayer.fi\)](#)

materiaalia poron sivutuotteiden hyödyntämisen hiilivaikutusten arvioinnista elinkeinon hyödynnettäväksi. Tämän tarkoituksena on kannustaa poroelinkeinoja ja siihen kytköksissä olevia, sivutuotteiden potentiaalisia hyödyntäjäyrityksiä ja etsiä keinoja mahdollisimman laajamittaiseen sivutuotteiden hyödyntämiseen. Näin voidaan pienentää sekä porotalouden että sivutuotteita hyödyntävien yritysten ympäristövaikutuksia ja näin vaikuttaa positiivisesti sekä yritysten hiilikädenjälkeen, että imagoon.

Työ koostui porotalouden ammattilaisten ja YAMK-opiskelijoiden kanssa pidetyistä työpajoista, jossa tehtiin esimerkkilaskelmia ja määriteltiin niiden rajauksia ja hankittiin niihin tietoja. Työpajojen tulosten pohjalta tarkennettiin laskemia, laskettiin ja arvioitiin hiilivaikutuksia sekä tehtiin erilaisia sivutuotteiden käyttöskenaarioita. Lisäksi työhön sisältyi tulosten koonti, arviointi ja suositusten tuottaminen elinkeinon hyödynnettäväksi tämän raportin muodossa.

Kiitokset työhön osallistuneille YAMK:n kestävän tuotannon kehittämisen projektiopintojen opiskelijoille: Koro Kerkko, Luusua Laura, Henriksson Riikka, Tolonen Ari ja Valtonen Elina.



1. Käsitteet

Hiilivaikutus

Tässä työssä hiilivaikutuksilla tarkoitetaan toiminnan sekä toiminnasta aiheutuvia ilmastoa lämmittäviä päästöjä eli negatiivisia ilmastovaikutuksia, että toiminnan avulla vältettyjä päästöjä eli positiivisia ilmastovaikutuksia. Keskeiset käsitteet ja arvioinnin kohteet ovat siis hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki.

Hiilijalanjälki

Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan ihmisen toiminnan aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä. Useimmiten hiilijalanjälki raportoidaan hiilidioksidiekvivalenteina (CO₂e), mikä huomioi hiilidioksidipäästöjen lisäksi myös muut merkittävät kasvihuonekaasupäästöt, keskeisimpinä metaanin (CH₄) ja ilokaasun eli dityppioksidin (N₂O).⁵ Hiilijalanjälki lasketaan rajaamalla ensin laskentaan otettavat prosessin vaiheet ja päästölähteet, selvittämällä kulutustiedot (esim. sähkön tai materiaalin kulutus) eri päästölähteissä, etsimällä päästölähteille mahdollisimman luotettavat päästökertoimet ja kertomalla kulutustiedot päästökertoimilla ja laskemalla eri päästölähteiden tulokset yhteen. Hiilijalanjälki on, vaikka se voidaan laskea numeroina, aina kuitenkin arvio, jossa joudutaan tekemään monessa kohtaa yleistyksiä ja käyttämään sekundääristä tai korvaavaa, lähellä olevaa tietoa.

Hiilikädenjälki

Tuotteen, prosessin tai palvelun ilmastohyödyt eli päästövähennyspotentiaali käyttäjälle. Sitä voi luoda niin valtio, yritys, yhdistys kuin yksittäinen ihminen. Kun esimerkiksi yritys tuottaa hiilikädenjälkeä asiakkaalleen, asiakas pystyy alentamaan omaa hiilijalanjälkeään. Hiilikädenjälki korostaa myönteisiä päästövaikutuksia tulevaisuudessa, kun taas hiilijalanjälki keskittyy kielteisiin päästövaikutuksiin nyt.⁶

Hiilikädenjäljen osalta voidaan puhua myös laskennasta mutta usein on kyse ainakin osittain myös arvioinnista, koska pelkkä laskenta ei yleensä riitä vaan määrittelyyn tarvitaan yleisempää arviointia. Se aloitetaan ympäristön tarkastelusta tunnistamalla nykyolosuhteet, määrittelemällä vertailukohta ja ratkaisu, jota vertaillaan. On huomioitava, että hiilikädenjälkeä syntyy vain, jos tuotteen ansiosta päästöt tuotetta hyödyntävässä kohteessa tai yrityksessä todellisuudessa pienenevät. Näin ollen, jos esimerkiksi jonkin sivutuotteen hyödyntäminen esimerkiksi toisen tuotteen osana on jo valtavirtaa ja pääsääntö, ei lisäistä vaikutusta synny. Laskentaan tai arviointiin tarvitaan lähtökohtaisesti sekä oletetun hiilikädenjälkituotteen että vertailtavan tuotteen hiilijalanjälkitiedot. Hiilikädenjälki on siis periaatteessa hiilikädenjälkituotteen ja vertailtavan tuotteen hiilijalanjälkien erotus eli hiilikädenjälkituotetta käyttämällä saavutettu hiilijalanjäljen pienenemä.

⁵ <https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/hiilijalanjalki>

⁶ <https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/hiilikadenjalki>

2. Laskentamallit

Laskennan ja arvioinnin mallin valinnassa arvioitiin kahden perusmallin käytön mahdollisuutta ja tulosten hyödynnettävyyttä. Näiden pohjalta valittiin erilaisia skenaarioita, jossa muuttujina oli hyödynnettävät tai haudattavat sivutuotteet sekä hyödyntämistapa ja vertailukohteet.

A) Sivutuotteiden käytön hiilijalanjälkivaikutus (korvausvaikutus) tuotteessa, jossa sitä hyödynnetään ja tämän suhteutus poronlihan hiilijalanjälkeen

B) Sivutuotteiden hyödyntämisen vaikutus poronlihan hiilijalanjälkeen, poroteurastamon päästöihin tai teurastusprosessin jätehuollon päästöihin

Mallissa A selvitetään sivutuotteiden käytön hiilijalanjälkeä pienentävä vaikutus korvattavassa tuotteessa. Tällöin voidaan puhua hiilikädenjäljestä. Malli edellyttää korvattavan ja korvaavan tuotteen hiilijalanjälkien tietämistä. Tällöin pitää pystyä laskemaan poron hiilijalanjälki ja siitä vielä kyseisen sivutuotteen, esimerkiksi veren tai taljan, hiilijalanjälki sekä sen komponentin hiilijalanjälki, joka tällä korvataan. Lisäksi pitää tietää sen tuotteen koko hiilijalanjälki, jossa tätä korvaavaa komponenttia käytetään. Tällöin voitaisiin suhteuttaa vältettyjä päästöjä sekä koko poronlihan hiilijalanjälkeen, että tuotteeseen, jossa tätä hiilikädenjälkituotetta hyödynnetään. Ellei näitä tietoja saada, voisi tyytyä pelkkien korvattavan ja korvaavan tuotteen ainesosan hiilijalanjälkien vertailuun. Tällöin pitäisi siis tietää vähintäänkin sekä kyseisen sivutuotteen hiilijalanjälki, että tällä hetkellä tuotteen osana käytettävän korvattavan ainesosan hiilijalanjälki.

Mallissa B sivutuotteiden hyödyntämisen hiilivaikutus ajatellaan syntyvän poronlihan pienentyneenä hiilijalanjälkenä jätehuollon päästöjen vähenemisen kautta. Tällöin lasketaan sivutuotteiden hautaamisen päästöt ja päästöt prosessista, jolla sivutuotteet saadaan hyödynnettäväksi. Hiilivaikutus on silloin näiden erotus, joka siis oletettavasti pienentää poronlihan hiilijalanjälkeä. Myös tässä pitäisi tietää koko poronlihan hiilijalanjälki, jotta päästövähennemä voitaisiin suhteuttaa siihen. Vähintäänkin pitää kuitenkin laskea teurastusprosessin päästöt. Laskentaa voidaan tehdä myös sivutuote kerrallaan siten että osa sivutuotteista hyödynnetään ja osa haudataan. Myös sillä voi olla merkitystä teurastusprosessin päästöihin, mihin sivutuotteita hyödynnetään: erilaiset hyödyntämistavat voivat vaatia erilaista esikäsittelyä ja varastointia sekä logistiikkaa teurastusprosessissa.

Poronlihasta ei ollut käytettävissä luotettavaa ja läpinäkyvää, eriteltyä hiilijalanjälkilaskenta eikä työajoissa ollut mahdollista perehtyä sivutuotteita hyödyntävien yritysten ja niiden tuotteiden ja tuotteissa poron sivutuotteella korvattavien komponenttien hiilijalanjälkeen. Tästä syystä työajoissa päätettiin keskittyä hiilivaikutusten laskentaan teurastuksen jätehuollon päästöjen vähenemisen kautta teurastusprosessin päästöihin. Laskentaa voidaan kuitenkin laajentaa suuntaa antavaan arviointiin pohjautuen sivutuotteiden hiilikädenjälkivaikutuksesta sen mukaan mitä tietoa on saatavilla ja mitä pystytään edes suuntaa antavasti arvioimaan

3. Teurastamon päästöt

Sivutuotteiden hyödyntämisen hiilivaikutusten arvioinnin pohjaksi työpajoissa laskettiin tai arvioitiin 1) poron teurastusprosessin päästöt ilman hyödyntämistä ja hautaamista 2) hautaamisen päästöt ja tältä pohjalta 3) koko teurastamon päästöt ilman hyödyntämistä.

3.1. Poron teurastuksen päästöt ilman hyödyntämistä ja hautaamista

Laskenta rajattiin teurastukseen ja pääasiassa teurastamo-alueella tapahtuvaan prosessiin ("portilta portille"), rajaten ulkopuolelle ennen teurastusprosessia syntyneet päästöt (poron ruoansulatus, ruokinta, laidunnus) ja teurastuksen jälkeen poronlihan jalostuksessa teurastusprosessin jälkeen syntyvät päästöt. Tässä vaiheessa jätehuollon eli käytännössä teurasjätteiden hautaamisen päästöt ja sivutuotteiden hyötykäyttöön ottamisen aiheuttamat varsinaisen teurastusprosessin ylimääräiset päästöt jätettiin erikseen laskettavaksi. Laskennassa huomioitiin paitsi teurastusprosessin aikainen sähkönkulutus, myös ns. peruskulutus eli koko laskentaan sisältyi koko vuoden aikainen sähkönkulutus. Teurastusprosessin päästöihin laskettiin GHG-protokollan mukaisesti scope 1 ja 2 päästöt eli energian päästöt, sekä scope 3:sta eli ulkoisista hankinnoista teurasporojen kuljetus teurastamolle, ruokinta teurastamolla sekä vedenkäyttö. Teurastuksen päästökseen saatiin 3,81kg co2ekv/ poro.

3.2. Teurasjätteen hautaamisen päästöt

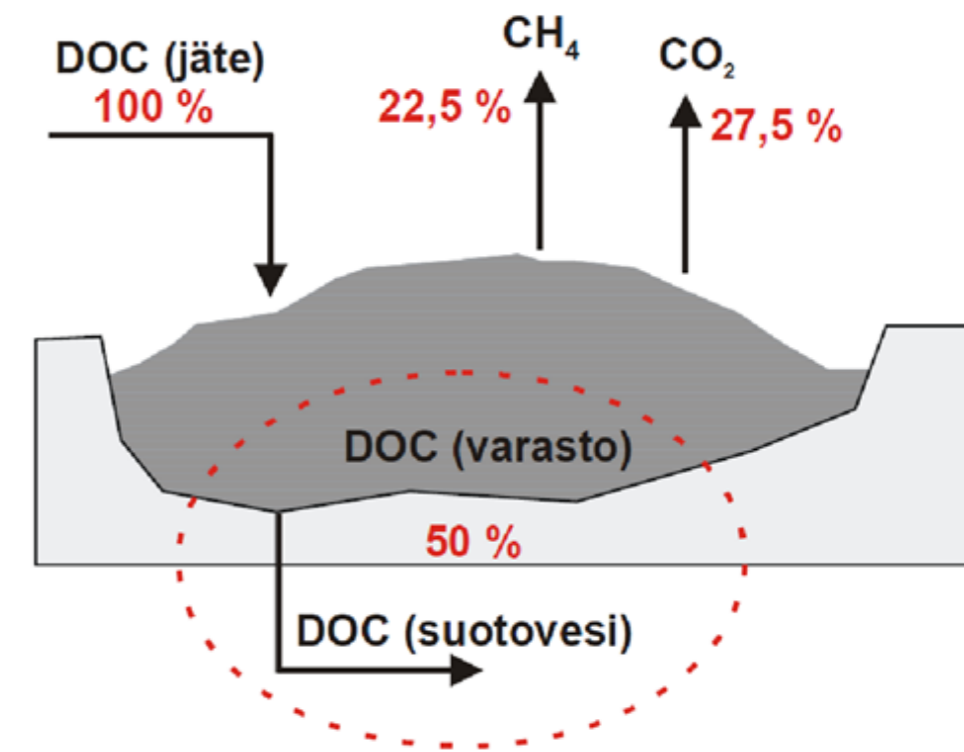
Hautaamisen päästöihin laskettiin kuljetus teurastamolta hautamontulle, montun kaivamiseen, tiivistämiseen ja peittämiseen tarvittavan työkoneen päästöt sekä mätänemisprosessissa syntyvät metaanipäästöt. Peiteaineena käytettyä haketta ei pystytty laskemaan. Laskenta tehtiin vuosittaiselle teurasmäärälle olettaen, että maha-suolijäte sisältöineen, pehmytostat, taljat, koipinahat sekä päät ja sarvet haudataan. Hautaamisen päästökseen tonnia kohden 905kg ja 35,82kg co2ekv/poro. (Jatkossa laskennassa käytettiin tästä laskettua päästöä per kilo eli 0,90497894kg co2ekv). Ylivoimaisesti suurin osa, 99,5% päästöistä tulee haudasta vapautuvasta metaanista.

*Keskeisimmät epävarmuudet: Teurasjätteen mätänemisprosessista ei ollut käytettävissä päästökerrointa, joten siinä käytettiin VTT:n * suuntaa antavaa, karkeaa massataseeseen perustuvaa laskentamallia kaatopaikkakaasuille.⁷ Mallissa lasketaan ensin jätteen orgaanisen hiilen osuus (DOC) ja se, paljonko orgaanisesta hiilestä muuttuu kaatopaikkakaasuiksi ja paljonko siitä on metaania. Tämän jälkeen metaani pitää vielä muuttaa hiilidioksidikevivalenteiksi. Se tapahtuu yleensä käyttäen metaanin yleistä GWP- (Global warming potential) kerrointa 25. Eloperäisen jätteen biokemiallisesti hajoavan orgaanisen hiilen osuus (DOC) on n. 16%, (VTT). Myös keittiöjätteellä DOC-luku on sama. (HSY). – Koska tarkempaa DOC-kerrointa erityisesti teurasjätteelle ei ollut saatavilla, käytettiin tätä kerrointa.*

Suomen oloissa on arvioitu, että hoidetulla kaatopaikalla hiilestä 50 % muuttuu kaatopaikkakaasuiksi ja loput 50% varastoituu kaatopaikalle tai huuhtoutuu suotovesien mukana pois. Koska tämän huuhtouman osuus Suomen kaatopaikkoja koskevissa laskelmissa on arvioitu melko pieneksi, eikä käytettävissä ollut sen päästötietoja, jätettiin se laskelmista pois. Koska mätänemisprosessissa syntyvä hiilidioksidi on biologista alkuperää, eli sen voidaan ajatella sitoutuvan uuden biomassan kasvuun, sitä ei VTT:n mukaan tarvitse huomioida kasvihuonekaasujen päästöinventaarissa. Hoidetulla kaatopaikalla tarkoitetaan esimerkiksi kaatopaikkaa, jossa jätteet tiivistetään tai peitetään eli sen arvoitiin vastaavan teurasjätteen hautaamista.

On kuitenkin erittäin epävarmaa, ovatko teurasjätteen ja VTT:n raportissa lasketun kaatopakan mätänemisen metaanipäästöt samansuuntaisia. Lisäksi laskentakaava on lähtökohtaisesti yksinkertaistettu. Laskentaan liittyy suuria epävarmuustekijöitä ja tätä tulosta voi pitää siksi korkeintaan vain suuntaa antavana arviona.

Kuva: Kaatopaikan yksinkertaistettu hiilitase. Prosenttiluvut kuvaavat orgaanisestihajoavan hiilen (DOC) virtoja. VTT TIEDOTTEITA 2142 Sami Tuhkanen, Jätehuollon merkitys Suomen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä. Espoo 2002.



3.3. Teurastamon päästöt yhteensä sisältäen hautaamisen, ilman hyödyntämistä

Edellä kohtien 1 ja 2 laskennan perusteella teurastamon päästöiksi 39,63kg/poro.

7 <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2002/T2142.pdf>

4. Hyödyntämisskenaariot ja niiden hiilivaikutus

Edellä esitettyjen laskelmien pohjalta laskettiin kolmen erilaisen skenaarion hiilivaikutukset (liite 2). Skenaarioille laskettiin teurastusprosessin päästöt ja päästövähennys skenaarion mukaisella hyödyntämisellä. Kuljetusten päästöjä hyödyntämispaikalle ei laskettu, koska ne laskettiin vain joidenkin sivutuotteiden osalta. Skenaariot ovat A) skenaario, jossa mitään sivuvirtoja ei hyödynnetä, vaan kaikki haudataan, skenaario B) kaikki hyödynnetään, mitään ei haudata. Tässä skenaariossa pää, mahat ja suolijäte sekä pieni erä ”jätetaljaa” ja verta kompostoidaan ja C) realistinen skenaario, jossa hyödynnetään käsityö-, elintarvike- tai eläinruokakäyttöön kaikki mikä tällä hetkellä voidaan realistisesti arvioituna hyödyntää ja loput eli pää, koparat, mahat ja suolijäte sekä pieni erä ”jätetaljaa” ja verta haudataan.

4.1. Skenaario A: Mitään ei hyödynnetä, kaikki haudataan

Tässä skenaariossa koko teurasjäte-erä haudataan. Se aiheuttaa edellä esitetyn laskelman mukaisesti päästöjä 35,82 kg co2ekv/poro ja teurasjätetoonia kohden 905 kg co2ekv. Tämä on myös sivutuotteiden hyödyntämisen teoreettinen päästövähennyspotentiaali. Kun teurastuksen päästöt ilman hautaamista ovat 3,81kg co2ekv/ poro, saadaan teurastamon kokonaispäästöiksi 39,63kg co2ekv/poro.

4.2. Skenaario B: Kaikki hyödynnetään, mitään ei haudata

Tässä skenaariossa n. 40 % teurasjätteestä hyödynnetään käsityö-, elintarvike tai eläinruokakäyttöön ja loput, n. 60% kompostoidaan. Kun teurastamon perusprosessin päästöihin lisätään kompostoinnin päästöt sekä muun hyödyntämisen päästöt, saadaan teurastamon päästöiksi yhteensä 7,16 kg co2ekv/poro. Päästösäästö verrattuna skenaarioon A on siis 32,47 kg co2ekv/poro.

4.3. Skenaario C: realistinen

Tässä skenaariossa hyödynnetään käsityö-, elintarvike- tai eläinruokakäyttöön kaikki mikä tällä hetkellä voidaan realistisesti arvioituna hyödyntää (n. 30%) ja loput eli pää, koparat, mahat ja suolijäte sekä pieni erä ”jätetaljaa” ja verta haudataan (n. 70%). Kun teurastamon perusprosessin päästöihin lisätään haudattavaksi jäävien erien päästöt sekä hyödyntämisen päästöt, saadaan teurastamon päästöiksi yhteensä 31 co2ekv/poro. Päästösäästö verrattuna skenaarioon A on siis 9 co2ekv/poro.

5. Sivutuote/hyödyntämistapakohtaiset laskelmat

Sivutuotteiden hyödyntämisen osalta kaikille lasketuille hyödyntämisvaihtoehdoille laskettiin, paljonko ko. sivutuotteen hyödyntäminen vähentää päästöjä teurastamolta eli käytännössä jätehuoltoon kuuluvasta hautaamisesta. Tämä laskettiin yksinkertaisella kaavalla siten, että sivutuotteen määrä (kg) vähennettiin haudattavaksi menevästä erästä, jolloin hautaamisen päästöt vähenivät suhteessa haudattavan määrän pienenemiseen. Tähän lisättiin hyödyntämiseksi ottamisesta aiheutuvat lisäpäästöt teurastusprosessiin. Päästöt lisääntyvät lähinnä silloin kun energiankäyttö lisääntyy sen johdosta, että sivutuote otetaan talteen, esikäsitellään jollain tavalla ja varastoidaan. Joissain tapauksissa laskettiin erikseen myös kuljetus hyödyntämispaikalle.

5.1. Teurasjätteen kompostoinnin päästöt

Kompostoinnin päästöihin laskettiin kuljetus teurastamolta kompostointipaikalle (sama etäisyys kuin hautamontulla), montun kaivamiseen, hakkeen levittämiseen ja kompostin peittämiseen tarvittavan työkoneneen päästöt sekä arvioitiin kompostoitumisprosessissa syntyvät metaanipäästöt ja niiden ilmasto- ja lämmittävä vaikutus. Kuivikkeena käytettyä haketta ei pystytty laskemaan.

Laskenta tehtiin olettaen, että maha-suolijäte, päät ja hukkaerät kompostoidaan. Päästökäsi kompostoitavaa tonnia kohden n. 41kg co2ekv. Suurimman päästölähteen muodostaa kompostoitumisprosessin metaanipäästöt, 55,4 %.

Keskeisimmät epävarmuudet: Kompostoitumisprosessin päästöille ei ollut saatavilla soveltuvaa päästökerrointa. Suuntaa antava laskentamalli ja päästötiedot otettiin Kekkilän kompostointilaitoksen päästölaskennasta.⁸ Laskennassa Kekkilän kompostointilaitoksen biojätteen ja puhdistamolietteen metaanipäästöiksi oletettiin 0,9 kg CH₄/t ja typpioksiduulipäästöiksi 0,052. Koska dityppioksidia ei laskettu mätänemisprosessissa mukaan, ei sitä otettu tähänkään vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi. Kun metaani karakterisoidaan hiilidioksidikevivalenteiksi käyttäen metaanin yleistä GWP- (Global warming potential) kerrointa 25, saadaan kompostoitumisprosessin ilmasto- ja lämmittäväksi vaikutukseksi 22,5kg co2ekv/tonni. On huomioitava, että tässä laskettiin mukaan vain metaanipäästöt. On myös epävarmaa, onko poron teurasjätteen kompostoitumisprosessi verrattavissa biojätteen ja puhdistamolietteen prosessiin päästöjen suhteen ja voidaanko kyseistä laskukaavaa luotettavasti käyttää. Laskennalle jälkikäteen tehdyssä asiantuntija-arvioinnissa (liite 3) kompostoinnille löytyi huomattavasti suurempia päästökertoimia vaihteluvälillä 25,4 – 127,9 kg co2ekv/tonni. Laskentaan liittyy suuria epävarmuustekijöitä ja tätä tulosta voi pitää siksi korkeintaan vain suuntaa antavana.

⁸ https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/161603/Diplomity%C3%B6_Lehikoinen%20Milla.pdf?sequence=1&isAllowed=y

5.2. Veren talteenotto, varastointi ja käsittely hyödynnettäväksi

Veren hyödyntäminen aiheuttaa teurastusprosessiin lisäpäästöjä lähinnä talteenoton ja jäädytyksen sekä varastoinnin energiankulutuksessa. Lisäksi mukaan laskettiin pakkaamisen (muovipussi+pahvilaatikko)päästöt. Laskennassa oletettiin, että verta saadaan hyödynnettäväksi 9000 kiloa. Tämän määrän hyödyntäminen aiheuttaa lisäpäästöjä teurastukseen 1,31 co2ekv/poro. Samalla se kuitenkin vähentää päästöjä hautaamisessa 3,39 kg co2ekv/poro. Kun tähän lisätään em. lisäpäästöt, päästöjä pienentävä vaikutus veren hyödyntämisellä on 2,27kg co2ekv/poro.

Keskeisimmät epävarmuudet: Suurin päästölähde tässä on pakkaukseen käytettävien pakkausmateriaalina käytettävän muovipussien päästöt, n. 53% koko päästöistä. Muovipussien päästökerroin on saatu www.co2everything.fi -palvelusta. Lisäksi hautaamisen päästölaskenta aiheuttaa epävarmuutta tälle päästövähennemien laskelmille.

5.3. Teurasjätteen hyödyntäminen biokaasuksi

Laskenta tehtiin vuosittaisen teuras määrän tuottamalle maha-suolijätteelle ja päille, mikä oli n. 56% koko teurasjätteen määrästä. Biokaasuksi hyödyntäminen aiheuttaa teurastusprosessiin päästöjä lähinnä materiaalin lastaamisesta kuljetettavaksi sekä murskaamisesta. Lisäksi mukaan laskettiin materiaalin kuljetus 50 km päässä olevalle biokaasulaitokselle sekä levitys siellä. Tästä aiheutuu yhteensä n. 4,67 kg co2ekv päästölisäykset per tonni. Kun 53 saman määrän hautaaminen aiheuttaisi 47 964kg co2ekv päästöt, ja biokaasuksi toimittaminen aiheuttaa n. 905 kg co2ekv lisäpäästöt tonnia kohden, biokaasuksi toimittamisen päästöjä pienentävä nettovaikutus on siis 900,3kg co2ekv/tonni teurasjätettä.

Keskeiset epävarmuudet: Laskelmassa suurimman epävarmuuden aiheuttaa hautaamisen päästöjen laskennan epävarmuus. On myös huomioitava, että tämä laskelma sisältää levityksen biokaasulaitoksella, mikä tyypillisesti lasketaan biokaasulaitoksen prosessiin. Sen osuus ei kuitenkaan ole merkittävä.

5.4. Suolattujen taljojen toimittaminen jalostajille

Laskennassa huomioitiin taljojen rummutus teurastamolla ja suolan käyttö sekä pakkaus kuljetettavaksi ja se tehtiin 2300 taljalle. Laskelma ei sisällä kuljettamiseen käytettäviä kuormalavoja. Päästöiksi saatiin 0,164kg co2ekv./talja. taljojen hautaaminen aiheuttaisi 4,47 co2ekv päästöt/talja. Päästövähennemä verrattuna hautaamiseen on 4,3kg co2ekv/talja.

Lisäksi tehtiin laskenta lisäämällä teurastamolle aiheutuviin päästöihin kuljetuksen päästöt kolmelle vaihtoehdoiselle hyödyntämispaikalle: Ahlskogiin sekä Ruotsiin Kerolle ja Kailenaan Liettuaan. Päästöt ovat Keron vaihtoehdossa 0,823 kg co2ekv/talja, Ahlskogiin kuljetuksessa 0,818 ja Kailenaan kuljetuksessa 1,624kg co2 ekv/talja. Pienimmilläänkin eli päästöiltään suurimmassa Kailenan vaihtoehdossa päästövähennemä on 2,85kg co2ekv/talja. Tämä osoittaa, että ylivoimaisesti suurimmat päästöt hyödyntämisestä tulevat kuljetuksesta, mutta missään kuljetusvaihtoehdossa päästöt eivät ylitä hyödyntämisestä aiheutuvaa päästövähennemää.

Laskennan epävarmuudet: Taljojen suolaamisen päästöjen suolan ja muovin päästökertoimiin liittyy epävarmuuksia. Suolan päästökertoimenä on käytetty carbon cloudin sivuilta merisuolan päästökerrointa 0,1kg co2ekv/kg. Muovin päästökerroin on laskettu jakamalla muovintuotannon globaalit tuotannon määrällä, mistä saadaan erittäin karkea kerroin, mikä ei huomioi esimerkiksi erilaisia muovilaatuja. Myös kuljetuksen päästöissä on epävarmuuksia liittyen kuljetusyhtiöiden päästötietoihin.

5.5. Pehmytosien hyödyntäminen vetokoirien ruuaksi

Laskelma tehtiin pehmytosien (elinnippu, kaulaliha, kurkunpää), hyödyntämisen aiheuttamasta lisäpäästöistä teurastusprosessiin. Päästöjä tässä aiheuttaa pehmytosien jäädytys (64%) ja pakkaaminen (36%), yhteensä 220kg co2ekv/tonni. Hautaamisen päästövähennemä on 905kg co2ekv/7tonni, jolloin nettovaikutus päästöihin on -685kg co2ekv/tonni. Epävarmuutta liittyy lähinnä muovin päästöihin, kuten edellä.

Mikäli teurastamossa syntyvät pehmytosat hyödynnetään läheisessä vetokoiratarhassa, voidaan ajatella koiratahralle laskettavien päästöjen olevan 0, koska hyödynnettäväksi ottamisen aiheuttamat päästöt on sisällytetty teurastamon päästöihin. Tässä kuitenkin oletetaan, että myös poronlihan tuotannon (hoito, ruokinta, laidunnus ym.) päästöt on kaikki allokoitu kokonaisuudessaan poronlihalle.

Vertailun vuoksi laskettiin, mitkä ovat päästöt, jos poron pehmytosat korvataan Pietarsaaresta tuodulla koiranruoalla (567 km). Tästä syntyy päästöjä arviolta 265 kg co2ekv/tonni. (tämä ei sisällä koiranruoan valmistuksen päästöjä). Tehdasvalmisteisen koiranraaka-ruoan käyttö aiheuttaisi vetokoiratahralle siis tuon 265 kg co2ekv enemmän päästöjä verrattuna poron pehmytosien hyödyntämiseen naapurista. On kuitenkin huomioitava, että laskelma ei sisällä tehdasvalmisteisen koiranruoan valmistuksen päästöjä eikä poronlihan tuotannon sivuvirroille allokoituja päästöjä. Pieniä lisäpäästöjä syntyy todennäköisesti myös koiranruokaraaka-aineiden kuljetuksesta läheiselle vetokoiratarhalle.

5.6. Pötsin hyödyntäminen koiran herkuksi (ilmakuivattu herkkupala)

Pötsien hyödynnettäväksi ottaminen aiheuttaa lisäpäästöjä teurastusprosessiin pakkaamisesta, jäädyttämisestä sekä pesemiseen kuluva sähköstä ja vedestä. Teurastusprosessin päästöjä pötsien hyödyntäminen lisää 174kg co2ekv/tonni. Suurin päästö määrä tulee jäädyttämisestä, n. 64%. Myös pakkaamiseen käytettävästä muovista tulee käytettyä muovipussin päästökerrointa (www.co2everything.fi) käyttäen melko suuret päästöt. Saman teurasjättemäärän hautaaminen aiheuttaa laskennallisesti 905kg co2 ekv päästöt/tonni, jolloin hyödyntämisellä vältetyt päästöt ovat 721 kg co2ekv/tonni. *Suurimmat epävarmuudet liittyvä muovin päästökertoimeen ja hautaamisen päästöihin.*

5.7. Luiden talteenotto (sahaus ja pakastesäilytys) hyödynnettäväksi koirille, käsitöihin tai elintarvikkeeksi

Laskennan pohjana oli 3750 kg konttiluita. Lisäpäästöjä teurastusprosessiin aiheuttaa luiden pakkaaminen ja jäädyttäminen. Päästöt ovat yhteensä 590kg co2ekv, ja tästä 237 tulee käytettävästä muovista pakkaamiseen ja 352 kg jäädyttämisestä. Luiden talteenotto vähentää hautaamisen päästöjä 3394kg co2ekv ja sillä vältetään n. 2804kg co2ekv päästöt. *Suurimmat epävarmuudet liittyvä muovin päästökertoimeen ja hautaamisen päästöihin.*

5.8. Taljojen ilmakeiväisyys

Taljojen ilmakeiväisyys ei talteenotto- ja kuivausprosessissa tule varsinaisen teurastukseen lisäisiä päästöjä. Taljojen ilmakeiväisyys synnyttää teurastamolle 4,47kg co2ekv päästövähennyksen/ talja. Päästöjä synnyttää lähinnä kuivattujen taljojen kuljetus ostajalle tai myyntipaikalle, minkä ajatellaan allokoitavan seuraavaan vaiheeseen, ei teurastamolle. Esimerkinomaisesti laskettiin vielä, että 100 kpl ilmakeiväisyys taljan kuljetus pakettiautolla myyntipaikalle 100 km aiheuttaa päästäjä n. 18,6 kg co2ekv.

5.9. Koipinahat

Teurastamolle laskettavia päästöjä koipinahkojen hyödyntämisestä aiheutuu rummutuksesta, suolauksesta ja pakkaamisesta. 1000 kg koipinahkaerän käsittelystä syntyy päästöjä noin 90kg co2ekv. Kun saman määrän teurasjätteen hautaamisen päästöt ovat laskennallisesti 905kg co2ekv, vältetään hyödyntämisellä siis 815kg co2 ekv/tonni päästöjä teurastuksessa. *Tässä suurin päästölähde on pakkaaminen, mihin sisältyy myös suurimmat epävarmuudet muovin päästöjen osalta.*

5.10. Sarvet koirille korvaamaan puruluuta

Sarvien talteenotto ei aiheuta ylimääräisiä päästöjä teurastusprosessiin. Päästöjä syntyy lähinnä kuljetuksesta ostajalle. Jos teurastuksessa saadaan 1000 kg sarvia ja näitä ei haudata, vältetään 905kg co2 ekv päästöt.

6. Tulokset ja niiden tulkinta

Skenaarioiden vertailu

Kun verrataan ”kaikki hyödynnetään, mitään ei haudata” – skenaariota (B) ja realistista skenaariota (C) ”kaikki haudataan” – skenaarioon (A), huomataan että mikäli kaikki hyödynnettäisiin eikä mitään haudattaisi, eli ne mitä ei voida hyödyntää käsityö-, elintarvike- ja eläinruokakäyttöön, kompostoitaisiin, päästöt olisivat vain n. 17% verrattuna skenaarioon, jossa kaikki haudataan. Realistisessakin skenaariossa, jossa realistinen osa hyödynnetään ja loput haudataan, jäädytään noin 77 % kaikkien hautaamisen vaihtoehdosta. Päästöjen näkökulmasta kannattaa siis lähteä realistisesta vaihtoehdosta ja pyrkiä käsittelyyn, jossa kaikki hyödynnetään joko käsityö-, elintarvike- tai eläinruokakäyttöön tai kompostoidaan.

Sivuvirtakohtainen tarkastelu

Teurastamon ja teurastusprosessin päästöjen näkökulmasta teurastamon päästöt vähenevät kaikissa tässä työssä selvitettyjen sivuvirtojen hyödyntämisen johdosta. Vaikka hyödyntäminen aiheuttaa teurastamolle lisäpäästöjä, ne ovat useimmissa tapauksissa monta kertaa pienemmät kuin teurasjätteen hautaamisesta syntyvät päästöt. Isoimmat päästövähennykset tulevat suurimpien erien hyödyntämisestä eli taljat, veri ja pehmytosat.

Kun suhteutetaan hyödyntämisestä teurastamolle aiheutuneet päästöt vältettyihin päästöihin, ”hiilitehokkainta” voidaan katsoa olevan sarvien hyödyntäminen ja taljojen ilmakeiväisyys, joista ei aiheudu lisäpäästöjä lainkaan. Myös taljojen suolaus (hyödyntämisen päästöjen osuus vältetyistä päästöistä 4%) ja kompostointi (päästöistä 5%) ovat hyvin hiilitehokkaita. Seuraavaksi tulevat koipinahkojen hyödyntäminen kenkämateriaaliksi (11%), luiden hyödyntäminen elintarvikekäyttöön (21%), pehmytosien hyödyntäminen vetokorien ruoaksi (32%) ja veren hyödyntäminen elintarviketeollisuuteen (50%).

Kompostointi

Kompostointi näyttää tämän selvityksen perusteella vähäpäästöiseltä vaihtoehdolta hautaamiselle. Sitä hiilitehokkaampaa (tässä hyödyntämisen aiheuttamien päästöjen suhde vältettyihin päästöihin) on vain taljojen ilmakeiväisyys ja sarvien hyödyntäminen.

Kuljetusten huomioiminen

Päästöjen näkökulmasta on hyödyllistä tarkastella ei vain teurastamolle ja teurastusprosessiin aiheutettuja päästöjä, vaan myös laajemmin hyödyntämisestä aiheutuvia päästöjä. Tässä työssä tarkasteltiin joidenkin sivutuotteiden osalta niiden teurastamokäsittelyn lisäksi kuljetusta varsinaiselle hyödyntämispaikalle. Tämä antaa kuvan siitä, kannattaako päästöjen näkökulmasta sivutuotteita kuljettaa vai onko sittenkin parempi haudata tai kompostoida ne. Laskennalla voidaan myös arvioida, kuinka kauas päästöjen näkökulmasta on vielä järkevä kuljettaa.

Päästöjen tarkastelu sisältäen kuljetukset, tehtiin suolattujen taljojen kuljettamisesta jalostajille, ja tiettyjen sivuvirtojen kuljettamiselle kompostoitavaksi. Suolattujen taljojen osalta, vaikka taljat kuljetettaisiin Liettuaan asti, päästövähennys verrattuna hautaamiseen on 2,7 kg co2ekv/talja. Kuljetusmäärää voitaisiin päästöjen näkökulmasta vielä merkittävästi pidentää ja silti hyödyntäminen olisi päästöjen kannalta järkevämpää kuin hautaaminen. Joiltakin poroteurastamoilta toimitetaan poron koipinahkoja Mongoliaan asti kenkämateriaaliksi. Maailmalla rahtikuljetukset ovat yleensä tehokkaasti hoidettuja, ja niiden aiheuttamat päästövaikutukset kuljetettavien materiaalien kokonaispäästöihin ovat pieniä. Vaikka tässä tarkastelussa ei erikseen laskettu Mongoliaan toimitettavien koipinahkojen kuljetuksen vaikutuksia, voisi taljojen kuljetusten laskennasta saatujen tulosten ja rahtikuljetusten tehokkuuden ja pienen päästövaikutuksen perusteella olettaa, että myös koipinahkojen toimittaminen Mongoliaan olisi ilmasto-vaikutuksiltaan pienempi kuin koipinahkamateriaalin hautaamisessa.

Biokaasutuksen osalta laskettiin suolijätteen sekä päiden kuljetus hautaamisen tai kompostoinnin sijaan biokaasulaitokselle 50 kilometrin päähän. Kuljetus aiheuttaa suhteessa hautaamisen päästöjä vähentävään vaikutukseen vain vähän päästöjä. Päästöjen kannalta kuljetus voisi olla järkevää myös kauemmaksi. Kuljettamisen päästöt ovat kuitenkin hyvin riippuvaisia paitsi kuljetusmatkasta, kuljetettavan massan painosta ja tilavuudesta sekä kuljetustavasta. Jätteestä hyötykäyttöön- hankkeessa on selvitetty, että poronsivutuotteiden kuljettaminen hyödynnettäväksi biokaasuprosessissa, on kannattavaa enintään 100-120 km kuljetusmatkan päähän teurastamolta. Biokaasulaitokset toimivat yleensä porttimaksulla, mikä tarkoittaa, että sivutuotteiden toimittaminen biokaasulaitokseen aiheuttaa kustannuksia poroteurastamolle.

7. Laskennan ja arvioinnin malli ja prosessi

Hiilivaikutusten laskennassa käytetään pohjana hiilijalanjäljen laskentaa. Sen perusohje on seuraava:

- Asetetaan tavoite
- Rajataan laskenta
- Selvitetään päästölähteet
- Selvitetään kulutustiedot eri päästölähteissä
- Etsitään luotettavat päästökertoimet eri päästölähteille
- Kerrotaan kulutustiedot päästökertoimilla
- Lasketaan yhteen

Laskenta tehdään yleensä vuositasoilla. Tavoitteen asettamisella tarkoitetaan sen määrittämistä mitä laskennalla halutaan selvittää ja mitä tiedolla tehdään. Tämä määrittää erityisesti rajausvaihetta.

Rajauksella määritellään aluksi, tehdäänkö laskenta yritys- vai tuotetasolla sekä millä aikavälillä tarkastelua tehdään. Lisäksi määritellään, tavoitellaanko vain jonkin tietyn prosessin päästötietoja tai yrityksen omasta toiminnasta syntyviä päästöjä vai yrityksen tai tuotteen koko elinkaarista hiilijalanjälkeä. Yleensä hiilijalanjäljestä varsinaisesti puhutaan vain, kun se on laskettu huomioiden elinkaari. Yrityksen päästöjen laskennassa tämä tarkoittaa sitä, että yrityksen omien päästöjen lisäksi otetaan huomioon yrityksen toiminnasta muualla syntyvät päästövaikutukset sekä ennen yritystä, että sen jälkeen, esimerkiksi tavara- ja palveluostot, raaka-aineet, kuljetukset, matkustaminen ja jätehuolto.

Tämän jälkeen selvitetään, mistä lähteistä yritykselle tulee päästöjä. Tämä on myös osa rajausta: on usein välttämätöntä rajata laskenta olennaisiin päästölähteisiin; esimerkiksi hyvin pienet toimistotarvikeostot eivät vaikuta suuresti lopputulukseen, kun taas yleensä rakennusten energiakulutus ja raaka-aineiden hankintaan liittyvät kuljetukset ovat merkittäviä. Se, mikä on merkittävää, vaihtelee huomattavasti yritystyyppistä ja päästölähteistä riippuen. Tässä selvityksessä on suuntaa siihen, mitkä on katsottu olennaisiksi päästölähteiksi. Sallan poroteurastamon ja sen sivutuotteiden hyödyntämisen päästöjen kannalta.

Päästölähteille etsitään kulutustiedot, esimerkiksi sähkön- ja lämmönkulutus, hankintojen, materiaalien, matkojen ja jätteiden määrä. Tämän jälkeen näille etsitään mahdollisimman luotettavat ja tarkat päästökertoimet. Päästökerroin kuvaa ko. päästölähteen keskimääräistä ilmastoa lämmittävää vaikutusta. On syytä tarkistaa, että päästökerroin kattaa kaikki merkittävät kasvihuonekaasupäästöt eli se on ilmaistu hiilidioksidiekvivalentteina (co2ekv). Päästökertoimia saa esimerkiksi seuraavista

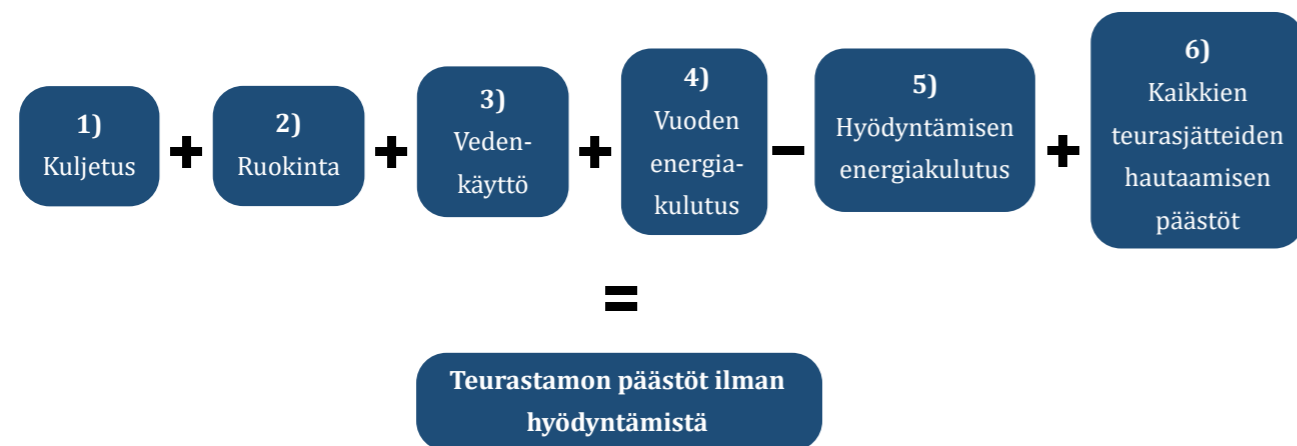
- <https://www.openco2.net/fi/ilmaiset-tyokalut>
- https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiankaytto_suomessa/co2-paastokertoimet
- https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/Laskurit/YHiilari
- <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/>

Tässä työssä käytetyt päästökertoimet ovat liitteenä 1. Ennen kuin kulutustiedot kerrotaan päästökertoimilla, on syytä tarkistaa ja tarvittaessa muuttaa ne samaksi mittayksiköksi (esim. onko sähkö molemmissa kilowattitunteina tai onko liikkumisen kulutustieto ja päästökerroin kilometreinä). Tämän jälkeen saadut päästölähdekohtaiset päästötiedot lasketaan yhteen.

7.1. Teurastamon päästöjen laskentamalli

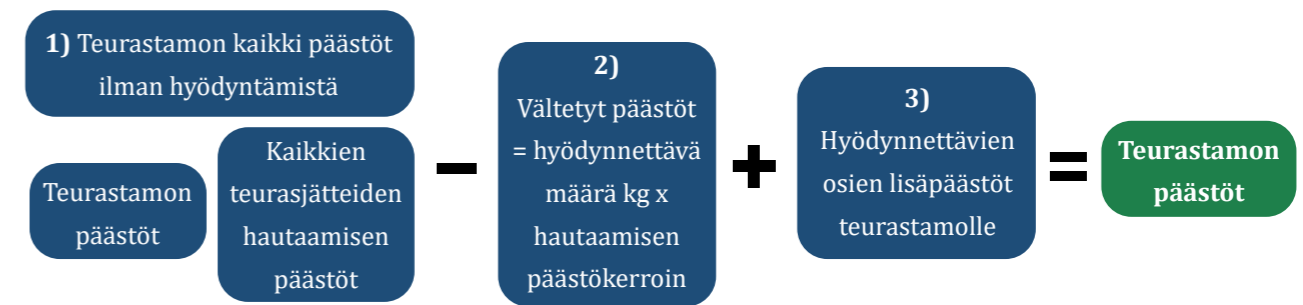
Teurastamon päästöt ilman hyödyntämistä: Laskenta rajataan aluksi kattamaan 1) teurasporojen kuljetus teurastamolle, 2) ruokinta teurastamolla, 3) vedenkäyttö sekä 4) teurastusprosessin energiankulutuksen päästöt mukaan lukien teurastamon vuotuinen energiankulutus vähennettynä 5) sivutuotteiden hyödyntämisen aiheuttama lisäkulutus. Tähän lisätään 6) kaikkien teurasjätteiden hautaamisen päästöt.

Kohta 4 voidaan laskea siten että otetaan vuoden energiankulutuksen todelliset tiedot pohjaksi ja vähennetään niistä mahdollinen sivutuotteiden hyödyntämiseen käytettyjen koneiden ja laitteiden käyttämisestä aiheutunut energiankulutus. Tähän lisätään kaikkien teurasjätteiden hautaamisen päästöt.

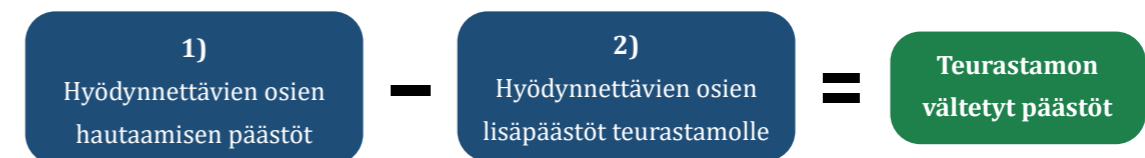


7.2. Hyödyntämisen hiilivaikutus teurastamon päästöihin

Hyödyntämisen vaikutus teurastamolle: 1) Tässä lasketaan ensin edellä esitetyn mukaisesti teurastamon päästöt ilman hyödyntämistä. Tästä vähennetään 2) hyödynnettävien tuotteiden hautaamisen päästöjä vähentävä vaikutus eli vältetyt päästöt. Tähän lisätään 3) hyödyntämisestä teurastamolle aiheutuvat päästöt sisältäen teurastamon alueella tapahtuvan toiminnan: esimerkiksi käsittelyn ja varastoinnin aiheuttamat lisäpäästöt energiankulutuksen sekä mahdollisen vedenkulutuksen kautta sekä pakkaamisesta aiheutuvat päästöt. Sivuvirtojen kuljetus hyödyntämispaikalle kuuluu hyödyntäjän kustannuksiin ja päästöihin, ei teurastamon.

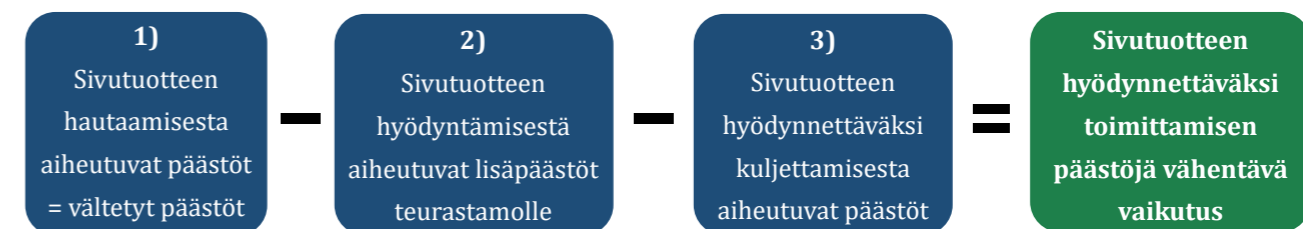


Sivutuotekohtaiset vältetyt päästöt: sivutuotekohtaiset vältetyt päästöt lasketaan vähentämällä 1) hyödynnettävien osien hautaamisen päästöistä niiden 2) hyödyntämisen aiheuttamat lisäpäästöt (energian- ja vedenkulutus käsittelystä ja säilytyksestä sekä pakkaaminen). Sivutuotekohtaisia vältettyjä päästöjä voidaan hyödyntää vertailtaessa mitä sivutuotteita päästöjen näkökulmasta ensisijaisesti kannattaa alkaa hyödyntää.



7.3. Hyödyntämisen laaja hiilivaikutus

Sivutuotekohtaisella laajalla päästövaikutuksella tarkoitetaan tässä yhteydessä päästövaikutusta, joka syntyy sivutuotteen hyödyntämisestä paitsi teurastamolle, myös sivutuotteiden kuljetuksesta hyödyntämiseksi. Tämä lasketaan vähentämällä 1) sivutuotteen hautaamisen päästöistä 2) hyödyntämisestä teurastamolle (teurastamo-alue) aiheutuvat lisäpäästöt sekä 3) hyödynnettäväksi kuljettamisesta aiheutuvat päästöt.



Tällä saadaan laajempi päästövaikutus, jolloin voidaan arvioida kuinka kauas sivutuotetta kannattaa kuljettaa hyödynnettäväksi päästöjen näkökulmasta. Laskelmaan voidaan lisätä myös edellä kuvatun mukaisesti laskettu teurastamon päästöt ilman hyödyntämistä. Laskelma ei huomioi kuitenkaan kädenjälkivaikutusta, jonka poron sivutuotteen käyttäminen aiheuttaa jonkun suurempipäästöisen sijasta.

Sama voidaan laskea myös päästöjen lisäyksen näkökulmasta: silloin lasketaan kaikkien hyödynnettävien osien hyödyntämisen aiheuttamat lisäpäästöt ja lisätään tähän niiden kuljetuksesta aiheutuvat päästöt. Kun tähän summaan lisätään teurastamon päästöt sisältäen haudattavaksi todellisuudessa menevien sivuvirtojen päästöt, saadaan teurastamon päästöt kyseisessä hyödyntämisvaihtoehdossa.

8. Jatkokehitystarpeet

8.1. Laskennan kehittäminen

Poron hiilijalanjälki: Jatkokehityksen kannalta olisi tärkeää laskea poron hiilijalanjälki kokonaisuudessaan ja erikseen yleisimmillä poronhoitotavoilla: tämä olisi tärkeää laskea, koska liikkeellä on tietoja poronlihan päästöistä vaihdellen 2,5 – 10 kg co2ekv/kilo. Tieto olisi tärkeää, jotta voidaan arvioida sivutuotteiden hyödyntämisen vaikutusta koko poronlihan tuotannon päästöihin, ei vain teurastamon päästöihin kuten tässä. Tällöin voidaan myös tarvittaessa allokoida sivutuotteille poron kasvatuksesta syntyvät päästöt. Tässä sitä ei ole tehty. Olisi myös tärkeää selvittää, milloin jäte lasketaan nollapäästöiseksi siksi koska varsinainen tuote sisältää jo jätteiden päästöt ja milloin tulisi käyttää allokointimenetelmää ja miten. Lisäksi hyödyntämisen laskemat on syytä tehdä käyttäen viimeisimpiä päästökertoimia: tässä työssä käytettiin esimerkiksi Lipaston kertoimia liikkumisen ja työkalujen päästöille, mutta jälkikäteen tehdyn asiantuntija-arvioinnin (liite 3) mukaan niitä ei enää suositella käytettävän.

Hautaaminen: Tässä esitetyt laskemat sisältävät suuria epävarmuuksia erityisesti poron teurasjätteen hautaamisen ja kompostoinnin päästöjen laskennan osalta. Erityistä huomiota on jatkossa kiinnitettävä myös N2O-päästöihin, jota ei tässä laskelmassa pystytty ottamaan huomioon. Nämä olisi jatkossa syytä selvittää tarkemmin ja myös päivittää sen pohjalta tässä esitetyt laskemat ja vertailut.

Hiilikädenjälki: Porotalous saisi suuremman hyödyn hiilivaikutusten laskennasta, mikäli pystyttäisiin laskemaan paitsi tässä esitetyn mukaisesti sivutuotteiden hyödyntämisen vaikutus teurastamon päästöihin, myös hyödyntämisen vaikutus yritykseen tai loppukäyttäjään, joka sivutuotetta hyödyntää. Näin voitaisiin osoittaa, mikä on poron sivutuotteiden ja ehkä laajemminkin porotalouden hiilikädenjälki.

Kompostointi: Kompostointi on tämän laskelman mukaan melko vähäpäästöinen vaihtoehto käsitellä teurasjätteet. Sen lisäksi, että kompostoinnin ja kompostoitumisen laskenta vaatii tarkempaa laskentaa, tulisi laskea miten kompostin hyödyntäminen vaikuttaa lannoittamisen päästöihin. Lisäksi tulisi tarkastella laajempia ympäristövaikutuksia – ja hyötyjä, kuten vaikutusta maatalouden vesistövalumiin ja maaperän kuntoon ja hiilensidontakykyyn.

Biokaasu: Olisi myös tärkeää laskea poron teurasjätteiden hyödyntämisen hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki, mikäli niitä hyödynnetään biokaasulaitoksessa. Tässä selvityksessä on laskettu vain esikäsittely ja kuljetus biokaasulaitokselle. Hiilijalanjäljessä laskettaisiin, paljonko teurasjätteiden hyödyntämien biokaasun raaka-aineina aiheuttaa päästöjä, mukaan lukien esikäsittely ja kuljetus, prosessi biokaasulaitoksessa sekä rejektin ja mädätejäännöksen käsittely. Tämän lisäksi pitäisi laskea, paljonko tällä voidaan vähentää fossiilisten polttoaineiden kulutusta sekä esimerkiksi lannoitetarvetta, mikäli mädätejäännös hyödynnetään lannoitteeksi. Näistä voitaisiin myös laskea hyödyntämisen hiilikädenjälki eli paljonko hyödyntäminen vähentää päästöjä.

Hiili-intensiteetti: Tämä selvitys tarkasteli sivutuotteiden hyödyntämisen vaikutusta päästöihin, mutta koska päästöjä ei ole hinnoiteltu vaan ne ovat ns. ulkoiskustannuksia, porotalouden kannattavuuden näkökulmasta tulisi luonnollisesti vielä tarkastella sivutuotteiden eri hyödyntämisvaihtoehtojen kustannuksia ja tuloja. Kun sivutuotteiden hyödyntämisen päästöt suhteutetaan kustannuksiin, saadaan hyödyntämisen hiili-intensiteetti. Taloudellisesta näkökulmasta olisi hyödyllistä myös arvioida eri sivutuoteskenaarioiden markkinapotentiaalia, sisältäen sivuvirran volyyymi sekä millaisen määrän markkinat voivat siitä jalostettua tuotetta vetää.

8.2. Sivutuotteiden hyödyntämisen kehittäminen

Tämän selvityksen perusteella porotaloudelle olisi sen kestävyysnäkökulmasta tärkeää pyrkiä hyödyntämään poro ja siitä saatavat sivutuotteet mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Sivutuotteiden hyödyntämistä tulee kehittää erityisesti suurimpien ja markkinoilla potentiaalisimpien erien osalta. Hyödyntämisessä tulee tarkkailla myös päästöjä erityisesti kuljetusten osalta. On myös otettava huomioon, että sivutuotteiden hyödyntäminen saattaa aiheuttaa hyödyntävälle yritykselle lisäpäästöjä, mikäli sivutuotetta pitää prosessoida nykyistä vaihtoehtoa enemmän. Toisaalta sivutuotteiden hyödyntäminen todennäköisesti vähentää hyödyntävän yrityksen raaka-aineista aiheutuvia päästöjä, ellei se sitten korvaa jotain toista jätevirtaa.

Kompostointi vaikuttaisi olevan hyvinkin järkevä vaihtoehto niille tuotteille, josta ei saa hyödyntämisestä aiheutuvia kustannuksia kattavaa tuloa: sen päästöt ovat tämän laskelman mukaan merkittävästi hautaamista pienemmät ja vaikka kompostoinnin päästöt olisivat tässä käytettyä laskentamallia reilusti suuremmat, jäävät ne joka tapauksessa merkittävästi hautaamista pienemmiksi. Päästövähennys korostuu ja hyödyntäminen voi muodostua kokonaan hiilinegatiiviseksi, mikäli kompostilla voidaan korvata teollisia lannoitteita. Paikallisten kiertotalousravinteiden hyödyntämisellä voidaan saada myös taloudellista säästöä.

Vaikka tämän selvityksen perusteella hyödyntämisen laaja hiilivaikutus (päästöt teurastamolle sekä kuljetuksen päästöt) ei ole suhteessa hautaamiseen merkittävä, on se todennäköisesti kustannuksiltaan kallista. Tämän vuoksi tulee selvittää sivutuotteiden hyödyntämisen logistiikan tehostamista esimerkiksi teurastamojen yhteistyön avulla. Myös hyödyntäminen lähellä vähentää sekä kustannuksia että päästöjä, ja siinä tulisi löytää yhteistyömahdollisuuksia toimialan sisällä ja toimialarajat ylittäen.

Sivutuotteiden hyödyntämisen kehittämisessä kannattaa pyrkiä paitsi mahdollisimman pieneen hiilijalanjälkeen ja suureen hiilikädenjälkeen, myös mahdollisimman suureen arvonlisään. Seuraavana askeleena tähän voisi olla kiertotaloustiekartta, eli suunnitelma siihen, millä tavoin toimenpiteissä edetään.

Liitteet:

Liite 1: Käytetyt päästökertoimet

Liite 2: Sivutuoteskenaariot

Liite 3: Asiantuntija-arviointi

Tämä raportti on tuotettu Poroteurastuksen sivutuotteet hiilineutraaliksi – PoSiHIILI – hankkeessa, jonka tavoitteena on ollut vaikeasti hyödynnettävien poron sivutuotteiden talteenottomenetelmien kehittäminen ja talteenottolaitteiden prototyyppien suunnittelu ja testaus. PoSiHIILI on Lapin Liiton osarahoittama REACT-EU –hanke, joka on toteutettu vuosina 2021-2023.



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



LAPIN LIITTO

LAPIN AMK
Lapland University of Applied Sciences



Liite 1: Keskeiset käytetyt päästökertoimet

Päästölähde	päästökertoimen lähde	päästökerroin	yksikkö	
kaivinkone 104 kW	Lipasto	0,829	kg co2ekv/kWh	
kuljetukset rekalla	Y-hiilari	0,497	kg co2ekv/km	
mätänemisen päästöt	oma	0,9	kg co2ekv/kg	
vesi	Y-hiilari	0,344	kg co2ekv/m ³	
jätevesi	Y-hiilari	0,708	kg co2ekv/m ³	
sähkö	Lumme-energia	0,141	kg co2ekv/kWh	
pyöräkuormaaja 94 kW	Lipasto	0,82	kg co2ekv/kWh	
Jakeluauto (nuppi+vaihtolava)	Y-hiilari	0,497	kg co2ekv/km	
kompostoituminen	oma	0,0225	kg co2ekv/kg	
murskain	Motiva (5 v keskiarvo)	2,2	kg co2ekv/kWh	
Täysperäreikka	Y-hiilari	1,432	kg co2ekv/km	
merisuola	ecoshop.fi	0,1	kg co2ekv/kg	
muovikelmu	woodly.fi	17,4	kg co2ekv/kg	
kuljetukset pakettiautolla	Y-hiilari	0,186	kg co2ekv/km	
muovipussi	co2everything	1,58	kg co2ekv/kpl	
pakkauspahvi	teorra.com	0,94	kg co2ekv/kg	

Liite 2: Sivutuoteskenaariot

Skenaarioiden perustiedot:	
poromäärä	2 400
jäte/sivutuotemäärä	9 5000kg
teurastamon päästöt ilman hautaamista ja hyödyntämistä	9 137co2ekv

	yhteensä kg co2ekv.	kg co2ekv. per poro
skenaario A: Mitään ei hyödynnetä, kaikki haudataan		
jätteiden/sivutuotteiden hautaamisen päästöt	85 973	35,82
Teurastamo päästöt yhteensä	95 000	39,63

skenaario B: kaikki hyödynnetään, mitään ei haudata	kg	hautaamisen päästöt kg co2ekv	hyödyntämisen päästöt kg co2ekv	päästövähennemä kg co2ekv
Pehmytosat koirille	6 000	5 430	1 320	4 110
Koipinahat kenkämateriaaliksi vientiin	1 000	905	90	815
Taljat suoltattuna taljanostajille, ei kuljetusta (jätetaljat ja ilmal taljat , ilmakeivattuna	11 358	10 279	378	9 901
	494	447	-	447
Veri elintarviketeollisuuteen (hukkaveri vähennetty)	9 000	8 145	2 705	5 439
Luut elintarvike, kollageeni, käsityö tai koirille	3 750	3 394	590	2 804
Pötsi koirille	3 000	2 715	552	2 163
Sarvet käsityökäyttöön	1 000	905	-	905
Loput kompostoidaan	59 398	53 754	2 414	51 340
Yhteensä	95 000	85 973	8 050	77 923
	yhteensä kg co2ekv.	kg co2ekv. per poro		
sivutuotteiden hautaamisen päästöt (vältetyt)	85 973	2,35		
sivutuotteiden hyödyntämisen päästöt	8 050	2,35		
Teurastamon päästöt yhteensä	17 187	7,16		
Teurastamon vältetyt päästöt (vert. skenaario A)	77 923	32,47		

Skenaario C: Realistinen	kg	hautaamisen päästöt kg co2ekv	hyödyntämisen päästöt kg co2ekv	päästövähennemä kg co2ekv
Pehmytosat koirille	6 000	5 430	1 320	4 110
Koipinahat kenkämateriaaliksi vientiin	1 000	905	90	815
Taljat suoltattuna taljanostajille (jätetaljat ja ilmakeivaus väher ilmakeivattu talja omaan käyttöön	11 358	10 279	378	9 901
	494	447	0	447
Veri elintarviketeollisuuteen	9 000	8 145	2 705	5 439
Sarvet käsityökäyttöön	1 000	905	0	905
Loput haudataan	66 148	59 863	59 863	0
yhteensä	95 000	85 973	64 356	21 617
	yhteensä kg co2ekv.	kg co2ekv. per poro		
sivutuotteiden hautaamisen päästöt (vältetyt)	26 110	11		
hautaamisen päästöt (syntyneet)	59 863	25		
hyödyntämisen päästöt	4 493	2		
teurastamon päästöt yhteensä	73 493	31		
teurastamon vältetyt päästöt (vrt skenaario A)	21 617	9		

Poron sivuvirrat

Kommentteja ja havaintoja / OU 26.4.2023

Kompostoinnilla iso rooli - vaihtoehtoja kertoimelle

Laskelmassa käytetty kompostoinnin päästökerroin:

- 22,5 kg CO₂e/tonni, lähde Kekkilä (**N₂O ei mukana**)

Defra 2022:

- Compost derived from garden waste: 112,0 kg CO₂e/tonni
- Compost derived from food and garden waste: 114,8kg CO₂e/tonni

Myllymaa ym. 2008 ([lähde](#)):

- 40,6 kg CO₂e/tonni (biopohjainen CO₂ ei mukana)
- biopohjaisen CO₂:n kanssa 127,9 kg CO₂e/tonni
- Ilman dityppioksidia päästökerroin olisi 25,4 kg CO₂e / tonni

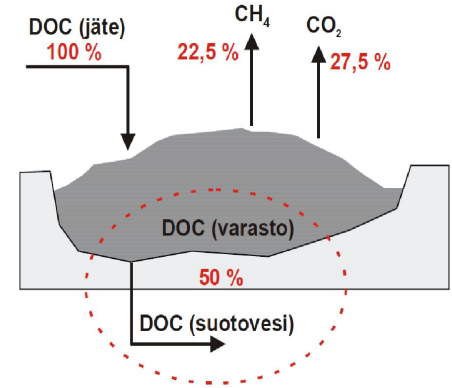
BIOJÄTE KOMPOSTIIN (Myllymaa et al. 2008)			
Päästöt	kg	muuntokerroin	kg CO ₂ e / tonni
CH ₄	0,987	25	24,675
CO ₂ , bio	87,3	1	87,300
NH ₃	0,321	2,11	0,677
N ₂ O	0,051	298	15,198
Yhteensä (ei sis. biopohj. CO₂)		40,55	kg CO₂e/tonni
		0,04055	kg/kg

Hautaamisen päästöt vs. kompostointi

Hautaamisen kerroin muodostettu käyttäen VTT:n karkeaa, massataseeseen perustuvaa laskentakaavaa kaatopaikkakaasuille (mainitaan myös selkeästi, että tässä kohtaa on suuria epävarmuuksia).

Lähteessä on tarkasteltu vain metaanintuotantoa, joten dityppioksidia (N_2O) ei ole mukana kertoimessa. Tällä perusteella N_2O on jätetty pois myös kompostoinnin kertoimesta.

Koska lasketaan päästöjen vähenemää, ratkaisu on ok, mikäli N_2O päästöt ovat samaa luokkaa mädätyksessä ja kompostoinnissa. **ONKO NÄIN?**



Vertailuskenaariona Honkajoki

Honkajoella yhden eläinperäisen materiaalitonnin käsittelyn päästöt (Scope 1-3) 243 kg CO₂e / tonni

→ samalla kertoimella porolaskelman teurasjätteiden käsittelyn päästö olisi 23 tonnia CO₂e (vrt. hautaamiselle laskettu 95 tonnia CO₂e)

HONKAJOKI-KONSERNI

Kokonaispäästöt 2021

	Scope 1		Scope 2		Scope 1-3
	Suorat GHG-päästöt – kg CO ₂ e yhteensä	Suorat GHG päästöt – kg CO ₂ e / kg CO ₂ e / käsitelty tn	Epäsuorat GHG-päästöt, sijaintiin perustuva – kg CO ₂ e	Epäsuorat GHG-päästöt – kg CO ₂ e / kg CO ₂ e / käsitelty tn	Kaikki päästöt – kg CO ₂ e / kg CO ₂ e / käsitelty määrä tn
Honkajoki Oy	35 412 425	228	2 237 154	14	243
Findest Protein Oy	2 354 761	130	330 075	18	151
Palveluliiketoiminta	161 158	6,6	0	0	6,6
Yhteensä konserni		37 928 344		2 567 228	

Disclosure 305-1, suorat (Scope 1) kasviuonekaasupäästöt. Suorat päästöt: lämmitys- ja generaattoripolttoaineet, omistamien ajoneuvojen päästöt ja kasviuonekaasuvuodot ilmakehään.

Disclosure 306-2 (G4-EN23), jätteet tyypin ja hävitysmenetelmän mukaan. Jos loppusijoitusmenetelmää ei anneta, sen sijaan käytetään kunkin jätejakeen yleisintä käsittelymenetelmää.

Muut kertoimet

Lipaston kertoimia (samat löytynevät myös Y-hiilarista) ei suositella käytettävän enää, voisi korvata Defran kertoimilla.

Liite 2:

Keskeiset käytetyt päästökertoimet

Päästölähde	päästökertoimen lähde	päästökerroin	yksikkö
kaivinkone 104 kW	Lipasto	0,829	kg co2ekv/kWh
kuljetukset rekalla	Y-hiilari	0,497	kg co2ekv/km
mätänemisen päästöt	oma	0,9	kg co2ekv/kg
vesi	Y-hiilari	0,344	kg co2ekv/m ³
jätevesi	Y-hiilari	0,708	kg co2ekv/m ³
sähkö	Lumme-energia	0,141	kg co2ekv/KWh
pyöräkuormaaja 94 kW	Lipasto	0,82	kg co2ekv/KWh
Jakeluauto (nuppi+vaihtolava)	Y-hiilari	0,497	kg co2ekv/km
kompostoituminen	oma	0,0225	kg co2ekv/kg
murskain	Motiva (5 v keskiarvo)	2,2	kg co2ekv/kWh
Täysperäreikka	Y-hiilari	1,432	kg co2ekv/km
merisuola	ecoshop.fi	0,1	kg co2ekv/kg
muovikelmu	woodly.fi	17,4	kg co2ekv/kg
kuljetukset pakettiautolla	Y-hiilari	0,186	kg co2ekv/km
muovipussi	co2everything	1,58	kg co2ekv/kpl
pakkauspahvi	teorra.com	0,94	kg co2ekv/kg

Idea: luun ja sarvien hyödyntäminen lannoitteeksi

Luu jauhoa voi käyttää lannoitteena. → kädenjälkeä (korvaa kaivannaispohjaisia lannoitteita, tehostaa kasvua)

Natria Luujauho



Tuoteseloste
Orgaaninen eläinperäinen lannoite 7-7-0

Raaka-aine
Luujauho

Typpi (N)	7,0 %
Fosfori (P)	7,0 %
Kalium (K)	0,0 %

+ hivenaineita

Pakkauskoko
1 kg

Riittoisuus
1 kg riittää 20 m²:lle

Natrian ihanan perinteinen luujauho saa kukat kukoistamaan! Luujauhosta vapautuu hitaasti kasvin kukinnan kannalta tärkeitä ravinteita eikä yllannoittamisen vaaraa ole. Hitaasti liukenevat ravinteet tekevät kasvusta vahvan ja vastustuskykyisemmän tauteja ja tuholaisia vastaan. Kasvit jaksavat kukkia ja tuottaa satoa pitkälle syksyyn.



Johtopäätöksistä

“Päästöjen näkökulmasta kannattaa siis lähteä realistisesta vaihtoehdosta ja pyrkiä käsittelyyn, jossa kaikki hyödynnetään joko käsityö-, elintarvike- tai eläinruokakäyttöön tai kompostoidaan.”

- Seuraavana askeleena voisi olla myös kiertotaloustiekartta, eli suunnitelma siihen, millä tavoin toimenpiteissä edetään.
- Hyvä pointti laskea sivutuotteiden hyödyntämisen hiili-intensiteetit

ks. myös kommentit raporttiedostosta.