



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Elina Knuts

Broilerintuotannon hiilijalanjälki

Opinnäytetyö
Kevät 2022
Agrologi (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä ¹

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Tekijä: Elina Knuts

Työn nimi: Broilerintuotannon hiilijalanjälki

Ohjaaja: Samu Palander

Vuosi: 2022

Sivumäärä:42

Liitteiden lukumäärä:1

Tässä opinnäytetyössä laskettiin yhteistyössä Envitecpolis Oy:n kanssa Atria Suomi Oy:n broilerin alkutuotannon hiilijalanjälki tuotettua teuraskiloa kohti. Tavoitteena oli selvittää millainen hiilijalanjälki broilerin kasvatuksella on ja mistä se muodostuu.

Laskenta toteutettiin standardien ISO 14040 ja ISO 14044 mukaisesti ja siinä mukailtiin suurelta osin Product Environmental Footprint (PEF) -ohjeistusta ja soveltuvin osin punaiselle lihalle tehtyä PEF-ohjeistuksen luonnosta (Footprint Category Rules Red Meat, Version 1.0). Työkaluna laskennassa käytettiin Cool Farm Tool -ohjelmistoa. Tarkasteltava ajanjakso on vuosi 2020. Laskentaan tarvittavat lähtötiedot kerättiin tilakohtaisesti verkkokyselyllä ja viljelijöiden haastatteluilla. Laskettavat kasvatustilat valikoituivat osallistumishalukkuuden mukaan. Tulos ilmoitettiin hiilidioksidiekvivalenteina.

Broilerin kasvatuksen hiilijalanjälki oli vuonna 2020 2,56 kg CO₂e/ teuraskilo. Luku on Nurmon ja Sahalahden teurastamoiden hyväksytyjen teuraskilojen mukaan painotettu keskiarvo. Hiilijalanjäljestä 71 % koostuu valmisrehuista. Muut merkittävät tekijät olivat lanta ja kuivikkeet (13 %) sekä untuvikot (8 %). Jäljelle jäävä 8 % jakautuu viljan, sähkön, lämmityksen, polttoaineiden ja rahdin kesken.

Valmisrehuissa soijavalmisteiden käyttö suurentaa hiilijalanjälkeä. Soijan korvaaminen muilla valkuaislähteillä pienentäisi hiilijalanjälkeä, jos rehun koostumuksen muutoksella ei ole muita vaikutuksia tuotantoon. Koska broilerintuotannossa rehut ovat selkeästi suurin päästöjen aiheuttaja, hyvä rehumuuntosuhde on keskeinen tulokseen vaikuttava tekijä. Laskennassa kaikki syntyneet päästöt jaettiin hyväksytyillä teuraskiloilla, joten poistuman ja hylkäysten määrällä on suuri merkitys tulokselle.

Muita kasvatustilojen sisäisiä vaikutuskeinoja hiilijalanjälkeen ovat satotason nostaminen, jolloin ostolannoitteiden ja viljelyyn kuluva polttoaineiden käyttö tuotettua satokiloa kohti pysyy maltillisena, biopolttoaineisiin siirtyminen lämmityksessä ja turvekuivikkeen maltillinen käyttö.

¹ Asiasanat: broileri, hiilijalanjälki, elinkaarilaskenta, PEF-menetelmä

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract ¹

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Author: Elina Knuts

Title of thesis: Carbon footprint of broiler production

Supervisor: Samu Palander

Year: 2022

Number of pages:42

Number of appendices:1

The thesis examined the carbon footprint of primary broiler production on broiler farms. The carbon footprint was calculated per slaughter kilogram of produced broiler meat (carcass weight). The study was performed in co-operation with Atria Suomi Oy and Envitecpolis Oy. The aim was to find out how big the carbon footprint of broiler farming is and what it consists of.

The calculation was carried out in accordance with ISO 14040 and ISO 14044 and largely followed the Product Environmental Footprint (PEF) guidance and, where applicable, the draft of PEF Guidance for Red Meat (Footprint Category Rules Red Meat, Version 1.0). Cool Farm Tool software was used in the calculation. The period under analysis was the year of 2020 and the data for the calculation was collected through an online survey and interviews with the farmers. The farms to be counted were selected according to the willingness to participate. The result was reported as CO₂ equivalents.

In 2020 the carbon footprint of the farms was 2.56 kg CO₂e per slaughter kilogram of broiler meat (carcass weight). The figure is the weighted average according to the approved kilograms of meat at Nurmo and Sahalahti slaughterhouses. 71% of the carbon footprint consists of the use of factory-made feed. Other significant factors were manure and litter (13%) and day-old chicks (8%). The remaining 8% was divided between cereals, electricity, heating, fuels and freight.

In factory-made feed, the use of soy products increases the carbon footprint. Replacing soya with other protein sources would reduce the carbon footprint if the change in feed composition has no other impact on production. Since feed is by far the biggest emitter in broiler production, a good feed conversion ratio is a key factor influencing the result. In the calculation, all emissions generated were divided by approved slaughter kilograms, so the mortality rate and rejections in slaughter process is of great importance for the result.

Other means for farms to affect their carbon footprint include raising the crop yield, which will keep the use of purchased fertilizers and fuels consumed in cultivation per kilogram of crop produced moderate, transition to biofuels in heating and moderate use of peat litter.

¹ Keywords: broiler, carbon footprint, life-cycle assessment, PEF method

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
1 JOHDANTO	7
2 BROILERITUOTANNON KETJUKUVAUS JA ERITYISPIIRTEET	8
2.1 Nuorikkokasvatus ja munittamot.....	8
2.2 Hautomot.....	8
2.3 Broilerikasvattamot.....	8
2.4 Broilerin ruuansulatus.....	9
2.5 Ravintoainetarpeet ja niihin vaikuttavat tekijät.....	10
2.6 Rehunmuuntosuhde	12
3 BROILERITUOTANNON HIILIJALANJÄLKEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT ..	13
3.1 Ruokinta	13
3.2 Untuvikkojen tuotanto	15
3.3 Lanta ja kuivikkeet.....	15
3.4 Energian kulutus.....	16
3.4.1 Lämmitys ja lämmityspolttoaineet	16
3.4.2 Moottoripolttoaineet	17
3.4.3 Sähkö.....	17
3.5 Kuljetukset.....	18
4 PEF-METODOLOGIA.....	19
4.1 PEF-metodologia ja PEFCR.....	19
4.2 Lähtötiedon laatuvaatimukset.....	19
4.3 Hiilijalanjäljen laskeminen PEF-menetelmällä	21
5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	23
5.1 Tavoitteet ja työn rajaus	23
5.2 Menetelmän kuvaus, laskentaan tarvittavat tiedot ja niiden keruu	23
5.3 Järjestelmärajaus	24

5.4	Laskentaan käytetty työkalu	25
6	TULOKSET	26
6.1	Päästöjen jakautuminen koko tuotantoketjussa	26
6.2	Tilakohtaiset hiilijalanjäljet	27
6.3	Tilakohtaista hiilijalanjälkeä parantavat ja heikentävät tekijät.....	30
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	31
	LÄHTEET	34
	LIITTEET	37

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Kanalinnun ruuansulatuskanava	10
Kuva 2. Rehujen hiilipäästöt, soijallinen ruokinta	14
Kuva 3. Soijattoman ruokinnan rehujen hiilipäästöt	15
Kuvio 1. Päästöjen jakautuminen tuotantoketjussa, prosenttia kokonaispäästöistä.....	26
Kuvio 2. Päästöjen jakautuminen broilerin kasvatuksessa, prosenttia kokonaispäästöistä. ..	27
Kuvio 3. Tilojen välinen vaihtelu tilakohtaisissa tuloksissa, kg CO ₂ e/teuraskilo sisältäen untuvikon ja maankäytön muutoksen.....	27
Kuvio 4. Tilakohtaiset päästöt teuraskiloa kohti, kg CO ₂ e/teuraskilo.....	29
Kuvio 5. Lämmitysenergian kulutus polttoaineittain, prosenttia tuotetusta lämmitysenergiasta.....	29
Kuvio 6. Yleisimmät tilan hiilijalanjälkeä parantavat tekijät, tilaa/tekijä.....	30
Kuvio 7. Yleisimmät tilan hiilijalanjälkeä huonontavat tekijät, tilaa/tekijä.....	30
Taulukko 1. Esimerkki ilmastovaikutusten laskennasta PEF-menetelmällä	22

1 JOHDANTO

Hiilijalanjäljellä kuvataan tuotteen, palvelun tai toiminnan elinkaaren aikaisia vaikutuksia ilmaston lämpenemiseen. Vaikutusta mitataan kasvihuonekaasupäästöinä, joita syntyy elinkaaren eri vaiheissa joko suoraan tai välillisesti. Ilmastomuutoksen kannalta merkittävimmät kasvihuonekaasut ovat hiilidioksidi, metaani ja typpioksiduuli. Hiilijalanjälki ilmaistaan hiilidioksidiekvivalentteina. Muiden kasvihuonekaasujen vaikutus muunnetaan hiilidioksidin kanssa yhdenmukaiseksi, jotta niiden vaikutukset voidaan laskea yhteen hiilijalanjälkeä varten. Hiilidioksidiekvivalentti kuvaa siis kaasun ilmastovaikutuksen painoarvoa suhteessa hiilidioksiidiin.

Ruuan tuottaminen aiheuttaa väistämättä ilmastovaikutuksia. Ruuantuotannon merkittävimmät ympäristövaikutukset tarkasteltaessa koko ketjua pellolta pöytään ovat maataloudessa. Maatalouden osuus koko Suomen kasvihuonekaasupäästöistä on 14 prosenttia (Tilastokeskus 2021). Maatalouden päästöille on asetettu päästövähennystavoite vuosille 2021–2030 kansallisessa ilmastolaissa ja Euroopan päästövähennystavoitteessa. Maataloudessa päästöt syntyvät enimmäkseen biologisista lähteistä. Tämän vuoksi päästövähennykset voivat olla hankalia toteuttaa, toisin kuin esimerkiksi liikenteessä, jossa voidaan hyödyntää teknologisia ratkaisuja.

Broilerin kulutus on kasvanut tasaisesti. Vuonna 2020 sitä syötiin 27,5 kg per henkilö (Luonnonvarakeskus 2021). Kuluttajia kiinnostaa yhä enemmän tuotteiden ympäristövaikutukset. Elintarviketeollisuuden on pystyttävä vastaamaan tähän tarpeeseen tutkitulla tiedolla. Tässä opinnäytetyössä laskettiin Atria Suomi Oy:n broilerin alkutuotannon hiilijalanjälki yhteistyössä Envitecpolis Oy:n ja atrialaisten broileritilojen kanssa. Laskenta on osa Atrian hiilineutraali ruokaketju-tavoitetta. Tavoitteena oli selvittää tilatasolla mistä päästöt syntyvät ja kuinka suuri kunkin tekijän osuus oli, jolloin voidaan myös kohdentaa toimenpiteitä niiden vähentämiseen.

2 BROILERITUOTANNON KETJUKUVAUS JA ERITYISPIIRTEET

2.1 Nuorikkokasvatus ja munittamot

Suomessa ei ole omaa jalostustoimintaa, sen vuoksi vanhempaispolvi tuodaan Ruotsista vastakuoriutuneina sukupuolilajiteltuina untuvikoina. Tuotavista untuvikoista noin 10 % on kukkoja. Vanhempaissukupolvea kasvatetaan nuorikkokasvattamoissa 18 viikkoa. Tämän jälkeen ne siirretään munittamoon. Kanat alkavat munia noin 24–25 viikon ikäisinä, ja muni-
vat noin 60 viikon ikäiseksi asti. Tämän jälkeen ne teurastetaan ja tilalle tulee uusi sukupolvi. Myös emojen liha hyödynnetään elintarvikkeisiin. (Harrinkari & Raukola 2009, 30–31.)

2.2 Hautomot

Munittamoista munat siirretään hautomoon. Munien haudonta-aika on 21 päivää, joista 18 ne viettävät hautomakoneessa ja 3 kuoriutumiskoneessa. Haudontaprosessi vaatii oikeanlaisen lämpötilan ja ilmankosteuden. Hyvin onnistunut haudonta parantaa kuoriutuvien untuvikkojen elinvoimaisuutta. (Harrinkari & Raukola 2009, 80–83.)

2.3 Broilerikasvattamot

Kuoriutuneet broileriuntuvikot siirretään samana päivänä kasvattamoon. Saapuessaan untuvikot painavat noin 40 grammaa. Kasvatusaika on noin viisi viikkoa, jonka aikana ne saavuttavat teuraspainon 1,4–1,8 kg. (Harrinkari & Raukola 2009, 31.) Broilerin kasvu on hyvin nopeaa verrattuna muihin tuotantoeläimiin. Suomessa kasvatetaan sekä kanat että kukot sekaparvina. Broilerit kasvavat vapaana kanalan lattialla, jolloin niillä on mahdollisuus liikkua esteettä ja tutkia ympäristöään. Lattialla käytetään kuivikkeena turvetta tai kutteria. Kasvatuksen aikana linnuilla on koko ajan vapaasti vettä ja rehua saatavilla.

Atrialaisilla tiloilla on keskimäärin 60 000 lintupaikkaa, keskimäärin 21 000 lintua/osasto. Kanalat ovat kertatäyttöistä, eli kaikki linnut tuodaan sisään ja viedään teurastamolle kerralla. Ulkomailla parvia harvennetaan kasvatuksen edetessä, mutta tämä on aina bioturvallisuusriski. Kasvatus on tarkoin suunniteltua ja valvottua. Kanalan lämpötilaa, kosteutta ja muita olosuhteita valvotaan vuorokauden ympäri. Kasvatuksen päätteeksi linnut lastataan

kuljetuslaatikoihin ja viedään teurastamolle. Koko kanala pestään ja desinfioidaan ennen uuden parven saapumista. (Suomen Siipikarjaliitto 2021.)

2.4 Broilerin ruuansulatus

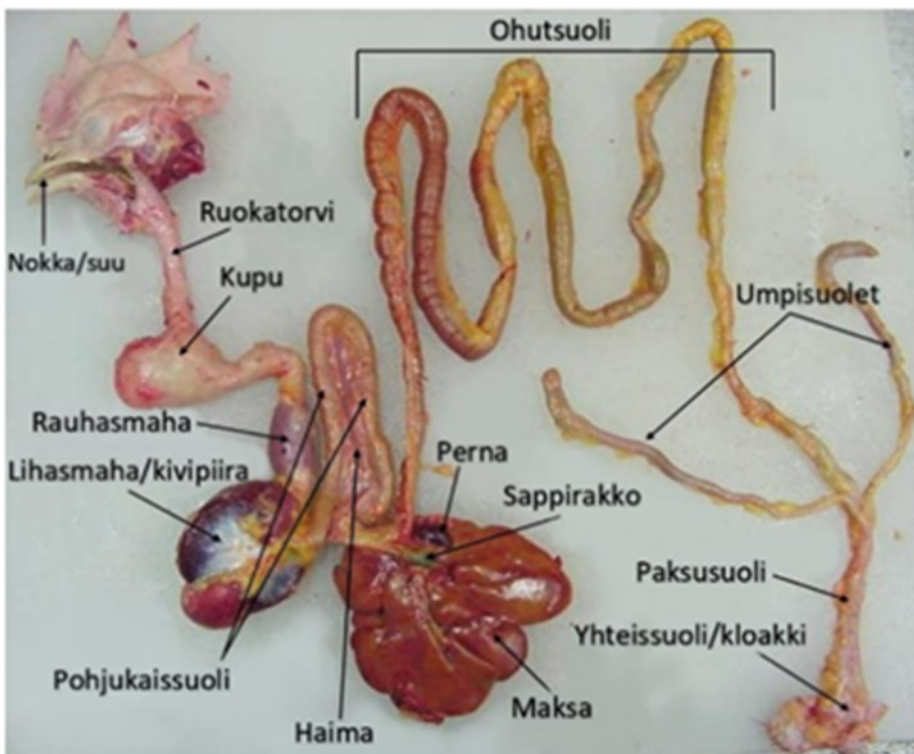
Lintujen ruuansulatuskanava eroaa merkittävästi nisäkkäiden ruuansulatuskanavasta. Linnuilla ei ole hampaita kuten nisäkkäillä, joten ne eivät voi pureskella rehuaan. Kitalaen pehmeys vaikuttaa siihen, miten eläin syö ja nielee ruokansa. Kanan kitalaki ei ole pehmeä, joten se noukkii rehun nokkaansa ja sekoittaa sen suussa syljen ja veden kanssa. Samalla se nostaa päänsä ylös sekä ojentaa kaulaansa, jolloin rehu kulkeutuu painovoiman ja negatiivisen paineen avulla eteenpäin ruokatorvessa kupuun. Nielu on alue, jonka kautta sekä rehu että hengitysilma kulkee. Toisin kuin nisäkkäillä, kanalla ei ole selvää eroa missä suu päättyy ja nielu alkaa. Kun kana ojentaa kaulaansa, henkitorven asento muuttuu, jolloin rehu ei päädy sinne. Kana ei siis voi juoda tai syödä pää alaspäin. (Scanes, Brant & Ensminger 2004, 28.)

Ruuansulatuskanavan seuraava osa on kupu. Kupu on laajentuma ruokatorvessa, joka toimii rehun välivarastona. Kupu erittää limaa, ja siinä on jonkin verran bakteeriperäistä rehun sulattustoimintaa. Varsinainen ruuansulatus alkaa rauhasmahassa ja lihasmahassa eli kivipierassa. Rauhasmaha on pieni elin, jonka rehu ohittaa nopeasti. Sen pääasiallinen tehtävä on erittää pepsiiniä ja suolahappoa, jotka sekoittuvat rehumassaan. Lihasmaha toimii kanan hampaina. Lihasmaha on vain linnuilla esiintyvä elin. Se muodostuu kahdesta parista vastakkaisia lihaksia, jotka mekaanisesti sekoittavat ja hienontavat rehumassaa. (Scanes ym. 2004, 30.) Lintujen ruuansulatus soveltuu erinomaisesti kokonaisten jyvien sulattamiseen. Kokonaisten jyvien käyttö edesauttaa lihasmahan kehittymistä ja laskee rauhasmahan ja lihasmahan pH:ta, kun kovapintaiset jyvät edistävät hapon erittymistä rehumassaan. Hapan ympäristö heikentää haitallisten mikrobien lisääntymistä ruuansulatuskanavassa ja parantaa lintujen terveyttä. (Harrinkari & Raukola 2009, 54.)

Nisäkkäiden ohutsuoli jaetaan kolmeen osaan, pohjukais-, sykkyrä-, ja tyhjäsuoleen. Linnuilla ohutsuoli jaetaan vain kahteen osaan, pohjukaissuoleen ja sykkyräsuoleen. Lintujen ohutsuoli on melko lyhyt verrattuna nisäkkäisiin. Ohutsuolen alueella rehun valkuainen, rasvat ja hiilihydraatit pilkkoutuvat entsyymien avulla, ja rehun ravintoaineet imeytyvät. Johtuen lintujen ruokavaliosta niillä ei ole kaikkia samoja entsyymejä kuin nisäkkäillä. Esimerkiksi maitosokeria pilkkovaa laktaasia ei ole ollenkaan. Ohutsuolen päässä on umpisuolet, joita kanoilla on

kaksi. Ne ovat noin 8 cm pitkiä, ja niillä on suuri merkitys, sillä noin 10–12 prosenttia rehun ravintoaineista sulatetaan umpisuolissa. Umpisuolissa sulatetaan rehun kuitua ja muita tärkekelyspolysakkarideja mikrobifermentaation avulla. (Harrinkari & Raukola 2009, 178–179.)

Paksusuoli on kanalinnuilla erittäin lyhyt, ja päättyy yhteissuoleen. Yhteissuolta kutsutaan myös nimityksellä kloakki tai viemärisuoli. Yhteissuoli on peräaukon allas, jonne suoli, virtsatie ja sukupuolielinten tiehyet avautuvat. Se hoitaa siis samaan aikaan sekä ulostamisen että parittelun tehtäviä, jotka ovat erillisiä lähes kaikilla nisäkkäillä. (Scanes ym. 2004, 33.)



Kuva 1. Kanalinnun ruuansulatuskanava (Jacob & Pescatore, 2013)

2.5 Ravintoainetarpeet ja niihin vaikuttavat tekijät

Broilerin ravintoainetarpeet ovat samankaltaiset kuin kaikilla muillakin eläimillä. Ne tarvitsevat hiilihydraatteja, rasvoja, proteiinia, mineraaleja, vitamiineja ja vettä. Ravinnontarve voidaan jakaa kahteen luokkaan, ylläpitotarpeeseen ja tuotannon vaatimaan lisätarpeeseen. Ylläpitotarve tarkoittaa ravinnontarvetta, jonka lintu tarvitsee omiin elintoimintoihinsa. Tuotantoon eli lihaksen kasvuun tai munien tuottamiseen tarvitaan lisää ravintoaineita. Ravintoaineiden määrän tarvetta määrittävät laji, rotu, sukupuoli, ikä ja tuotannon vaihe. (Harrinkari & Raukola 2009, 51.)

Kanalan olosuhteilla ja linnun terveydellä on vaikutusta ravintoainetarpeeseen ja sen myötä ympäristötehokkuuteen. Broilerikanalassa käytetty kuivike eli pehku on suurin yksittäinen olosuhdetekijä. Koska linnut ovat jatkuvassa kosketuksessa pehkuun, sen kunnolla on merkittävä vaikutus lintujen hyvinvointiin kasvatuksen aikana. Suomessa yleisimmin käytetyt materiaalit ovat turve ja kutteri. Turpeen etuna on sen happamuus, joka estää haitallisten mikrobin kasvua. Sillä on myös havaittu olevan suotuisia vaikutuksia lintujen jalkapohjaterveyteen. Materiaalin hinta, saatavuus ja hygienia ovat muita kuivikkeen valintaan vaikuttavia tekijöitä. (Harrinkari & Raukola 2009, 67.)

Eniten pehkun kuntoon vaikuttavat kosteus ja lintujen lanta. Liiallinen kosteus voi aiheuttaa linnuille mm. jalkapohjasyöpymiä ja hautumia muualle kehoon sekä voi olla merkki riittämättömästä ilmanvaihdosta. Märkä pehku toimii myös kasvualustana erilaisille bakteereille ja homeille sekä kokkidioosi-painetta. (Kleyn 2013, 181.) Märkä pehku on myös pääsyy ammoniakkipäästöille, jotka vaikuttavat vahvasti ympäristöön ja lintujen terveyteen. Ammoniakin haihtuminen huonontaa pehkussa ja lannassa olevaa lannoitehyötyä, koska sen mukana katoaa myös typpeä. (Scanes ym. 2004, 149.)

Märkyymisen taustalla voi olla olosuhteiden hallintaongelma tai ruokinnallinen häiriö, joka aiheuttaa ulosteen vetisyyttä. Lintujen suoliston toimintaan vaikuttavat rehun raaka-aineet ja muut rehun ruokinnalliseen arvoon vaikuttavat tekijät. Löysät ulosteet voivat olla myös merkki taudinaiheuttajien esiintymisestä. Liian kuiva ja pölyävä pehku voi aiheuttaa untuvikoille nestehukkaa, hengitystieongelmia ja lisääntynyttä kuolleisuutta. Ihanteellisen pehkun kosteusprosentti on noin 20–25 %. (Harrinkari & Raukola 2009, 68.)

Kana on tasalämpöinen, kuten nisäkkäät. Sen täytyy siis säilyttää kehon lämpötila tasaisena, jotta elimistö toimii normaalisti. Kanan normaali ruumiinlämpö on 41,9–42,0°C. Kanalla ei ole hikirauhasia. Kuumassa ne säätelevät kehon lämpötilaa hengityksen ja kehon höyhenettömien alueiden kautta. Kylmää vastaan niitä suojaa höyhenpeite, kana pörhistää höyhenensä ja värisyttää lihaksia tuottaakseen lämpöä. (Scanes ym. 2004, 43–44.) Kasvatusolosuhteiden lämpöolosuhteilla on merkittävä vaikutus broilerin hyvinvointiin ja kasvuun. Liian lämpimässä linnut vähentävät syöntiä, jolloin energian saanti vähenee ja kasvu hidastuu. Liian kylmässä rehun kulutus kasvaa, mutta rehun energiasta menee enemmän linnun lämmöntuotantoon kuin lihaksen kasvuun. Tämä heikentää rehunmuuntosuhdetta. (Ross Breeders 1999, 81.)

Kasvatusolosuhteiden lämpötilavaatimukseen vaikuttaa lintujen ikä ja vuoden aika. Herkät untuvikot vaativat noin 34°C lämpötilan. Niiden pieni paino suhteessa haihduttavaan pinta-alaan tekee niistä riippuvaisia ympäristön lämpötilasta. Lintujen koon kasvaessa myös niiden tuottaman lämmön määrä lisääntyy. Ensimmäisen ikäviikon jälkeen kanalan lämpötilaa pyritään laskemaan n. 0,5°C-astetta päivässä, jolloin lämpötila kasvatuksen viimeisinä päivinä on n. 18–20°C. Kesäaikaan kanalaa voidaan joutua jäähdyttämään lämpöstressin ja siitä johtuvien kuolemien välttämiseksi. (Harrinkari & Raukola 2009, 131–132.)

Suomessa rokotetaan emopolven lintuja siipikarjan virustauteja vastaan. Lisäksi voidaan rokottaa joitakin bakteeritauteja vastaan. Rokotusten tavoitteena broilerituotannossa on turvata emolta saatavien vasta-aineiden avulla jälkeläisten terveys ensimmäisillä viikoilla. Tuotantopolven broilereita ei rokoteta ollenkaan. (Eläinten terveys ETT ry 2016, 7.)

2.6 Rehunmuuntosuhde

Rehunmuuntosuhde on tunnusluku, joka kertoo eläimen käyttämien rehukilojen määrän yhtä lihakiloa kohti. Muuntosuhde lasketaan jakamalla käytetty rehumäärä saavutetulla teuraspainolla. Esimerkiksi jos keskiteuraspaino on 1750 g ja yhtä broileria kohden rehua on kulunut 3450 g, on RHS 1,97. Rehunmuuntosuhde on kasvatuksen tärkein mittari, sillä se kertoo suoraan ruokinnan ja kasvatusolosuhteiden optimoinnin onnistumisesta. Tavoitteena on mahdollisimman alhainen luku. Rehu on paitsi suurin kustannuserä, myös merkittävin päästölähde broileriketjussa. Näin ollen on tärkeää, että broileri hyödyntää syödyn rehun tehokkaasti eikä hävikkiä synny. (Aviagen 2018, 133.) Laskennallisesti Suomessa kasvaneen Ross 308-broilerin elopaino on noin 2400 g ($1,76/0,7325 = 2402$). Niiden keskimääräinen rehunmuuntosuhde elopainolla laskettuna on 1,53. (Rauhala 2021.)

Broilerin rehunmuuntosuhde on hyvin tehokas verrattuna muihin kotieläimiin. Broileri käyttää syömänsä rehun energiasta 20 % lopputuotteen eli lihaksen kasvattamiseen, lihasika 15 % ja liharotuinen nauta vain noin 6 %. (Lobley 2003.)

3 BROILERITUOTANNON HIILIJALANJÄLKEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

3.1 Ruokinta

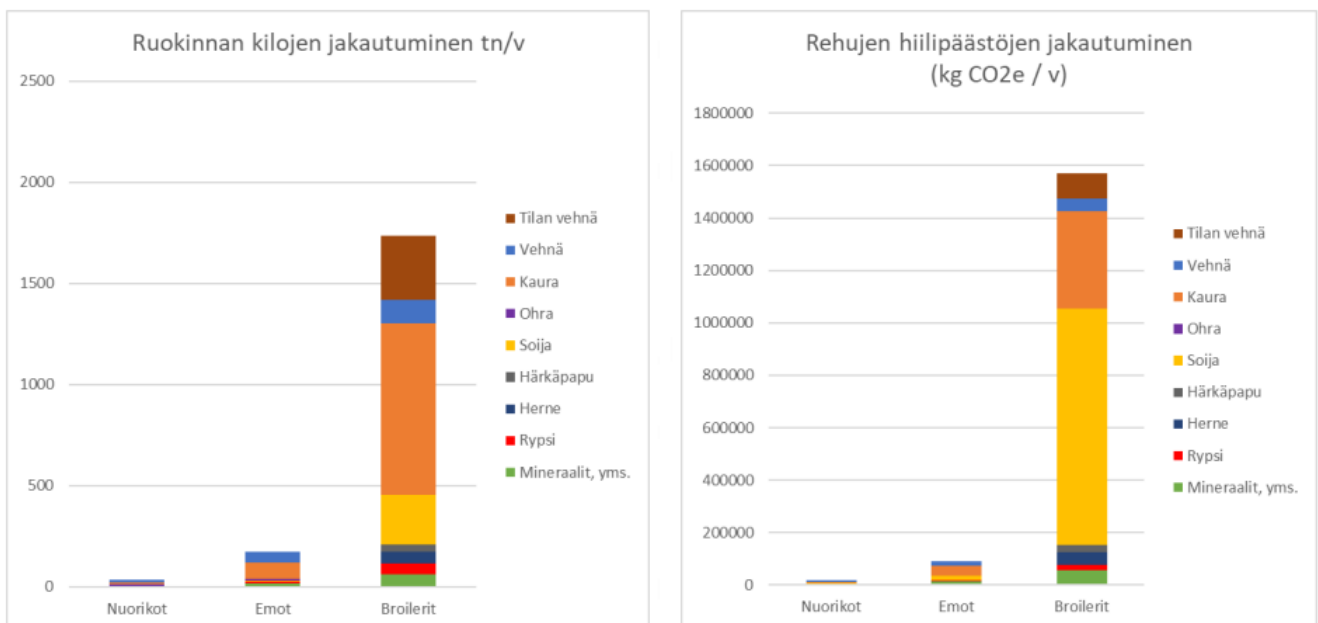
Broilerin rehustus koostuu suurimmaksi osaksi teollisista rehuista, joiden raaka-aineina ovat kotimaiset viljat ja kasviproteiini, soijarouhe, rypsirouhe, kotimainen herne ja härkäpapu. Lisäksi mukana on kasviöljyä, kivennäisaineita ja vitamiineja. Teollisten rehujen lisäksi broilereille annetaan tilojen itseviljeltyä tai toiselta tilalta ostettua vehnää. Rehua ja vettä on saatavilla ruokinta-automaateista koko ajan. Kasvatusaikana broileri syö noin 3,6 kiloa rehuseosta. (Hietala ym. 2021, 17.)

Kotimaisista viljoista käytetään pääsääntöisesti vehnää ja kauraa. Viljaa täytyy täydentää proteiinilähteillä, koska sen valkuaisen määrä ja laatu ei vastaa broilerin ravintoainetarvetta. Vehnä soveltuu parhaiten lintujen ruokintaan, sillä se sisältää vähiten ravintoarvoa heikentäviä tekijöitä. Kaura on rehuarvoltaan erinomainen, mutta sen ongelma on suuri kuoripitoisuus. Muissa viljoissa kuoren osuus on n. 5–10 %, kauralla lähes 30 %. Kaurassa on paljon linolihappoa ja siipikarjan ravitsemuksen kannalta kahta tärkeintä aminohappoa lysiiniä ja kystiiniä. Kuorittuna kaura sen sijaan on ravintoarvoltaan jopa vehnää parempi. Maailmalla käytetään paljon maissia, jossa on runsaasti energiaa ja joka sulaa helposti ja on maittavaa. Suomessa maissin viljely ei ole mahdollista lyhyen kasvukauden vuoksi. (Harrinkari & Raukola 2009, 53.)

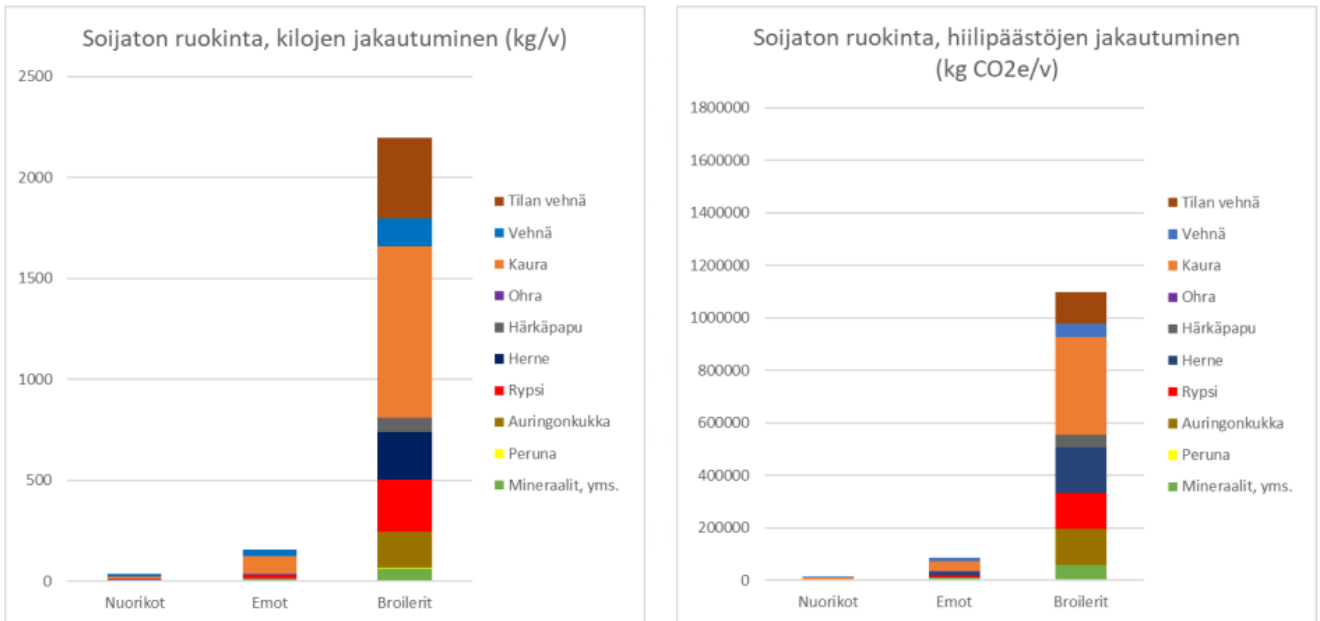
Teollisten rehujen komponenteista soijarouheella on eniten ympäristövaikutuksia. Soijaa kasvatetaan kasviöljyn tuotantoon ja ruuaksi sekä ihmisille että eläimille, ja se on erinomainen proteiinin lähde. Soijan viljelyn ongelmat liittyvät maan käytön muutoksiin, kun metsää raivataan pelloksi. Peltojen raivaaminen vapauttaa maahan ja kasvustoon sitoutunutta hiiltä takaisin ilmakehään sekä köyhdyttää alueen biodiversiteettiä. Lisäksi metsäkadon seurauksena paikallinen kokonaishaihdunnan väheneminen vähentää alueellisia sademääriä aiheuttaen riskin pitkällä aikavälillä ilmakehän vesitasapainolle ja ekosysteemin toiminnalle. (Garrett & Rausch 2015.) Merkittävä osa soijarouheesta voidaan siipikarjan rehuissa korvata herneellä ja rypsirouheella tai -puristeella. Härkäpavun käyttöä suurina määrinä rajoittavat sen sisältämät haitta-aineet. (Koivunen ym. 2013.) Maankäytön muutoksista aiheutuvia päästöjä tai vähennyksiä aiheutuu myös kotimaisesta viljelystä. Kevytmuokkaus, suorakylvö ja peltojen

metsitys vähentävät päästöjä, pellon raivaaminen ja raskaammat muokkaustavat lisäävät niitä. (Heinonsalo 2020.)

Kuoritulla kauralla voidaan korvata tuontisoijarouhetta teollisissa rehuissa, mikä parantaa hiilijalanjälkeä ja raaka-aineomavaraisuutta (Atria-Chick Oy 2014). Kauran kuorinnassa kuitupitoinen kuoriossa poistetaan, jolloin jäljelle jäävän kauran ytimen valkuais- ja rasvapitoisuus on huomattavasti korkeampi, kuitupitoisuus matalampi ja näin ollen myös sulavuus parempi kuin kauralla ilman kuorintaa tai vehnällä. Normaalisti kauran valkuaispitoisuus on noin 12,5 % kuiva-aineessa, kun taas kuoritulla kauralla vastaava luku on noin 16 % tai ylikin. Lisäksi kauran ytimen energia-arvo on huomattavasti korkeampi kuin kuorimattomalla kauralla tai vehnällä, jolloin lisätyn kasviöljyn tarve vähenee. Nämä tekijät yhdessä vähentävät soijarouheen käyttö määrää huomattavasti broilerin rehuissa. (Rauhala 2021.) Envitecpolis Oy:n (2019) tekemän selvityksen mukaan Atrialaisten broilerirehujen hiilipäästöistä yli puolet tulee soijarouheesta, vaikka sitä kilomääräisesti käytetään vähemmän kuin kauraa ja vehnää. Soijarouheen poistaminen ruokinnasta pudottaisi rehustuksen hiilipäästöjä merkittävästi.



Kuva 2. Rehujen hiilipäästöt, soijallinen ruokinta (Envitecpolis 2019).



Kuva 3. Soijattoman ruokinnan rehujen hiilipäästöt (Envitecpolis 2019).

3.2 Untuvikkojen tuotanto

Untuvikot ovat rehujen lisäksi broileritilan tärkein tuotantopanos. Näin niillä on myös merkittävä vaikutus ympäristöön. Untuvikkojen tuotantoon tarvitaan emojen nuorikkokasvatusvaiheessa ja munintakaudella samoja resursseja kuin broilerin kasvatukseen: rehuja, vettä energiaa ja kuivikkeita. Broilerimunien hautominen on teollinen prosessi, joka kuluttaa energiaa. (Hietala ym. 2021, 17.)

3.3 Lanta ja kuivikkeet

Broilerin lannasta haihtuu herkästi typpeä eri muodoissa. Lannassa typpi esiintyy typpikaasuna (N_2), ammoniakkina (NH_3) ja typpioksiduulina (N_2O). Typpi on luonnossa hyvin yleinen alkuaine, maapallon ilmakehästä n. 78 % on typpeä. Typpi on kaikelle elämälle elintärkeää, sitä tarvitaan myös ihmisten elintoihintoihin aminohappojen ja nukleiinihappojen muodostukseen. Hiilijalanjäljen kannalta merkittävin lannan typen muoto on typpioksiduuli. Typpioksiduuli lämmittää ilmakehää hiilidioksidia voimakkaammin, ja sen elinikä ilmakehässä on noin 114 vuotta. (Kontio 2019, 14–20.) Broilerikasvatuksessa typpeä haihtuu kanalan lisäksi lannan varastoinnin ja levityksen aikana.

Siipikarjan lanta on erinomainen lannoite peltoviljelyyn. Se tulee kuitenkin säilyttää asianmukaisella tavalla, jotta ravinnepäästöt minimoidaan. Lantavaraston kattaminen vähentää

kaasupäästöjä, tiivis kansi tai katto ovat tehokkaimpia. Lisäksi kattaminen estää sadeveden pääsyn lantaan, jolloin riski ravinteiden huuhtoutumiselle veden mukana vähenee. Lannan päästöihin voidaan vaikuttaa myös ruokinnan kautta. Tasapainoisella ruokinnalla päästöjä syntyy vähemmän. Tämä koskee erityisesti aminohappojen saantia, jotka vaikuttavat lantaan erittyvän typen määrään. (Scanes ym. 2004, 149–150.) Turpeen kuivikekäytön ilmastovaikutukset ovat samankaltaiset kuin polttoturpeen (Soimakallio ym. 2020, 56).

3.4 Energian kulutus

Luonnonvarakeskuksen ennakkotilaston (2021) mukaan maa- ja puutarhataloudessa kului vuonna 2020 energiaa yhteensä 10723 GWh. Maatalouden osuus Suomen energian kokonaiskulutuksesta on 3 prosenttia. Eniten kului energiamäärinä mitattuna moottoripolttoöljyä, puuhaketta ja sähköä. Lähes 60 prosenttia lämmöntuotannosta oli uusiutuvaa energiaa. Broilerituotannossa suurin osa energiasta kuluu epäsuorina panoksina rehuviljan viljelyyn ja suorina panoksina kanalan lämmitykseen.

3.4.1 Lämmitys ja lämmityspolttoaineet

Kylminä vuodenaikoina ja kasvatuksen alussa lämmitysenergian kulutus on suurinta. Talvella lämmitysenergian kulutus säilyy lähes samana koko kasvatusajan, koska loppuvaiheessa lisääntyneen ilmanvaihdon mukana poistuu runsaasti lämpöenergiaa (Ahokas 2013, 85). Yleisin lämmityspolttoaine on hake (Suomen virallinen tilasto (SVT 2018)). Tilaston mukaan myös öljyä, puupellettiä ja palaturvetta käytetään. Muita vaihtoehtoisia lämmitysmuotoja ovat sähkö, maalämpö ja kaurankuoripelletti.

Elinkaarilaskennassa biomassat luokitellaan nollapäästöisiksi polttoaineiksi. Hake ja A-Rehun tuottama kaurankuoripelletti kuuluvat biomassoihin, joiden nollapäästöisyys energiantuotannossa perustuu EU-lainsäädäntöön, mm. päästökauppalakiin ja uusiutuvan energian direktiiviin. EU:n päästökaupassa teollisuuden käytössä olevat päästöoikeudet rajataan tiettyyn määrään, ja oikeudet vähenevät ilmastotavoitteiden mukaisesti ajan myötä. Biomassan kaikki hiilidioksidipäästöt lasketaan mukaan ns. LULUCF-sektorilla, eli maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätalous -sektorilla. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kun puu kaatuu metsässä, se merkitään tilastoissa päästökseen kokonaisuudessaan riippumatta siitä missä tai miten sen osat käytetään. Biomassan käyttö vaikuttaa Suomen nettopäästöihin, mutta

kaksinkertaisen laskennan välttämiseksi päästöt kohdistuvat maankäyttösektoriin energiasektorin sijasta. Jos metsää hakataan enemmän kuin uutta kasvaa, hiilinielu pienenee ja sen pienentyminen huomioidaan Suomen kokonaispäästöjen laskennassa. (Jantunen 2018.)

A-Rehun siipikarjan rehuun käytetään kuorittua kauraa. Kuorinnan sivuotteena syntyy runsaasti kauran kuorta, josta puristetaan A-bioenergiapellettiä eli ns. kaurankuoripellettiä. Pellettiä valmistetaan A-Rehun kahdella tehtaalla vuosittain noin 20 miljoonaa kiloa. (Marttila 2021.) Pellettien lämpöarvo on 4,9MWh/tn-ka. Hakkeen lämpöarvo on noin 5,4 MWh/tn kuivaa haketta, joten lämpöarvoltaan kaurankuoripelletti on lähes hakkeen veroista (Alakangas ym. 2016).

Turvetta käytetään kuivikekäytön lisäksi lämmityspolttoaineena. Turpeen tuotannosta ja poltosta aiheutuu hiilidioksidi-, metaani- ja typpioksiduulipäästöjä ilmakehään. Suomessa turpeen tuotanto ja poltto aiheutti vuonna 2017 kansallisen kasvihuonekaasuinventaarion mukaan noin 7,5 Mt CO_{2e} suuruisen päästön (Soimakallio ym. 2020, 54–56). Turpeen käyttö maatalouden energianlähteenä on vähentynyt tasaisesti koko 2010-luvun. Käyttö on liki puolittunut vuoden 2010 592GWh:sta vuoden 2020 323GWh:iin. (Suomen virallinen tilasto (SVT 2018.)

3.4.2 Moottoripolttoaineet

Polttoaineista suurin osa on epäsuoraa energiankulutusta, joka kuluu rehun viljelyyn ja kuivaamiseen. Envitecpolioksen (2019) tekemän selvityksen mukaan broilerin tuotantoketjussa polttoaineiden osuus päästöistä tuotettua lihakiloa kohti on vain n. 1 prosentti. Tuotantoketjussa on huomioitu nuorikoiden kasvatus, munitus, haudonta ja broilereiden kasvatus. Eniten maataloilla käytetään dieselpolttoainetta (moottoripolttoöljy), se muodostaa n. 90 % kaikesta käytetystä polttoaineesta. Loput 10 % on bensiiniä. (Nylund, Söderena & Rahkola 2016, 1.)

3.4.3 Sähkö

Kanalan sähköenergian kulutus on maltillista verrattuna kanalan kokonaisenergian kulutukseen. Sähköenergiasta suurin osa broileritiloilla menee valaistukseen ja jäähdyttämiseen. Jäähdyttäminen on lintujen hyvinvoinnin kannalta tärkeää, liian kuumassa ne sairastuvat lämpöstressiin, joka aiheuttaa lisääntyntä kuolleisuutta. Vuodenaikojen vaihtelu ja

lintujen eri kasvatusvaiheet näkyvät energian kulutuksessa, suurimmillaan sähkön kulutus on lämpiminä vuodenaikoina ja kasvatuksen loppuvaiheessa, kun ilmanvaihdon tarve lisääntyy. (Ahokas 2013, 85.)

3.5 Kuljetukset

Kuljetusten osuus tuotantoketjun kokonaispäästöistä on hyvin pieni. Kuljetuksiin lasketaan rehu-, lannoite-, kuivike- ja eläinkuljetukset. Suomalainen broilerituotanto on tiukasti ohjattua sopimustuotantoa, siksi tilat ovat yleensä hyvin lähellä teurastamoita. Näin eläinkuljetusten välimatkat ovat yleensä lyhyitä. Lisäksi rehutehtaat sijaitsevat lähellä broilerituotantoalueita. (Envitecpolis 2019.)

4 PEF-METODOLOGIA

4.1 PEF-metodologia ja PEFCR

PEF (Product Environmental Footprint) on Euroopan komission asiantuntijaryhmien kehittämä elinkaariarviointiin tarkoitettu menetelmä. Menetelmällä voidaan arvioida tuotteiden ja yritysten koko elinkaaren ympäristövaikutusten tasoa ja tarjota kuluttajille luotettavaa, vertailtavissa olevaa tietoa. Menetelmä on kehitetty olemassa olevien ympäristölaskentamenetelmien pohjalta, tarkoituksena harmonisoida EU-alueella näitä muita käytössä olevia menetelmiä yhdellä yhtenäisellä menetelmällä. Muut työkalut antavat enemmän vapauksia erilaisten menetelmäpäästösten tekoon, PEF:ssä näitä vapauksia on karsittu, jotta se olisi vaatimuksiltaan yksiselitteinen. PEF-oppaassa neuvotaan, miten tuotteen hiilijalanjälki saadaan selvitettyä. (Euroopan Komissio 2013, 9–10.)

Eri tuotteille ja tuoteryhmille on laadittu lisäksi tarkentavia ohjeita antavia PEFCR-ohjeita (Product Environmental Footprint Category Rules). PEFCR tarkoittaa PEF-oppaassa annettuja ohjeita, jolloin voidaan löytää tietyille tuoteryhmälle keskeiset muuttujat ympäristötehokkuuden kannalta, ja niissä on tehty PEF-oppaassa annettujen ohjeiden ja vaatimusten mukaisesti menetelmäpäästökset, joita PEFCR:ien mukaan tehdyissä PEF-selvityksissä tulee noudattaa. Tuoteryhmäsäännöt myös mahdollistavat tuoteryhmän tuotteiden keskinäisen vertailun. PEF-selvityksen voi kuitenkin tehdä, vaikka laskennan kohteelle olevalle tuoteryhmälle ei olisikaan omaa PEFCR-ohjeistusta. Tällöin PEF-selvitystä ei voi kuitenkaan käyttää julkisesti esitettävissä vertailuväitteissä. (Euroopan Komissio 2013, 9–16.)

4.2 Lähtötiedon laatuvaatimukset

Ulkoiseen asiakas- ja sidosryhmäviestintään tarkoitettujen PEF-tutkimusten tulee täyttää lähtötiedon laatuvaatimukset. Yrityksen sisäiseen käyttöön laadittujen PEF-tutkimusten olisi suositeltavaa täyttää lähtötietojen laatuvaatimukset, mutta se ei ole kuitenkaan pakollista. Lähtötiedon laatuvaatimuksista poikkeaminen on dokumentoitava. (Euroopan Komissio 2013, 71.)

PEF-tutkimukseen kerättäviä tietoja arvioidaan 5 laatuperusteella. Tietojen edustavuutta mitataan kolmessa kategoriassa, teknologinen, maantieteellinen ja ajallinen edustavuus. Nämä osoittavat sen missä määrin tutkimukseen valitut prosessit ja tuotteet kuvaavat analysoinnin

kohteena olevaa järjestelmää. Kun analysoitavaa järjestelmää edustavat prosessit ja tuotteet on valittu sekä niille on laadittu resurssien käyttöä ja päästöjä kuvaava profiili, arvioidaan täydellisyyttä koskevilla kriteereillä, missä määrin laadittu resurssien käyttöä ja päästöjä koskeva profiili kattaa kaikki päästöt ja resurssit. Lisäksi laatuperusteisiin kuuluu muuttujan epävarmuus. Yllä mainittujen laatukriteerien lisäksi PEF-dokumentaation ja käytetyn nimikkeistön tulee olla linjassa The International Reference Life Cycle Data System -mallin (ILCD) kanssa sekä tehty PEF-selvitys tulee arvioida ulkopuolisen pätevän arvioijan toimesta. PEF-opas antaa ohjeet, kuinka täydellisyys sekä muuttujan epävarmuus arvioidaan. Ajallisen, teknologisen ja maantieteellisen edustavuuden laatutasojen vaatimukset määritellään PEFCR:ssä. (Euroopan Komissio 2013, 33–34.)

Lähtötiedon laatuvaatimukset koskevat sekä erityisiä että yleisiä tietoja. Erityisiksi tiedoiksi luokitellaan tiedot, jotka on mitattu tai kerätty todellisista kohteista ja toiminnoista. Yleiset tiedot ovat tietoja, joita ei ole saatu suoraan tutkittavasta kohteesta. PEF-opas määrittää tilanteet, jolloin tulee käyttää erityistä tietoa (primääridataa, primary data) sekä tilanteet, joiden mallinnuksessa voidaan käyttää yleisiä tai toisarvoisia tietoja (secondary data).

Erityiset tiedot, ns. primääridata koostuu tiedoista, jotka edustavat toimintoja tietyssä laitoksessa tai tietyissä laitoksissa. Kerätty tieto on mitattu tai kerätty suoraan prosessista. Keräykseen, mittaukseen tai laskentaan voidaan käyttää laitoksen toimintatietoja ja niihin liittyviä päästökertoimia. Sovelletut päästökertoimet voivat olla yleistä tietoa, johon on sovellettu lähtötiedon laatuvaatimuksia. Tavallisesti erityiset tiedot ovat esimerkiksi prosessin tai laitoksen materiaalin tai muiden resurssien kulutustietoja, päästömittausten tuloksia (päästöjen määrät ja pitoisuudet), päästölähteinä toimivien materiaalien tai resurssien käyttöön ja kulutukseen liittyviä tietoja, tai lopputuotteiden ja jätteiden koostumusta koskevia tietoja.

Yleiset tiedot, eli sekundääridata ei perustu suoriin mittauksiin tai laskelmiin tarkastelun kohteena olevasta prosessista. Ne voivat olla toimialakohtaisia tai monialaisia. Usein ne ovat keskiarvoja mm. elinkaari-inventaariotietokannoista. Yleisiä tietoja käytetään vain taustaprosesseihin, paitsi jos ne ovat edustavampia tai tarkoituksenmukaisempia kuin erityinen tieto. Silloin niitä voidaan käyttää myös tarkastelun kohteena olevaan edustaprosessiin. (Euroopan Komissio 2013, 41–42.)

Kaikista edustusprosesseista on kerättävä erityisiä tietoja ja tarvittaessa tietyistä taustaprosesseista. Tuoteryhmäsäännöissä (PEFCR) on kuvattu ne ympäristövaikutukset, elinkaaren

vaiheet ja prosessit, joilla on suurin merkitys kyseisen tuoteryhmän ympäristövaikutusten kannalta, ja joista tulee kerätä erityisiä lähtötietoja. PEFCR:issä on myös eritelty, kuinka tieto kerätään ja kuinka kattavaa sen tulee olla. Lähtötiedon kokonaislaadulle on määritetty laskentakaava sekä pisteytystaulukko. Tätä semikvantitatiivista menetelmää käyttäen eri perusteista saadut pisteet lasketaan ja näin saadaan selville tiedon kokonaislaatu. Kokonaislaatua määritellään erinomaisesta heikkoon. (Euroopan Komissio 2013, 41.)

Tuoteryhmäsäännöissä (PEFCR) voidaan määritellä lisäperusteita lähtötiedon laadun arvioinnille, jos se nähdään tarpeelliseksi. Lisäksi niissä on mahdollista määritellä tiettyjä prosessin vaiheita, toimitusketjun osia tai ympäristövaikutusluokkia koskevien tietojen laatuvaatimukset tiukemmin kuin jonkin muun osan. Tuoteryhmäsäännöissä eritellään myös tietoa aukot, joita voi mahdollisesti tulla tutkimuksen aikana ja annetaan ohjeita aukkojen täyttämiseen. (Euroopan Komissio, 33–43.)

4.3 Hiilijalanjäljen laskeminen PEF-menetelmällä

Ilmastonmuutosta arvioidaan kansainvälisen ilmastopaneelin IPCC:n 2013 antamilla suosituksilla. Vaikutusarviointimallina käytetään Bernin mallia, joka ilmaisee ilmastonlämpenemispotentiaalin (GWP) 100 vuoden ajanjaksolla ja vaikutusluokkaindikaattorina kg CO₂-ekvivalenttia (CO₂e).

PEF-profiilin määrittämisessä inventoidaan tuotteen elinkaaren jokaisen vaiheen materiaalin ja energian käyttö, sekä syntyvät päästöt ja jätteet. Näille määritellään yksittäiset kasvihuonekaasut, jotka aiheutuvat tuotantohyödykkeistä ja tuotannosta, raaka-aineiden hankinnasta ja esikäsittelystä, tuotteen logistiikasta, jakelusta ja varastoinnista sekä käytöstä. Inventoidut virrat luokitellaan, eli kaikki tuotokset ja syötteen, joista aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä, osoitetaan PEF:n ympäristövaikutusluokissa ilmastonmuutosluokkaan.

Karakterisoinnissa jokaisen luokitellun tuotoksen ja syötteen vaikutusosuuden suuruus vaikutusluokassaan ilmoitetaan referenssiyhdisteenä. Ilmastonmuutoksen referenssiyhdiste on hiilidioksidi. Kaikki ilmastonmuutokseen vaikuttavat yhdisteet ilmoitetaan CO₂-ekvivalentteina. Jokaisen syntyneen kasvihuonekaasun määrä kerrotaan sen karakterisointikertoimella ja lasketaan yhteen, jolloin saadaan koko tuotteen vaikutus ilmastoon hiilidioksidiekvivalentteina. (Zampori & Pant 2019, 104–105.)

Alla Euroopan Komission (2013) laatima esimerkki jolla karakterisointia havainnollistetaan. Esimerkissä metaanin karakterisointikerroin on 25 CO₂e, eli sen vaikutus ilmaston lämpenemiseen on 25 kertaa suurempi kuin hiilidioksidin. Hiilidioksidin karakterisointikerroin on 1 CO₂e. Taulukossa 1 on esimerkkilaskelma ilmastovaikutuksista PEF-menetelmällä.

Taulukko 1. Esimerkki ilmastovaikutusten laskennasta PEF-menetelmällä (Euroopan Komissio 2013, 49)

Luokka	Määrä	Kerroin	Tulos
CO ₂	5132 g	1	= 5,132 kg CO ₂ e
CH ₄	8,2 g	25	= 0,205 kg CO ₂ e
SO ₂	3,9 g	0	= 0 kg CO ₂ e
NO _x	26,8 g	0	= 0 kg CO ₂ e

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

5.1 Tavoitteet ja työn rajaus

Työssä laskettiin Atrian broilerilihan alkutuotannon hiilijalanjälki tuotettua teuraskiloa kohti. Alkutuotannosta laskettiin nuorikkokasvattamojen, munittamojen, hautomon ja broilerikasvattamojen erilliset hiilijalanjäljet.

Broilerikasvattamoista tarkasteltiin yli 50 % koko tuotantovolyymista. Hiilijalanjälki laskettiin erikseen Nurmossa ja Sahalahdessa teurastettaville linnuille. Laskentaan osallistuvat tilat valittiin osallistumishalukkuuden mukaan. Laskentaan osallistuminen oli vapaaehtoista ja kaikki tilat otettiin mukaan. Laskentaan tarvittavien tietojen keruu suoritettiin Atria-Chick Oy:n toimesta ja laskennan suoritti Envitecpolis Oy.

5.2 Menetelmän kuvaus, laskentaan tarvittavat tiedot ja niiden keruu

Laskennan lähtökohtana on tilakohtaiset primääritiedot. Tilojen lähtötiedot kerättiin tilakohtaisesti verkkokyselyllä (Liite 1). Jos tietoja ei ollut saatavilla tai niissä oli puutteita, käytettiin laskennallisia arvoja. Lisäksi käytettiin Atria-Chick Oy:n järjestelmistä saatuja tilakohtaisia tuotantotuloksia ja viljelijöiden puhelinhaastatteluja. Tarkasteluajanjakso oli 12 kuukautta/7 viimeisintä kasvatusparvea vuodelta 2020. Lähtötiedot kattavat tilan toiminnasta riippuen:

- Eläintiedot (tulevien ja lähtevien määrä, kasvatusajan pituus, teuraspaino)
- Ruokinta (kaikki komponentit ja komponenttikohtaiset määrät)
- Oman rehuviljan viljely (kasvilajit, satotaso, tuotantopanokset, kalkitus)
- Peltöjen maa-analyysit (maalaji, orgaaninen aines, pH)
- Lannan käsittely ja säilytys
- Sähkön ja lämmön kulutus vuosittain sekä lähde
- Polttoaineen kulutus vuosittain
- Kuljetukset tilalle (ostorehut, kuivikkeet, lannoitteet)

5.3 Järjestelmärajaus

Laskenta toteutettiin mukailien suurinta osin PEF-ohjeistusta. Koska broilerinlihalle ei ole omaa tarkennettua PEF-ohjeistusta, hyödynnettiin soveltuvilta osin punaiselle lihalle tehtyä tuoteryhmäkohtaista ohjeistusta (Footprint Category Rules Red Meat, Version 1.0).

Työssä tarkasteltiin vain hiilijalanjälkeä, ei muita ympäristövaikutuksia. Hiilijalanjäljen laskennassa huomioitiin merkittävimmät kasvihuonekaasut; hiilidioksidi, metaani ja typpioksiduuli. Nämä muutettiin hiilidioksidiekvivalenteiksi (kg CO_{2e}) teuraskiloa kohti. Laskennan ulkopuolelle jätettiin alkutuotannon koneiden, laitteiden ja rakennusten elinkaaresta aiheutuvat päästöt sekä kuljetuskaluston elinkaaresta aiheutuvat päästöt. Laskenta ei myöskään huomioi tällä hetkellä maaperän hiilensidontaa.

Päästölähteinä laskennassa huomioitiin broilereille syötettävän oman rehuviljan viljely ja eläintuotanto. Oman rehuviljan viljelyssä syntyy suoria ja epäsuoria typpioksiduulipäästöjä maaperästä, lannoitteista ja kasvintähteistä. Kasvihuonekaasuja aiheuttavat typpilannoitteiden kalkitusaineiden ja kasvinsuojeluaineiden valmistus. Kalkitus aiheuttaa myös maaperän hiilidioksidipäästöjä. Lisäksi oman rehun viljelyn päästöihin huomioitiin viljelyn ja viljan kuivauksen polttoaineista johtuvat päästöt, sekä maankäytön muutosten ja orgaanisten maiden vaikutukset. Maankäytön muutoksilla tarkoitetaan peltojen raivausta tai metsitystä, siirtymistä kevytmuokkaukseen tai suorakylvöön tai pois näistä sekä alus- tai kerääjäkasvin käyttöä.

Eläintuotannon päästölähteinä huomioitiin itseviljeltyjen rehuviljojen päästöt (kg CO_{2e}/tuotettu satokilo) sekä hankittujen rehujen päästöt elinkaarimallin mukaisesti huomioiden niiden tuotannosta aiheutuneet päästöt. Ruokinnan tiedot laskettiin kuiva-ainemääräksi komponentti-kohtaisesti. Tilalla viljellyn rehun osalta päästöt siirtyivät ruokintaan suoraan eläimille syötettyjen kilojen mukaan. Ostetun rehuviljan osalta käytettiin Feed-Print-tietokannan päästöker-toimia, jotka huomioivat tuotannon päästöt elinkaarimallin mukaan; lannoitteet, polttoaineet, valmistus, rahti sekä maankäytön muutokset. Tehdasrehuille laskettiin päästökertoimet rehu-kohtaisesti raaka-ainesisällön mukaan.

Lannan ja kuivikkeen osalta huomioitiin niiden päästöt ennen lannoitekäyttöä elinkaarimallin mukaisesti. Lannan ja kuivikkeen päästöinä huomioitiin metaani- ja typpioksiduulipäästöt. Päästöihin vaikuttaa eläinlajille ominainen lannan koostumus, määrä, kasvatuskierron pituus sekä lannan säilytystapa ja maatilan maantieteellinen sijainti. Sijainti vaikuttaa ilmaston

lämpötilan kautta metaanin ja typen haihtuvuuteen. Lannan varastoinnin suorat typpioksiduulipäästöt määritettiin IPCC 2019 tier 2 mukaisesti erittyvän kokonaistypen perusteella kullekin lannan käsittelytavalle erikseen. Metaanin ja epäsuorat typpioksiduulin päästöt määritettiin IPCC 2019 tier 2 mukaisesti. Kuivikkeiden päästökertoimissa huomioitiin elinkaarimallin mukaiset tuotannon päästöt.

Lisäksi mukana ovat lämmityksen, sähkön ja polttoaineiden päästöt (pl. viljelyyn käytetty) sekä kuljetusten päästöt ilman eläinten kuljetusta. Sähkön päästökertoimena käytettiin käytetyn sähkön kansallisia päästökertoimia. Kaukolämmön päästökertoimina käytettiin Motivan ilmoittamia alueen päästökertoimia. Turpeen ja puupelletin päästökertoimina käytettiin Tilastokeskuksen ilmoittamia energian päästökertoimia. Käytetyt fossiilisten polttoaineiden päästökertoimet ovat GHG-protokollan mukaiset. Kuljetuksiin huomioitiin kuivikkeiden, rehujen ja lannoitteiden rahti. Niiden päästöt laskettiin etäisyyden, painon ja käytetyn kuljetuskaluston perusteella. Eläinlogistiikka jätettiin tilakohtaisten tulosten ulkopuolelle, koska tila ei voi itse vaikuttaa siihen mistä eläimet tulevat tai kuinka kaukana teurastamo on. Näin ollen tilan sisäisellä toiminnalla ei voida vaikuttaa eläinlogistiikan päästöihin.

5.4 Laskentaan käytetty työkalu

Laskenta tehtiin Cool Farm Alliancen ylläpitämällä Cool Farm Tool -laskentatyökalulla. Ohjelman pohjana on IPCC-laskentametodologia ja kattava tutkimustieto. Koska ohjelmisto suorittaa laskennan kansainvälisesti hyväksytyyn metodologian mukaisesti, ovat tulokset vertailukelpoisia. Työkalu laskee tilakohtaisesti hiilidioksidi-, typpioksiduuli- ja metaanipäästöt, jotka muunnetaan hiilidioksidiekvivalenteiksi. Ohjelmiston toteutuksessa on huomioitu maakohtaiset erot esim. ilmasto-olosuhteissa. Cool Farm Tool, kuten muutkaan laskentatyökalut, ei huomioi pellon maaperän hiilensidontaa.

Laskennan lopputuloksena on alkutuotannon keskeiset kasvihuonekaasupäästöt hiilidioksidi-, typpioksiduuli- ja metaanipäästöinä. Päästöt esitetään hiilidioksidiekvivalenteiksi (kg CO_{2e}) muunnettuna. Muuntokertoimina on käytetty IPCC:n mukaisia kertoimia hiilidioksidi 1, typpioksiduuli 298 ja metaani (biogeeninen) 34 ja metaani (fossiilinen) 36,75 (100-vuoden ilmastoa lämmittävä vaikutus, GWP).

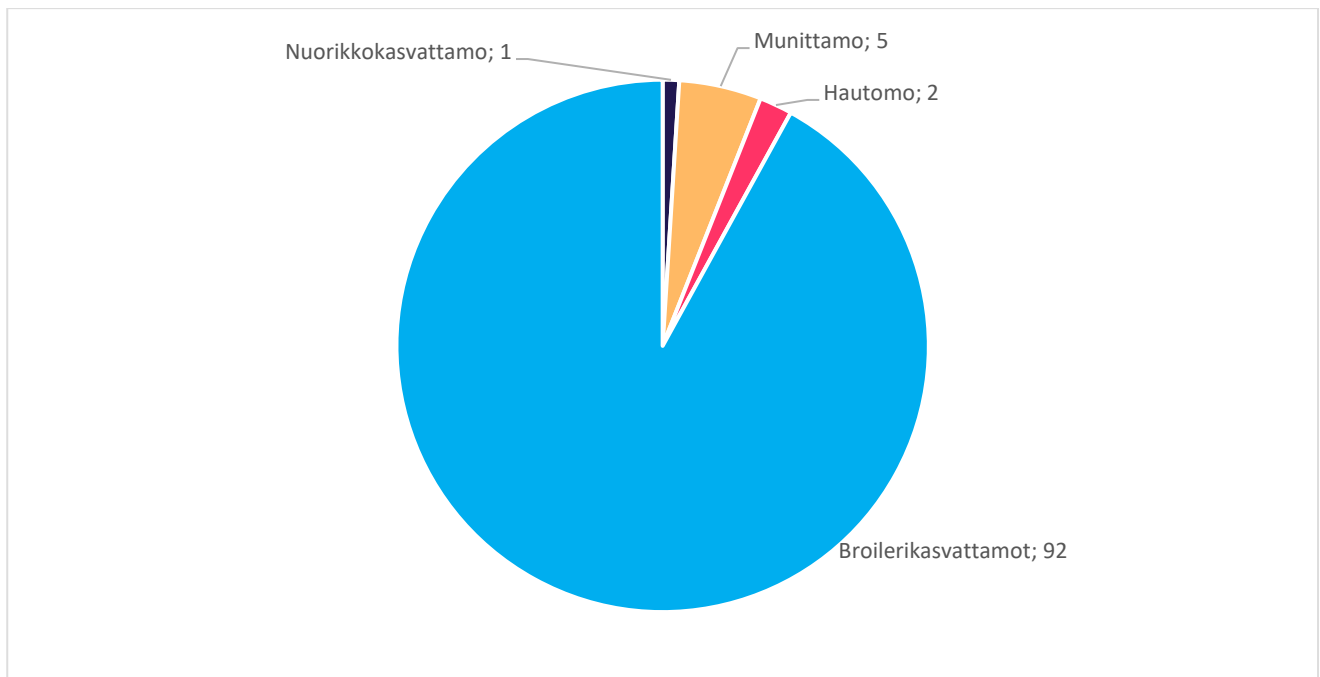
6 TULOKSET

Kyselyyn vastasi 41 tilaa, joista 35 on broilerikasvattamoja, yksi nuorikkokasvattamo, kolme munittamoa, yksi hautomo ja yksi tila, jossa on nuorikkokasvatusta ja munantuotantoa. Kyselyn otanta vastaa broilerikasvattamojen osalta yli 50 % Atrian tuotantovolyymista.

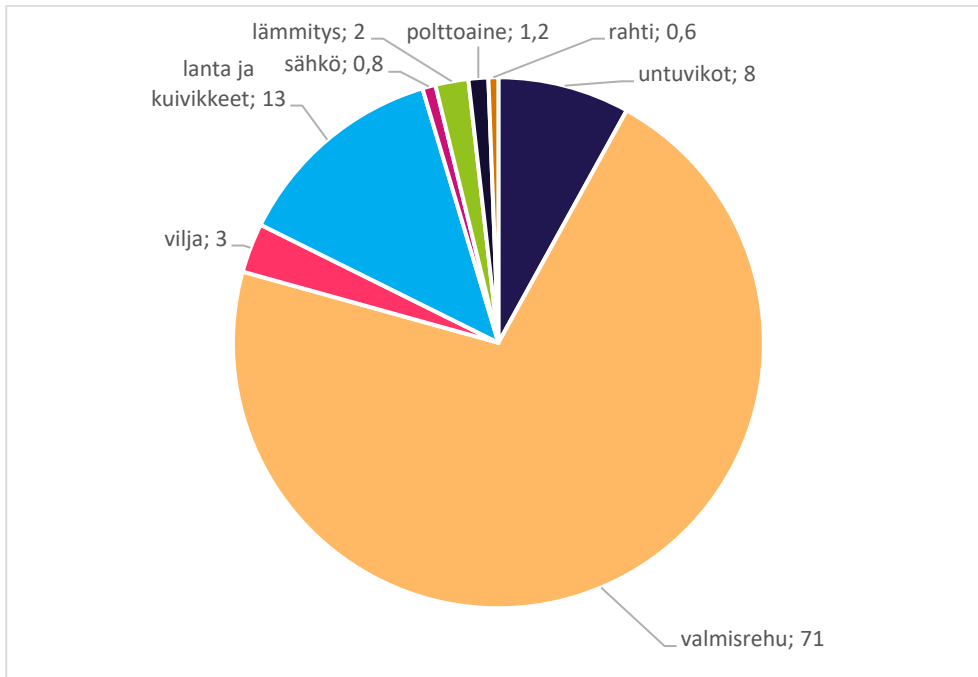
Nurmon tilojen keskiarvo oli 2,56 kg CO₂e/teuraskilo ja Sahalahden 2,53 kg CO₂e/teuraskilo. Tulokset sisältävät maankäytön muutokset. Nurmon ja Sahalahden yhteenlaskettujen hyväksytyjen teuraskilojen mukaan laskettiin koko ketjulle painotettu keskiarvo 2,56 kg CO₂e/teuraskilo. Painotetussa keskiarvossa Nurmon painoarvo oli 83 % ja Sahalahden 17 %.

6.1 Päästöjen jakautuminen koko tuotantoketjussa

Suurin osa tuotantoketjun päästöistä tulee broilerikasvattamoista. Koska kasvattamoiden osuus on niin merkittävä, keskittyy tulosten tarkastelu lähinnä niihin. Tuotantoketjun muiden vaiheiden päästöt ennen broilerikasvatusta ovat hyvin samankaltaisia kuin kasvatuksen päästöt. Tämän vuoksi broilerin kasvatuksessa valmisrehun sekä lannan ja kuivikkeiden lisäksi untuvikot muodostavat kolmannen merkittävän päästölähteen.

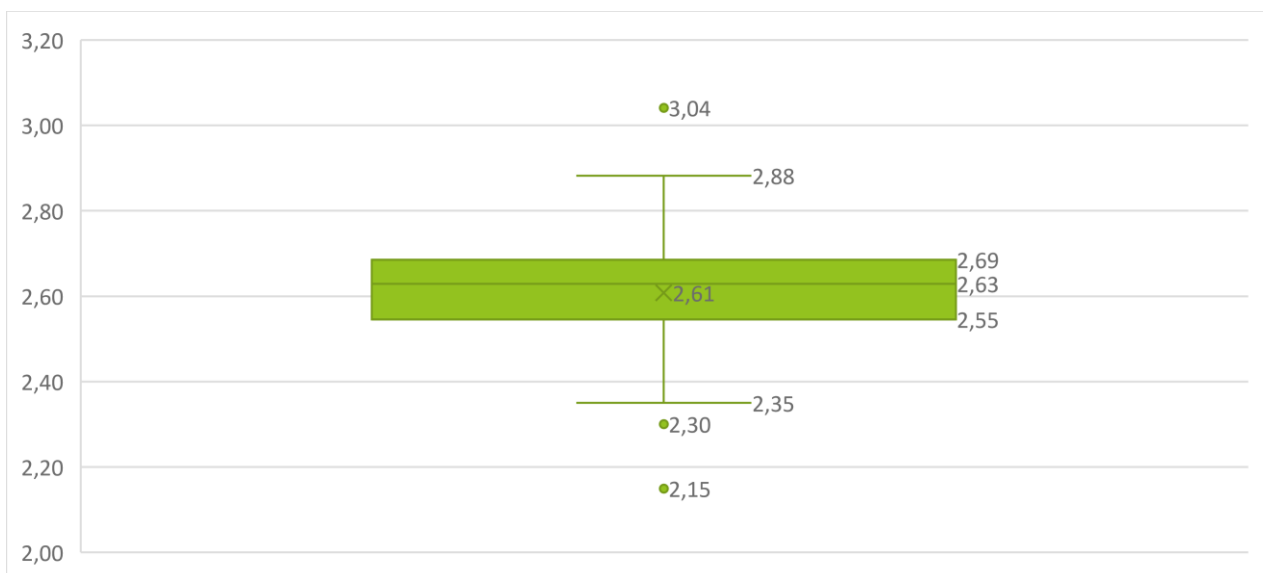


Kuvio 1. Päästöjen jakautuminen tuotantoketjussa, prosenttia kokonaispäästöistä.



Kuvio 2. Päästöjen jakautuminen broilerin kasvatuksessa, prosenttia kokonaispäästöistä.

Alla olevassa kuviossa on esitetty kasvatustilojen välinen vaihtelu tilakohtaisissa tuloksissa. Kuvaajassa on suora tulosten keskiarvo, jonka vuoksi luku eroaa teuraskilojen mukaan painotetusta keskiarvosta. Hajonta tilojen välillä oli melko pientä.



Kuvio 3. Tilojen välinen vaihtelu tilakohtaisissa tuloksissa, kg CO₂e/teuraskilo sisältäen untuvikon ja maankäytön muutoksen.

6.2 Tilakohtaiset hiilijalanjäljet

Kuvio 4 esittää tilakohtaiset päästöt teuraskiloa kohti. Vaaka-akselilla olevat numerot edustavat tiettyä tilaa. Untuvikkojen päästöt olivat Nurmolaisilla tiloilla 1–32 0,21 kg CO₂e/untuvikko

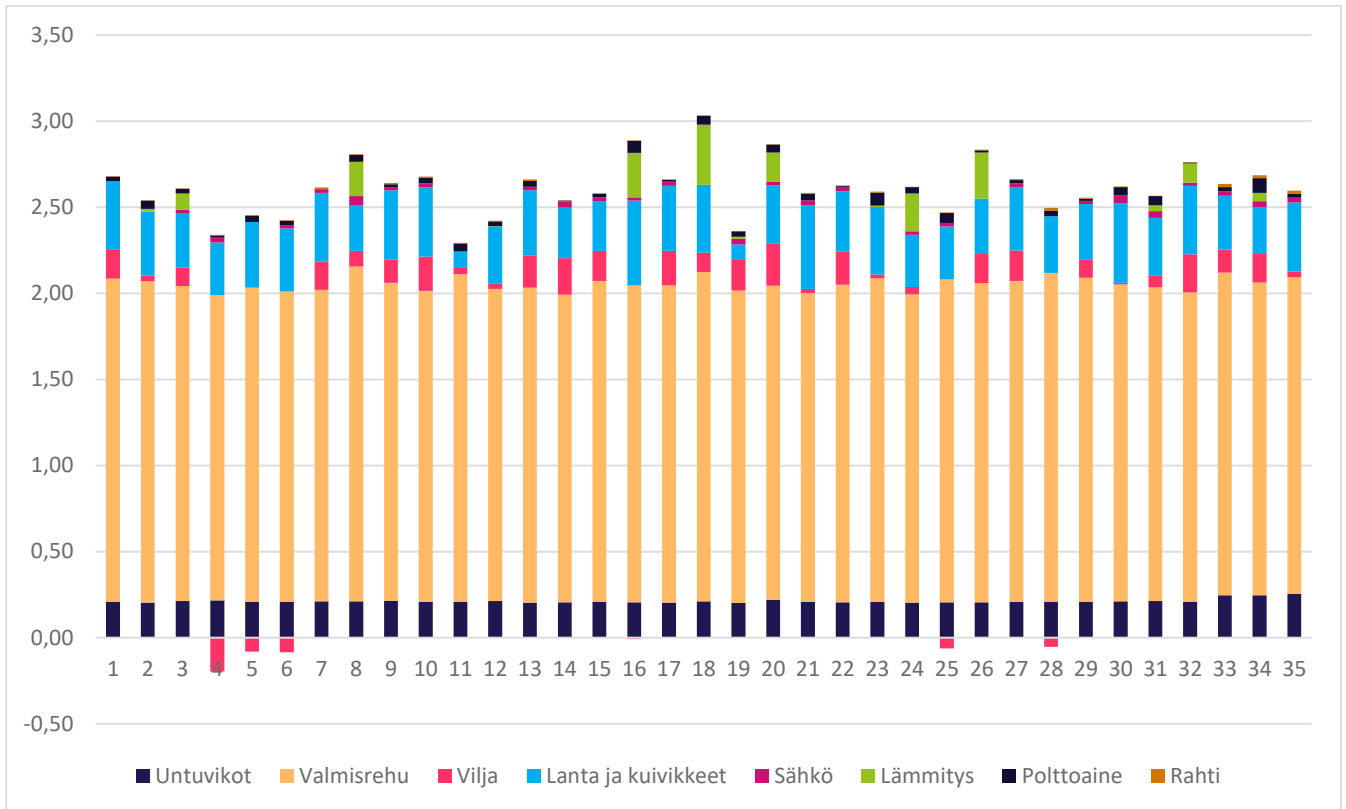
ja Sahalahtelaisilla tiloilla 0,25 kg CO₂e/untuvikko. Tilakohtaisissa tuloksissa käytettiin Nurmolaisten untuvikon kerrointa, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia. Untuvikot toimitetaan tiloille samasta paikasta, sekä tiloille 33–35 samasta paikasta. Tilojen untuvikkojen päästöt ovat hieman korkeammat.

Valmisrehussa tilakohtaisissa tuloksissa on hyvin vähän hajontaa. Kaikilla tiloilla on samanlainen rehustus, ja rehut toimitetaan samasta paikasta. Hajonta tulee rehumuuntosuhteen ja teollisen rehun käyttömääristä, joillakin tiloilla teollista rehua kului keskimääräistä enemmän. Tehdasrehun päästöt rehukiloa kohti ovat viljan päästöjä korkeammat käytettyjen komponenttien vuoksi.

Joillakin tiloilla oman viljan viljelyn päästöt ovat miinuksella tai hyvin matalat. Tilakohtaisista tulosraporteista selviää tämän johtuvan kevytluokkaukseen, suorakylvöön tai alus-/kerääjäkasvin käyttöön siirtymisestä edellisen 20 vuoden aikana, koska edellä mainitut toimenpiteet täyttävät pellon hiilivarastoja. 20 vuoden jälkeen toimenpiteiden vaikutuksen katsotaan kuitenkin tasaantuneen, joten ne eivät pysyvästi alenna päästöjä. Siirtyminen kevytluokkaukseen pienentää myös polttoaineen tarvetta viljelyssä. Viljassa hajontaa aiheuttaa satotaso, lannoituksen määrä ja ostolannoitteiden käyttö sekä polttoaineiden kulutus.

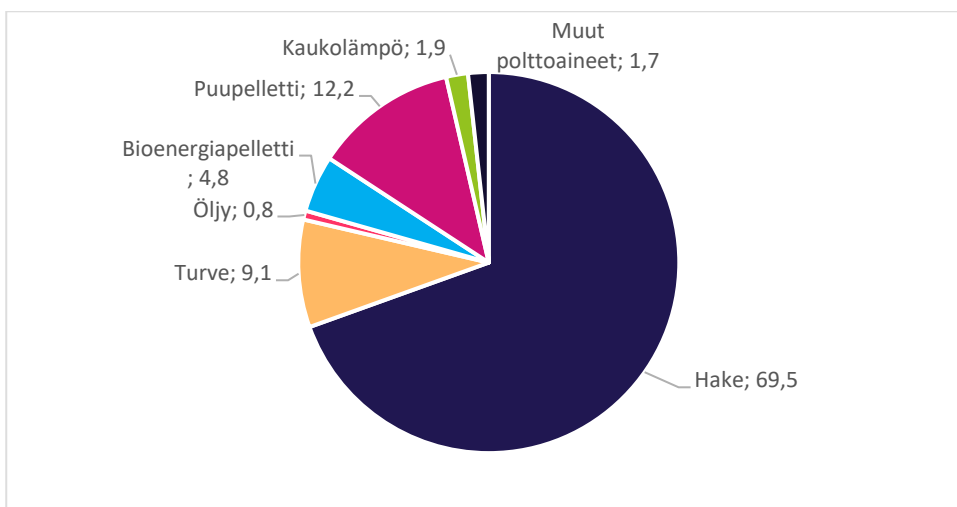
Lannassa ja kuivikkeissa huomioitiin lannasta haihtuva metaani ja typpi sekä kuivikkeen tuotannon ja käytön aiheuttamat päästöt. Eroavaisuudet johtuvat pääsääntöisesti käytetystä kuivikkeesta. Turpeen käyttö kuivikkeena oli yleisimpiä tulosta heikentäviä tekijöitä. Myös keskimääräistä runsaampi käyttö heikentää tulosta.

Sähkön osuus päästöistä on hyvin pieni sekä tilakohtaisessa hiilijalanjäljessä että koko tuotantoketjun osalta. Osalla tiloista tulosta parantaa sähkön tuottaminen omilla aurinkopaneelilla tai tilan ostama sähkö on tuotettu CO₂-vapaasti.



Kuvio 4. Tilakohtaiset päästöt teuraskiloa kohti, kg CO₂ e/teuraskilo.

Tilojen kuluttamasta lämmitysenergiasta 69,5 % tuli hakkeesta. Kyselyyn vastanneista tiloista 18 käytti pelkkää haketta, loput hakkeen ja jonkin muun lämmityspolttoaineen yhdistelmällä. Hakkeen kanssa yhdistelmänä käytettiin turvetta, bioenergiapellettiä (kaurankuori) ja puupellettiä. Yksi vastanneista käytti kaukolämpöä, yksi kaukolämpöä ja bioenergiapellettiä. Kahdelta tilalta ei saatu tietoa lämmitysenergiasta. Turpeen ja öljyn käyttö oli yksi useimmiten tilakohtaista tulosta heikentävä tekijä.



Kuvio 5. Lämmitysenergian kulutus polttoaineittain, prosenttia tuotetusta lämmitysenergiasta.

6.3 Tilakohtaista hiilijalanjälkeä parantavat ja heikentävät tekijät

Alla olevat kuviot esittävät tilakohtaisista tulosraporteista kootut merkittävimmät tilan tulosta parantavat tai heikentävät tekijät. Nämä tekijät antavat osviittaa mihin toimenpiteisiin tiloilla voidaan ryhtyä oman hiilijalanjäljen parantamiseksi.



Kuvio 6. Yleisimmät tilan hiilijalanjälkeä parantavat tekijät, tilaa/tekijä.



Kuvio 7. Yleisimmät tilan hiilijalanjälkeä huonontavat tekijät, tilaa/tekijä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Atrian broilerin alkutuotannon hiilijalanjälki oli tämän selvityksen mukaan 2,56 kg CO₂e/teuraskilo sisältäen maankäytön muutoksen ja untuvikon. Rehun osuus hiilijalanjäljestä oli suurin (71 %). Muut merkittävät tekijät olivat lanta ja kuivikkeet 13 % osuudella ja untuvikot 8 % osuudella.

Työn tulosten kattava analysointi osoittautui hieman haastavaksi, koska varsinaiseen laskentaprosessiin ei ollut mahdollista osallistua. Näin ollen osa kerätyn tiedon, tiedon laadun ja tulosten välisistä asiayhteyksistä saattoi jäädä hieman vajaiksi. Työn keskeisimmät ja tavoitteen kannalta tärkeimmät tulokset olivat tilakohtaiset hiilijalanjäljet tulosraporteineen. Ne kertovat tilatasolla, miten tilan sisäinen toiminta vaikuttaa päästöihin, ja parhaiten osoittavat ne tekijät joihin tiloilla on omalla toiminnallaan mahdollisuus vaikuttaa. Broilerin tuotannossa tilojen väliset toiminnalliset erot ovat pieniä, ja tuotanto on vahvasti ohjattua ja optimoitua, joten vaikka tulos kuvaakin tietyn tilan hiilijalanjälkeä, voidaan niitä hyödyntää tietyin varauksin myös muiden tilojen ilmastovaikutuksen pienentämiseen.

Tulosraporteista käy ilmi, että valtaosalla tiloista tulosta heikensi turpeen käyttö kuivikkeena, ja osalla myös sen tavallista runsaampi käyttö. Tämä herättää kysymyksen miksi käyttö on tavallista runsaampaa. Aiheuttavatko esimerkiksi olosuhteet tai ruokinta liiallista kosteutta, jolloin pehkuu joudutaan lisäämään runsaammin kasvatuksen aikana, vai käytetäänkö kentties vanhasta tottumuksesta (Harrinkari & Raukola 2009, 67–68). Kuivike on kanalassa merkittävä olosuhdetekijä. Koska laskennassa kaikki syntyneet päästöt jaettiin hyväksytyillä teuraskiloilla, on poistumien ja hylkäysten määrällä suuri merkitys tilan hiilijalanjälkeen. Runsas kuivitus voi parantaa lintujen yleistä hyvinvointia ja jalkapohjaterveyttä, joka taas vaikuttaa kuolleisuuteen ja teurasprosessin hylkäykseen (Kleyn 2013).

Maankäytön muutoksella on broilerituotannossa hiilijalanjäljen kannalta merkittävä rooli. Rehuissa käytettävien soijatuotteiden korvaaminen muilla valkuaislähteillä pienentäisi tätä roolia, jos rehun koostumuksen muutoksella ei ole muita vaikutuksia tuotantoon. Myös itsetuotetun viljan päästöjen vähentäminen pienentäisi hiilijalanjälkeä. Etenkin ostolannoitteiden käyttö vaikuttaa viljelyn päästöihin, koska niiden osalta huomioidaan myös tuotteiden valmistuksen aikaiset päästöt. Sen vuoksi on tärkeää, että niiden käytöllä saavutetaan tavoiteltu satotason nousu, jolloin päästöt satokiloa kohden säilyvät maltillisina. Maankäytön muutoksiin huomioitavat suorakylvö ja kevytmuokkaus vähentävät maaperän hiilipäästöjä (IPCC 2019).

Maaperän hiilensidonnassa keskeisintä on maaperän hyvä rakenne, orgaanisen aineksen määrä ja kasvipeitteisyys. Eloperäisiltä mailta, eli turvepelloilta vapautuu enemmän päästöjä niin kauan kuin orgaanisen aineksen määrä on suuri. Pellon orgaaninen aines vähenee ajan kuluessa, ja lopulta se muuttuu kivennäismaaksi. (Heinonsalo 2020.) Suomen kokonaispeltoalasta n. 11 % on turvepeltoja, mutta ne aiheuttavat noin puolet maatalouden kokonaispäästöistä (Kari 2020). On kuitenkin huomioitava, että maaperän hiilensidonnasta ja sen huomioimisesta hiilijalanjäljen laskennassa käydään vilkasta keskustelua, eikä sitä vielä ole mahdollista huomioida laskennassa ilman peltomittauksia.

Energian osalta monilla tiloilla on siirrytty uusiutuviin lähteisiin. Suurin osa tiloista käyttää lämmitykseen puuhaketta, ja öljystä lämmönlähteenä on lähes luovuttu. Tiloilla on myös lisääntyvässä määrin omaa sähköntuotantoa, kuten aurinkokennoja. Vaikka sähkön osuus tilojen hiilijalanjäljessä on pieni ja Suomen sähköverkon ominaispäästöt matalia, voidaan uusiutuvalla sähköntuotannolla silti saavuttaa päästövähennyksiä.

Broilerituotannon ilmastovaikutuksia on aikaisemmin tutkittu Suomessa kahdesti. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT tutki vuonna 2006 yhteistyössä HK Ruokatalon (nyk. HKScan) kanssa broilerin fileesuikaleiden tuotannon ympäristövaikutuksia ja kehittämismahdollisuuksia. Uusin tutkimus on vuodelta 2021, jolloin Luonnonvarakeskus toteutti Sian- ja broilerinlihan ympäristökilpailukyky (SBYM) -hankkeen yhteistyössä HKScan Oyj:in, Atria Oyj:n ja Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK:n kanssa.

Vuoden 2006 tutkimuksessa broilerin alkutuotannon hiilijalanjälki oli ilman maankäytön muutosta 3,1 kg CO₂e / teuras kg (Katajajuuri ym. 2006). Huomattavaa edistymistä on tapahtunut, sillä uudemmassa Luonnonvarakeskuksen selvityksessä hiilijalanjälki oli keskimäärin 2,37 kg CO₂e per teuras-kg sisältäen maankäytön muutoksen aiheuttaman vaikutuksen. Tulokset eivät toki ole täysin vertailtavissa laskentatapojen eroista johtuen.

Osa kehityksestä on tapahtunut laskentamenetelmissä ja päästökertoimissa tiedon lisääntyessä. Merkittävä ero on rehunmuuntosuhteessa. Lintujen koko on kasvanut aikaisemmasta tutkimuksesta ja niiden rehumuuntosuhde on parantunut. Rehuviljan eli pääasiassa vehnän satotaso on noussut ja typenkäyttö viljelyssä hieman vähentynyt. Energian käytössä on tapahtunut suuri muutos. Aikaisemmassa tutkimuksessa suurin osa tiloista käytti lämmitykseen kevyttä polttoöljyä. Nyt suurin osa käytti haketta ja muita vaihtoehtoisia lämmönlähteitä. Lisäksi uusiutuva sähköntuotanto alkaa olla tiloilla enenevässä määrin.

Pariisin ilmastosopimuksen (2015) myötä valtiolta, yrityksiltä, kunnilta ja muilta toimijoilta edellytetään asteittaista siirtymistä kohti hiilineutraaliutta. Hiilijalanjäljen määrittäminen erilaisille tuotteille ja palveluille on osa tätä. Vaikka laskemiseen onkin standardisoitu menetelmä, liittyy siihen kuitenkin valintoja, oletuksia ja toisinaan luotettavan lähtötiedon löytämisen haasteita. Lisäksi laskentaan ja hiilijalanjäljen määrittelyyn liittyy menetelmällisiä harkintoja esimerkiksi hiilivarastojen ja päästöjen ajoituksen suhteen. Jotta tuotteiden hiilijalanjälkiä voidaan verrata keskenään, täytyy niiden olla samalla tavalla laskettuja. Tähän vaaditaan eri toimijoiden yhteistä keskustelua ja näkemys siitä, kuinka laskennat tulisi toteuttaa.

LÄHTEET

- Ahokas, J. (toim.) 2013. Maatilojen energiankäyttö. Enpos-hankkeen tulokset. Helsinki: Helsingin yliopisto. Department of Agricultural Sciences – Publications. N:o 15.
- Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J. & Korhonen J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Espoo: Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.
- Atria-Chick Oy. 23.2.2014. Kauran käytön lisääminen broilerin ruokinnassa (KALIBRO). Hankkeen loppuraportti. Vaatii käyttöoikeuden.
- Aviagen. 2018. Ross broiler management handbook. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 7.9.2021]. Saatavana: https://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-BroilerHandbook2018-EN.pdf
- Eläinten terveys ETT ry. 30.3.2016. Siipikarjan lääkitysopas: Lääkkeiden hallittu käyttö siipikarjalla. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 10.10.2021]. Saatavana: <https://www.ett.fi/wp-content/uploads/2019/07/Siipikarjan-l%C3%A4%C3%A4kitysopas.pdf>
- Envitecpolis Oy. 2019. Maatilan Hiililaskenta: broilerinlihan tuotantoketju. Tulosraportti. Julkaisematon.
- Euroopan Komission suositus 2013/179/EU yhteisten menetelmien käyttämisestä tuotteiden ja organisaatioiden elinkaaren ympäristötehokkuuden mittaamiseen ja siitä tiedottamiseen.
- Garrett, R. D. & Rausch, L. L. 22.5.2015. Green for gold: social and ecological tradeoffs influencing the sustainability of the Brazilian soy industry. [Verkkolehtiartikkeli]. The Journal of Peasant Studies 43 (2), 461–493. [Viitattu 10.8.2021]. Saatavana: <https://doi.org/10.1080/03066150.2015.1010077>
- Harrinkari, T. & Raukola, I. 2009. Siipikarjatuotanto elinkeinona. Helsinki: Opetushallitus.
- Heinonsalo, J. (toim.) 2020. Hiiliopas: katsaus maaperän hiileen ja hiiliviljelyn perusteisiin. [Verkkajulkaisu]. Kaarina: Paino-Kaarina. [Viitattu 12.1.2022]: Saatavana: <https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/01/BSAG-hiiliopas-1.-painos-2020.pdf>
- Hietala, S., Usva, K., Vorne, V., Vieraankivi, M-L., Nousiainen, J. & Leinonen, I. Ei päiväystä. Sian- ja broilerinlihan ympäristökilpailukyky-hankkeen loppuraportti. [Viitattu 2.8.2021]. Julkaisematon.
- IPCC. 2019. Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 12.1.2022]. Saatavana: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf>

- Jacob, J. & Pescatore, T. 2013. Avian Digestive System. Lexington: University of Kentucky College of agriculture, food and environment.
- Jantunen, P. 26.11.2018. Miksi metsäenergia lasketaan nollapäästöiseksi? [Blogikirjoitus]. Helen Oy. [Viitattu 19.10.2021]. Saatavana: <https://www.helen.fi/helen-oy/vastuullisuus/ajankohtaista/blogi/2018/nollapaastoisyys>
- Kari, M. 2022. Turvepelto-opas. [Verkkójulkaisu]. Vantaa: ProAgria Keskusten Liitto. [Viitattu 12.1.2022]. ProAgrian hankejulkaisu nro 15. Saatavana: <https://www.proagria.fi/www/nettilahdet/turvepelto-opas/#/article/1/page/1>
- Katajajuuri, J-M., Grönroos, J., Usva, K., Virtanen, Y., Sipilä, I., Venäläinen, E., Kurppa, S., Tanskanen, R., Mattila, T. & Virtanen, H. 2006. Broilerin fileesuikaleiden tuotannon ympäristövaikutukset ja kehittämismahdollisuudet. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus.
- Kleyn, F.J. 2013. Chicken Nutrition: A guide for nutritionists and poultry professionals. Leicestershire: Context Products Ltd.
- Koivunen, E., Tuunainen, P., Rossow, L. & Valaja, J. 2013. Nutritive value of faba bean (*Vicia faba* L.) diets for broilers. In Proceedings of the 19th European Symposium on Poultry Nutrition, Potsdam, Germany, 26–29 August 2013 (pp. 134). Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus.
- Kontio, S. 2019. Yleisimmät kaasumaiset ilmansaasteet. [Verkkójulkaisu]. Lappeenranta: Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto. Teknillinen tiedekunta, kemiantekniikan koulutusohjelma. Kandidaatin työ. [Viitattu 11.3.2021]. Saatavana: <https://lut-pub.lut.fi/bitstream/handle/10024/160336/Sami%20Kontio%20kandidaatin%20ty%C3%B6.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lobley, G. E. 2003. Protein turnover—what does it mean for animal production?. *Canadian Journal of Animal Science* 83 (3), 327–340.
- Luonnonvarakeskus. 24.6.2021. Ravintotase 2019 lopullinen ja ennakko 2020. Helsinki: Luonnonvarakeskus.
- Maa- ja puutarhatalouden energiankulutus. 18.05.2021. Maatalouslaskenta 2020: Maa- ja puutarhatalouden energiankulutus 2020 (ennakko). Helsinki: Luonnonvarakeskus.
- Marttila, T. 2021. Lämpöenergiaa A-Bioenergiapelletistä. [Verkkolehtiartikkeli]. *Atria Tuottajat* 2021 (1), 39. [Viitattu 12.10.2021]. Saatavana: atriatuottajat-lehti_2021_01-low.pdf
- Nylund, N-O., Söderena, P. & Rahkola, P. 9.11.2016. Työkoneiden CO₂ päästöt ja niihin vaikuttaminen. Espoo: Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Raportin numero VTT-R-04745-16.


- Paris Agreement. 12.12.2015. [Verkkajulkaisu]. Saatavana: https://ym.fi/documents/1410903/38439968/paris_agreement_english_-_B334B5EC_B697_4C03_8F06_D42B87AA76E6-118495.pdf
- Rauhala, A. 2021. Kehityspäällikkö. Atria-Chick Oy. Teams-keskustelu 16.11.2021.
- Scanes, C.G., Brant, G. & Ensminger, M.E. 2004. Poultry Science. 4. uud. p. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Soimakallio, S., Sankelo, P., Kopsakangas-Savolainen, M., Sederholm, C., Auvinen, K., Heinen, T., Johansson, A., Judl, J., Karhinen, S., Lehtoranta, S., Rasanen, S. & Savolainen, H. 15.6.2020. Turveraportti: Turpeen rooli ja sen käytöstä luopumisen vaikutukset Suomessa. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Sitra. [Viitattu 20.10.2021]. Saatavana: <https://www.sitra.fi/app/uploads/2020/06/turpeen-rooli-ja-sen-kaytosta-luopumisen-vaikutukset-suomessa-tekninen-raportti.pdf>
- Suomen Siipikarjaliitto. 2021. Tuotanto ja kulutus: Broilerit. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.10.2021]. Saatavana: <https://siipi.net/broilerit/>
- Suomen virallinen tilasto (SVT). 21.5.2021. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2020. Helsinki: Tilastokeskus.
- Suomen virallinen tilasto (SVT). 25.04.2018. Maa- ja puutarhatalouden energiankulutus 2016. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus. [Viitattu 8.3.2021]. Saatavana: <https://stat.luke.fi/maa-ja-puutarhatalouden-energiankulutus>
- Zampori, L. & Pant, R. 2019. Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method. [Verkkajulkaisu]. Luxembourg: Publications Office of the European Union. [Viitattu 23.11.2021]. Saatavana: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC115959F>

LIITTEET

Liite 1. Broileritilojen verkkokysely

Liite 1. Broilerituotantotilojen verkkokysely

1. TIEDOT > 2. VAHVISTUS > 3. VALMIS



Attention by Lyyti

Tällä lomakkeella kerääme broileritilojen hiilijalanjalan laskentaan liittyvät tiedot.

Lomaketta ei tarvitse täyttää heti valmiiksi asti. Voit palata täyttämään tietoja myöhemmin seuraavalla tavalla:

- Täytä tilan yhteystiedot ja hyväksy tietosuojalauseke lomakkeen lopusta. Tämän jälkeen paina jatka-painiketta lomakkeen lopussa. Vahvista tietojen lähetys.
- Saat tämän jälkeen sähköpostiisi vahvistusviestin (lähettäjä Sanna Kivimäki), jonka lopussa on "Muokkaa tietojasi" -painike. Tämän painikkeen kautta onnistut palaamaan lomakkeen täyttöön uudestaan. Aikaisemmin täyttämäsi tiedot säilyvät lomakkeella.
- **Jos suljet selaimen vahvistamatta tietojen lähetystä, tiedot eivät tallennu.**

Lisätietoja: Elina Knuts, elina.knuts@atria.com, puh. 050 554 7926

Yhteystiedot

Tilan nimi (Y-tunnus -nimi) *

Tuottajan nimi *

Matkapuhelinnumero *

Sähköposti *

Kanalan osoite *

Ruokinta

Broilereille syötettävän ostovehnan määrä (tonnia)

Mistä vehnä on ostettu (etäisyys km/paikkakunta)?

Lanta

Lantamäärä vuodessa (m³ tai tn)

Ilmoitettu yksikkö

Kuivikkeen laatu Turve Kutteri

Kuivikkeen käyttömäärä/kierto (m³ tai tn)

Ilmoitettu yksikkö

Lisätietoja kuivikkeen käytöstä

Mistä kuivikkeet tulevat (etäisyys km/paikkakunta)

En tiedä, mistä kuivikkeet tulevat

Kuutioita/kuorma

Miten lanta varastoidaan (voit valita useamman vaihtoehdon)

- Laatta
 Katettu lantala
 Patterointi

Eri varastointitapojen osuudet (%)

Omien broilerin lannan käyttömäärä omien broilerin vehnän viljelyyn (m³ tai tn)

Omien broilerin lannan käyttömäärä muuhun omaan viljelyyn (m³ tai tn)

Ilmoitettu yksikkö

Valitse:

Myydäänkö lantaa?

- Kyllä
 Ei

Lannan myyty määrä/vuosi (m³ tai tn)

Ilmoitettu yksikkö

Valitse:

Luovutetaanko lantaa toiselle tilalle?

- Kyllä
 Ei

Lannan luovutettu määrä/vuosi (m³ tai tn)

Ilmoitettu yksikkö

Valitse:

Mihin myyty tai luovutettu lanta käytetään?

Liitä lanta-analyysi tähän

Selaa

Vedä ja pudota tiedostot tähän

Energia ja polttoaineet*Nämä tiedot vain broilerintuotannon osalta, ilman yksityiskäyttöä*

Sähkönkulutus vuonna 2020 (kWh/v)

Voit liittää tähän vuosiraportin sähköyhtiöltä

Selaa

Vedä ja pudota tiedostot tähän

Mitä sähköä tilalla käytetään (voit valita yhden tai useamman vaihtoehdon)

- Perusverkkovirta
- CO2-vapaa (vihreä sähkö)
- Aurinko
- Tuuli
- Biokaasulaitos
- Jokin muu

Jos muu, mikä?

Mikäli käytössä on useampia sähkölähteitä, merkitse eri lähteiden osuudet tai käyttömäärät kWh/v.

Mitä lämmityspolttoainetta tilalla käytetään (voit valita yhden tai useamman vaihtoehdon)

- Hake
- Turve
- Öljy
- Bioenergiapelletti (kaurankuoripelletti)
- Puupelletti
- Kaukolämpö
- Jokin muu

Jos muu, mikä?

Muun lämmityspolttoaineen määrä/vuosi

Hakkeen määrä/vuosi (m³)Turpeen määrä/vuosi (m³)

Öljyn määrä/vuosi (l)

Bioenergiapelletin määrä/vuosi (tn)

Puupelletin määrä/vuosi (tn)

Jos kaukolämpö, sen toimittaja:

Kaukolämmön määrä/vuosi (kWh)

Kokonaispolttoöljyn määrä (litraa/v)

Kuinka paljon polttoöljyä kuluu muuhun kuin broilerintuotantoon tai broilerivehnan viljelyyn? (litraa/v)

Ostetaanko urakointipalveluja broilerituotantoon tai broilerivehnan viljelyyn?

- Kyllä
- Ei

Arvioi siihen kuluva polttoöljyn määrä (litraa/v)

Broilerituotantoon kuluva diesel (litraa/v)

Broilerituotantoon kuluva bensiini (litraa/v)

Vehnän viljely

Viljeletkö vehnää omien broilerien rehuksi? Kyllä
 Ei

Huom! Voit vastata koko vehnänviljelytietojesi mukaan, vaikka kaikki vehnä ei menisikään omien broileriesi rehuksi.

Vehnän hehtaarimäärä

Vehnän satotaso (merkitse per hehtaari)

Oljen keräys Kyllä
 Ei

Mikä prosenttiosuus oljen kokonaismäärästä kerätään? (%)

Kuinka pian broilerinlanta mullataan levityksen jälkeen

Käytetäänkö tilalla muuta lantaa vehnän viljelyyn? Kyllä
 Ei

Mitä lantaa?

Muun käytetyn lannan määrä? (tn/ha)

Muun käytetyn lannan levitysmenetelmä?

Vehnän viljelyyn käytetyt ostolannoitteet (tuotteiden nimet ja määrät esim. kg/ha tai kokonaiskg/v)

Mistä lannoitteet tulevat (etäisyys km/paikkakunta)

Onko tilalla käytetty maanparannuskalkkia vuonna 2020? Kyllä
 Ei

Kalkki (tuotteiden nimet ja määrät esim. tn/ha tai kokonaistn/v)

Mistä kalkki tulee (etäisyys km/paikkakunta)

Kasvinsuojeluaineet

Eri kasvinsuojeluaineiden kappalemäärä

Käytetäänkö peitattua siementä? Kyllä
 Ei

Liitä viljelysuunnitelma, jossa näkyvät viljeltävä kasvi, lohkon koko, maalaji, multavuus ja pH

Selaa

Vedä ja pudota tiedostot tähän

Maankäytön muutokset viimeisen 20 vuoden aikana kokonaisviljelyalasta.Mikä on tilasi kokonaispeltoala (ha) **Kirjoita "ei", mikäli toimenpidettä ei ole tehty.**Peltojen raivaus (ha) Metsitys (ha) Siirtyminen kevytmuokkaukseen (ha) Siirtyminen suorakylvöön (ha) Siirtyminen pois kevytmuokkauksesta (ha) Siirtyminen pois suorakylvöstä (ha) Alus/kerääjäkasvin käyttö (ha) **Toimenpiteen aloitusvuosi**Peltojen raivaus Metsitys Muokausmenetelmien muutokset Alus/kerääjäkasvin käyttö Lisätietoja mistä tahansa kysytystä asiasta

Liitä tiedostoja

Selaa

Vedä ja pudota tiedostot tähän

Selaa

Vedä ja pudota tiedostot tähän

Selaa

Vedä ja pudota tiedostot tähän

 Hyväksyn tietojeni tallentamisen ja käsittelyn [tietosuojaselosteen](#) mukaisesti *