

Raportti Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto ry:lle ja Turkistuottajat Oyj:lle

Suomessa tuotetun minkin- ja ketunnahan elinkaariarviointi

MTT:n Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto ry:lle ja Turkistuottajat Oyj:lle tekemä tilaustutkimus



Tekijät: Frans Silvenius¹, Nita Koskinen², Sirpa Kurppa¹, Teppo Rekilä², Juhani Sepponen², & Helena Hyvärinen¹,

1. MTT Biotekniikka- ja elintarviketutkimus/Kestävä biotalous

2. MTT Kotieläintuotannon tutkimus/ Turkistalous

Helsingissä 29.3.2011

Sisällysluettelo

1.	Aineisto ja menetelmät	4
1.1.	Otanta-aineisto	4
1.2.	LCA metodologia	5
1.3.	Tuotejärjestelmän rajaukset	6
1.4.	Tutkitut ympäristövaikutusluokat	7
1.5.	Rehun raaka-aineet.....	8
1.6.	Rehusekoittamojen toiminnot.....	10
1.7.	Turkistilojen toiminnot.....	10
1.8.	Kettujen nahkonta turkistiloilla	11
1.9.	Minkkien nahkontaprosessi Furfix Oy:ssä	11
1.10.	Turkishuutokauppa	12
1.11.	Turkismuokkaamo.....	12
1.11.1.	Turkismuokkaamon toiminnot	12
1.11.2.	Kemikaalit	13
1.12.	Ompelimo	13
1.13.	Kuljetukset	13
1.14.	Sähköenergian ja lämmöntuotanto sekä polttoaineet.....	13
1.15.	Vaihtoehtotuotteet.....	14
1.15.1.	Puuvilla/polyesteritakki.....	14
1.15.2.	Akryyli- ja akryyli/puuvillatakit.....	14
1.16.	Vertailu Honkajoki Oy:n renderöintilaitokseen	14
1.16.1.	Lihaluujauholinja	15
1.16.2.	Energiantuotanto	17
1.16.3.	Jäteveden käsittely	17
2.	Tulokset.....	17
2.1.	Minkinnahka	17
2.2.	Ketunnahka	19
2.3.	Toksiset ja ekotoksiset kuormitukset	21
2.4.	Vaihtoehtoiset: kulutus, tuotteet ja vaihtoehtoinen raaka-aineiden hyödyntäminen	22
2.4.1.	Vertailu muuhun kulutuksen ympäristövaikutuksiin.....	22
2.4.2.	Vertailu vaihtoehtotuotteiden ympäristövaikutuksiin.....	23
2.4.3.	Vertailu renderöintilaitoksen vaihtoehtoiseen sivuvirtojen hyödyntämiseen.....	25
3.	Tulosten tarkastelua	26
4.	Yhteenveto	27
5.	Kirjallisuus	30

Johdanto

Tässä tutkimuksessa Suomessa tuotetun minkin- ja ketunnahkan elinkaariarviointi laadittiin Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto ry:n ja Turkistuottajat Oyj:n tilaamassa ja MTT:n toteuttamassa projektissa vuoden vaihteessa 2010–2011. Tutkimuksen vastuullisena johtajana toimi tutkimusprofessori Sirpa Kurppa ja päätutkijana Frans Silvenius MTT:ltä. Muut tutkimusryhmän jäsenet olivat Nita Koskinen, Teppo Rekilä, Juhani Sepponen ja Helena Hyvärinen MTT:ltä. Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto ry:n osalta tutkimuksen yhteyshenkilönä toimi Timo Mikkola. Lisäksi tutkimukseen antoivat arvokkaita tietoja kyselyihin vastanneet turkistuottajat sekä rehukeittäjien edustajat, Jan Lillsund minkkien nahkontakeskus Furfix Oy:stä, Seija ja Reijo Halkola turkismuokkaamo PanFur 2000 Oy:stä sekä Kari Valkosalo Honkajoki Oy:stä. Lannan käsittelyn ja ravinnepitoisuuksien osalta arvokkaita asiantuntijalausuntoja antoivat Petri Kapuinen MTT:ltä, Juha Grönroos Suomen ympäristökeskuksesta ja Ilpo Pölönen Hämeenlinnan Ammattikorkeakoulusta.

Suomessa toimi vuonna 2010 1 043 turkistilaa, joissa tuotettiin huutokauppaudella 2009/2010 2 100 000 siniketun- ja 2 000 000 minkinnahkaa. Eniten turkistiloja on Pohjanmaalla, Länsi-Suomen läänin alueelta tuotetaan noin 97 % maan kokonaisnahkatuotannosta. Turkistuotanto työllistää Suomessa n. 17 500 henkilöä, joista suoraan 4 350 ja välillisesti 13 200 henkeä. Turkiseläintuotannon rehunvalmistukseen keskittyneitä rehusekoittamoita on Suomessa 11. Turkistuotannon myynnistä yli 99 % suuntautuu vientiin. Turkistuotantoketjun toimintaa tarkasteltiin mahdollisimman edustavien, ketjun toimijoiden vapaaehtoisuuteen perustuvien otantojen avulla.

Turkistuotanto on mittava muiden elintarvikealojen sivuvirtojen hyödyntäjä. Turkiseläintuotannon vuosittainen rehunkulutus oli 324 milj. kg, vuonna 2010, josta lihantuotannon teurassivutuotteita 43 %, rehuksia ja kalanjalostuksen sivutuotteita 22 % sekä viljaa 14 %. Mallinnuksessa otettiin huomioon myös teurassivutuotteiden turkistuotannolle vaihtoehtoiset käyttömuodot. Samoin huomioitiin rehukalan kalastuksessa Itämerestä poistuvat, turkiseläinten ravinnoksi päätyvät ravinteet. Merestä poistuva fosfori ja typpi arvioitiin perustuen turkiseläinten rehuksi käytetyn silakan todellisiin käyttömääriin ja silakan analysoituun koostumukseen.

Tutkimuksessa laskettiin Suomen turkiseläintuotannon ilmastonmuutokseen, happamoitumiseen ja rehevöitymiseen vaikuttavat päästöt sekä arvioitiin kvalitatiivisesti turkistuotannon ekotoksikologisia päästöjä. Ympäristövaikutukset suhteutettiin toiminnalliseen yksikköön, jollaiseksi valittiin muokattu ja ommeltu minkin- sekä ketunnahka. Edellä kuvattuihin toiminnallisiin tuoteyksiköihin kohdistuvan ympäristövaikutusarvioinnin lisäksi tehtiin vaihtoehtovaatevertailu. Minkki- ja ketunnahkaturkkien vaihtoehtotuotteeksi valittiin polyesteristä ja puuvillasta valmistettu takki, jonka koostumus oli 65 % polyesteriä ja 35 % puuvillaa sekä akryyliä ja puuvillaa (65 % akryyliä, 7 % modakryyliä ja 28 % puuvillaa) sekä 100 % akryyliä sisältävä tekoturkki.

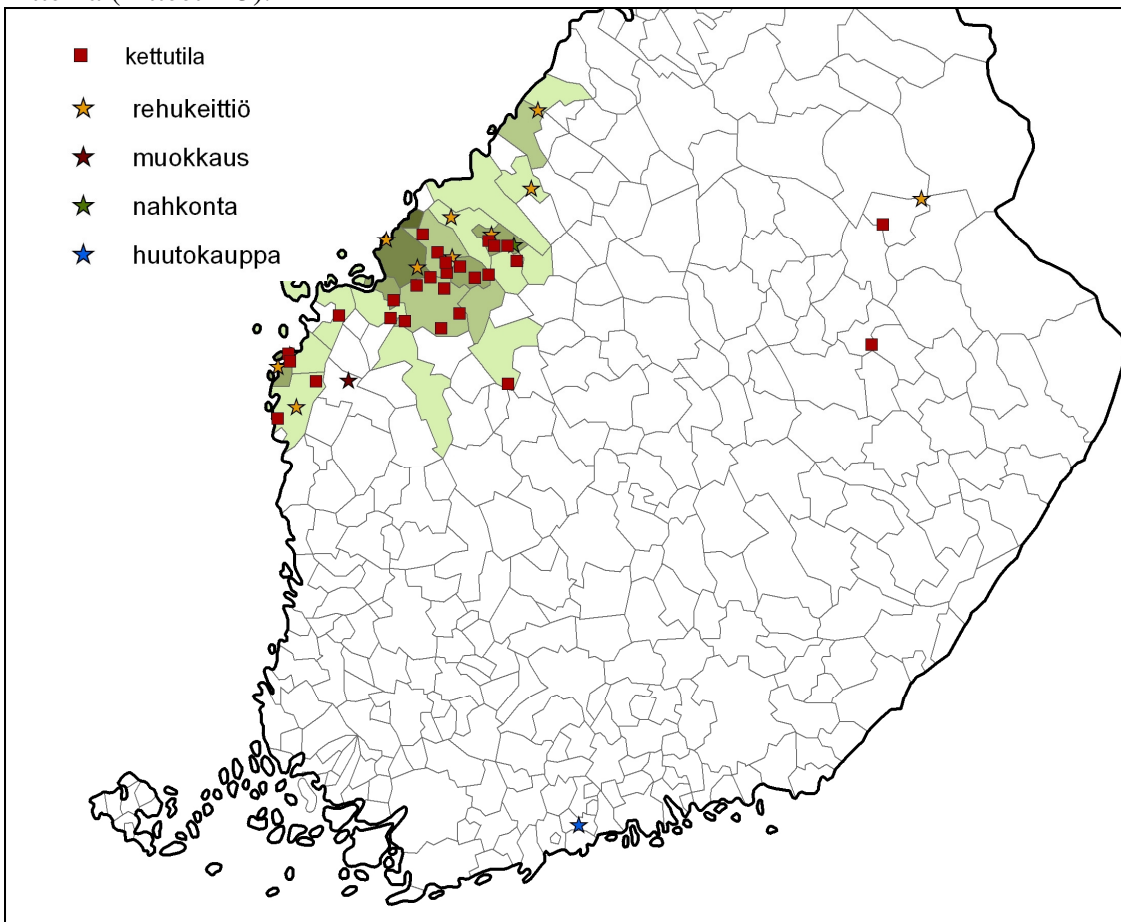
Tutkimustuloksia arvioitiin suhteessa Tanskassa ja Hollannissa tehtyihin turkistuotannon elinkaariarviointitutkimuksiin.

1. Aineisto ja menetelmät

1.1. Otanta-aineisto

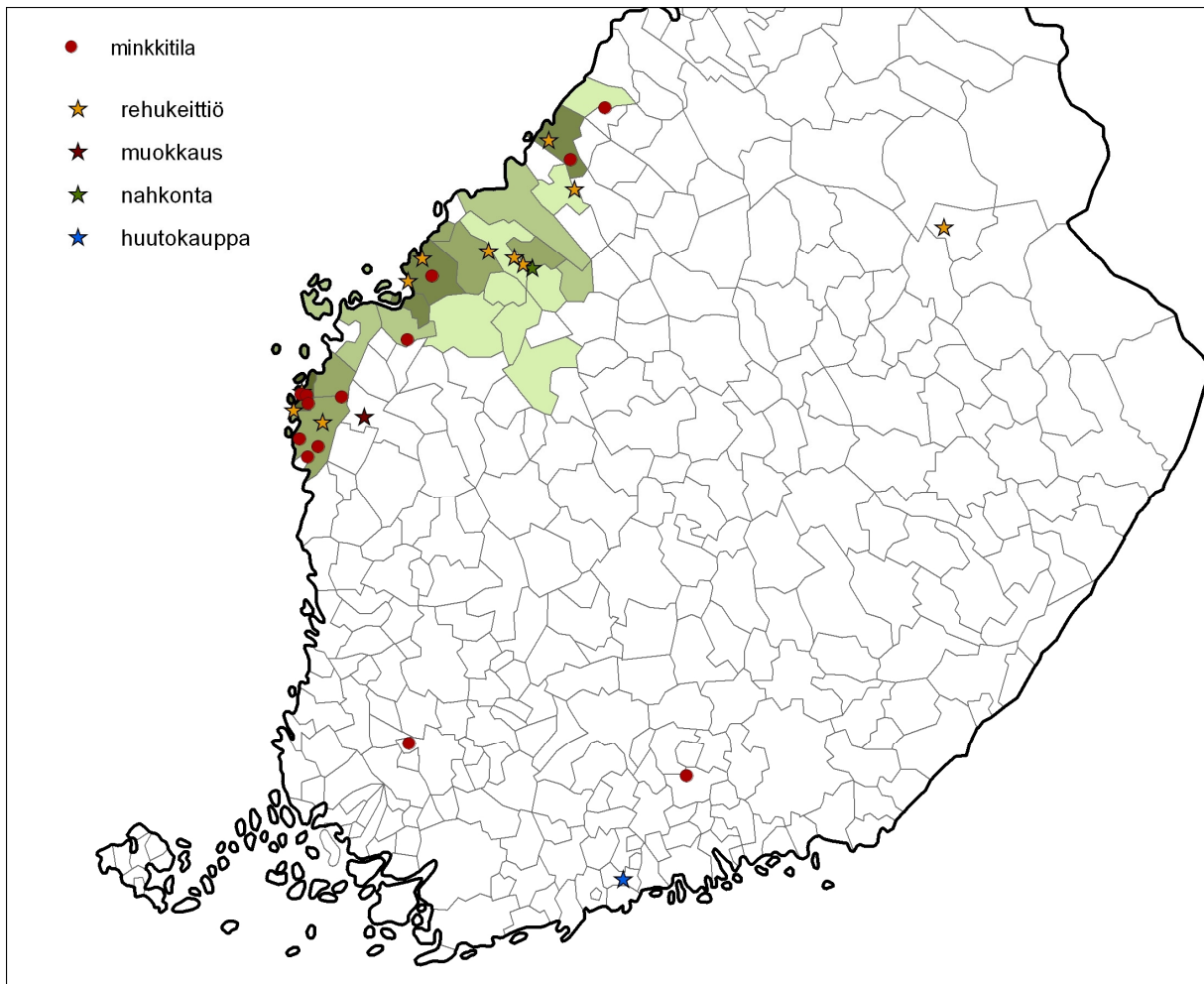
Turkistiloja koskevan aineiston koostamiseksi lähetettiin postikysely 274:lle pelkästään kettuja kasvattavalle tilalle ja 87:lle pelkästään minkkejä kasvattavalle tilalle (liite 1). Kyselytutkimuksen ulkopuolelle jätettiin tilat, joilla kasvatetaan useampia turkiseläinlajeja. Ko. tapauksissa rehunkulutuksen, energiankulutuksen ym. kohdentaminen ja estimointi minkin ja ketun osalta on hankalaa. Kyselyn ulkopuolelle jätettiin myös itse rehua valmistavat tuottajat, koska rehunvalmistusprosessi, valmistusmäärät ja käytetyt raaka-aineet eivät edusta majoriteettia. Vuonna 2009 Suomessa oli 463 pelkästään kettuja kasvattavia ja 116 pelkästään minkkejä kasvattavia tiloja. Tilojen keskituotantomäärät olivat 2505 kettua ja 3031 minkkiä. Kysely lähetettiin tiloille, joiden nahkatuotanto oli vähintään tuhat raakanahkaa. Vastauksia saatiin 29 kettutilalta ja 14 minkkitilalta. Postikyselyn tietoja tarkennettiin tuottajilta puhelimitse ja lisäksi tutkijat kävivät tutustumassa yhdellä turkistilalla.

Suomessa toimii 11 rehusekoittamoaa, joille kaikille lähetettiin kyselykaavake. Vastaukset saatiin seitsemältä sekoittamolta, jotka yhteensä tuottivat 88 % Suomessa valmistetusta turkiseläinten rehuista. Lisäksi kyselykaavake lähetettiin sähköisesti nahkomoon, jossa suoritetaan pääosa minkkien nahkonnasta, muokkaamoon, turkishuutokauppaan ja ompelimoon. Kyselykaavakkeet ovat raportin liitteinä (liitteet 2-5).



Kuva 1. Ketunnahkatuotannon sijoittuminen kunnittain Suomessa suhteessa kuntien pinta-alaan (vaalean vihreä väri 1-50 tuotettua ketunnahkaa/km², seuraavaksi vaalein vihreä väri 50–100 tuotettua ketunnahkaa/km², keskivihreä väri 100–300 ketunnahkaa/km², tumman vihreä väri 300–800

ketunnahkaa/km²) ja kyselyyn vastanneiden kettuturkistilojen sijainti (pieni täytetty neliömerkintä) sekä tutkimuksessa mukana olleiden rehukeittiöiden, nahkojen muokkaamon ja huutokauppayhtiön sijainti (merkitty erivärisin tähdin).



Kuva 2. Minkinnahkatuotannon sijoittuminen kunnittain Suomessa suhteessa kunnan pinta-alaan (vaalean vihreä väri 5-30 tuotettua minkinnahkaa/km², seuraavaksi vaalein vihreä väri 30–60 tuotettua minkinnahkaa/km², keskivihreä väri 60–100 minkinnahkaa/km², tumman vihreä väri 100-500 tuotettua minkinnahkaa/km²) ja kyselyyn vastanneet minkkiturkistilojen sijainti (pistemäinen merkintä) sekä tutkimuksessa mukana olleiden rehukeittiöiden, nahkoman, nahkojen muokkaamon ja huutokauppayhtiön sijainti (merkitty erivärisin tähdin).

Kaikki toimijoille lähetetyt kyselykaavakkeet ja toimijoiden kanssa käyty kommunikointi toteutettiin sekä suomen että ruotsin kielellä.

1.2. LCA metodologia

Ympäristövaikutusten arviointi tehtiin elinkaariarviointimenetelmällä (Life Cycle Assessment, LCA) noudattamalla siitä annettuja standardeja ISO 14040 ja ISO 14044. Standardien mukaiset elinkaariarvioinnin vaiheet ovat tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely, inventaarioanalyysi, vaikutusarviointi ja tulosten tulkinta. Tässä tutkimuksessa vaikutusarvioinnin tulosten esiteltiin erikseen kunkin vaikutusluokan karakterisoituina tuloksina, eikä ympäristövaikutusluokkien ympäristövaikutusten merkittävyyttä suhteutettu toisiinsa nähden. Tutkimuksessa käytettiin allokontiin, eli pää- ja sivutuotteiden väliseen ympäristövaikutusten kohdentamiseen sekä

attributional-, eli haitanjako-lähestymistapaa sekä consequential- eli seurausvaikutuksellisuus - lähestymistapaa. Inventaarioanalyysiin liittyvät laskelmat suoritettiin KCL-eco - elinkaariarviointimallinnusohjelmalla.

Haitanjako-lähestymistapaa käytettiin teurassivutuotteiden ympäristövaikutusten laskemiseen suhteessa päätuotteisiin. Kohdentaminen tehtiin tuotteiden taloudellisiin arvoihin nähden, jolloin sivutuotteille allkoitui massa-alkokointiin verrattuna varsin pieni osa lihantuotannon kokonaisympäristövaikutuksista. Myös kalastetun ja kasvatetun kalan pää- ja sivutuotteiden välinen allkointi tehtiin taloudellisena allkointina.

Sivutuotteista tutkimuksessa huomioitiin lannan käsittely ja sen hyödyntäminen, ruhojen käsittely ja sivutuotteiden hyödyntäminen ja nahkontapurun poltto energiaksi. Tuotettu energia oletettiin hyväksikäytettäväksi tuotteen elinkaaren aikaisemmissa vaiheissa. Lannan sisältämät ravinteet huomioitiin laskemalla seurausvaikutuksellisella lähestymistavalla vastaavan määrän tyypeä sisältävien kivennäislannoitteiden ympäristökuormitukset. Turkiseläinruhojen käyttömäärät huomioitiin turkiseläinrehun raaka-aineena sekä toisaalta seurausvaikutuksellista lähestymistapaa käyttäen ruhojen sisältämän rasvan käyttö joko energiantuotannossa tai biodieselin tuotannossa.

Tutkimuksessa laskettiin lisäksi karkea skenaario, jossa kaikki turkistilojen käyttämät teurassivutuotteet päätyisivät turkistilojen sijasta Honkajoki Oy:n jätteenkäsittelylaitokseen ja rehukalan sisältämä fosfori ja typpi jäisivät mereen. Tämän skenaarion ympäristövaikutuksia suhteessa sivutuotteiden hyödyntämisen taloudelliseen arvoon verrattiin Suomen ketun- ja minkinnahkojen tuotannon ympäristövaikutuksiin suhteutettuna niiden taloudelliseen arvoon.

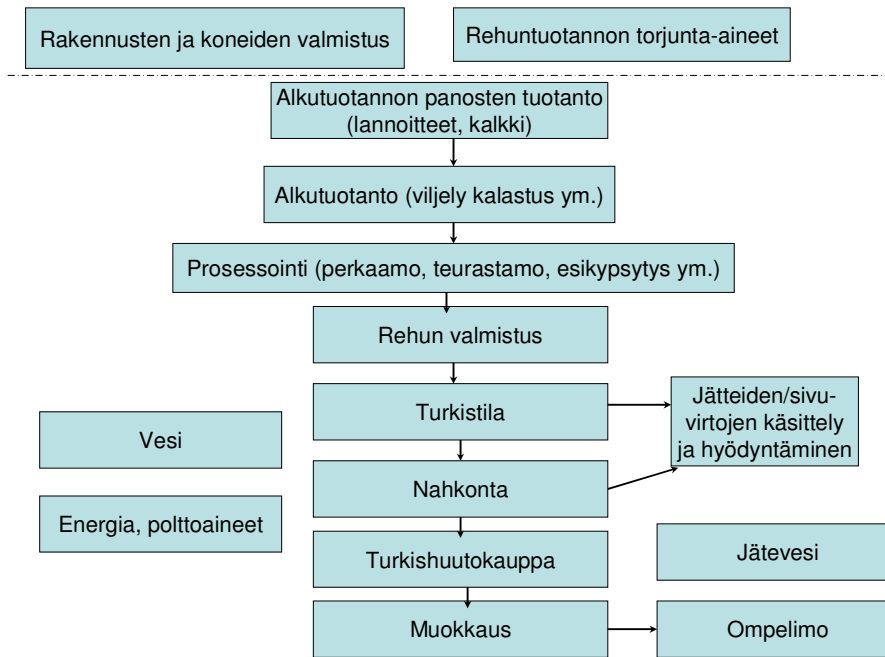
1.3. Tuotejärjestelmän rajaukset

Tutkimuksen toiminnallinen yksikkö oli muokattu ja ommeltu minkin- ja ketunnahka tai vaatetuotevertailuissa niistä valmiiksi ommeltuna turkki.

Tutkimuksessa tuotejärjestelmän rajauksiin kuului koko kettu- ja minkinnahan tuotantojärjestelmä alkaen maatalouden panostuotannosta päätyen ompelimoihin, joiden portille tuotteiden järjestelmän rajaukset ulottuivat. Tuotejärjestelmän rajauksiin sisältyvät ompelimo, muokkaamo, nahkonta, turkiseläinten kasvatusta sekä rehun ja sen raaka-aineiden tuotantoprosessit sisältäen mm. lannoitteiden tuotantoketjun. Tutkimuksen tuotejärjestelmän rajat on määritelty kuvassa 3.

Tuotejärjestelmän ulkopuolelle jätettiin tuotantoon liittyvä infrastruktuuri, joka useimmiten elinkaariarvioinneissa jätetään ympäristövaikutusarvioinnin ulkopuolelle. Lisäksi rehuntuotannon, nimenomaan viljan tuotannon torjunta-aineiden valmistus ja käyttö jätettiin huomioimatta, niiden todennäköisimmin vähäisen merkityksen ja torjunta-aineiden arviointia koskevan LCA metodiikan kehittymättömyyden takia.

Energiankulutuksista sähköenergian tuotannossa käytettiin valtakunnallisia päästökertoimia ja lämpöenergian tuotannossa sekä kaukolämmön tuotannossa voimalakohtaisia päästökertoimia.



Kuva 3. Turkistuotannon tuotejärjestelmän rajat.

Vaihtoehtotuotteena myöhemmin esiteltävän polyesteri/puuvillatakin ympäristövaikutusarviointi tehtiin kirjallisuustietojen avulla raaka-ainelähtöisesti. Puuvillan tuotannossa inventaariotiedoissa on huomioitu puuvillaraaka-ainetuotantoon liittyvä maan muokkaaminen, kylvö, lannoittaminen, kasvinsuojelutoiminnot, kastelu, sadonkorjuu ja puuvillan puhdistaminen. Viljelyssä käytettyjen torjunta-aineiden toksisia tai ekotoksisia vaikutuksia ei tässä tutkimuksessa otettu huomioon. Polyesteri- ja puuvillalangan tuotannossa on huomioitu mm puhdistukset, valkaisu ja mahdollinen värjäminen sekä kuivaaminen. Kankaan valmistamisen ja ompelun inventaariotiedoissa on mukana energiankulutus ja kuljetukset. Ympäristökuormitusten mallintamisessa ei huomioitu nappeja tai vetoketjuja eikä erilaisia täytevaihtoehtoja.

Kummankaan turkistuotteen tai vertailutuotteiden varastoinnin, markkinointiin liittyvien kuljetusten ja loppusijoituksen ympäristövaikutuksia ei arvioitu. Näiden oletettiin olevan kummallakin tuoteryhmällä suhteellisen samanlaiset. Tuotteiden loppusijoitustavoista ei ollut käyttökelpoista tietoa löydettävissä.

1.4. Tutkitut ympäristövaikutusluokat

Tutkimuksessa selvitettiin kohteina olevien tuotteiden ja niiden pakkausvaihtoehtojen tuotannosta ja kulutuksesta aiheutuvat kasvihuonekaasu- (hiilijalanjälki), rehevöittävät ja happamoittavat päästöt. Näissä vaikutusluokissa huomioitiin taulukossa 1 esitetyt päästöt. Taulukossa 1 on esitetty myös karakterisointikertoimet, joiden avulla kyseiset päästöt saatiin muunnettua yhteismitallisiksi kunkin vaikutusluokan suhteen. Karakterisointikerroin kuvaa sitä, kuinka suuri vaikutus kyseisellä yhdisteellä on verrattuna ekvivalenttiyhdisteeseen. Rehevöittävässä päästöissä on myös huomioitu päästöjen vaikutus- ja kulkeutumiskertoimet. Ympäristöluokkien ympäristövaikutusten merkittävyyttä suhteessa toisiinsa ei arvioitu. Turkismuokkaamon kemikaalien ekotoksikologisia vaikutuksia arvioitiin kvalitatiivisella tasolla.

Taulukko 1: Tutkimuksessa käytetyt karakterisointi- ja kulkeutumiskertoimet.

	Karakterisointikerroin	Lähde
Ilmastonmuutos	kg CO ₂ -ekv/kg	
- CO ₂	- 1	Solomon ym. 2007
- CH ₄	- 25	
- N ₂ O	- 298	
Rehevöityminen	kg PO ₄ ³⁻ -ekv/kg	
- NH ₃ ilmaan	- 0,04	Seppälä ym. 2004
- NO _x ilmaan	- 0,015	
- N-tot (liukoinen)	- 0,42	
- P-tot (liukoinen)	- 3,06	
Happamoituminen	kg AE-ekv/kg	
- SO ₂	- 0,463	Seppälä 2006
- NH ₃	- 0,535	
- NO _x	- 0,186	
	Vaikutus- ja kulkeutumiskertoimet	Lähde
Rehevöityminen		Seppälä ym. 2004
- N-tot (liukoinen)	- 0,525	
- P-tot (liukoinen)	- 0,3	

1.5. Rehun raaka-aineet

Turkiseläinrehun pääasialliset raaka-aineet ovat teurassivutuotteet (48 %), rehukala ja kalanjalostuksen sivutuotteet (20 %), vilja (14 %), valkuaisrehut (6 %) ja vesi (10 %) (Taulukko 2). Turkiseläin-, minkin- ja ketunrehun analysoidut koostumustiedot ovat taulukossa 2. Pääosa raaka-aineista on kotimaisia, mutta osa kalanjalostuksen sivutuotteista on sein, turskan ja lohien perkauksen sivutuotteista, jotka ovat lähtöisin pääasiassa Norjasta.

Teurassivutuotteiden osalta käytettiin lihantuotantoketjun mallintamiseen Kotitalouksien kulutusvalintojen ympäristövaikutukset ja niistä viestiminen – esimerkkeinä elintarvikkeet ja asuminen, ConsEnv -hankkeessa kerättyjä tietoja lähtien rehun raaka-aineiden tuotannosta alkaen lannoitteiden tuotantoketjusta sisältäen sika- nauta- ja siipikarjatilan sekä teurastamon (HK:n Forssan teurastamo) toiminnot. Tuotantolukuja päivitettiin lannoitetietojen osalta, joista saatiin päivitettyjä tietoja Yara Oy:ltä. Kalkista käytettiin Nordkalk Oy:ltä saatuja tietoja vuodelta 2008. Rehuna käytettävän soijarouheen tiedot saatiin Ecoinvent -tietokannasta sisältäen soijanviljelyn ja soijarouheen tuotannon Brasiliassa. Laskelmissa oli huomioitu myös soijan viljelystä aiheutuvat maankäytön muutokset ja allokoinnit soijarouheen ja soijaöljyn kesken oli tehty taloudellisena allokointina. Vilja- ja rypsi tuotteiden osalta viljelytiedot oli kerätty Pro Agria peltolohko -tietokannasta ja viljelyn polttoaineenkulutustiedot saatiin MTT:n mallista koskien kyntöä, kylvöä ja lannoitusta, kylvömuokkausta, tasausäestystä, puintia ja kuivausta sekä muutamia vähäisempiä viljelytoimenpiteitä. Polttoaineiden päästöt mallinnettiin käyttämällä VTT:n Lipasto-tietokannan TYKO -malleja.

Rehuohran osalta käytettiin edellä mainitussa ConsEnv -hankkeessa käytettyjä tietoja, joihin päivitettiin lannoitteiden tuotantotiedot Yara Oy:ltä saaduilla vuoden 2010 tiedoilla. Silakan kalastuksen polttoaineenkulutuksesta saatiin tiedot Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselta (RKTL) ja kirjolohon tuotannosta saatiin tiedot MTT:n, RKTL:n ja Suomen ympäristökeskuksen (SYKE)

parhaillaan käynnissä olevasta kirjolohen tuotannon elinkaariarviointi-hankkeesta. Turskan kalastuksesta saatiin tiedot norjalaisesta tutkimuksesta (Winther *et al.* 2009).

Taloudelliset allokoinnit rehunraaka-aineina käytettyjen teuras- ja perkuusivutuotteiden välillä perustuivat rehutehtaille tehtyihin kyselyihin niiden maksamista sivutuotehinnoista ja toisaalta päätuotteiden osalta niiden tuottajahintoihin, jotka saatiin MTT:n raportista Suomen maatalous ja maaseutuelinkeinot (Niemi & Ahlstedt 2010).

Taulukko 2. Turkiseläin-, minkin- ja ketunrehun raaka-aineet (kuukausittain käyttömäärien mukaan painotetut keskiarvot)

	Turkiseläinrehu		Ketunrehu	Minkinrehu	Turkiseläinrehu
	Tammi- huhtikuu	Touko- heinäkuu	Elokuu- marraskuu	Elokuu- marraskuu	Joulukuu
Eläinrasvat	0,0	0,6	1,9	0,8	0,0
Happosäilötty kala	0,0	0,3	1,0	0,2	0,2
Höyhenjauho	1,2	1,3	1,4	0,8	1,1
Kalajauho	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0
Kalasisivutuote	15,0	6,9	2,8	5,6	12,7
Kana-broileri teurassivutuote	10,9	13,2	17,1	22,5	12,7
Kasvisrasvat	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0
Kivennäisrehut	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
Lihahöyhenjauho	0,8	1,4	1,9	2,3	1,5
Lihaluujuuho	0,3	0,1	0,8	0,0	0,0
Melassileike	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0
Muut	0,7	0,8	0,5	3,3	0,5
Ohra-vehnä-juurikasmelassit	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0
Selluloosakuitu	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
Silakka	25,6	27,7	6,0	20,4	23,0
Soijavalmisteet	0,2	0,4	0,0	0,3	0,2
Teollisuuskala	1,5	0,5	0,1	1,2	0,5
Teurassivutuotteet, sika-nauta	13,6	16,3	32,4	22,8	19,6
Turkiseläinruhot	0,0	0,3	8,6	0,9	0,0
Valkuaisrehuseokset	3,2	3,2	1,3	1,8	2,5
Verijauho / hemoglobiinipulveri	0,5	0,6	0,2	0,6	0,5
Vilja ja viljatuotteet	13,0	12,7	14,8	9,7	13,3

Taulukko 3. Turkiseläin-, minkin- ja ketunrehun analysoitu koostumus (keskiarvo jaksoittain)

	Turkiseläinrehu		Ketunrehu	Minkinrehu	Turkiseläinrehu
	Tammi- huhtikuu	Touko- heinäkuu	Elokuu- marraskuu	Elokuu- marraskuu	Joulukuu
pH	5,6	5,4	5,4	5,4	5,5
Kuiva-aine, %	34,2	36,2	42,4	39,3	36,0
Tuhka kuiva-aineessa (ka), %	9,3	9,5	9,0	8,3	9,8
Energia näytteessä, kcal/kg	1310	1420	1808	1680	1430
Energia ka:ssa, kcal/kg	3828	3923	4273	4273	3970
Energia näytteessä, MJ/kg	5,5	6,0	7,6	7,0	6,0
Energia ka:ssa, MJ/kg	16,1	16,4	17,9	17,9	16,6
Energiajakauma:					
valkuainen, %	40,5	36,9	25,0	31,0	35,3
rasva, %	39,7	43,8	58,2	52,1	45,8
hiilihydraatti, %	19,9	19,3	16,8	16,9	18,9
Analyysien lukumäärä, kpl	96	95	76	69	20

1.6. Rehusekoittamoiden toiminnot

Turkiseläin-, minkin- ja ketunrehu valmistetaan pääosin tuoreista hapotetuista eläinperäisistä raaka-aineista, rehukalasta sekä viljasta. Puuromainen rehu valmistetaan lähes päivittäin tuotantokaudesta riippuen ja kuljetetaan rehusekoittamoilta turkistiloille. Kyselyistä saatiin vastauksia kunkin rehutehtaan tuotantomääristä eriteltynä minkin-, ketun- ja turkiseläinrehu, raaka-aineiden hintatiedot, sähkö- ja lämpöenergian ja polttoaineiden kulutukset, kiinteät jätteet, talousveden ja jäteveden. Tutkijat kävivät tutustumassa kolmen rehusekoittamon toimintaan

1.7. Turkistilojen toiminnot

Turkistiloilta kysyttäviä tietoja olivat rehunkulutuksen määrä jaoteltuna ketun-, minkin- ja turkiseläinrehuihin, kasvatettujen turkiseläinten määrät, nuorten ja vanhojen siitoseläinten määrät, kuivikkeiden ja talousveden käyttö, polttoaineiden, sähkö- ja lämpöenergian käyttö sekä syntyvien sivutuotteiden eli ruhojen, lannan ja nahkontapurun määrät. Kettutiloista 13 ja minkkitiloista neljällä oli tiloilla oma sähkönkulutusmittari, joiden perusteella laskettiin turkistilojen keskimäärin käyttämän sähkön määrä suhteessa nahkojen tuotantoon.

Rehunkulutuksen osalta tutkimuksessa käytettiin MTT:n tekemien ruokintakokeiden aineistoa, jonka todettiin vastaavaan kyselyssä saatuja aineistoa (Koskinen *et al.* 2010a, 2011abc, Koskinen & Tauson 2010b). Minkkien rehunkulutuksen osalta käytettiin lisäksi minkkituottajalta saatua yksilöruokintadataa tuotanto- ja siitoseläinten osalta. Siitoseläinten määrät suhteessa tuotantoeläimien määrään saatiin ketun osalta kyselystä tarhaajille ja niiden todettiin vastaavan Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto ry:ltä saatuja tietoja. Minkin pentutulokseksi oletettiin 4,5 ja siitosuroksia laskettiin tarvittavan 1 viittä naarasta kohden (STKL ry). Ketun tyypitaseen määrittämiseen käytettiin asiantuntijalausuntoa (Nousiainen 2011) sekä tutkimustuloksia siniketun energia-aineenvaihduntatutkimuksesta (Koskinen & Tauson 2010b). Minkin tyypitaseen määrittämiseen käytettiin SYKE:n ammoniakkimallin lukuja (Grönroos *et al.* 2009). Lannan osalta käsitellyn lannan typpi- ja fosforipitoisuuksista käytettiin asiantuntijalausuntoja (Kapuinen 2011, Pölönen 2011) sekä MTT:n kenttäkokeesta saatuja lannan analysoituja koostumustuloksia ruokittaessa eläimiä ketun- tai minkinrehulla (Koskinen *et al.* 2005). Laskelmissa käytettiin Maa- ja metsätalousministeriön rakentamismääräysten ja ohjeiden mukaista kuivalannan tuottoa: minkki 0,25 m³ ja kettu 0,5 m³

lantaa/vuosi/siitosnaaras (MMM RMO, liite12). ja luvut tarkistettiin MTT:n suorittamista ravitsemustutkimuksista. Turkiseläinten ruoansulatuksen metaanipäästöjen lähteenä käytettiin tanskalaisista kokeista saatuja lukuja ketun ja minkin ruoansulatuksen metaanipäästöille (asiantuntijalausunto Tauson & Ali 2011). Päästöt olivat vähäiset, koska turkiseläinten – etenkin minkkien- hiilihydraattien hyväksikäyttökyky on alhainen. Lannan käsittelyn ammoniakkipäästöjen laskennassa käytetty lähde oli Grönroos *et al.* (2009). julkaisuun pohjautuva päivitetty ammoniakkimalli. Lannan käsittelyssä vapautuva typpioksiduuli laskettiin (1997) ja (2000):n ohjeiden mukaan ja ammoniakkipäästöistä aiheutuvat epäsuorat typpioksiduulipäästöt mallinettiin IPCC (1997) ja IPCC(2000):n ohjeiden mukaan.

Taulukko 4. Ketun ja minkin kasvatuksen parametreja

	Kettu	Minkki
Ammoniakkipäästöt kgNH ₃ /nahka	0,915	0,398
Typpioksiduulipäästöt, kg N ₂ O/nahka	0,106	0,046
Metaanipäästöt, kg/nahka	0,13	0,13
Ketunrehunkulutus, kg/nahka	116	
Minkinrehunkulutus, kg/nahka		31
Turkiseläinrehunkulutus, kg/nahka	34	17
Sähköenergian kulutus, kWh/nahka	10	2,8
Polttoaineen kulutus, MJ/nahka	33	6,6
Lannan määrä, m ³ /siitoseläin	0,5	0,25
Siitoseläinten määrä kpl/nahka	0,29	0,27

1.8. Kettujen nahkonta turkistiloilla

Kettujen osalta nahkonta tapahtuu pääasiassa tiloilla, josta saatiin kyselyn kautta tietoja 14 tilalla tapahtuvasta nahkonnasta. Minkkien nahkonnasta osalta tutkimuksessa käytettävä aineisto saatiin nahkontaa suorittavalta Furfix Oy-yritykseltä. Vuosittain Furfix Oy:ssä nahkotaan 785 000 minkkiä. Laskelmissa käytetyt tiedot käsittivät sähkön, kaukolämmön ja polttoaineiden kulutuksen sekä nahkontapurujen käytön.

Nahkonnassa käytettävä puru on pääasiassa mäntyä, myös pyökkiä käytetään pienemmässä mittakaavassa. Nahkonnassa ja nahkojen rumpukäsittelyssä käytettävän nahkontapurun määrä on keskimäärin 2,5 l käsiteltyä ketunnahkaa ja 1,0 l käsiteltyä minkinnahkaa kohden. Tila-aineistokyselyn mukaan nahkontapurua käytettiin 0,84 kg ketunnahkaa kohden. Vastaavasti nahkontapurun menekki oli 0,27 kg minkinnahkaa kohden. Nylky- ja kaavintavaiheessa käytettävä puru toimitetaan muun nahoitusjätteen mukana laitokselle, jolla on lupa vastaanottaa ja käsitellä kyseistä jätettä. Rummutuksen yhteydessä käytettävä kevytrasvainen puru hyödynnetään tilan omassa energiantuotannossa tai toimitetaan poltettavaksi lämpölaitokseen.

1.9. Minkkien nahkontaprosessi Furfix Oy:ssä

Tiloilta suoraan käsittelylaitokselle toimitettavat eläimerät vastaanotetaan rullakoissa. Eläimet lopetetaan tiloilla. Eläimiä käsitellään laitokseen siirrettäessä kokonaisina. Siirtokuljetuksen sekä

lajittelun yhteydessä ei siten muodostu eläinperäistä jättemateriaalia. Nahkottavien minkkien käsittely tapahtuu modernin pitkälle koneistetun tuotantolinjan avulla. Työvaiheet käyvät ilmi nahoituskeskuksen prosessikaaviosta (liite 6). Nahkottavien minkkien nylkemistä, kaavintaa ja rummutusta varten laitoksella on kaksi erillistä tuotantolinjaa alkukäsittelyvyöhykkeellä. Puhdistusrummutuksen jälkeen nahat siirretään alipaineen avulla loppukäsittelyvyöhykkeelle, jossa tapahtuu niiden taanoitus, kuivatus, taanojen poisto, kampaaminen, merkintä ja pakkaaminen. Laitoksella syntyvän eläinperäiset prosessijakeet jakautuvat kolmeen ryhmään – turkiseläinten ruhot, nahoista mekaanisesti erotettava kaapimarasva sekä nahat.

Nahkottavien minkkien keskimääräinen elopaino on uroksilla n. 2.9 kg ja naarailta n. 1.6 kg. Eläinperäisen aineksen yksikkömäärä sekä jakauma on esitetty taulukossa 5. Laitoksella syntyvät minkinruhot toimitetaan hävitettäväksi destruktiolaitokseen Honkajoki Oy:lle tai Findest Protein Oy:lle. Laitoksella syntyvän rasvan luovutus tapahtuu laitokselta suoraan vastaanottajan ajoneuvoon. Käsiteltyjen nahkojen toimitus tapahtuu keskitetyin siirtokuljetuksin vastaanottajan varastoon.

Taulukko 5. Furfix Oy:ssä suoritettujen nahkonnan yhteydessä syntyvän eläinperäisen aineksen jakeiden paino g/uros- ja naarasminkki.

JAE	UROS	NAARAS
Nyljetty ruho, g	2 408	1 323
Kaapimarasva, g	250	140
Eläinjäte yhteensä, g	2 658	1 463
Nahka, kuivaamaton, g	250	140
YHTEENSÄ, g	2 908	1 603

1.10. Turkishuutokauppa

Turkishuutokauppa Suomessa tapahtuu Turkistuottajat Oyj:n tiloissa Fur Centerissä Vantaalla. Tutkimukseen saadut tiedot käsittivät tuotantotilan vuoden 2009 sähkön, kaukolämmön ja käyttöveden kulutukset.

1.11. Turkismuokkaamo

1.11.1. Turkismuokkaamon toiminnot

Panfur 2000 Oy muokkaa ja värjää turkisinahat uusinta teknologiaa hyväksi käyttäen. Panfur 2000 Oy:lle on myönnetty ISO 9001:2008 ja ISO 14001:2004 laatu- ja ympäristösertifikaatit. Turkisinahat saapuvat muokkaamoon kuivattuna, nipuissa tai laatikoissa. Nahat lasketaan, laatutarkistetaan ja leimataan asiakkaittain. Nahat ovat jäljitettävissä asiakkaittain koko prosessin ajan. Yhden muokkuserän koko on n. 200–250 nahkaa. Prosessin oleellimmat työvaiheet ovat ammevaiheet, kuivaus, rummutusvaiheet ja viimeistelyt. Muokkaus on pitkälti käsityötä koska jokainen nahka on yksilöllinen ja siten erilainen. Prosessissa käytetään runsaasti vettä, joista osa lämmitetään. Myös nahkojen kuivaukseen kuluu energiaa. Perusmuokatunketun muokkaus aika on n 10 päivää ja värjätyt n 12 päivää. Nahat lähetetään asiakkaan määräämään osoitteeseen.

Turkismuokkaamo Panfur 2000 Oy käsitteli 100 000 ketun ja 14 000 minkin nahkaa vuonna 2009. Tuotantotiedot käsittelivät tuotteiden kokonaismäärän lisäksi sähköenergian, käytetyt polttoaineet, pakkaukset, kiinteät jätteet, jätevedet sekä arvion prosessin NO_x- ja CO₂- päästöistä.

1.11.2. Kemikaalit

Kemikaalit luokitellaan erittäin myrkyllisiksi, myrkyllisiksi tai haitallisiksi käyttäen LD₅₀ – ja LC₅₀ – arvoja:

Kemikaali on erittäin myrkyllinen, jos sen

LD₅₀ -arvo on nieltynä (rotilla) on alle 25 mg/kg

LD₅₀ -arvo on ihon kautta (rotilla tai kaniineilla) alle 50 mg/kg

Kemikaali on myrkyllinen, jos sen

LD₅₀ -arvo nieltynä on 25–200 mg/kg

LD₅₀ -arvo ihon kautta 50–400 mg/kg

Kemikaali on haitallinen, jos sen

LD₅₀ -arvo nieltynä on 200–2000 mg/kg

LD₅₀ -arvo ihon kautta 400–2000 mg/kg

Kemikaali on erittäin myrkyllinen, jos sen LC₅₀ -arvo hengitettynä (rotilla) on alle 0,25 mg/L

Kemikaali on myrkyllinen, jos sen LC₅₀ -arvo hengitettynä on 0,25–1 mg/L

Kemikaali on haitallinen, jos sen LC₅₀ -arvo hengitettynä on 1–5 mg/L

1.12. Ompelimo

Koska Suomen turkistuotannossa yli 99 % nahkoista viedään ulkomaille, tutkimuksessa oli perusteltua kerätä ompelimoista tietoja ulkomailta.. Tässä tutkimuksessa käytettiin tapausesimerkkinä Kreikan Kastoriassa sijaitsevaa ompelimoa, jonka valmistusmäärä vuonna 2009 oli 20000 turkistuotetta. Vastauksena kyselyyn saatiin kyseisen ompelimon tuotantomäärät jaoteltuna eri turkiseläimistä saatujen tuotteiden kesken, tieto siitä, kuinka paljon nahkoja tarvittiin yhden tuotteen tuottamiseen, laitoksen kokonaissähköenergian ja polttoaineiden kulutukset, talousveden kulutus sekä jätteiden ja jäteveden määrä.

1.13. Kuljetukset

Liha- ja siipikarja- sekä kalatuotteiden kuljetustiedot saatiin MTT:n tutkimuksista (Consenv, Kirjolohen elinkaariarvion päivittäminen). Kuljetuksista rehukeittiöille käytettiin kahden rehukeittiön ilmoittamia kuljetusmatkoja sekä yhden rehukeittiön ilmoittamia absoluuttisia kuljetusten polttoainemääriä suhteessa kuljetettujen raaka-aineiden määrään.

Rehun kuljetusmatkoista saatiin kahdelta rehusekoittamolta arvio vuosittaisesta kuljetetun määrästä ja siihen käytetyistä ajokilometreistä. Nahkojen kuljetusmatkat Fur Centeriin, Fur Centeristä turkismuokkaamoon ja turkismuokkaamosta Kreikkaan mallinnettiin Google Mapsin avulla ja päästöt mallinnettiin VTT:n Lipasto-tietokannan tiedoilla. Maantiekuljetukset oletettiin tapahtuvan kapasiteetiltaan 40 tonnin perävaunurekoilla.

1.14. Sähköenergian ja lämmöntuotanto sekä polttoaineet

Sähköenergian osalta käytettiin turkistilojen osalta Suomen keskimääräisen tuotannon tietoja. Rehusekoittamoiden, Furfix Oy:n nahkontaprosessin ja turkishuutokaupan osalta käytettiin sähköä toimittavien yhtiöiden päästökertoimia vuodelta 2009 ja turkismuokkaamon osalta Suomen keskimääräisiä päästökertoimia, koska sähkön toimittaja vaihteli. Ompelimon osalta käytettiin Kreikan keskimääräisen sähköntuotannon päästökertoimia. Lämpöenergian osalta käytettiin voimalakohtaisia päästökertoimia. Bensiinin, dieselin, polttoöljyjen ja nestekaasun tuotantoketjun

päästöt saatiin Nesteen ekotasetiedotteesta (2002) ja muiden energianlähteiden MTT:n aineistoa koskien Mittatikka-projektia (2004).

1.15. Vaihtoehtotuotteet

1.15.1. Puuvilla/polyesteritakki

Laskelmissa käytetyt puuvillan inventaariotiedot ovat Ecoinvent -tietokannasta (vuoden 2009 versio). Polyesterille ilmastomuutoksen tiedot saatiin kirjallisuudesta (Kalliala & Nousiainen 1999). Rehevöitymiseen ei löytynyt tietoja polyesterin osalta, joten ne on arvioitu puuvillan tietojen perusteella. (Kokonaisuudessaan rehevöittämisarvot ovat näillä tuotteilla niin pienet, ettei niillä ole mitään käytännön merkitystä.) Mallintamisessa huomioitiin molempien raaka-aineiden tuotanto, niiden muokkaaminen langaksi ja edelleen valmistaminen kankaaksi sekä takin valmistus. Takin painoksi arvioitiin 1 kg. Raaka-aineen hävikiksi koko ketjussa on arvioitu 15 %.

Kallialan ja Nousiainen (1999) artikkelissaan esittämät polyesterin tuotannon tiedot perustuvat useisiin eri tausta-artikkeleihin sekä Suomen tekstiiliteollisuuden tuotantoprosessien tilastoihin. Kankaan valmistamisen tiedot on arvioitu Steinberg *et al.* (2009) artikkelista.

1.15.2. Akryyli- ja akryyli/puuvillatakit

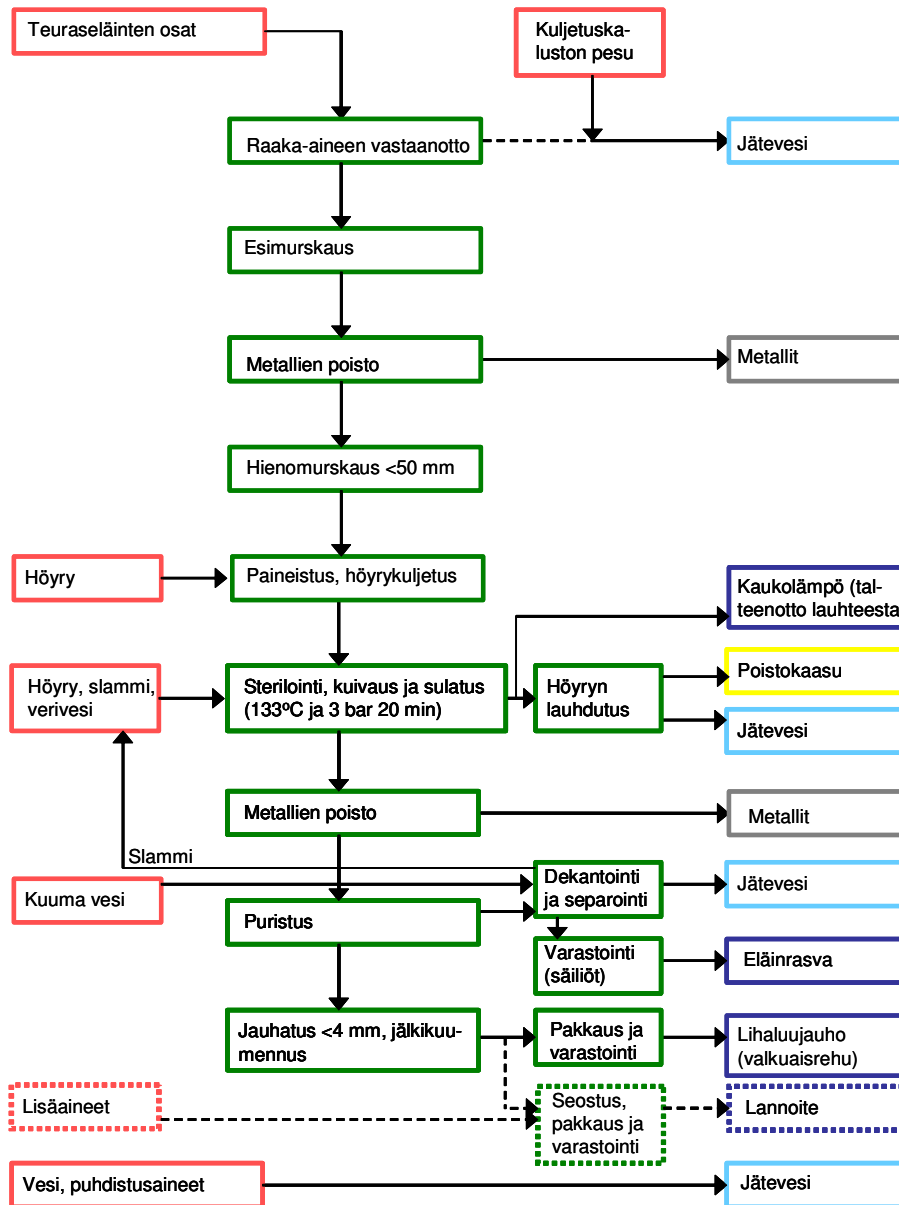
Tiedot akryyliä ja puuvillaa (65 % akryyliä, 7 % modakryyliä ja 28 % puuvillaa) sekä 100 % akryyliä sisältävälle tekoturkille saatiin hollantilaisesta Groeningen yliopistossa tehdystä opinnäytetyöstä (van Dijk 2002). Akryyliä ja puuvillaa sisältävä turkki painoi 0.693 kg per m² ja pelkästään akryyliä sisältävä turkki 0.714 kg per m². Molemmille tekoturkeille laskettiin tiedot sekä 2 m²:lle että 2,7 kg:lle, koska tässä hankkeessa varsinaisena tuotteena oleva kettuturkki oli 2 m² ja painoi 2,7 kg.

Mahdollisia eroja tuotteiden erilaisissa lämpöeristysarvoissa ei huomioitu. Mallintaminen tehtiin KCL-eco -elinkaariarviointimallinnusohjelmalla. Inventaariokertoimet olivat samat kuin varsinaisten tuotteiden laskennassa.

1.16. Vertailu Honkajoki Oy:n renderöintilaitokseen

Honkajoki Oy:n renderöintilaitoksella käsiteltiin vuonna 2009 teollisuudesta peräisin olevia eläinperäisiä 1., 2. ja 3. luokan sivutuotteita 89 000 tonnia. Luokan 2. ja 3. sivutuotteet jalostetaan valkuaisrehuksi, eläinrasvaksi, lannoitteeksi ja energiaksi. Luokan 1 sivutuotteet käsitellään polttokelpoiseen muotoon. Sivutuotteita toimittavat Suomen suurimmat teurastamot. Käsittely kuluttaa energiaa, josta suurin osa syntyy raaka-aineen kuivauksen ja painesteriloinnin aikana. Raaka-aineista kuivattaessa höyrystyvä vesi lauhdutetaan putkilämmönsiirtimissä, joissa tuotetaan kaukolämpöä laitoksen lähellä sijaitseville kasvitarhoille.

Lopputuotteina saadaan lihaluujauhoa ja rasvoja, joiden energia-arvo on suurempi kuin renderöintilaitoksen kuluttama energia. Vuonna 2009 tämä erotus oli 1,993 MWh käsiteltäviä sivutuotetonna kohti. Liha-luujauhoista valmistetaan myös lannoitteita. Laitoksen prosessien sijoittuminen tehdasalueella on esitetty kuvassa 4.



Kuva 5. Lihaluujauholinjan prosessikaavio (Honkajoki Oy, 2009).

Sulattimissa sivutuotteista vapautuva prosessihöyry johdetaan ilmalauhduttimeen. Sulanut massa johdetaan magneettisen metallinerotuksen jälkeen puristukseen, jossa eläinrasva ja kuiva-aine (lihaluujauhossa) erotetaan toisistaan. Rasva puhdistetaan dekantoinnalla ja separoinnalla, minkä jälkeen se varastoidaan säiliöissä myyntiin saakka. Lihaluujauhossa jauhetaan mekaanisesti alle 4 mm palakokoon, kuumennetaan, pakataan suursäkkeihin ja varastoidaan. Lihaluujauho toimitetaan sellaisenaan valkuaisrehuksi turkiseläimille tai lannoitteeksi pelloille. Lihaluujauhon prosessikaavio esitetään kuvassa 5.

Osa prosessihöyryjen sisältämästä energiasta voidaan ilmalauhdutuksen sijasta muuntaa lämmönvaihtimien avulla kaukolämmöksi. Kaukolämpöä on toimitettu vieressä sijaitseville kasviuoneyrittäjille ympäri vuoden, eniten kylminä vuodenaikoina.

Ilmalauhduttimelta tuleva prosessilauhde johdetaan laitoksen omalle jätevedenpuhdistamolle. Myös hallitilojen ja laitteiden pesuvedet johdetaan jätevedenpuhdistamolle.

1.16.2. Energiantuotanto

Laitoksen prosesseissa tarvitaan merkittävä määrä energiaa. Kokonaisenergiankulutus on noin 60 000 MWh/a. Vatajankosken Sähkö Oy on toteuttanut vuonna 2007 energialaitoksen Honkajoki Oy:n läheisyyteen Kirkkokallion teollisuusalueelle. Höyryntuotantolaitos käyttää pelkästään kotimaista polttoainetta, pääasiassa maakunnan omaa turvetta. Kattilalaitoksen suurin teho on 15 MW. Laitos on Honkajoki Oy:n pääasiallinen energianlähde. Laitoksella on myös oma kattilalaitos, jossa on kolme nimellisteholtaan 3,5 MW:n ja polttoaineteholtaan 4,0 MW:n tulitorvi-tuliputki höyrykattilaa. Kattiloiden käyttöalue on 1 – 3,5 MW. Polttoaineena voidaan käyttää raskasta polttoöljyä ja omassa tuotantoprosessissa TSE -linjalla syntyvää eläinrasvaa. Oma kattilalaitos toimii varavoimalaitoksena.

1.16.3. Jäteveden käsittely

Renderöintilaitoksen prosessissa muodostuvat höyryt lauhdutetaan hajupäästöjen vähentämiseksi ja lauhtunut osa (prosessilauhteet) johdetaan käsiteltäväksi jätevedenpuhdistamoon. Jätevedenpuhdistamolle johdetaan myös kuljetuskaluston, prosessilaitteistojen ja hallitilojen pesuista muodostuvat jätevedet. Jätevesiä syntyy toiminnasta tällä hetkellä noin 1,2 m³ käsiteltävää raaka-ainetonnin kohden. Vuonna 2007 raaka-aineita käsiteltiin seuraavasti: TSE -aines 27 651 tn ja 2 luokan aines 33 266 tn ja jätevetä syntyi 72 000m³. Renderöintilaitoksen jätevedet on flotaatioyksikössä esikäsiteltyinä johdettu aiemmin kunnan jätevedenpuhdistamoon. Yhtiön uusi kemiallis-biologinen jätevedenpuhdistamo on rakennettu ja otettu käyttöön vuonna 2005.

Tässä tutkimuksessa laskettiin skenaario tilanteelle, jossa kaikki 230 000 tonnia eläinperäisiä sivutuotteita (teurasjätteet ja kuolleet eläimet) käsiteltäisiin Honkajoella. Rasvojen ja lihaluujauhon taloudellinen arvo huomioitiin Honkajoki Oy:ltä saaduissa laskelmissa (Valkosalo 2011), mutta hyvityksiä tuotetusta energiasta ja ympäristökuormitukset suhteutettiin tähän taloudelliseen arvoon. Hyvityksiä lihaluujauhon ja rasvan energia- ja ravinnesisällöstä ei huomioitu, koska hyvitykset oli jo huomioitu kertaalleen taloudellisen arvon muodossa. Huomioitavaa kuitenkin on, että kun lasketaan rasvojen ja lihaluujauhon energia-arvo, tuottaa Honkajoen prosessi tällöin enemmän energiaa kuin kuluttaa.

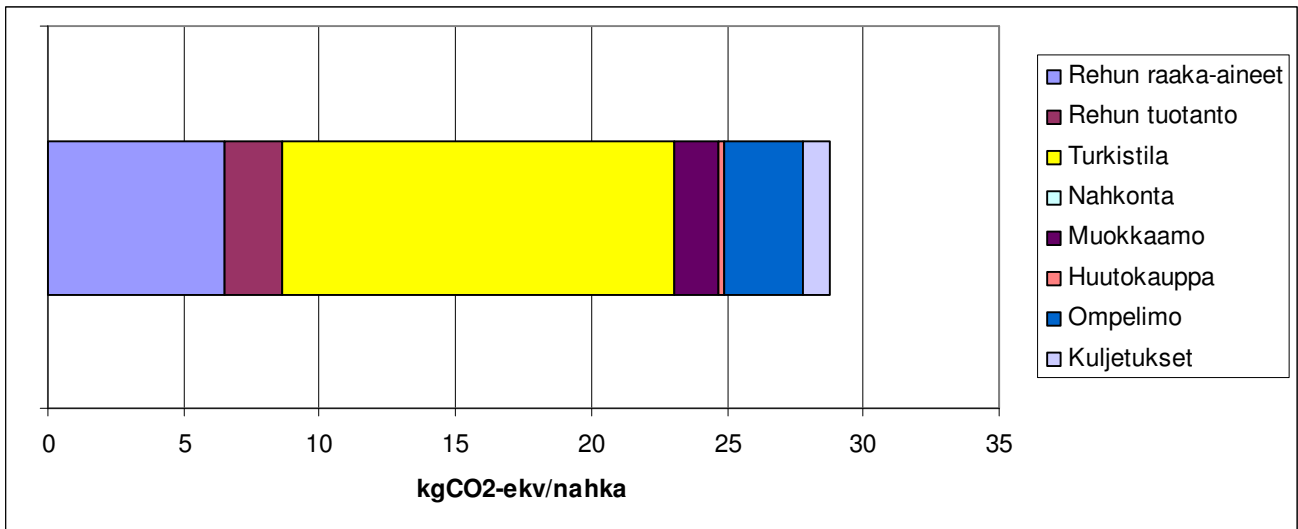
2. Tulokset

Tuloksena kuvataan yhden minkin ja ketun asusteeseen ommellun nahan koko elinkaaren ympäristövaikutukset kolmen vaikutuskategorian: kasvihuonekaasujen/hiilijalanjäljen, rehevöittävien päästöjen/ravinnevaikutuksen ja happamoittavien päästöjen /happamoitumispotentiaalin osalta. Lisäksi tarkastellaan toksisia ja ekotoksisia kuormituksia. Resurssien käytön osalta tarkastellaan tärkeimmän rehuraaka-aineen vaihtoehtoista hyödyntämistä ja vaihtoehtoisten hyödyntämisten ympäristövaikutuksia suhteessa kunkin materiaalivaihtoehdon avulla tuotetun tuotteen arvoon. Lopuksi tuotetun minkin- ja ketunnahan ympäristövaikutuksia verrataan muun kulutuksen ympäristövaikutuksiin ja turkispukineen ympäristövaikutuksia vaihtoehtoisten pukineiden ympäristövaikutuksiin.

2.1. Minkinnahka

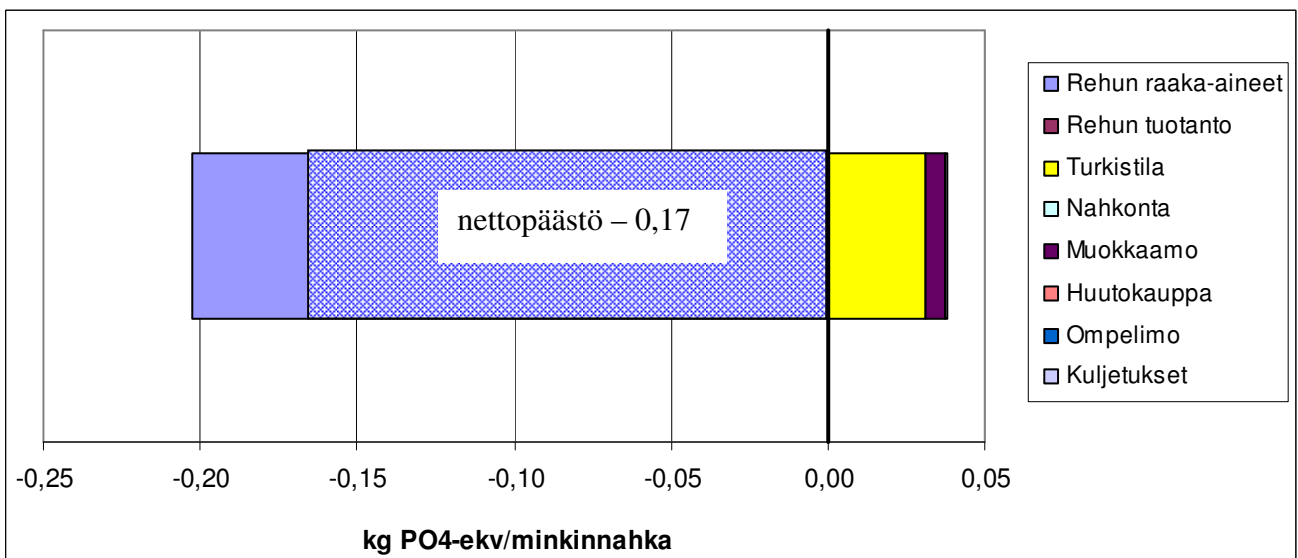
Tuotetun minkinnahan hiilijalanjäljeksi muodostui tässä tutkimuksessa 28 kg CO₂-ekv/nahka (Kuva 6). Turkistarhan osuus tuotteen kokonaishiilijalanjäljestä oli 51 % ja suurin yksittäinen tekijä oli lannan käsittelyn N₂O-päästöt, joiden osuus yksinään oli 47 % minkinnahan kokonaishiilijalanjäljestä. Rehun raaka-aineiden tuotannon osuus oli 23 % minkinnahan kokonaishiilijalanjäljestä ja siitä ohran osuus oli noin 44 %. Rehunvalmistuksen osuus oli 7 %, muokkaamon 6 %, ompelimon 10 % ja kuljetusten 3 % tuotteen kokonaishiilijalanjäljestä. VTT:n Lipasto-tietokannan mukaan minkinnahan hiilijalanjälki vastaisi noin 170 kilometrin ajoa henkilöautolla ja 17 keskimääräistä lounaslautasta.

Keskimääräinen suomalaisen päivittäinen kasvihuonekaasupäästö on 27,4 kg CO₂-ekv/päivä, eli samaa suuruusluokkaa kuin yhden minkinnahan hiilijalanjälki.



Kuva 6. Minkinnahan tuotantoketjun kasvihuonekaasupäästöt.

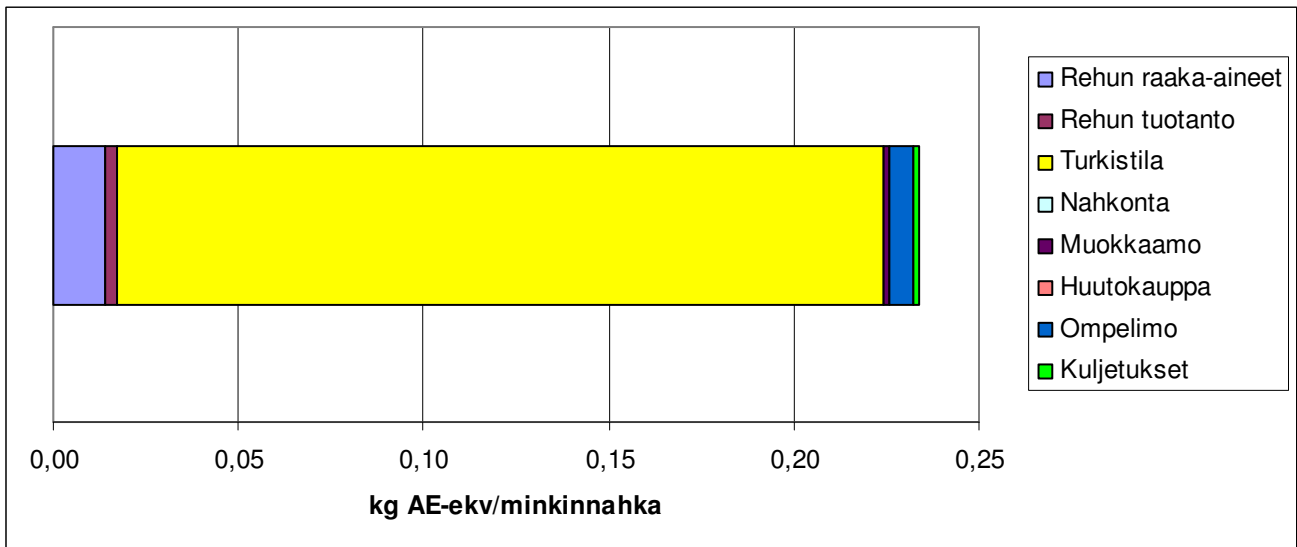
Minkinrehussa kasvatetun silakan kalastaminen poistaa ravinteita Itämerestä paljon enemmän kuin muun tuotantoketjun rehevöittävät päästöt ovat. Minkinnahan tuotantoketjun rehevöittäviksi päästöiksi saatiin yhteensä -0,17 kg PO₄³⁻-ekvivalenttia/nahka (Kuva 7), jolla pystytään näin ollen kompensoimaan 57 keskimääräisen lounasaterian rehevöittävät päästöt. Suomalaisen henkilön keskimääräinen rehevöittävä päästö on 0,0097 kg PO₄³⁻-ekvivalenttia/päivä, eli 6 % siitä määrästä, mitä minkinnahan tuotantoketjun aikana saadaan talteen. Minkkien ruokinnassa käytettyä kalastetun silakan mukana poistuu ravinteita viisinkertainen määrä suhteessa minkinnahan elinkaaren muihin ravinnepäästöihin. Ravinteita saadaan siis talteen 0,2 kg PO₄³⁻-ekvivalenttia/minkinnahka.



Kuva 7. Minkinnahan tuotantoketjun rehevöittävät päästöt.

Minkinnahan happamoittaviksi päästöiksi saatiin tässä tutkimuksessa 0,23 AE-ekvivalenttia/nahka (Kuva 8). Turkistilan osuus happamoittavista päästöistä on 91 %, mikä johtuu sonnasta ja virtsasta haihtuvasta ammoniakista. Rehun raaka-aineiden osuus on 5 % ja ompelimon 3 %. Yhden

minkinnahan tuotantoketjun happamoittavat päästöt vastaavat 225 keskimääräisen lounaslautasen happamoittavia päästöjä.



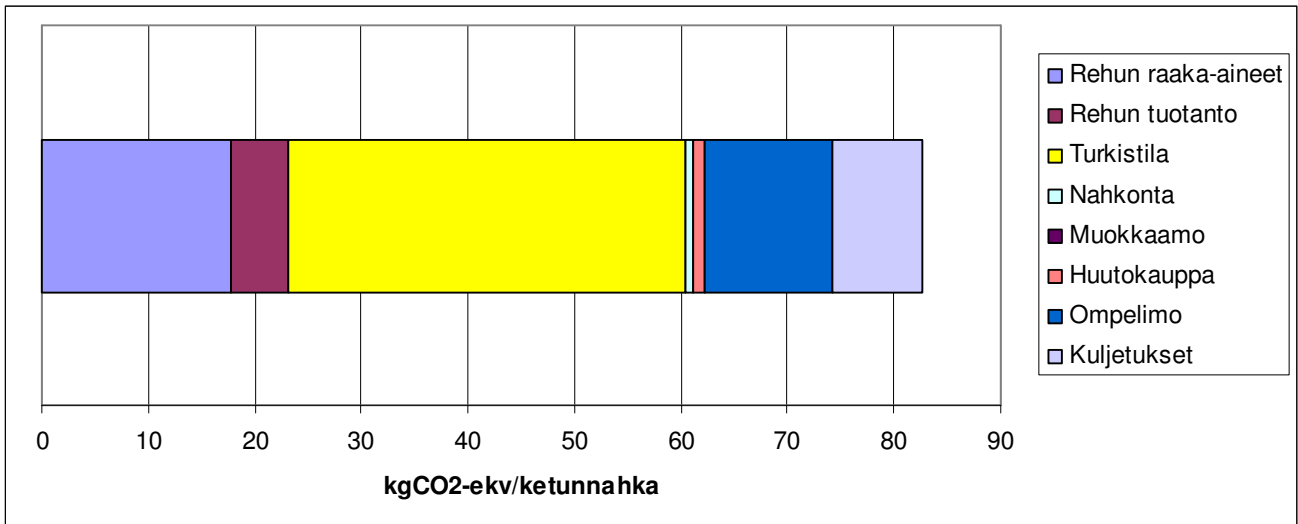
Kuva 8. Minkinnahan tuotantoketjun happamoittavat päästöt.

2.2. Ketunnahka

Ketunnahan hiilijalanjäljeksi saatiin tässä tutkimuksessa 83 kg CO₂-ekvivalenttia/nahka (Kuva 9). Ero minkinnahkaan on suhteessa pienempi, kuin ketunnahan massa suhteessa minkinnahan painoon. Tämä johtuu siitä, että ketun ruokinnassa tarvitaan vähemmän rehua kuin minkin ruokinnassa suhteessa eläimistä saatavien nahkojen painoon. Vastaavasti suhteelliset päästöt liittyen lannan käsittelyssä haihtuvaan typpioksiduuliin ovat ketulla pienemmät, koska lantaa syntyy suhteessa vähemmän.

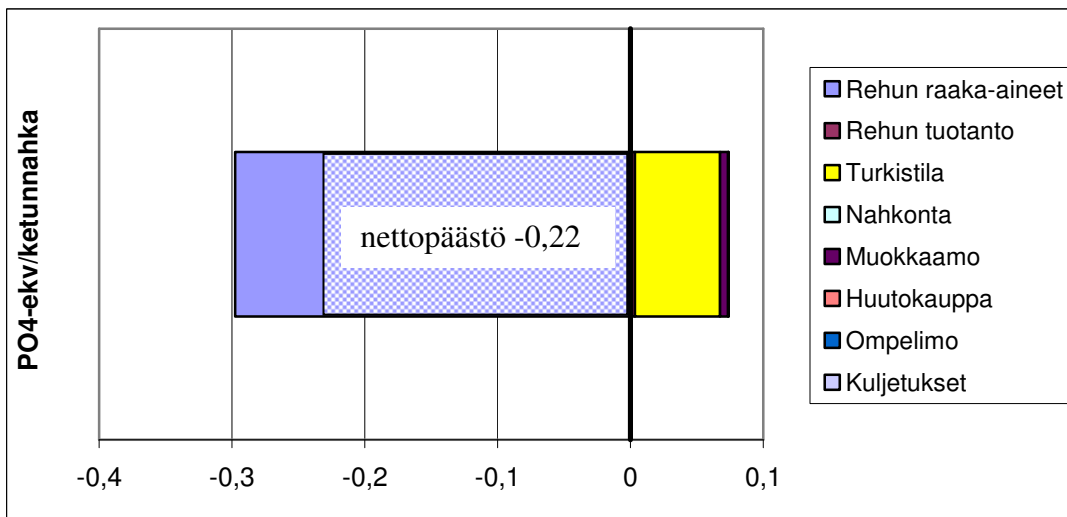
Myös ketunnahan tuotantoketjussa suhteellisesti suurin osuus kasvihuonekaasupäästöistä, 45 %, tulee toiminnoista turkistarhoilla, Lannan käsittelyssä vapautuvan typpioksiduulin osuus ketunnahan kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä on yksinään 37 %. Rehun raaka-aineiden osuus on 21 %, josta rehuohran osuus on 42 %. Rehunvalmistuksen osuus oli 6 %, nahkonnan 1 %, muokkaamon 6 %, huutokaupan 1 %, ompelimon 15 % ja kuljetusten 4 % ketunnahan kokonaishiilijalanjäljestä.

Yhden ketunnahan hiilijalanjälki vastaa 452 kilometrin autolla ajon kasvihuonekaasupäästöjä Lipasto-tietokannan mukaan. Yhden ketunnahan tuottaminen vastaa 45 keskimääräisen lounaslautasen kasvihuonekaasupäästöjä.



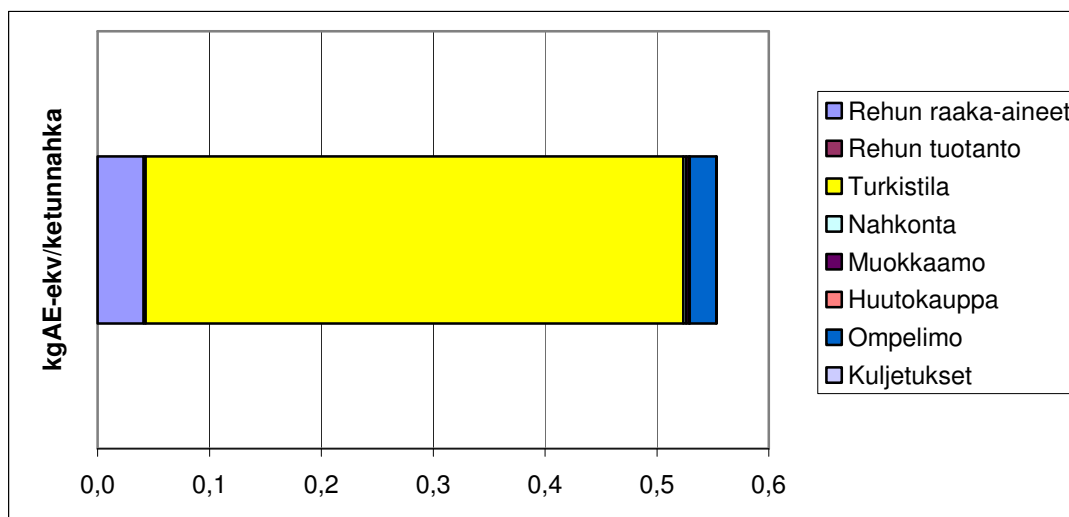
Kuva 9. Ketunnahan tuotantoketjun kasvihuonekaasupäästöt

Ketunnahan tuotantoketjun rehevöittävät päästöt ovat myös negatiiviset, tässä tapauksessa $-0,22 \text{ kg PO}_4^{3-}$ ekvivalenttia/nahka (Kuva 10). Ketun rehuna käytettävän silakan mukana poistuu merestä yli neljä kertaa suurempi määrä ravinteita, kuin mitä muista turkiseläinten kasvatuksen elinkaaren vaiheista päätyy vesistöön. Ketun osalta ravinteiden poistuma Itämerestä on pienempi suhteessa nahan painoon kuin minkinnahalla, koska kettu tarvitsee suhteessa painoonsa vähemmän rehua kuin minkki ja koska ketunrehu sisältää vähemmän silakkaa kuin minkinrehu. Yhden ketunnahan tuottamisen rehevöittävät päästöt vastaavat 78 keskimääräisen lounaslautasen rehevöittäviä päästöjä.



Kuva 10. Ketunnahan tuotantoketjun rehevöittävät päästöt.

Ketunnahan tuotantoketjun happamoittavat päästöt olivat $0,55 \text{ kg AE}$ -ekvivalenttia/nahka (Kuva 11). Turkistilan osuus näistä päästöistä oli 87 %, mistä lähes kaikki olivat peräisin lannasta haihtuvasta ammoniakista. Rehun raaka-aineiden osuus oli 7,5 % ja ompelimon 4 %.



Kuva 11. Ketunnahan tuotantoketjun happamoittavat päästöt

2.3. Toksiset ja ekotoksiset kuormitukset

Nahkojen käsittelyssä käytettiin vuonna 2009 yhteensä 13585 litraa nestemäisiä ja 144550 kg kiinteitä kemikaaleja. Kiinteistä aineista merisuolan osuus oli lähes 80 %. Vuonna 2009 käytettiin nahkontapurua 9120 kg nahkojen rumpukäsittelyyn.

Kemikaaleista kaksi (Novaltan AL ja Supralan 80) on luokiteltu haitalliseksi (LD50 -arvo 200–2000 mg/kg) ja näiden osuus kaikista kemikaaleista on 3 %, ja kuusi (Atean LPW, Gelon EDS, Gelon LHS, Supralan 67, Tergolix CA lig, Softynol CPX ja perkloorietyleeni) on luokiteltu myrkylliseksi tai haitalliseksi vesieliöille (LC50 -arvo 1-5 mg/l) ja niiden osuus on noin 9 % käytettyjen aineiden volyyymistä. Käyttöturvallisuustiedotteissa on kuitenkin näistä kemikaaleista annettu ohjeet, miten kemikaaleista syntyvien jätteiden käsittely on tehtävä. Oikein käsiteltynä niistä ei synny ympäristölle vaaraa

Taulukko 6. Turkismuokkaamolla käytetyt kemikaalit.

	Käyttö	Myrkyllisyys	Kalat	Vesikirput	Levä	Ekotoksisuus
		LD ₅₀ mg/kg	LC ₅₀ mg/l	EC ₅₀ mg/l	EC ₁₀ mg/l	
Merisuola	116900 kg	> 2000	< 7500 4,99 (96 h)			EC ₅₀ 2430 mg/l 5vrk
Perkloorietyleeni	9900 kg	2626		8,5 (48 h)		
Novaltán AL	5000 kg	2000		5 (48h)		
Natriumasetaatti NaAc	4300 kg	*ks alhaalta	5000 (24 h)	>10000 (40 h)		EC ₅₀ mg/l bakteerit 7200 (18 h), 22500 (15 min)
Alumiinisulfaatti	4200 kg	6207	644 ei vaarallinen	269	103	
Natriumbikarbonaatti NaBi	2000 kg	*ks alhaalta				
Arostit BLN (Blankit IN)	1300 kg					
Feliderm BATE AB	650 kg	> 2000	-			
Leucophor PAT	300 kg	>5000	75			
Novaltán PF	2200 l					
Eskatan GLS (Pellan GLS)	2000 l	> 2000 rotta	100-500			EC ₁₀ 10000 mg/l 5vrk bakteerit
Muurahaishappo	1298 l	1210-1830	7,4 (4h)	46-100 (96 h)	34,2 (48 h)	26,9 (72h)
Foryl EDS (Gelon EDS)	1000 l	> 2000		> 1		> 10
Eskatan FSN (Pellan FSN)	1000 l					
Eskatan GLH (Pellan GLH)	1000 l	> 2000	265			EC ₁₀ mg/l bakteerit > 10 000
Peramit LPW (Atesan LPW)	1000 l	> 2000	> 1		4,5	EC ₁₀ mg/l bakteerit > 10
Supralan 67	1000 l	> 2000	> 1			
Foryl LHC (Gelon LHC)	950 l	> 2000	> 1	3,5	>10	
Tergolix CA	840 l	> 3500	2 (96 h)			LC ₅₀ mg/l bakteerit 120 mg/l (3 h)
Softymol CPX	580 l		> 1		>10	
(antistatikum)						
Formaliini	414 l	*ks alhaalta				
Supralan 80	300 l	> 200	BC ₅₀ > 1mg/l			
Celliton Violet 6 B	2,37 l	> 2840				
Dermol Fom	0,9 l	> 5000				

2.4. Vaihtoehtoiset: kulutus, tuotteet ja vaihtoehtoinen raaka-aineiden hyödyntäminen

2.4.1. Vertailu muuhun kulutuksen ympäristövaikutuksiin

Ketun ja minkinnahan ympäristöpäästöjä on vertailtu erilaisiin kuluttajille tavanomaisiin ympäristöpäästöihin taulukossa 5. Yhden asusteeseen liitetyn minkinnahan tuotannon ilmastovaikutus vastaa noin yhden päivän kuluttajakohtaista ilmastovaikutusta Suomessa ja noin 150 km henkilöautolla ajon päästöä sekä vajaan 20 keskimääräisen lounasaterian ilmastokuormitusta. Yhden asusteeseen liitetyn ketunnahan ilmastovaikutus on edellisiin nähden noin kolminkertainen eli vertailuluvut ovat 3 keskimääräistä kuluttajan aiheuttamaa päiväkuormitusta, 20 lounasateriaa ja 450 km henkilöautolla ajoa.

Taulukko 5. Ketun- ja minkinnahan päästöjen vertailuja

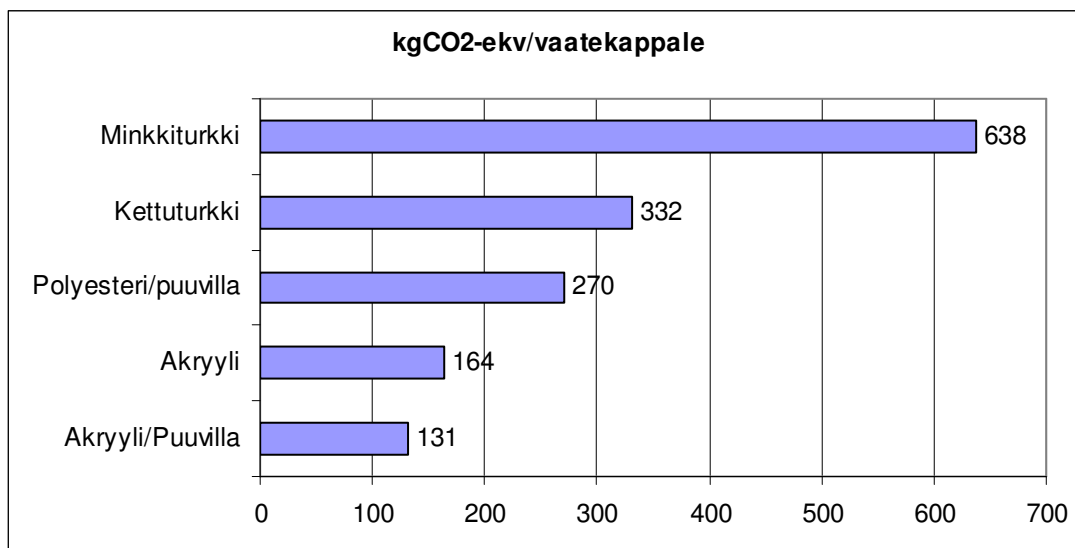
Kasvihuonekaasupäästöt, kg CO₂-ekv/tuoteyksikkö	
Minkinnahka	28
Ketunnahka	83
Suomalaisen kuluttajan keskimääräiset päästöt asukasta kohden päivässä	27
100 km:n autolla ajo	18
Keskimääräinen lounaslautanen	1,7
Rehevöittävät päästöt, g PO₄³⁻-ekv/tuoteyksikkö	
Minkinnahka	-170
Ketunnahka	-220
Suomalaisen keskimääräiset päästöt asukasta kohden päivässä	9,7
Keskimääräinen lounaslautanen	3,0
Happamoittavat päästöt, kg AE-ekv/tuoteyksikkö	
Minkinnahka	0,23
Ketunnahka	0,55
Suomalaisen keskimääräiset päästöt asukasta kohden päivässä	0,05
Keskimääräinen lounaslautanen	0,001

Rehevöittävien päästöjen negatiiviset arvot johtuvat siis Itämeren silakan ja vesistöjen kunnostamiseksi kalastetun, normaalisti alihyödynnetyn hoitopyyntikalan hyödyntämisestä turkiseläinten ruokinnassa ja kalastuksen rehevöitymistä vähentävästä vaikutuksesta. Minkinnahkan tuotannon kuormitusta vähentävä vaikutus vastaa 17 kuluttajan päiväkuormitusta ja noin 55 lounasaterian kuormitusta, ja ketunnahkan tuotanto hieman enempää eli noin 22 kuluttajan päiväkuormitusta ja 78 lounasaterian vesistökuormitusta.

Turkistuotannon happamoittavat päästöt ovat muuhun kulutukseen nähden suuret. Yhden minkinnahan tuotanto vastaa viittä kuluttajan päiväkohtaista happamoitusvaikutusta ja yli 200 lounasateriaa ja yhden ketunnahan tuotanto kymmentä kuluttajan päiväkuormitusta ja 550:ä lounasaterian kuormitusta.

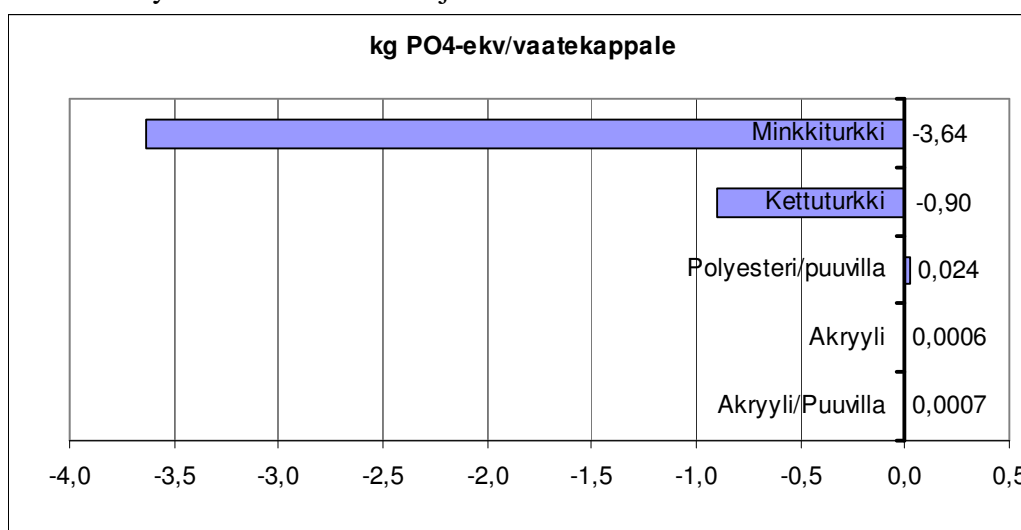
2.4.2. Vertailu vaihtoehtotuotteiden ympäristövaikutuksiin

Kuvassa 12 on vertailtu vaihtoehtoja siten, että turkistuotteen kestävyys on arvioitu kymmenen kertaa vaihtoehtotuotetta pidemmäksi – esim. vaihtoehtotuotteen kestävyys 2 vuotta ja turkistuotteen 20 vuotta. Kuvaajasta on nähtävissä, että ero vaihtoehtotuotteen ja kettuturkin välillä on pienempi kuin ero minkkiturkkiin. Minkinnahkoja tarvitaan vertailukokoluokan turkkiin 20 kpl, mutta ketunnahkoja vain neljä. Lisäksi ketun rehunkäyttö suhteessa nahkan kokoon on pienempi kuin minkillä. Vaatekappaleiden erilaista lämmöneristyskykyä ei ole huomioitu. Vaatekappaleiden lämmöneristyskyky ja turkisten käyttöiän pituus vastaavanlaisiin muihin tuotteisiin nähden on hyvä aihe jatkotutkimuksiin.



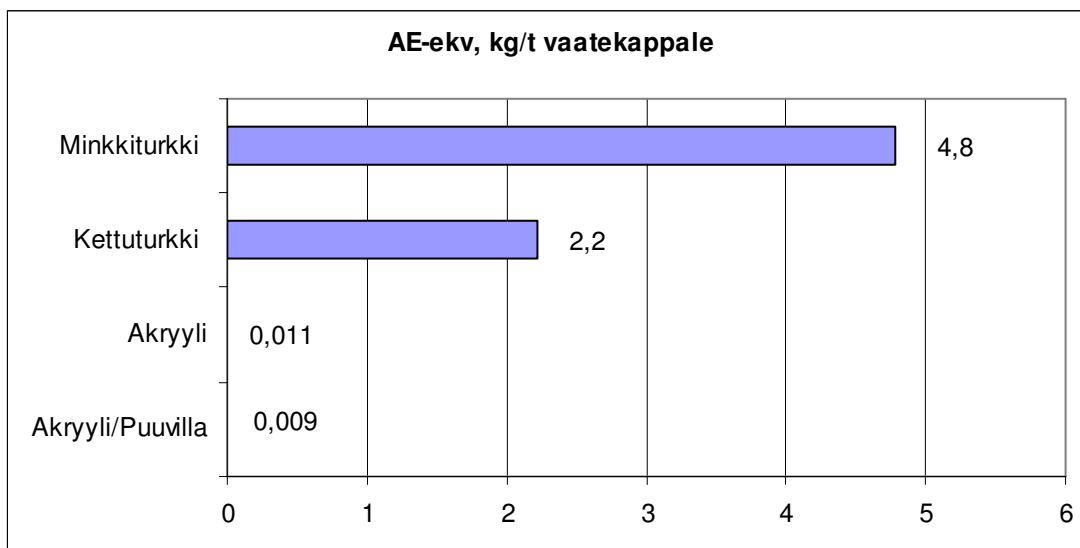
Kuva 12. Minkki- ja kettuturkiksen vertailu vaihtotuotteisiin (CO₂-ekv/vaatekappale) kasvihuonekaasupäästöjen osalta. Vertailussa on arvioitu karkeasti turkis- ja vaihtotuotteiden erilaisen käyttöiän merkittävyys.

Kuvassa 13 on vertailtu minkki- ja kettuturkisten rehevöittäviä päästöjä vaihtotuotteisiin, suhteutettuna 2,8 kg:n tutkittuja tuotteita. Tulosten mukaan silakan ja hoitopyyntikalan kalastuksen mukana poistuu vesistöistä huomattavia määriä ravinteita turkistuotteiden tuotantoketjussa, kun taas vaihtotuotteiden tuotantoketjussa rehevöittäville päästöille vastaavaa hyötyä ei saavuteta. Tuotteiden erilaista käyttöikää ei tässä kuvaajassa ole huomioitu.



Kuva 13. Minkki- ja kettuturkiksen vertailu vaihtotuotteisiin rehevöittävien päästöjen osalta (kg PO₄-ekv/vaatekappale)

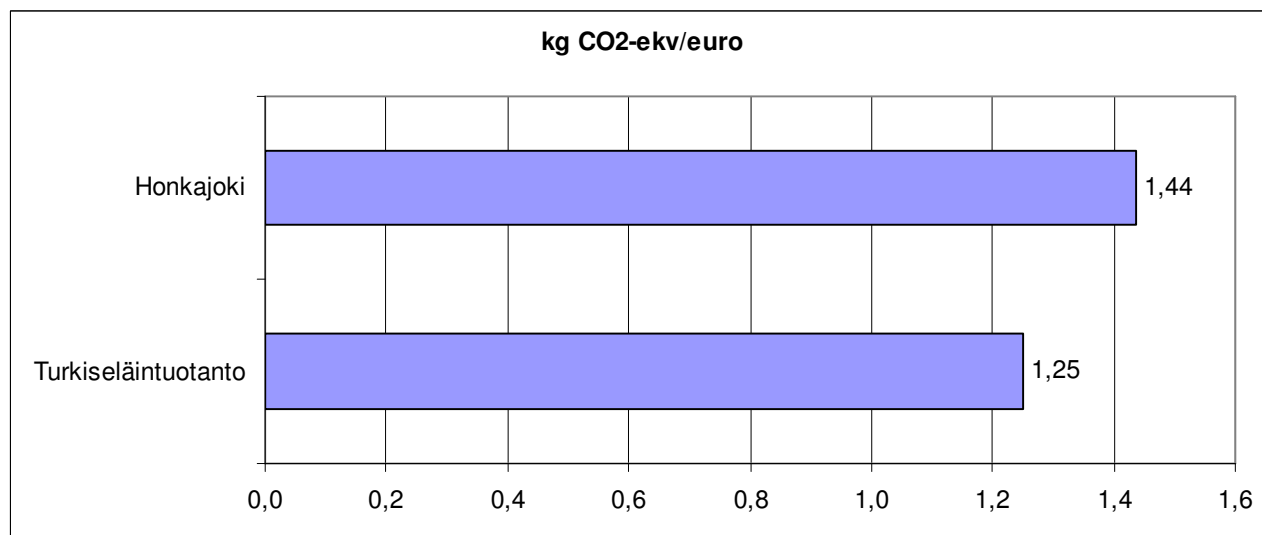
Kuvassa 14 on vertailtu turkistuotteiden happamoittavia päästöjä keinoturkistuotteisiin. Lannan käsittelyn suurista ammoniakkipäästöistä johtuen ne ovat selvästi suuremmat kuin vaihtotuotteiden.



Kuva 14. Minkki- ja kettuturkiksen vertailu vaihtoehtotuotteisiin happamoittavien päästöjen osalta (AE-ekv, kg/t)

2.4.3. Vertailu renderöintilaitoksen vaihtoehtoiseen sivuvirtojen hyödyntämiseen

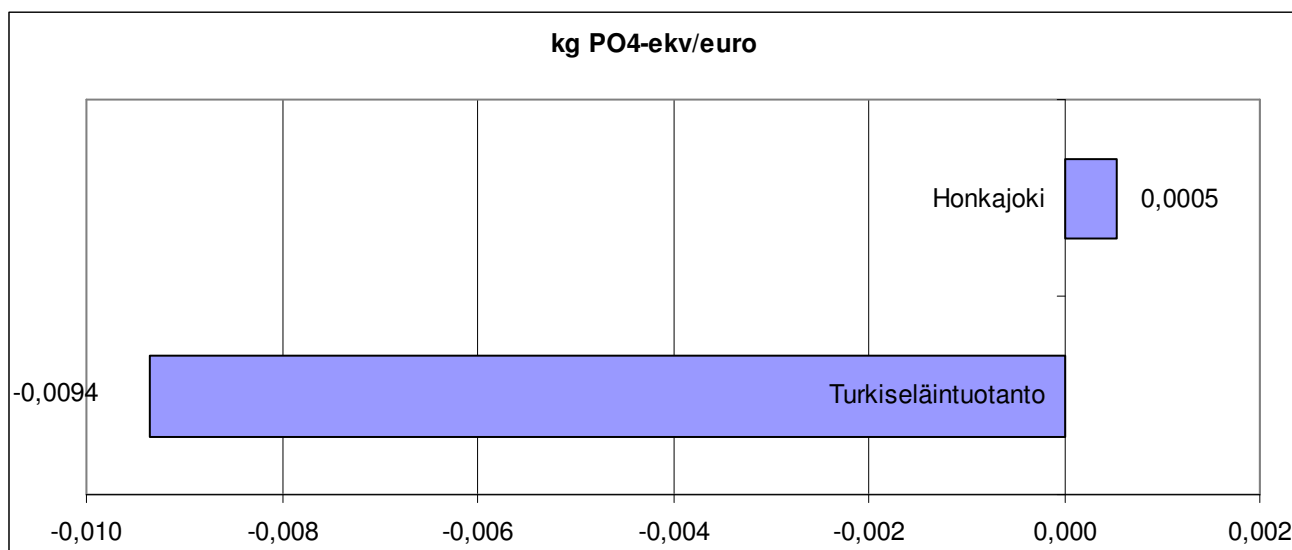
Kuvassa 15 on arvioitu Honkajoen käsittelylaitoksen kasvihuonekaasupäästöjä suhteessa käsittelyssä saatavien lopputuotteiden taloudelliseen arvoon olettaen, että kaikki turkiseläinten käyttämät teurassivutuotteet käsitellään Honkajoella ja verrattu niitä Suomen kettu- ja minkinnahkatuotannon kokonaishiilijalanjäljellä suhteessa tuotannon taloudelliseen arvoon. Kuvaajan mukaan ympäristökuormitukset ovat tällöin samaa suuruusluokkaa. Honkajoen tuotteista saatavasta energiasta on tässä laskelmassa huomioitu vain sen taloudellinen arvo, eikä ole laskettu sille hyvitystä kyseiseen energian korvaavasta muusta energiasta.



Kuva 15. Vertailu Suomen teurassivutuotteiden käytöstä turkiseläinrehuksi tai Honkajoki Oy:ssä.. kasvihuonekaasupäästöjen osalta (kg CO₂-ekv/€).

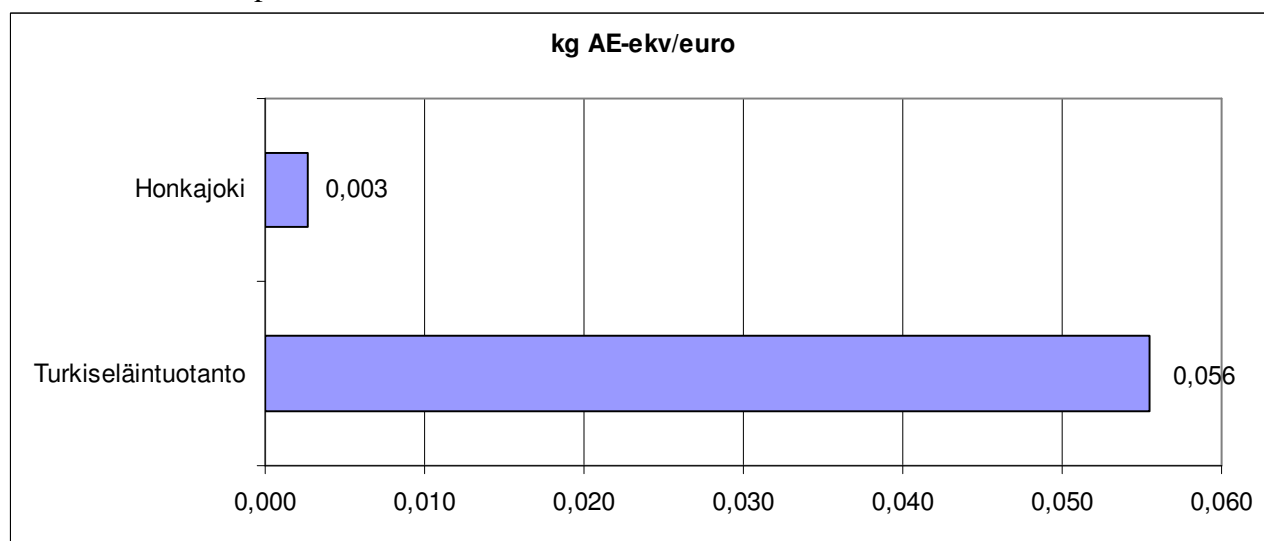
Kuvassa 16 on arvioitu Honkajoki Oy:n renderöintilaitoksen rehevöittäviä päästöjä suhteessa renderöinnin lopputuotteiden taloudelliseen arvoon olettaen, että kaikki turkiseläinten käyttämät teurassivutuotteet käsitellään Honkajoki Oy:ssä.. Suomen koko kettu- ja minkinnahkatuotannon rehevöittävät päästöt ovat vertailussa laskettu suhteessa tuotannon taloudelliseen arvoon. Kuvaajan

mukaan turkiseläinten rehuksi kalastaman silakan mukana Itämerestä poistuu ravinteita huomattavasti myös suhteessa turkistalouden taloudelliseen arvoon.



Kuva 16. Vertailu Suomen teurassivutuotteiden käytöstä turkiseläinrehuksi tai Honkajoki Oy:ssä rehevöittävien päästöjen osalta.

Kuvassa 17 on kuvien 15 ja 16 tavalla esitetty happamoittavia päästöjä. Ne ovat turkistuotannolla korkeammat kuin Honkajoen renderöintilaitosvaihtoehdolla johtuen turkiseläinten lannan käsittelyn suurista ammoniakkipäästöistä.



Kuva 17. Vertailu Suomen teurassivutuotteiden käytöstä turkiseläinrehuksi tai Honkajoki Oy:ssä happamoittavien päästöjen osalta.

3. Tulosten arviointi

Ketun- ja minkinnahan tuotantoketjussa kasvihuonekaasupäästöissä merkittävin tekijä oli lannan käsittelyn sisältämä typpioksiduuli ja happamoittavissa päästöissä lannan käsittelyssä haihtuva ammoniakki. Lannan sisältämästä tpeestä osa haihtuu ammoniakkinä ja osa typpioksiduulina ja tässä tutkimuksessa on käytetty IPCC:n ja Suomen ammoniakki-inventaarion lukuja.

Lanta-analyyseihin perustuvan asiantuntija-arvion mukaan (Kapuinen 2011) lannan käsittelyssä haihtuvien ammoniakkimäärien arvioinnissa epävarmuustekijät ovat suuret. Turkiseläinten lannan käsittelyn päästöistä ei vielä ole julkaistu riittävästi luotettavaa tietoa. Tässä tutkimuksessa käytettiin Suomen ympäristökeskuksen ammoniakkimalliin perustuvia laskelmia. Turkiseläinten lannan ravinnepitoisuudet, lannankäsittelytavat ja tuotanto-olosuhteet vaihtelevat paljon ja ammoniakkin haihdunta saattaisi olla jopa kertaluokkaa suurempi kuin Suomen ympäristökeskuksen ammoniakkimallin (Grönroos et al 2009) antama ennuste. Typen häviämä ammoniakkihaitumisen kautta pienentää kuitenkin typpioksiduulin haihtumispotentiaalia ja sitä kautta vastaavasti pienentää turkistuosuuden hiilijalanjälkeä. Joka tapauksessa lannankäsittely ja jatkokäyttö ovat selvästi tärkein turkistarhauksen parantamishaaste ympäristövaikutusten näkökulmasta. Lannan määrä ja ravinnesisältö liittyvät tietenkin eläinten rehustukseen, joten ennakoivasti rehustuksen laji- ja yksilökohtainen täsmäntäminen on myös ympäristön kannalta tärkeä kuormituspotentiaalia vähentävä toimenpide.

Turkiseläintuotannon toksisissa tai ekotoksisissa vaikutuksissa ei tullut esiin viitteitä mitenkään huomattavista vaikutustasoista, varsinkin kun nahkojen muokkauskäsittely tapahtuu hallituissa olosuhteissa. Tässä tutkimuksessa ei ole otettu huomioon eläinten lääkintään mahdollisesti liittyvää turkistarhalla tapahtuvaa pistekuormitusta, koska lääkeainepäästöjen merkitystä olisi ollut todella työntensivistä todentaa.

Turkiseläinten ravintona käytettävän rehukalan kalastuksessa Itämerestä poistuva fosfori ja typpi arvioitiin merkittäväksi, ollen 155 t P/vuosi ja 1080 t N/vuosi, jolloin kalastetun silakan mukana poistuu 3,6 % fosforin ja 1,4 % typen kokonaiskuormituksista Suomessa. Vertailun vuoksi Helsingin Viikinmäen puhdistamon kuormitus oli vuonna 2007 25 tonnia fosforia ja 500 tonnia typpeä. Turkiseläinten vuosittaiset ravinnepäästöt taas ovat Maa- ja metsätalousministeriön mukaan 1,1 % fosforin kokonaiskuormituksista ja 0,6 % typen kokonaiskuormituksista, eli pienemmät kuin rehukalan mukana Itämerestä poistuvat ravinnemäärät. Jos lannan tuotantoon ja käsittelyyn puututaan ilmastovaikutusperustein, mitä todennäköisimmin myös lannan mahdolliset vesipäästöt vähentyvät. Turkislannan pistemäinen vesistökuormitus on tietenkin estettävä, ja huolehdittava, että päästöjä ei pääse tapahtumaan myöskään viljelykäytön seurauksena, mikä tässä tutkimuksessa rajattiin turkistuosuuden ulkopuolelle viljelyyn kuuluvaksi ympäristöriskiksi kuten muukin viljelyn lannoitekäyttö.

Vertailutuotteiden hiilijalanjäljestä esitetyt erot ovat suuntaa antavia. Vertailu tehtiin asusteen materiaalmäärän perusteella. Vertailun antama vaihteluväli ilmastovaikutuksessa oli laaja 130 – 660 kg ekvivalenttista CO₂, alimman arvon edustaessa akryyli/puuvillapohjaista asustetta ja korkeimpana minkkiturkki. Vertailussa vaihtoehtotuotteisiin hankaluutena on tuotteiden todennäköisesti erilainen käyttöikä ja erilainen lämmöneristyskyky. Tässä tutkimuksessa tehtiin karkea laskentaskenaario, jossa turkiksen käyttöikä olisi kymmenen kertaa vaihtoehtotuotetta pidempi. Vertailutuotteiden lämmöneristyskyvyn vertailu oli tässä tutkimuksessa mahdoton toteuttaa. Lämpöarvon määrittäminen ei nykyään kaikilta osin ole edes kovin tarkoituksenmukainen, koska turkiksia käytetään monissa tuoteyhdistelmissä muihin materiaaleihin liitettynä korostaen niiden somistusarvoa. Tutkimuksessa ei myöskään huomioitu tuotteiden erilaisen loppukäytön vaikutuksia.

4. Yhteenveto

Tässä elinkaaritarkastelussa arvioitiin, standardeja ISO 14040 ja ISO 14044 noudattaen, yhden minkin ja ketun asusteeseen ommellun nahan tuotantoketjun ympäristövaikutukset kasvihuonekaasujen ja edelleen hiilijalanjäljen, rehevöittävien päästöjen ja edelleen ravinnevaikutuksen ja happamoittavien päästöjen ja edelleen happamoitumispotentiaalin osalta. Lisäksi tarkasteltiin toksisia ja ekotoksisia

kuormituksia. Resurssien käytön osalta tarkasteltiin tärkeimmän rehuraaka-aineen vaihtoehtoista hyödyntämistä ja vaihtoehtoisten hyödyntämisten ympäristövaikutuksia. Lopuksi tuotetun minkin- ja ketunnahan ympäristövaikutuksia verrattiin muun kulutuksen ympäristövaikutuksiin ja turkispukineen ympäristövaikutuksia vaihtoehtoisten pukineiden ympäristövaikutuksiin.

Turkisasusteeseen käytetyn minkin- tai ketunnahan tuotantoketjun hiilijalanjälki on pienehkö verrattaessa sitä muun tavanomaisen kulutuksen aiheuttamaan hiilijalanjälkeen. Minkinnahan hiilijalanjälki vastaa keskimääräisen suomalaisen kuluttajan yhden päivän hiilijalanjälkeä ja ketunnahan hiilijalanjälki vastaavasti kuluttajan 3 päivän hiilijalanjälkeä.

Turkistuotantoketjussa syntyy happamoittavia päästöjä erityisesti turkiseläinten lannasta ja virtsasta haihtuvan ammoniakkin vuoksi.

Turkistuotantoketjulla on selkeästi vesistöjä rehevöittäviä ravinnepäästöjä vähentävä vaikutus. Minkinrehussa käytettävän kalan mukana poistuu ravinteita viisikertainen määrä suhteessa minkinnahan elinkaaren ravinnepäästöihin. Ketunnahan kohdalla vastaava ravinnepoistuma on yli nelinkertainen suhteessa ketunnahan elinkaaren ravinnepäästöihin.

Kasvihuonekaasut

Asusteeseen käytetyn minkinnahan tuotantoketjun kasvihuonekaasupäästöt ovat 28 kg CO₂-ekvivalenttia/nahka ja vastaavan ketunnahan kasvihuonekaasupäästöt 83 kg CO₂-ekvivalenttia/nahka. Näistä minkinnahan hiilijalanjälki vasta melko tarkoin keskimääräisen suomalaisen kuluttajan päivittäistä hiilijalanjälkeä ja ketunnahan ilmastokuormitus noin kuluttajan kolmen päivän kuormitusta. Vaihtoehtotuotteiden hiilijalanjälki on turkistuotteita pienempi; pienimmillään vain noin viidesosa erityisesti minkkiturkin hiilijalanjäljestä. Lämmöneristyskyvyn huomiointi muuttaisi varmasti tuloksia jompaankumpaan suuntaan. Lisäksi tuotteiden loppukäsittelyä ei huomioitu tutkimuksessa. Erona tuotteilla on se, että turkistuotteet on valmistettu uusiutuvasta raaka-aineesta. Ketun- ja minkinnahan tuotantoketjun kasvihuonekaasupäästöissä merkittävin tekijä on lannan käsittelyn sisältämä typpioksiduuli ja happamoittavissa päästöissä lannan käsittelyssä haihtuva ammoniakki. Lannan sisältämästä typestä osa haihtuu ammoniakkinä ja osa typpioksiduulina. Tässä tutkimuksessa typen haihdunnan mallintamiseen on käytetty IPCC:n (1997) ja (2000) ja Suomen ammoniakki-inventaarion lukuja.

Vesistöjä rehevöittävät ravinteet

Minkin- ja ketunrehussa raaka-aineena käytetään silakkaa, jolloin kalastuksessa merestä poistuu typpeä ja fosforia. Poistaessaan ravinteita vesistöistä minkinnahan tuotantoketju korvaa tämän tutkimuksen mukaan 57 keskimääräisen lounasaterian rehevöittävän kuormituksen. Kettunahan tuotantoketju puolestaan korvaa vastaavasti 78 keskimääräisen lounasaterian kuormituksen. Kalastetun silakan mukana Itämerestä poistuu 3,6 % fosforin ja 1,4 % typen kokonaiskuormituksista Suomessa. Vastaavasti turkiseläinkehon vuosittaiset ravinnepäästöt taas ovat Maa- ja metsätalousministeriön mukaan 1,1 % fosforin kokonaiskuormituksista ja 0,6 % typen kokonaiskuormituksista. Rehevöittävät päästöt ovat vaihtoehtoisten tuotteiden tuotantoketjussa lähes merkityksettömät, mutta vastaavaa rehevöitymistä vähentävää sivuvirtojen käyttömahdollisuutta niiden tuotannossa ei ole.

Happamoittavat päästöt

Tutkimuksemme mukaan yhden minkinnahan tuotantoketjun happamoittavat päästöt vastaavat 221 lounasateriaa ja yhden ketunnahan tuotantoketjun happamoittavat päästöt puolestaan 530 lounasateriaa. Happamoittavista päästöistä valtaosa on peräisin turkiseläinten lannan käsittelyn ammoniakkipäästöistä, mutta myös niiden mallintamisessa epävarmuustaso on huomattava ja jatkotutkimuksia kaivataan. Suomen turkiseläintuotannon ammoniakkipäästöt vastaavat 7 % Suomen maatalouden ammoniakkipäästöistä ja 1,3 % Suomen kaikista happamoittavista päästöistä. Happamoittavat päästöt ovat turkistuotteiden tuotantoketjussa selvästi suuremmat kuin vaihtoehtotuotteiden tuotantoketjussa.

Vaihtoehtojen tarkastelu

Tutkimuksessa laskettiin skenaario tilanteesta, jossa teurassivutuotteet käsiteltäisiin Honkajoki Oy:llä turkiseläinten rehukäytön sijasta ja toisaalta myös rehukala jäisi pyytämättä. Tutkimustulosten mukaan hiilijalanjälki suhteessa kummankin vaihtoehdon taloudelliseen arvoon olisi suunnilleen samaa suuruusluokkaa, turkistuotannon hieman pienempi. Rehevöittämissä päästöissä skenaarioiden ero on siinä, että turkiseläinten rehukäyttöskenaariossa merestä poistuu ravinteita. Happamoittavat päästöt taas ovat turkiseläinten rehukäyttöskenaariossa korkeammat kuin renderöinnissä suhteessa käsittelymenetelmien lopputuotteiden taloudellisiin arvoihin. Laskelmat tehtiin kuvaamaan vuoden 2009 tilannetta ja tutkimustulokset muuttuvat turkiseläinten nahkojen taloudellisen arvon kehityksen mukana. Vuoden 2009-2011 hintatasolla turkistuotanto on kannattavampi menettelytapa saavuttaa ympäristöhyötyä teurassivuvirtoja hyödyntämällä kuin renderöinti.

5. Kirjallisuus

van Dijk, M. 2002 Milieugerichte levenscyclusanalyse van de productie van nertsensbont en imitatiebont. (Environmental life cycle analysis of the production of mink fur and artificial fur) *Rijksuniversiteit Groningen*. ISBN 90-367-1622-5.

Grönroos, J., Mattila, P., Regina, K., Nousiainen, J., Perälä, P., Saarinen, K. & Mikkola-Pusa, J. Development of the ammonia emission inventory in Finland. Revised model for agriculture. Helsinki 2009. Finnish Environment Institute

IPCC 1997. Houghton, J. T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Treanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D. J. and Callander, B. A. (Eds.). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol 1–3. London: IPCC, OECD and IEA.

IPCC 2000. Penman, J., Kruger, D., Galbally, I., Hiraishi, T., Nyenzi, B., Emmanuel, S., Buendia, Martinsen, T., Meijer, J., Miwa, K. and Tanabe, K. (Eds.). Good Practice Guidance Management in National Greenhouse Gas Inventories. Hayama: IPCC, IGES and IEA.

Kalliala, E.M. and Nousiainen P. 1999 Life cycle assessment. Environmental Profile of cotton and poly-ester cotton fabrics. *AUTEX Research J. 1, 8-20.*

Koskinen, N., Dahlman, T., Pölonen, I., Valaja, J., Rekilä, T. 2005. Low protein and methionine in blue fox diet during crowing-furring season: a field study. In: N.N. Tyutyunnik, V.A. Ilukha, N.L. Rendakov. Physiological bases for increasing the productivity of mammals introduced in zooculture. Petroskoi: 107-108.

Koskinen, N., Mikkola, T., Lassén, T. M., Sepponen, J. ja Rekilä, T. 2011a. Hapotetun rehun pitkäaikaisvaikutukset minkillä. Rehunvalmistajien luontopäivät, Kalajoki 27.-28.1.2011. STKL ry.

Koskinen, N., Sepponen, J., Rekilä, T. 2010a. Raw fibre concentrate in the nutrition of mink and blue fox. *Scientifur* 33, 4: 80.

Koskinen, N., Tauson, A.-H. 2010b. Energy metabolism of growing blue foxes, *Alopex lagopus*. In: ISEP 2010 - 3rd EAAP International Symposium on Energy and Protein. EAAP publication 127: p. 515-516.

Koskinen, N., Tupeli, R., Sepponen, J., Rekilä, T. & Tauson, A-H. 2011b. Siniketun energia-aineenvaihdunta, jatkotutkimus: Sinikettunaaraiden tuotantokauden aikaisen ruokinnan, painonkehityksen ja kuntoluokan vaikutus lisääntymistulokseen sekä hormonaaliseen tasapainoon: siitoseläinten ruokinta- ja kuntoluokitussuosittelujen tarkentaminen. Rehunvalmistajien luontopäivät, Kalajoki 27.-28.1.2011. STKL ry.

Koskinen, N., Tupeli, R., Sepponen, J., Rekilä, T. & Mikkola, T. 2011c. Sinikettujen rehun rasva- ja energiapitoisuuden vaikutus taloudellisiin tuotanto- ominaisuuksiin ja terveyteen. Rehunvalmistajien luontopäivät, Kalajoki 27.-28.1.2011, STKL ry.

Seppälä, J., Posch, M., Johansson, M. & Hettelingh, J-P. 2006. Country-dependent characterisation factors for acidification and terrestrial eutrophication based on accumulated exceedance as an impact category indicator. *International Journal of Life Cycle Assessment* 11(6): 403-416.

Seppälä, J., Knuuttila, S. & Silvo, K. 2004. Eutrophication of aquatic ecosystems. A new method for calculating the potential contributions of nitrogen and phosphorus. *International Journal of Life Cycle Assessment* 9(2): 90-100.

Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Alley, R.B., Berntsen, T., Bindoff, N.L., Chen, Z., Chidthaisong, A., Gregory, J.M., Hegerl, G.C., Heimann, M., Hewitson, B., Hoskins, B.J., Joos, F., Jouzel, J., Kattsov, V., Lohmann, U., Matsuno, T., Molina, M., Nicholls, N., Overpeck, J., Raga, G., Ramaswamy, V., Ren, J., Rusticucci, M., Somerville, R., Stocker, T.F., Whetton, P., Wood, R.A. ja Wratt, D. 2007. Technical Summary. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge. Pages 19-91

Steinberg, J.K., Damien, F., Jolliet, O. & Erkman, S. 2009 A spatially explicit life cycle inventory of global textile chain. *International Journal of Life Cycle Assessment* 14: 443-455.

Winther, U., Ziegler, F., Skontorp Hognes, S., Emanuelsson, A, Sund, V. & Ellingsen, H. 2009. Carbon footprint and energy of Norwegian seafood products. SINTEF Fisheries and aquaculture. December 2009.

Liite 1. Kysely turkistiloille.
VUODEN 2009 TIEDOT

Tuottajan nimi:	
Lähiosoite:	Postinumero ja -toimipaikka:
Puhelinnumero:	Sähköposti:

Tila	Rehutyyppi
Rehunkulutus v. 2009 _____ josta	minkinrehu _____ kg
	ketunrehu _____ kg
	turkiseläinrehu _____ kg

Mistä rehusekoittamosta ostat rehun? _____

Tuotettujen ketunnahkojen kokonaismäärä v. 2009, _____ kpl

josta: **Sinikettuja** _____ kpl

Siniryhmän muunnoksia _____ kpl

Hopeakettuja _____ kpl

Hopearyhmän muunnoksia _____ kpl

Tuotettujen minkinnahkojen kokonaismäärä v. 2009, _____ kpl

josta: **Uroksia** _____ kpl

Naaraita _____ kpl

Siitoseläimet:	Minkki	Kettu
Vanhoja siitosnaaraita v. 2009	_____ kpl	_____ kpl
Vanhoja siitosuroksia v. 2009	_____ kpl	_____ kpl
Siitokseen valittuja nuoria naaraita v. 2009	_____ kpl	_____ kpl
Siitokseen valittuja nuoria uroksia v. 2009	_____ kpl	_____ kpl
Kuivikkeet; turve/vuosi	_____ m ³	
Ostopaikka ja kuljetusmatka	_____	_____ km
Kuivikkeet; kutterilastua/vuosi	_____ m ³	
Ostopaikka ja kuljetusmatka	_____	_____ km
Kuivikkeet; olkea /vuosi	_____ paalia	
Ostopaikka ja kuljetusmatka	_____	_____ km

Vesi, käyttö tilalla/vuosi _____ m³

Ostopaikka _____

Oma kaivo on ei

Energia

sähkö tilalle/vuosi _____ kWh

sähkö nahkoomoon/vuosi _____ kWh

Onko tilalle ja nahkoomoon oma sähkönkulutusmittari? on ei

Tilan lämpöenergianlähde

Oma tuotanto	Polttoaine	_____	määrä
	Öljy	_____	litraa
	Sähkölämmitys	_____	kWh
	Kaukolämpö	_____	kWh

Työkoneiden polttoainekulutus

	Trukki	_____	litraa/vuosi
	Muu, mikä	_____	litraa/vuosi
	Muu, mikä	_____	litraa/vuosi

Syntyvät sivutuotteet

	Mihin toimitetaan/kuka kuljettaa	Määrä
Ketunruhot	_____	_____ kg
Minkinruhot	_____	_____ kg
Rasva ja rasvainen nahkontapuru	_____	_____ kg
Lantaa/vuosi (n. 750 kg/m ³)	_____	_____ m ³

Suoritetaanko nahkontaa omalla tarhal Kyllä kaikki Kyllä osittain

Ostatko nahkontapalvelua muilta? Määrä? _____ kpl nahkaa

Kuljetusmatka nahkontaan, jos nahkontaa myös muualla _____ km

Suoritatko muiden tarhojen nahkontaa omalla tarhallasi? Määrä? _____ kpl nahkaa

Nahkonta (jos tilan toimintoihin kuuluu nahkontaprosessi)

Nahkontapuru; mänty/vuosi _____ kg

hankintapaikka ja matka _____ km

Nahkontapuru; pyökki/vuosi _____ kg

hankintapaikka ja matka _____ km

Nahkojen kuljetusmatka lajittelu / myyntipaikkaan _____ km

Liite 2. Kysely rehukeittiöille.
Tuotannon kokonaismäärät

Tuotannon kokonaismäärä

 tn rehua per vuosi

Josta eri rehutyyppien kokonaismäärät

<input type="text"/>	tn minkinrehu
<input type="text"/>	tn ketunrehu
<input type="text"/>	tn turkiseläinrehu
<input type="text"/>	tn siitoseläinrehu
<input type="text"/>	tn muut rehut

Rehunkuljetukseen käytetty kokonaispolttoainemäärä

Turkiseläinrehu 1.12.2008-31.7.2009

 l

Minkin- ja ketunrehu 1.8.-30.11.2009

 l

Jos rehutyyppien valmistusajankohdat poikkeavat OLEELLISESTI edellämainituista, selosta se tässä:

Sähkön kokonaiskulutus vuodessa

Sähkön toimittaja(t) 1.

(2.)

(3.)

<input type="text"/>	MWh
<input type="text"/>	MWh
<input type="text"/>	MWh
<input type="text"/>	MWh

Omaa sähköntuotantoa

ei

kyllä

Lisätiedot liitteessä 1.

Lämpöenergian kulutus vuodessa

Energian toimittaja(t) 1.

(2.)

(3.)

<input type="text"/>	MWh
<input type="text"/>	MWh
<input type="text"/>	MWh
<input type="text"/>	MWh

Omaa energiantuotantoa

ei

kyllä

Lisätiedot liitteessä 2.

Myydäänkö hukkalämpöä tai muuta energiaa MUUALLE kuin yrityksen
sisäiseen käyttöön? ei kyllä

Jos myydään niin minne?	Määrä vuodessa	
1.		MWh
(2.)		MWh
(3.)		MWh

Talousveden käyttömäärä vuodessa m³

Talousveden toimittaja
Jätevesi

Jäteveden määrä m³ / vuosi

BOD7 BOD7 ATU tn/vuosi

N, tot kg/vuosi

P, tot kg/vuosi

Kiintoaine kg/vuosi

Jäteveden käsittelytapa ja käsittelijä (esim XXXXkunnan puhdistamo, oma puhdistamo, päästetään vesistöön jne)

Kiinteiden jätteiden määrä ja käsittelijä

Jäte	Jätteen sijoituspaikka / käsittelijä	Määrä vuodessa
		tn
		tn
		tn
		tn
		tn
		tn
		tn
		tn
		tn

Sähkön tuotannon päästöt				
ilmapäästöt	määrä	Yksikkö	määrä	Yksikkö
bioperäinen CO2		t		t/MWh
fossiilinen CO2		t		t/MWh
N2O		t		t/MWh
CH4		t		t/MWh
SO2		t		t/MWh
NM VOC		t		
Nox		t		t/MWh
CO		t		t/MWh
PM		t		t/MWh
hiukkaset		t		t/MWh
Muut prosessin ilmapäästöt		t		t/MWh
Höyryntuotannon päästöt		t		t/MWh
ilmapäästöt	määrä	Yksikkö	määrä	Yksikkö
bioperäinen CO2		t		t/MWh
fossiilinen CO2		t		t/MWh
N2O		t		t/MWh
CH4		t		t/MWh
SO2		t		t/MWh
Nox		t		t/MWh
CO		t		t/MWh
PM		t		t/MWh
hiukkaset		t		t/MWh
Muut prosessin ilmapäästöt		t		t/MWh
Kaukolämmöntuotannon päästöt		t		t/MWh
ilmapäästöt	määrä	Yksikkö	määrä	Yksikkö
bioperäinen CO2		t		t/MWh
fossiilinen CO2		t		t/MWh
N2O				t/MWh
CH4				t/MWh
SO2		t		t/MWh
Nox		t		t/MWh
CO				t/MWh
PM				t/MWh
hiukkaset		t		t/MWh
				t/MWh
Muut prosessin ilmapäästöt				t/MWh
ilmapäästöt	määrä	Yksikkö	määrä	Yksikkö
bioperäinen CO2		t		t/MWh
fossiilinen CO2		t		t/MWh
N2O				t/MWh
CH4				t/MWh
SO2		t		t/MWh
Nox		t		t/MWh
CO				t/MWh
PM				t/MWh
hiukkaset		t		t/MWh

Tuotteen kuljetus valmistajalta rehutehtalle ja rehun kuljetus turkistiloille

Kuljetettava tuote	Kuljetusväline	Kantavuus, ton	Kuorma, ton	Kuljetusmatka, km	Paluukuorma, ton	Käytetty polttoaine	Polttoaineenkulutus, litraa/100 km
1. Kuljetusosuus							
2. Kuljetusosuus							
3. Kuljetusosuus							
4. Kuljetusosuus							

Liite 3. Kysely nahkomolle.

Energia		Toimittaja
sähkö/vuosi	<input type="text"/> kWh	<input type="text"/>
lämpöenergia /vuosi	<input type="text"/> kWh	<input type="text"/>
kaukolämpö/vuosi	<input type="text"/> kWh	<input type="text"/>
lämmitysöljyn kulutus/vuosi	<input type="text"/> litr.	<input type="text"/>
polttoaine (trukki)/vuosi	<input type="text"/> litr.	<input type="text"/>
polttoainetyyppi (kevyt tai raskas polttoöljy, vai bensiini)		<input type="text"/>
Syntyvät sivutuotteet		
Ruhot ja kaapimarasva	<input type="text"/> kg	
Tuotanto/vuosi		Kuljetusmatka tiloilta
Nahka naarasminkki	<input type="text"/> kpl	<input type="text"/> km
Nahka urosminkki	<input type="text"/> kpl	<input type="text"/> km
Nahkontapurun kulutus		Kuljetusmatka
Nahkontapuru; mänty/vuosi	<input type="text"/> kg	<input type="text"/> km
Nahkontapuru; pyökki/vuosi	<input type="text"/> kg	<input type="text"/> km
Nahkontapuru, muu /vuosi	<input type="text"/> kg	<input type="text"/> km

Liite 4. Kysely muokkaamoon.
1. Turkismuokkaamon tuotantomäärät

Tuotteiden kokonaismäärä	<input type="text"/>	t tuotetta
Eri tuotteiden kokonaismäärät	<input type="text"/>	t tuotetta
	<input type="text"/>	t tuotetta
	<input type="text"/>	t tuotetta
	<input type="text"/>	t tuotetta
	<input type="text"/>	t tuotetta

2. Tuotteen valmistamiseen käytetyt nahkamäärät

Materiaali/tuote	Määrä	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	kpl/kpl tuotetta
<input type="text"/>	<input type="text"/>	kpl/kpl tuotetta
<input type="text"/>	<input type="text"/>	kpl/kpl tuotetta
<input type="text"/>	<input type="text"/>	kpl/kpl tuotetta

3. Tuotteen valmistamiseen tarvittavien kemikaalien

määrä		
<input type="text"/>	<input type="text"/>	kg/kpl tuotetta
<input type="text"/>	<input type="text"/>	kg/kpl tuotetta
<input type="text"/>	<input type="text"/>	kg/kpl tuotetta
<input type="text"/>	<input type="text"/>	kg/kpl tuotetta
<input type="text"/>	<input type="text"/>	kg/kpl tuotetta
<input type="text"/>	<input type="text"/>	kg/kpl tuotetta

4. Tuotteen valmistamiseen tarvittavan sähkön määrä
 kWh/kpl tuotetta

Tuotteen valmistamiseen tarvittavan sähkön kokonaismäärä
 MWh

5. Sähkön lähteet

	Osuus	
Kansallinen sähköverkko	<input type="text"/>	%
Muu lähde, mikä	<input type="text"/>	%
<input type="text"/>	<input type="text"/>	%
<input type="text"/>	<input type="text"/>	%
<input type="text"/>	<input type="text"/>	%

6. Kaukolämmön tuottamiseen
käytetyt polttoaineet

Öljy	Osuus	
Kivihiili	<input type="text"/>	%
Maakaasu	<input type="text"/>	%
Propaani	<input type="text"/>	%
Turve	<input type="text"/>	%
Muu polttoaine, mikä	<input type="text"/>	%

7. Kaukolämmön toimittajat

	Osuus	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	%
<input type="text"/>	<input type="text"/>	%
<input type="text"/>	<input type="text"/>	%
<input type="text"/>	<input type="text"/>	%

8. Hävikki tuotannossa		%
9. Jätevesi		
Vesipäästöt, jätteet ja jätevedet		
Jäteveden määrä		l
Jäteveden määrä		l/kg
BOD/ATU		kg/l
N, tot		kg/l
P, tot		kg/l
TSS		kg/l
Jäteveden käsittelijä		
10. Talousveden määrä		l
11. Kiinteiden jätteiden määrä ja käsittelijä		
Jäte	Käsittelijä	Määrä
Kaatopaikkajäte		t
Biojäte		t
Metallijäte		t
Ongelmajäte		t

Jätteet		
<u>Tavanomainen jäte</u>		
Biojäte		t
Sekajäte		t
Paperi ja kartonki		m ³
Energiajäte		m ³
Pahvi		t
Teollisuusjäte kaatopaikalle		
<u>Ongelmajätteet</u>		
Loisteputket		kg
Akut		kg
Jäännösrasva		t
Kromijäte, kuivattu		t
Jätevedet kaupungin viemäriverkkoon		
Jätevesi kaupungin vesi- ja viemärlaitokselle		m ³
Kiintoaine		t
Kemiallinen hapenkulutus COD _{Cr}		t
Kokonaisfosfori (Kok-P)		kg
Kokonaistyyppi (Kok-N)		t
Kromi(III)		kg
Bod 7 Atu		

Sähköntuotannon päästöt				
ilmapäästöt	määrä	Yksikkö	määrä	Yksikkö
bioperäinen CO2		t		t/MWh
fossiilinen CO2		t		t/MWh
N2O		t		t/MWh
CH4		t		t/MWh
SO2		t		t/MWh
NMVOG		t		
Nox		t		t/MWh
CO		t		t/MWh
PM		t		t/MWh
hiukkaset		t		t/MWh
Kaukolämmöntuotannon päästöt		t		t/MWh
ilmapäästöt	määrä	Yksikkö	määrä	Yksikkö
bioperäinen CO2		t		t/MWh
fossiilinen CO2		t		t/MWh
N2O				t/MWh
CH4				t/MWh
SO2		t		t/MWh
Nox		t		t/MWh
CO				t/MWh
PM				t/MWh
hiukkaset		t		t/MWh
Muut prosessin ilmapäästöt				t/MWh
ilmapäästöt	määrä	Yksikkö		
bioperäinen CO2		t		
fossiilinen CO2		t		
N2O				
CH4				
SO2		t		
Nox		t		
CO				
PM				
hiukkaset		t		

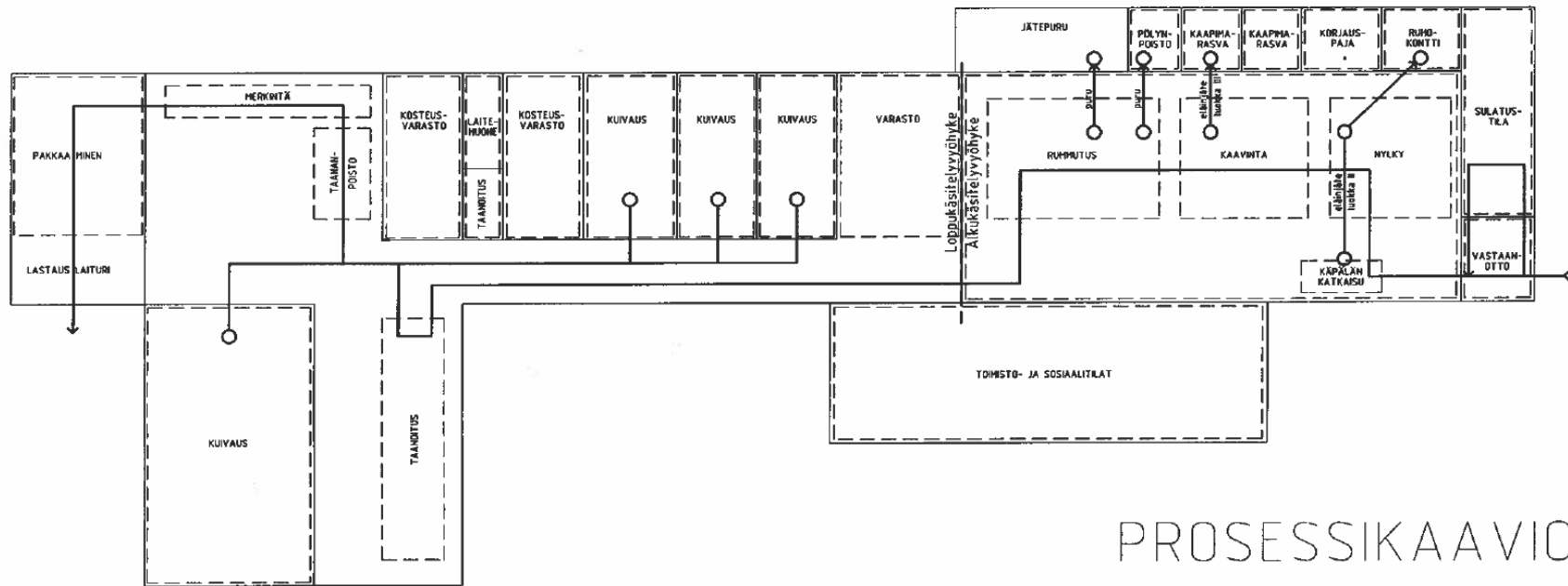
6. Total yearly heat energy consumption		MWh
Oil		Part
Propane		%
Other heat energy sources		%
		%
		%
7. Product losses		%
8. Waste water		
Total yearly amounts of waste water		l
Waste water contents		
BOD7/ATU		kg/l
BOD7/ATU		kg/l
N, tot		kg/l
P, tot		kg/l
Suspended solids		kg/l
9. Total yearly amount of clean water		l
10. Amount of solid waste		
Waste water contents	Amount	
Waste to rubbish dumps		t
Biowaste		t
Metal waste		t
Hazardous waste		t

11. Transportations to production

Transported product	Vehicle	Carrying capacity, ton	Load, ton	Transport distance, km	Return loads, ton	Type of fuel	Fuel consumption, l/100/km
1. Transport unit							
2. Transport unit							
3. Transport unit							
4. Transport unit							

Liite 6. Furfixin prosessikaavio

FURFIX OY
Nahoituskeskus, Kaustinen



PROSESSIKAAVIO