



Luonnonvara- ja  
biotalouden  
tutkimus 19/2015

## Lähiruoat julkisissa hankinnoissa – ympäristövaikutukset hankinta- kriteereinä

Case-elinkaariarviointien tulokset

Frans Silvenius, Sirpa Kurppa, Jukka Tauriainen, Jouni Nousiainen,  
Sanna Hietala

# **Lähiruoat julkisissa hankinnoissa – ympäristövaikutukset hankinta- kriteereinä**

Kestävät Hankinnat-hankkeen case-elinkaariarionteja koskeva raportti

Frans Silvenius, Sirpa Kurppa, Jukka Tauriainen, Jouni Nousiainen, Sanna Hietala



ISBN: 978-952-326-018-4 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Verkkajulkaisu)

URN: [http://urn.fi/URN:ISBN: 978-952-326-018-4](http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-018-4)

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Frans Silvenius, Sirpa Kurppa, Jukka Tauriainen, Jouni Nousiainen, Sanna Hietala

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2015

Julkaisuvuosi: 2015

Kannen kuva: Rodeo/Luke

# Lähiruoat julkisissa hankinnoissa – ympäristövaikutukset hankintakriteereinä

Silvenius Frans<sup>1)</sup>, Kurppa Sirpa<sup>2)</sup>, Jukka Tauriainen<sup>3)</sup>, Jouni Nousiainen<sup>2)</sup>, Sanna Hietala<sup>4)</sup>

1) Luonnonvarakeskus, Uudet liiketoimintamahdollisuudet, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

2) Luonnonvarakeskus, Uudet liiketoimintamahdollisuudet, Alimentum, Humppilantie 7, 31600 Jokioinen

3) Luonnonvarakeskus, Talous ja yhteiskunta, Kampusranta 9 C, 60320 Seinäjoki

4) Luonnonvarakeskus, Uudet liiketoimintamahdollisuudet, Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulu

Tämä raportti kuvaa tuloksia erilaisista ympäristövaikutuslaskelmista, jotka tehtiin osana Kestävät Hankinat-projektia. Projektin tarkoituksena oli tutkia kestävyysasioiden käyttämistä hankintakriteereinä julkisen sektorin hankintamenettelyissä sekä kehittää ruokapalveluiden hankintaosaamista.

Tutkimukseen valittiin pilotoitaviksi elintarviketuotteita eri puolilta Suomea. Kaikki tuotteet oli tuotettu lähellä käyttökohteita. Lisäksi hankkeessa verrattiin kyseisiä lähiruokatuotteita volyymituotteisiin ja tutkittiin voitaisiinko julkisissa hankinnoissa lähiruokaa suosimalla parantaa julkisen hankintamenettelyn ekologista kestävyttä.

Pilot-tuotteita oli yhteensä kahdeksan: kuoretonta luomuohraa sisältävä piirakka Pohjois-Karjalasta, tavanomaisista viljoista valmistettu ohrarieska ja kokojyväruisleipä Etelä-Karjalasta, luomukaura Pohjanmaalta, mansikkasose pääkaupunkiseudulta, mansikkapirtelö Pohjois-Savosta, kuoripäällinen peruna Keski-Pohjanmaalta, ahvenpihvi Varsinais-Suomesta ja pororouhe Meri-Lapista. Kaikille näille tuotteille tehtiin koko tuotantoketjun kattavat ympäristövaikutustarkastelut elinkaariarviointimenetelmällä käsittäen ilmastovaikutuksen ja rehevöittävä vaikutuksen.

Pilot-tuotteita verrattiin keskimääräiseen kotimaiseen tuotantoon sekä tuontituotteisiin. Luomu/tavanomainen vertailua tässä tutkimuksessa ei tehty, vaan luomutuotteita verrattiin muihin luomutuotteisiin ja tavanomaisella menetelmällä tuotettuja tuotteita toisiin tavanomaisiin. Ohrapiirakkaa verrattiin riisipiirakkaan, leipiä muihin Suomessa tehtyihin leipätutkimuksiin, mansikan viljelyä ProAgrian aineistoon Suomen keskimääräisestä tuotannosta ja valmiita tuotteita säilykepersikkaan ja banaanipirtelöön. Kuoripäällisen perunan vertailupari oli teollisesti kuorittu samalla alueella viljelty peruna ja luomukauralle suomalainen keskimääräinen luomukaura. Ahvenpihviä verrattiin kalapuikkoihin ja kotimaiseen kirjoloheen ja pororouhetta naudanlihapihviin.

Tutkimustulokset olivat monessa tapauksessa lähiruokatuotteille edullisia volyymituotteisiin verrattuna. Erityisen hyvin vertailussa volyymituotteisiin pärjäsivät ahvenpihvi ja mansikkatuotteet sekä kuoripäällinen peruna. Myös kokojyväruisleivän ja luomuviljan ilmastovaikutus ja rehevöittävä vaikutus olivat selvästi verrokkituotteita pienemmät. Pororouheen ja ohrarieskan tulokset olivat suhteellisen samalla tasolla verrokkien kanssa ja ohrapiirakan ilmastovaikutus oli samalla tasolla verrokkituotteena käytetyn riisipiirakan kanssa, mutta rehevöittävä vaikutus oli korkeampi.

Tuloksista voidaan tehdä se johtopäätös, että monessa tapauksessa havaittiin suuriakin eroja tutkittujen lähiruokatuotteiden ympäristövaikutustarkastelun tuloksissa verrattuna volyymituotteisiin. Vaikka lähiruokatuotteiden ja elintarviketuotteiden ympäristövaikutukset yleensä ovat tapauskohtaisia eikä näitä tutkimustuloksia voi yleistää, on tämän tutkimuksen perusteella hyvin odotettavissa että tulevaisuudessa ympäristöasiat ja niiden tutkiminen elinkaariarviointimenetelmällä nousevat tärkeiksi hankintakriteereiksi julkisten ruokapalveluiden hankintamenettelyssä.

Avainsanat:

lähiruoka, ekologinen kestävyys, elinkaariarviointi, viestintä, julkiset hankinnat

# Local food in public procurement - environmental impacts as procurement criteria

Silvenius Frans<sup>1)</sup>, Kurppa Sirpa<sup>2)</sup>, Tauriainen, Jukka<sup>3)</sup> Nousiainen Jouni<sup>2)</sup>, Sanna Hietala<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Natural Resources Institute Finland, New Business Opportunities, Latokartanonkaari 9, 007900 Helsinki

<sup>2)</sup> Natural Resources Institute Finland, New Business Opportunities, Humppilantie 7, 31600 Jokioinen

<sup>3)</sup> Natural Resources Institute Finland, Economy and Society, Kampusranta 9 C, 60320 Seinäjoki

<sup>4)</sup> Natural Resources Institute Finland, New Business Opportunities, Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulu

## Abstract

This report presents results of LCA-calculations for different food products as a part of the project entitled KeHa Sustainable Procurement. The aim of the project was to investigate possibilities to use sustainability aspects as procurement criteria in the procurement processes of the public sector.

Different kinds of local food products from different parts of Finland were chosen as part of the piloting. One aspect of the project was to do life cycle assessment for these products and compare them to volume products. The main use of the results was to investigate possibilities to increase ecological sustainability in public procurement by preferring local food products

There were eight pilot-cases altogether: Barley pie containing naked seeds of organic barley, traditional conventional integral rye bread and barley bread, organic oat from Swedish-speaking Ostrobothnia, strawberry puree from capital city area, strawberry smoothie from North Savo, unpeeled potato from Central Ostrobothnia, perch steak from Varsinais-Suomi and reindeer kibble from Southern Lapland. LCA was made for all these pilot cases with impact classes of climate impact and eutrophication impact.

Pilots were compared partly to other domestic production and partly to imported production. No comparisons between organic and conventional production were made. Comparisons were made between organic products and between conventional products. Barley pie was compared to rice pie, breads to other Finnish investigations of bread, strawberries to average Finnish production and final products to canned peach and banana smoothies. For unpeeled potato, the comparison was made to industrially peeled potatoes and for organic oat to average Finnish organic oat. Perch steak was compared to fish sticks and Finnish cultivated rainbow trout fillet, and reindeer kibble to beef.

The results were in many cases advantageous to local food products, when compared to volume products. Especially advantageous were the results of perch steak, unpeeled potato, strawberry products and organic oats. The climate impact and eutrophication impact of integral rye bread were lower than those of average Finnish bread. The results of reindeer kibble and oat bread were quite similar in the comparisons. Regarding barley pie compared to rice pie, the climate impact was the same, while the eutrophication impact was higher for barley pie.

In conclusion, we found even large differences between the environmental impacts of local food products when compared to volume products. In addition, contracted local food products can be produced such that they achieve a regionally high yield in relation to material and energy inputs due to local circumstances, with unpeeled potato and organic oat being good examples. Although the environmental impacts concerning local food and food products in general are case-specific and one must be careful when generalizing the results, based on this study it can be expected that environmental sustainability and life cycle assessments will become as important procurement criteria in the procurement of public services. The case-specific study results suggest that more case-specific lifecycle assessments both for local food products and volume products are necessary.

Keywords: local food, ecological sustainability, life-cycle assessment, communication, public procurement

## Alkusanat

Kestävät Hankinnat-hanke (KeHa), johon kuului kahdeksan lähiruokatuotteen ympäristövaikutusprofiilin selvittäminen, toteutettiin silloisen Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen MTT (nykyisin Luonnonvarakeskus) ja EkoCentrian yhteistyönä. EkoCentria vastasi hankkeen koordinoinnista ja MTT toimi vastasi hankkeessa tehdyistä pilot-tuotteiden ekologisen kestävyuden arvioinneista. Maa- ja metsätalousministeriö rahoitti hanketta ajalla 1.1.2013-31.12.2014.

MTT:sta hankkeeseen osallistuivat Sirpa Kurppa, Frans Silvenius, Jukka Tauriainen ja Jouni Nousiainen. Sirpa Kurppa oli alusta asti suunnittelemassa hankekokonaisuutta yhdessä muiden organisaatioiden edustajien kanssa. Hankkeen MTT:n osuuden koordinointi siirtyi hankkeen kuluessa häneltä pääosin Frans Silveniukselle. Frans Silvenius mallinsi case-tuotteiden ilmastovaikutuksen ja rehevöittävän vaikutuksen. Jukka Tauriainen kokosi pääosan pororouheen tarkastelussa käytettävistä tiedoista, jonka lisäksi myös Jouni Nousiainen osallistui pororouheen ympäristövaikutuslaskentojen tekoon. Lisäksi raportia oikolukivat Leena Ramstedt, Taija Sinkko ja Merja Saarinen. Ekocentriasta hankkeeseen osallistuivat projektikoordinaattori Hanne Husso sekä Sari Väänänen ja Anu Arolaakso sekä projektin alkuvaiheissa Pekka Marin.

Lähiruokaketjujen arviointiin liittyvän tiedonkeruun toteuttivat aluekoordinaattorit MTT:n ohjauksessa. Aluekoordinaattoreita olivat Ann-Sofi Ljungqvist Pohjanmaalta, Hanna Tuominen Pohjois-Karjalasta, Minna Oksanen ISS Ruokapalvelu Oy:stä koskien Keski-Pohjanmaan pilottia, Pekka Kilpimaa Pohjois-Savosta, Katja Vuorenmaa Meri-Lapista, Tiina Rinne-Kylänpää ja Irma Taka-Prami Varsinais-Suomesta ja Eija Paronen Etelä-Karjalasta. Lisäksi tutkimukseen antoi tietoja kustakin tutkitusta tuotantoketjusta viljelijöitä, leipomoyrittäjiä ym. elintarvikkeiden jalostajia, poronkasvattajia ja suurkeittiöiden henkilökunta. Tutkimusryhmä kiittää lämpimästi kaikkia tutkimuksessa avustaneita.

# Sisällys

<b>1. Johdanto</b>	<b>7</b>
<b>2. Aineisto ja menetelmät</b>	<b>9</b>
2.1. Tutkitut ympäristövaikutusluokat	9
2.2. Pilot-tuotteet	11
2.2.1. Jorma-ohra, ohrapirakka, Pohjois-Karjala	11
2.2.2. Ohrarieska ja ruisleipä, Etelä-Karjala	12
2.2.3. Kuoripäällinen peruna, Keski-Pohjanmaa	13
2.2.4. Ahvenpihvi, Varsinais-Suomi	13
2.2.5. Luomukaurapuuro, Vaasa	14
2.2.6. Mansikkasose, Espoo	14
2.2.7. Mansikkapirtelö, Pohjois-Savo	14
2.2.8. Pororouhe, Meri-Lappi	14
2.3. Maataloustoimintojen päästömallinnus	15
<b>3. Tulokset ja niiden arviointi</b>	<b>16</b>
3.1. Ohrapirakka	16
3.2. Ruisleipä ja ohraorieska	19
3.3. Kuoripäällinen peruna	22
3.4. Ahvenpihvi	25
3.5. Mansikkasose	27
3.6. Mansikkapirtelö	29
3.7. Luomukaurapuuro	31
3.8. Pororouhe	33
<b>4. Johtopäätökset</b>	<b>37</b>
<b>5. Kirjallisuus</b>	<b>39</b>

# 1. Johdanto

Julkisen sektorin ammattikeittiöiden hankintaosaamisen kehittäminen on tärkeä ja ajankohtainen haaste, sillä joka kolmas suomalaisten nauttimista aterioista on ammattikeittiöiden valmistama. Ruoka ja sen tuotantoketju muodostavat yhteensä kolmanneksen suomalaisten ympäristövaikutuksista ja Kestävät Hankinnat-toimenpideohjelman (2008) mukaan kestävien hankintojen edistämiseksi julkisen sektorin toimijoiden tulee toimia esimerkkinä pienentämällä toimintojensa ympäristövaikutusta, vähentää jätemäärää ja ympäristön kemikalisoitumista sekä edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä ja ympäristömyönteisiä innovaatioita. Kestävillä elintarvikevalinnoilla tarkoitetaan luomu-, kasvis-, sesonki- ja lähiruokaa (Ekocentria 2014).

Valtioneuvoston periaatepäätös 4/2009 kannustaa julkisia toimijoita kestäviin hankintoihin seuraavasti: ”Ruokapalveluiden elintarvikehankinnoissa lisätään luonnonmukaista, kasvispohjaista tai sesonginmukaista ruokaa vähintään kerran viikossa vuoteen 2010 mennessä ja vähintään 2 kertaa viikossa vuoteen 2015 mennessä”. Valtionhallinnon alaisissa keittiöissä tämä Kestävät Hankinnat –toimenpideohjelma on vaatimus ja kunnallisissa ammattikeittiöissä suositus. Uusia vaatimuksia tuonevat myös hallitusohjelman lähi- ja luomuruokaohjelmien sekä kestävään kulutuksen ja tuotannon KULTU2-ohjelman toteuttamiset. Vuonna 2010 hyväksytyssä Kuntaliiton ilmastolinjauksissa asetettiin tavoitteeksi, että kunnat arvioivat hankintojen ilmastollisia, energiataloudellisia ja muita ympäristövaikutuksia sekä sisällyttävät näitä koskevia kriteereitä tarjouspyyntöihin. VNP 2013:ssa mainitaan, että elintarvikehankintojen osalta sesonginmukaista, kasvisruokaa tai luomua on tarjolla 10 % vuoteen 2015 mennessä ja 20 % vuoteen 2020 mennessä. Hankintapuolella puolestaan tulivat voimaan uudet hankintadirektiivit 17.4.2014 (Euroopan parlamentti ja Euroopan Unionin Neuvosto 2014), ja niissä pyritään mm. ottamaan huomioon ympäristö- ja sosiaaliset näkökohdat sekä parantamaan pk-yritysten asemaa. Uudistus antaa hankintayksiköille mahdollisuuden ottaa huomioon ympäristö- ja sosiaaliset näkökohdat kaikissa hankinnan vaiheissa.

Hankkeen tavoitteena oli parantaa julkisten ruokapalveluiden hankintaosaamista sekä tuottaa malleja kestävien elintarvikevalintojen kilpailutusprosessista. Erityisesti pilotoinnin kohteena oli tutkia sitä, että voisiko lähiruokatuotteiden käyttäminen parantaa julkisten hankintojen ekologista ja sosiaalista kestävyttä. Hanketta pilotoitiin kahdeksalla pilot-tuotteella, joiden hankintaprosessi kuvattiin, ja lisäksi niiden ekologinen ja sosiaalinen kestävyys määritettiin. Tässä raportissa keskitytään pelkästään ekologisen kestävyuden arviointien tuloksiin, jonka mittareita hankkeessa olivat ilmasto-vaikutus ja rehevöityminen. Lähiruokaan liittyvä tutkimus on ajankohtaista, koska päivittäistavara-kaupassa, ravintolasektorilla ja julkisen sektorin ruokapalvelujen käyttäjien puheissa on todettu lisääntyvää tarvetta tutkimukselle. Hankintaprosessiin liittyen Kurunmäki ym. (2012) ovat todenneet, että kaupan ja ammattikeittiöiden haasteena on lähiruokan saatavuus. Lähiruokasektorin suuri pullonkaula onkin kuluttajien kysynnän ja eri toimitusketjujen tarjonnan kohtaamattomuus.

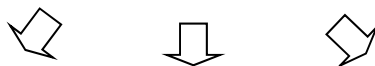
Lähiruokatuotanto on nähty niin tärkeäksi, että sille on määritelty oma kehittämisohjelma (MMM, 2013): ”Lähiruokalla tarkoitetaan erityisesti paikallisuokaa, joka edistää oman alueen paikallistaloutta, työllisyyttä ja ruokakulttuuria, joka on tuotettu ja jalostettu oman alueen raaka-aineista ja joka markkinoidaan ja kulutetaan omalla alueella. Omalla alueella tarkoitetaan maakuntaa tai sitä vastaavaa tai pienempää aluetta. Lähiruokaohjelman toimenpiteet kattavat lisäksi elintarvikealan lähinnä pienempien yritysten erikoistuotteet, joiden merkittävimmät markkinat ovat lähialueella, mutta joita myydään eri kanavissa muuallakin Suomessa. Lähiruoka ja ruoan paikallisuus liittyvät erityisesti lyhyisiin jakeluketjuihin, joita määrittää taloudellisten toimijoiden määrän väheneminen ketjussa, toimijoiden yhteistyö, paikallinen talouskasvu sekä tuottajien ja kuluttajien maantieteelliset ja sosiaaliset yhteydet.” Lähiruokaohjelman tavoitteina on



- monipuolistaa lähiruoan tuotantoa ja lisätä sitä kysyntää vastaavaksi sekä nostaa lähiruoan jalostusastetta
- parantaa pienimuotoisen elintarvikejalostuksen ja myynnin mahdollisuuksia lainsäädännön ja neuvonnan keinoin
- kasvattaa lähiruoan osuutta julkisista hankinnoista parantamalla laadullista osaamista ja hankintakriteereitä
- parantaa alkutuotannon mahdollisuuksia
- tiivistää lähiruokasektorilla toimivien yhteistyötä
- lisätä ruoan ja ruokaketjun toimijoiden arvostusta

Lähiruoan hankintamenettelystä EkoCentria (2014) on julkaissut kattavan Lähis-oppaan. Tässä tutkimuksessa osassa tuotantoketjuista vain osa tuotteen sisällöstä oli lähiruokaa. Aikaisemmin tiedossa oli, että lähiruoan tuotekohtaiset ympäristövaikutukset, esimerkiksi ilmastovaikutus, eivät välttämättä aina ole alhaisemmat kuin muuten tuotetun ruokatuotteen (esim. Born ja Purcell, 2006, Räsänen ym. 2014). Räsänen ym. (2014) toteavatkin, että lähiruoan tuotekohtaiset rehevöittävät vaikutukset ovat tapauskohtaisia eli kyseisessä tutkimuksessa tutkituilla pilot- tuotteilla osalla tuotteista rehevöittävä vaikutus oli suurempi ja toisilla pienempi kuin keskimäärin vastaavalla suomalaisella ns. valtavirtatuotteella. Hankkeessa nostettiin myös esiin se, että rehevöittävät vaikutukset samoin kuin biodiversiteettiin kohdistuvat vaikutukset ovat hyvin paikallisia ja monimuotoisuuden osalta lähiruoalla on paljon kestävyttä parantavia mahdollisuuksia. Torjunta-aineiden käyttö ja siitä aiheutuva ekotoksinen vaikutus lähiruoan tuotannossa vaihtelivat kyseisessä tutkimuksessa paljon; minimitasosta yllättävän korkeaan haitallisuustasoon. Kyseisessä tutkimuksessa luotiin myös kehikko lähiruokatuotteiden kestävyden arviointiin (kuva 1). Ekologiseen kestävyteen liittyvien vaikutusten osalta kehittämistä on meneillään esimerkiksi ravinne- ja vesijalanjälkeen sekä biodiversiteettiin liittyen, ja vastaavaa kehitystä tarvitaan edelleen (Räsänen ym. 2014).

Ekologisen kestävyden osa-alueet	Sosioekonomisen kestävyden osa-alueet
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ravitsemus</li> <li>•Paikallisten luonnonvarojen hyödyntäminen</li> <li>•Rehevöittävä vaikutus</li> <li>•Kemikaalien aiheuttamat ekotoksiset ja toksiset vaikutukset</li> <li>•Biologinen monimuotoisuus</li> <li>•Ekosysteemipalvelut</li> <li>•Ilmastovaikutukset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Huoltovarmuus</li> <li>•Sosiaaliset ja taloudelliset verkostot</li> <li>•Innovatiivinen yritystoiminta</li> <li>•Työllistyvyys</li> <li>•Työhyvinvointi</li> <li>•Kulttuuri</li> <li>•Eläinten hyvinvointi</li> <li>•Ketjujen lyhyys</li> </ul>



Tuotekohtainen arviointi	Tilatason arviointi	Alueellinen arviointi
--------------------------	---------------------	-----------------------

**Kuva 1.** Arviointikehikko: Lähiruoan kestävyden osa-alueet (Räsänen ym. 2014).

## 2. Aineisto ja menetelmät

### 2.1. Tutkitut ympäristövaikutusluokat

Tässä tutkimuksessa tutkittavien tuotteiden tuotantoketjukohtaiset ilmastovaikutukset ja rehevöittävä vaikutus tutkittiin elinkaariarvioinnilla (life cycle assessment, LCA), jota on laajasti käytetty elintarvikkeiden tuotannon ja kulutuksen ympäristövaikutusten arvioimiseen. Menetelmä on standardisoitu (ISO 14040 ja ISO 14044). Lisäksi Suomessa on julkaistu ohjeistus elintarviketuotteiden tuotannon ilmastovaikutusten laskentaan (Hartikainen ym. 2012), jota on noudatettu pääosin tämän tutkimuksen laskelmien teossa. Ilmastomuutoksella tarkoitetaan nykyistä ihmisen toiminnasta johtuvaa, ilmakehän lisääntyvästä kasvihuonekaasupitoisuudesta aiheutuvaa globaalia ilmaston lämpenemistä, kun taas ilmastovaikutuksella tarkoitetaan esimerkiksi jonkin tuotteen tuotantoketjun vaikutusta ilmastomuutokseen (Hartikainen ym. 2012). Nykykäsityksen mukaan globaali ilmastomuutos aiheuttaa paikallisesti sademäärien muutoksia, lämpötilan nousua tai joissain paikoin kenties laskua ja sääilmiöiden ääri vaihteluja. Ihmisen aikaansaama ilmaston muuttuminen johtuu kasvihuonekaasujen lisääntymisestä erityisesti fossiilisten polttoaineiden käytön seurauksena. Ruoantuotannossa hyödynnettävät biologiset prosessit tuottavat myös merkittäviä määriä metaania ja dityppioksidia, jotka ovat voimakkaita kasvihuonekaasuja.

Kasvihuonekaasut ovat kaasuja, jotka ilmakehässä ollessaan päästävät lähes kaiken auringonsäteilyn lävitseen, mutta absorboivat suuren osan maan pinnalta lähtevästä lämpösäteilystä aiheuttaen kasvihuoneilmiön. Ilmiön myötä lämpötila maapallolla on korkeampi, mitä se olisi ilman kasvihuonekaasuja. Kasvihuoneilmiö mahdollistaa elämän maapallolla, mutta tullessaan liian voimakkaaksi myös vaarantaa sen. Merkittävimmät kasvihuonekaasut ovat vesihöyry (jotka aiheuttavat 36–70 % kasvihuoneilmiöstä), hiilidioksidi ( $\text{CO}_2$ , vastaavasti 9–26 %), metaani ( $\text{CH}_4$ , vastaavasti 4–9 %) ja troposfäärin otsoni (vastaavasti 3–7 %) sekä ihmisperäinen typpioksiduuli ( $\text{N}_2\text{O}$ , vastaavasti 6 %) (esim. SYKE, 2014). Kasvihuonekaasujen viipymisaika ilmakehässä vaihtelee muutamasta päivästä (vesihöyry) satoihin vuosiin (hiilidioksidi).

Maatalouden tuottamat tärkeimmät kasvihuonekaasut ovat hiilidioksidi ( $\text{CO}_2$ ), metaani ( $\text{CH}_4$ ) ja dityppioksidi ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Kasvintuotannossa päästönä hiilidioksidi on pääasiassa peräisin kalkituksesta, työkoneista ja energiankulutuksesta ja eläintuotannon osalta päästölähteitä ovat lisäksi sähköenergian kulutus ja tuotantotilojen lämmitys. Dityppioksidipäästöjä syntyy kemiallisten ja orgaanisten typpilannoitteiden käytön seurauksena (Regina ym., 2013). Lisäksi dityppioksidia vapautuu maaperästä orgaanisen aineen hajotessa. Päästö on sen takia suurin orgaanisilla mailla (Regina ym., 2014). Metaania vapautuu maataloudessa erityisesti karjankasvatuksesta, sillä metaania syntyy märehitijöiden ruoansulatuksessa. Metaania vapautuu myös lannan varastoinnissa ja käsittelyssä (Hakala ja Lyytimäki, 2008; US-EPA, 2012). Karjatalouden metaanipäästöt koskevat välillisesti myös kasvinviljelyä sekä luomutuotantoa, joissa karjanlantaa käytetään lannoitteena, vaikka yleensä lannan varastoinnin metaanipäästöt kohdistetaan eläintuotteille eikä lannoitetuille kasvituotteille. Lannan peltokäytöstä johtuvat päästöt, kuten ammoniakki ja dityppioksidi, kohdennetaan sen sijaan yleensä kasvintuotannolle.

Suomalaisen ruoantuotannon kasvihuonekaasupäästöistä keskimäärin 70 % aiheutuu alkutuotannosta (Virtanen ym., 2009). Ilmastovaikutusta voidaan tarkastella tila-, pinta-ala- ja tuotekohtaisesti. Toisin kuin rehevöittävä vaikutus, ilmastovaikutus on globaali: vaikutuksen synnyn suhteen on samantekevää missä päästö syntyy. Sen takia periaatteessa tuotekohtainen tarkastelu riittää. Se tuo riittävän informaation eri tuotteiden vaikutusten vertaamiseen. Kuitenkin tila- ja pinta-ala kohtainen arviointi voi tuoda toimijoille itselleen arvokasta tietoa ja pohjaa parannustoimenpiteille.

Rehevöitymisellä tarkoitetaan kasvillisuuden perustuotannon lisääntymistä, joka johtuu liiallisesta ravinteiden saannista. Vesistöjä rehevöittävät ravinnepäästöt (pääosin typpi ja fosfori) ovat peräisin esim. maatalouden, yhdyskuntavesien tai teollisuuden valumista vesistöihin. Lisääntynyt kasvilli-

suus kuluttaa entistä enemmän happea, mikä voi johtaa vesistön happikatoon. Rehevöityminen johtaa esim. kalaverkkojen ja rantakivien limoittumiseen, levien määrän kasvuun ja leväkukintoihin, veden värin muuttumiseen ja näkösyvyyden pienenemiseen, vesikasvien runsastumiseen ja lajiston muuttumiseen. Lisäksi se aiheuttaa vesilintujen määrän ja lajiston muuttumista, kalaston muuttumista (arvokalasaaliit vähenevät ja särkikalat runsastuvat sekä järvellä voi esiintyä kalakuolemia), hajuhaittojen ilmenemistä, veden käyttäjien terveyshaittoja (uimareiden ihottumat ja järvisyvyhy) ja vettä juovien eläinten myrkytyksiä (SYKE, 2014a). Suurin osa ravinnepestäistä päätyy vesistöihin pelloilta sade- ja sulamisvesien myötä keväisin ja syksyisin. Myös talvisateet aiheuttavat ravinnehuuhtoumaa erityisesti Etelä-Suomessa (SYKE 2014b).

Tärkeimmät vesistöjä rehevöittävät päästöt ovat typpi (N), fosfori (P), ammoniakki (NH<sub>3</sub>) ja typenoksidit (NO<sub>x</sub>). Maataloudessa käytetään keinotekoisia lannoitteita ja karjanlantaa, joista osa huuhtoutuu pelloilta vesistöihin. Maatalous aiheuttaa vesistöihin joutuvasta typestä noin puolet ja fosforista n. 60 %. (Hakala ja Lyytimäki 2008). Fosforia huuhtoutuu savimailta muita maalajeja enemmän ja typpeä vastaavasti orgaanisilta mailta. Ammoniakki on peräisin lähinnä lannoituksen yhteydessä haihtuvasta typestä ja sitä haihtuu suhteessa enemmän lannasta kuin väkilannoitteista. Suomalaisen ruoantuotannon rehevöittävästä päästöistä suurin osa, keskimäärin 70 %, monissa tapauksissa yli 90 %, aiheutuu alkutuotannosta (Virtanen ym., 2009).

Tässä hankkeessa rehevöitymistä tarkasteltiin tuotekohtaisesti arvioimalla kunkin case-tuotteen potentiaalinen vesistöjä rehevöittävä vaikutus elinkaariarvioinnilla.

Ilmastovaikutus ja rehevöittävät päästöt koostuvat useista päästökomponenteista, joiden vaikutus suhteessa toisiinsa lasketaan käyttämällä ns. karakterisointikertoimia. Tässä tutkimuksessa käytetyt karakterisointikertoimet on esitetty taulukossa 1. Tämä lisäksi rehevöittävässä päästöissä on myös huomioitu päästökomponenttikohtaisesti vaikutus- ja kulkeutumiskertoimet, joita käyttämällä pystytään laskemaan leville käyttökelpoisen ravinnekuormituksen määrä. Vaikutus- ja kulkeutumiskertoimet perustuvat julkaisuun Saarinen ym. (2012), jonka lähteenä taas on pääosin toiminut Seppälä ym. (2004) ja Heijungs ym. (1992).

**Taulukko 1.** Tutkimuksessa käytetyt karakterisointikertoimet.

	Karakterisointikerroin	Lähde
<b>Ilmastonmuutos</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv/kg	
CO <sub>2</sub>	1	<b>Solomon ym. 2007</b>
CH <sub>4</sub>	25	
N <sub>2</sub> O	298	
<b>Rehevöityminen</b>	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -ekv/kg	
NH <sub>3</sub> ilmaan,	<b>0,04</b>	<b>Heijungs ym. 1992</b>
NO <sub>x</sub> ilmaan,	<b>0,015</b>	<b>Seppälä ym. 2004</b>
N, kok	<b>0,42</b>	
P, kok	<b>3,06</b>	

## 2.2. Pilot-tuotteet

### 2.2.1. Jorma-ohra, ohraپییراککا, Pohjois-Karjala

Ohrapiirakan valmistuksessa käytettiin pohjoiskarjalaisella tilalla tuotettua kuoretonta Jorma-ohranimistä luomuohralajiketta. Tilalla oli viljelykierto, jossa oli yksi vuosi viherlannoitusta ja kaksi vuotta ohraa. Maalajina oli pääosin hietamoreeni, mutta yksi peltolohko oli myös orgaanisella maalla. Orgaanisen maan osuus viljelypinta-alasta vaihteli tarkasteluajanjakson aikana välillä 15–40%. Keskimäärin satotaso oli noin 2000 kg/ha, mutta osalla peltolohkoista saatiin huomattavasti sato. Lannoituksena käytettiin kompostoitua karjanlantaa ja kalkitusaineena tuhkaa.

Tutkimuksessa käytetty Jorma-ohra on erityislajike, joka on kuoretton. Tämä vähentää jatkokäsittelytarvetta, jonka lisäksi tuotteella on korkea ravintoarvo (Taulukko 2).

**Taulukko 2.** Jorma-ohran ravintoainepitoisuuksia verrattuna tavalliseen ohraan ja riisiin.

	Yksikkö	Jorma-ohra	Kuorellinen ohra	Puuro-riisi	Tumma riisi	Aikuisten tarve/vrk
<b>Kalsium</b>	mg/100g	31	35	6	10	800 mg
<b>Magnesium</b>	mg/100g	136	110	34	101	280–350 mg
<b>Fosfori</b>	mg/100g	496	330	110	254,5	600 mg
<b>Rikki</b>	mg/100g	182	130			
<b>Kalium</b>	mg/100g	565	510	130	246,5	3,1–3,5 g
<b>Natrium</b>	mg/100g	3	9,8	6	6	
<b>Rauta</b>	mg/100g	7,25	6,1	1,2	0,7	10–18 mg
<b>Sinkki</b>	mg/100g	5,18	3,2	1,3	1,8	7-9 mg
<b>Mangaani</b>	mg/100g	2,03	2,2			2-5 mg
<b>Kupari</b>	mg/100g	0,7	0,64			1,5-3 mg
<b>Proteiini</b>	g/100g	16,7	11,8–13,5	6,1	7	
<b>Kokonaisravintokuitu</b>	g/100g	18,7–19,0	14,5	2,3	4	
<b>Liukenevan ravintokuitu</b>	g/100g	13,8–13,9	10	2,1	3,9	
<b>Liukeneva ravintokuitu</b>	g/100g	4,8–5,2	4,7	0,2	0,6	
<b>Beetaglukaani</b>	g/100g	3,7,-4,3	2,7	130	246,5	

Mylly, jossa hiutaleet jauhatetaan, sijaitsee 20 km:n päässä viljelypaikalta. Ohrahiutaleen saantoprosentti oli kuorettomuudesta johtuen korkea, 95 %. Lisäksi myllyltä saatiin tiedot jauhatuksen vaatimasta sähköenergian kulutuksesta. Kuljetukset myllyyn tapahtuivat pakettiautolla. Ohrahiutaleiden kuljetusmatka myllystä leipomoon oli 80 km ja kuljetus tapahtui pakettiautolla.

Leipomolta kysyttiin leipomon kokonaistuotantomääriä sekä energiankulutusta sekä ohrahiirakan reseptiä. Muut piirakan tuotannossa käytettävät viljat mallinnettiin käyttämällä keskimääräisiä tietoja ProAgrian rukiin ja vehnän viljelystä Länsi-Suomen alueella vuosina 2010–2012 ottaen huomioon maalajin, satotason ja lannoitteiden sekä kalkin käytön. Nämä ainesosat eivät siis olleet lähellä tuotettuja. Muiden viljojen jauhatuksen osalta käytettiin tuotantolaitoskohtaisia tietoja sähköenergiankulutuksesta sekä jauhojen saantoprosentista suhteessa sisääntulevaan viljaan, jotka saatiin varsinaisuomalaisesta myllystä, jossa viljat jauhettiin. Kuljetusmatka oli 570 km ja kuljetukset tapahtuivat säiliöautolla, joissa kuormakooksi oletettiin 40 tonnia, joista päästömallinnukset perustuivat VTT:n ylläpitämään LIPASTO-tietokantaan (VTT 2012). Maitojuoman ja voin raaka-aineena käytetyn kerman osalta käytettiin Valiolta saatuja tietoja.

Vertailuaineistona käytettiin reseptiä, jossa ohra oli korvattu riisillä samassa massasuhteessa, mutta muut ainesosat sekä prosessointi oli toteutettu samalla tavalla. Riisin osalta käytettiin Ecoinvent-tietokannan tietoja USA:ssa tuotetusta riisistä, jonka satotaso oli 6900 kg/ha. Riisi oletettiin kuljetettavaksi Pohjois-Karjalaan Etelä-Euroopasta, ja kuljetusmatkaksi oletettiin 2500 km laivalla ja 500 km täysperävaunurekalla.

Ohrahiirakkaa käytettiin tässä pilot-tarkastelussa Pohjois-Karjalan sairaanhoitopiirissä. Kuljetusmatka leipomolta käyttöpaikalle oli 20 km ja kuljetukset tehtiin pakettiautolla.

Vertailututkimuksina käytettiin arvoja rehevöitymisen ja ilmastonmuutoksen osalta ConsEnv-tutkimuksesta (Saarinen ym. 2011), Futupack-tutkimuksesta (Silvenius ym. 2011) ja ilmastovaikutuksen osalta myös keskimääräisen suomalaisen leivän hiilijalanjälkeä käsittelevästä pro gradu-tutkimuksesta (Wanhalinna 2010).

### 2.2.2. Ohrarieska ja ruisleipä, Etelä-Karjala

Viljojen viljelytietoja saatiin kolmelta viljelijältä käsittäen tavanomaisesti viljeltyä ruista, vehnää ja ohraa Etelä-Karjalan alueelta. Tutkimuksessa käsiteltävä aineisto oli siis alkutuotannon osalta melko suppea. Alkutuotannon päästömallinnus suoritettiin muuten samoin kuin Jorma-ohran osalta. Organisten maiden osuus ohranviljelystä oli merkittävä, mutta pääosin viljelypinta-ala oli kivennäismaata. Vehnän keskimääräinen satotaso oli 5400 kg/ha ja maalaji savimaata, rukiin satotaso 3700 kg/ha ja maalaji pääosin kivennäis-, mutta osin savimaata ja ohran satotaso noin 4000 kg/ha. Kuljetusmatkat ja tavat vaihtelivat siten, että pisimmät kuljetusmatkat olivat 180 km, mutta ne tapahtuivat 40 tonnin täysperävaunurekoilla ollen siten energiatehokkaita. Lyhyimmät kuljetusmatkat olivat vain 15 km, ja niissä käytettiin osin traktoria.

Jauhojen osalta tiedot saatiin kolmelta myllyltä, joissa oli hieman erilaiset saannot riippuen käsittelystä viljalajista. Kaikkein korkein saanto, 95 % oli ruisjauhon tuotannosta, kun taas ohrajauhon saanto oli noin 65–70 % ja vehnän 73–78 %. Lisäksi myllyiltä huomioitiin sähköenergian kulutus, joka laskettiin suhteessa myllyjen kokonaistuotantomääriin. Kuljetusmatkat leipomoihin olivat alle 100 km ja kuljetusvälineenä toimi säiliöauto.

Prosessointitietoja saatiin kahdelta eteläkarjalaiselta leipomolta, joista saatiin tuotteiden reseptit ja kokonaissähköenergiankulutukset. Erillistä lämpöenergiaa ei leipomoilla tarvittu. Sähköenergiankulutukset kohdistettiin leipomoiden kaikkien tuotteiden vuosittaisiin tuotantomääriin ja päästöjen mallinnuksessa käytettiin sähköyhtiökohtaisia päästökertoimia. Tarvittavat raaka-aineiden määrät saatiin tuotteiden resepteistä. Jakelureitin pituus oli toisella leipomolla 200 km ja toisella 30 km. Kuljetukset tapahtuivat pakettiautolla.

### 2.2.3. Kuoripäällinen peruna, Keski-Pohjanmaa

Keski-Pohjanmaan pilot-tuotteena toimi kuoripäällinen peruna, jota viljeli paikallinen viljelijä. Satotaso oli noin 31500 kg/ha ja maalaji oli kivennäismaata. Kaikki peruna, jota koululla käytettiin, oli peräisin samalta lohkolta. Perunan kuljetusmatka koululle oli 35 km pakettiautolla ja kuljetettava eräkkö 400 kg. Hävikiksi keittiössä oletettiin 5 %. Perunan valmistuksen energiankulutukset ja eräkkö saatiin kyseiseltä koululta.

Tuloksia verrattiin keskimääräiseen pohjanmaalaiseen ruokaperunaan, jonka viljelytiedot saatiin ProAgrialta. Kuorimohävikiksi saatiin 40 % paikalliselta perunan jalostuslaitokselta, mikä on samaa suuruusluokkaa Hartikaisen ym. (2014) ilmoittamalle arvolle kokonaishävikistä perunan jalostuksessa, josta osa on tosin peräisin mm. perunan paloittelusta. Kuljetusmatka oli hieman paikallista perunaa pidempi, mutta kuljetukset oletettiin tapahtuvan puoliksi täysperävaunurekoilla.

### 2.2.4. Ahvenpihvi, Varsinais-Suomi

Ahvenen kalastuksesta saatiin tietoja neljältä ahvenen kalastukseen keskittyvältä ammattikalastajalta, jotka kalastivat Uudenkaupungin alueelta pääasiassa verkoilla. Tiedot saatiin ahvenen pyynnin sesonkikauden aikaisista saaliista vuonna 2010 ja lisäksi huomioitiin myös sivusaaliit. Sivusaaliina yksi kalastaja sai särkikaloja ja lahnaa yhtä paljon kuin ahventa, kun taas yhden kalastajan ilmoittama sivusaalis ilman särkikaloja oli 11 % saaliin kokonaismäärästä. Ahvenelle ja sivusaaliiksi saaduille ihmismravinnoksi päätyville kaloille kohdistettiin enemmän kuormituksia suhteessa massaan kuin sivusaaliiksi saaduille särkikaloille perustuen kalojen taloudellisiin arvoihin. Kalojen jäädytykseen käytettävän jään tuotannon ympäristövaikutukset huomioitiin, samoin kuin vuosittain hankittavien verkkojen valmistamisesta aiheutuvat päästöt. Kuljetukset jalostukseen mallinnettiin kalastajilta saatujen tietojen perusteella koskien kuljetettavia eräkkökoja ja kuljetusmatkoja. Kuljetusvälineenä oli pakettiauto ja kuljetusmatkat olivat 25-50 km. Kuljetettava eräkkö oli suuruusluokaltaan 100 kg vaihdellen jonkin verran.

Ahvenen osalta saaliin mukana vedestä poistuvat ravinteet arvioitiin Mäkisen (2008) julkaisun perusteella. Tässä selvityksessä ei huomioitu sitä, että ahvenen kalastuksesta johtuva petokalojen määrän vähentyminen saattaa lisätä alueella olevien särkikalojen määrää, vaan ainoastaan ahventen ja niiden kalastuksessa saadun sivusaaliin mukana poistuvat ravinteet huomioitiin. Toisaalta ahvenen kalastuksen yhteydessä vesistöistä poistui myös särkikaloja sivusaaliina, kyselyn perusteella noin puolet ahvensaaliin määrästä. Kaikuluotausalueilla RKT:n tekemissä yleiskatsausverkkokalastuksissa Kustavissa alueilla Lypertö, Sikaluoto ja Vikatmaa kalalajien lukumäärä- ja biomassasuhteet olivat Kustavin kolmella pyyntialueella seuraavat: ahven oli runsain kalalaji, ja ahvenkaloja (ahven, kiiski ja kuha) oli saaliin lukumääräistä 73–89 % ja biomassasta 66–84 % oli ahventa (Mäkinen 2008). Koska ahvenkaloja oli runsaasti lähialueella, pääteltiin, että ahvenkannat Uudenkaupungin alueella kestävät kalastusta.

Kalan perkuun, fileoinnin ja massan tuotantotiedot saatiin varsinaissuomalaiselta yritykseltä. Kalamassa valmistettiin koneellisesti ja saanto kokonaisesta kalasta oli 35 %. Kalan perkuu tapahtui käsin, lisäksi prosessiin kuului ahvenen halkaisukone ja massan valmistuskone. Energian ja veden käyttö allokoitiin kohdentamalla yrityksen kokonaissähkönkulutus ja lämpöenergiankulutus tasan kaikille yrityksistä saataville kalatuotteille massa perustuen, koska tarkempia tietoja ei ollut saatavilla.

Ahvenpihvin valmistuksen tieto saatiin suoraan valmistajalta. Tiedot käsittivät sekä reseptin että pihvien paistoon ja jäädytykseen sekä tilojen valaistukseen ja jäädytykseen käytettävän sähköenergian. Ahvenen lisäksi pihvi sisälsi myös muita raaka-aineita. Ahvenmassan kuljetusmatka pihvin valmistajalle oli 70 km ja kuljetukset tapahtuivat pääosin pienillä kuorma-autoilla.

Tuotetta vertailtiin kotimaiseen kirjoloheen sekä turskasta ja alaskanseidistä valmistettuihin kalapuikkoihin. Kirjoloheen osalta lähteenä oli Silvenius ym. (2011), turskan osalta islantilainen Eyjolfsdottir ym. (2003) ja norjalainen Winther ym. (2009) ja alaskanseidin kanadalainen Fulton (2010).

### 2.2.5. Luomukaurapuuro, Vaasa

Vaasan alueen pilot-tuotteena oli paikallisesta luomuviljasta tuotettu luomukaurapuuro, jota verrattiin vastikään julkaistusta tutkimuksesta saatuihin luomukaurapuuron arvoihin (Saarinen ym. 2014). Puuron valmistuksessa ja hiutaleiden prosessoinnissa käytettiin lähteenä Saarinen ym. (2014), mutta viljelystä saatiin tuotantoketjukohtaista tietoa tilalta, jonka luomukauran viljelyala oli noin 30 hehtaaria vuosittain. Maalaji oli pääasiassa savimaata ja keskimääräinen satotaso oli 3500 kg/ha kerätyn aineiston ajalta (vuodet 2010–2012). Kuljetusmatka myllylle oli 10 km, ja se tapahtui traktorikuljetuksena. Kuljetettavat eräkoot olivat 10000-13000 kg.

### 2.2.6. Mansikkasose, Espoo

Mansikan viljelypinta-ala oli 20 hehtaaria ja satotaso 4000–5000 kg/ha. Tuotantoa tapahtui sekä savi-että kivennäismailla. Viljelytoiminnoista huomioitiin kyntö sekä karhitseminen uudisalueille ja nurmikkovälien suorakylvö ja leikkuu. Leikkuu tapahtui kolme kertaa vuodessa. Lisäksi huomioitiin kalkin ja lannoitteiden tuotanto ja niiden käytöstä aiheutuvat päästöt. N<sub>2</sub>O-päästöt lannoitteiden käytöstä, mukaan lukien muut maaperästä aiheutuvat N<sub>2</sub>O-päästöt, mallinnettiin kansallisia päästökertoimia käyttäen (Regina ym. 2013) koskien monivuotisten kasvien tuotantoa. Myös viljelymuovien valmistuksesta aiheutuvat päästöt huomioitiin laskennassa.

Mansikan jalostuksesta huomioitiin mansikan soseutus, pakastus ja varastointi, joihin kaikkiin kuului sähköenergiaa. Mansikkasoseen kuljetusmatka käyttökohteeseen oli noin 5 km. Vertailututkimuksena käytettiin ConsEnv-tutkimuksen tietoja (Saarinen ym. 2011) keskimääräisestä suomalaisesta mansikan viljelystä, jonka lisäksi mansikan ilmastovaikutusta vertailtiin australialaiseen persikkaan (Eco Guantum 2011).

### 2.2.7. Mansikkapirtelö, Pohjois-Savo

Mansikkapirtelön ainesosat sekoitettiin suurtalouskeittiöllä ja sekoituksen ja varastoinnin sähköenergiankulutukset suhteessa tuotantomäärään saatiin suoraan keittiöltä. Peltolohkon pinta-ala oli 1,4 hehtaaria ja siltä saatiin vuonna 2014 11600 kg mansikkaa. Taimien uudistamisväli oli 5 vuotta ja maaperä kivennäismaata. Viljelytoiminnoista huomioitiin tässäkin tapauksessa kyntö sekä karhitseminen uudisalueille ja nurmikkovälien suorakylvö ja leikkuu. Leikkuu tapahtui seitsemän kertaa vuodessa. Mansikkapirtelön reseptistä alle 10 % oli mansikkaa ja muut ainesosat pääasiassa maitotuotteita. Verrokkituotteena käytettiin banaanipirtelöä, jossa ainesosat olivat muuten samat, paitsi että mansikka oli korvattu banaanilla. Banaanin ilmastovaikutuslukuna käytettiin tutkimusten Audsley ym. (2009) ja Wallén ym. (2004) keskiarvoa. Kuljetusmatka loppukäyttäjälle oli 25 km.

### 2.2.8. Pororouhe, Meri-Lappi

Pororouheen ilmastovaikutuksen osalta keskeistä ovat ruoansulatuksen ja lannan käsittelyn metaanipäästöt ja lannan käsittelyn dityppioksidipäästöt. Metaanipäästöt laskettiin rehureseptien perusteella (Välimaa 2014, Finer 2014). Poron tuotantoon liittyvät dityppioksidipäästöt ja ammoniakkipäästöt laskettiin Suomen ammoniakkimalliin perustuen (Grönroos ym. 2009). Edellä kuvatuista päästöistä laskettiin porojen rehun hyödyntämisestä aiheutuvat päästöt. Sen sijaan luontaisen ravinnon, kuten jäkälän, hyödyntämisestä aiheutuvat päästöt luonnonmukaisiksi eikä niitä huomioitu tässä tutkimuksessa. Kaiken kaikkiaan laskettiin, että porot hyödyntävät talvisaikaan täysrehua, heinää ja kokoviljasäilörehua keskimäärin 60 päivänä vuodessa lukuun ottamatta syksyllä teurastettuja saman vuoden vassoja, jotka eivät kuluta rehua ollenkaan vaan käyttävät luonnonravintoa. Poron kasvatuksen polttoaineenkulutus (ajokilometrit, moottorikelkka ym.) ja rehun kulutukset rehujakeittain suhteessa lihan tuotantoon saatiin silloisen MTT:n ylläpitämästä kannattavuuskirjanpidosta. Pororouheen tuotantotiedot saatiin valmistajilta koskien reseptiä sekä polttoaineiden ja sähköenergian kulutuksia. Poronrehun resepti- ja energiankulutustiedot saatiin poronrehujen valmistajalta (Finer 2014, Holma 2014, Välimaa 2014). Teurastamon sähköenergian ja lämmön kulutusta koskevat tiedot

saatiin eräältä poronhoitoalueen eteläpäässä sijaitsevalta teurastamolta. Poronkasvatuksen ravinnehuhtoumat on arvioitu perustuen tutkimukseen (Uusi-Kämpä ym. 2007). Pororouheen verrokkiaineistona toimi suomalainen naudanliha (Usva ym. 2012), joka perustui Cons-Env-tutkimukseen (Saarinen ym. 2011).

### 2.3. Maataloustoimintojen päästömallinnus

Työkoneiden polttoaineen kulutukset on laskettu traktorityömallilla Mikkola & Ahokas (2009). Kasvihuonekssujen päästökertoimet polttoaineen käytöstä on laskettu erilaisille moottorimalleille pääosin VTT:n (2012) LIISA-mallista. Mallinnettuja työkoneitoimintoja olivat lannan kuljetus pellolle, lietelannan levitys, kyntö, äestys, kylvölannoitus, puinti, kalkin levitys ja peltokuljetukset. Peltomailta vapautuvan dityppioksidin päästölaskennassa noudatettiin ohjeistusta, joka on annettu kansallisessa suosituksessa elintarvikkeiden ilmastovaikutuksen laskentaan (Hartikainen ym. 2012, Pulkkinen ym. 2012). Orgaanisilta mailta vapautuvat dityppioksidipäästöt huomioitiin laskennassa (Reginan ym. 2014) mukaan, samoin kuin kesannoilta tapahtuvat päästöt. Kalkin valmistuksen päästöille käytettiin Nordkalkilta (Welin 2008) saatuja tietoja koskien kalkin louhintaa, prosessointia ja kuljetuksia. Maatalouskoneiden käyttämän polttoaineen tuotannon kasvihuonekaasupäästökertoimet saatiin Neste Oililta. Kalsiumkarbonaattiekvivalentit on laskettu kalkitusaineiden kokonaisneutralointikyvystä suhteessa kalsiittiin IPCC:n (2006) ohjeistuksen mukaisesti. Pääosin käytettävä kalkki on ollut kalsiumkarbonaattia. N<sub>2</sub>O-päästöt, jotka aiheutuivat lannoitteiden käytöstä sekä muut maaperästä aiheutuvat N<sub>2</sub>O-päästöt mallinnettiin kansallisia yksivuotisten kasvien tuotantoa koskevia päästökertoimia käyttäen (Regina ym. 2013). Lannoitteiden valmistamisen osalta Suomen Salpietarin osalta käytettiin tuotekohtaista, Yara Suomelta saatuja elinkaaritietoja ja muiden typpi- ja Y-lannoitteiden osalta keskimääräisiä tietoja. Maalajin osalta laskennassa huomioitiin sen vaikutus huuhtoumiin ja peltotöihin kuluvaan energiaan jaotteleamalla lohkot. Typpi- ja fosforihuuhtoumat laskettiin tavanomaisille kasveille SYKE:n ja MTT:n kehittämällä huuhtoumamalleilla, jotka on kuvattu ConsEnv-hankkeen loppuraportissa (Saarinen ym., 2011). Luomukasvien typpi- ja fosforihuuhtoumille päädyttiin myös soveltamaan samaa mallia kuin tavanomaiselle viljelylle, koska luomusta tehtyihin päästömittauksiin perustuvaa huuhtoumamallia ei ole saatavilla. Huuhtoumamallin mukaisesti käytettiin minimihuuhtouman määrää, jos laskettu typpihuuhtouma jäi alle minimihuuhtouman (savimailla 5kg/ha, kivennäismailla 10 kg/ha ja orgaanisilla mailla 15 kg/ha).

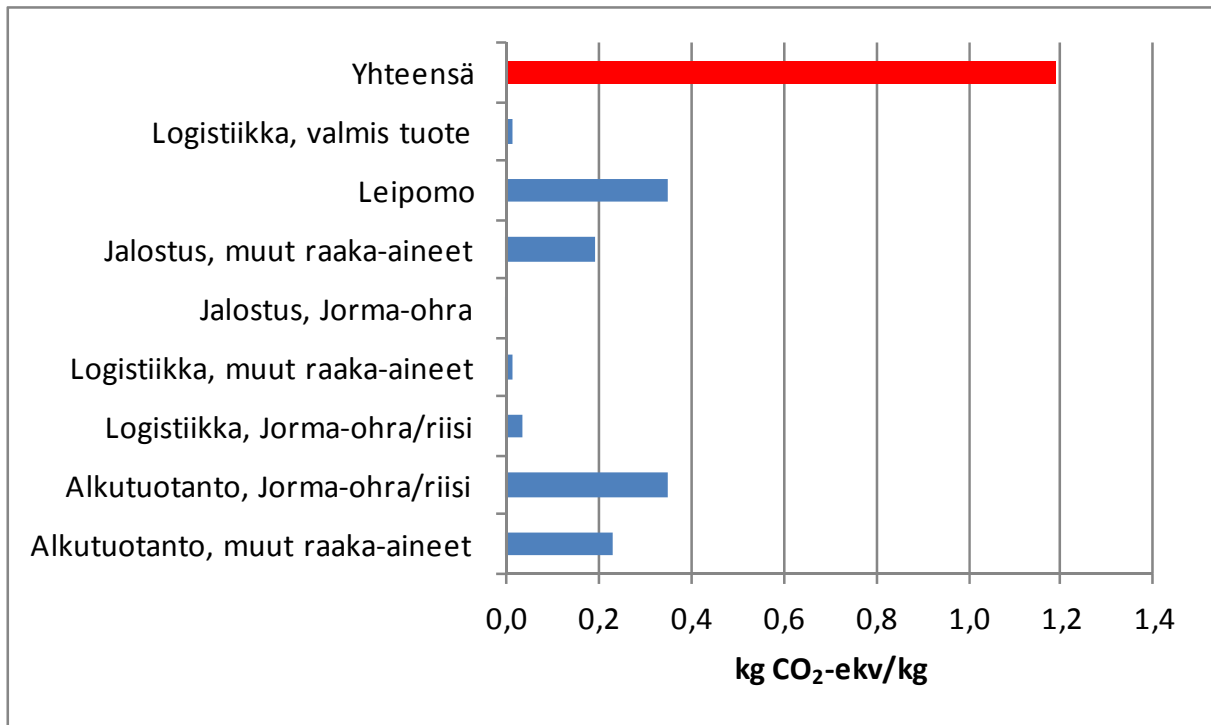
Rehevöittävien päästöjen arvioinnissa päästöjen levien kasvuun vaikuttava osuus laskettiin Cons-Env-hankkeen loppuraporttiin (Saarinen ym. 2011) perustuen käyttämällä kulkeutumis- ja vaikutuskertoimia, jotka olivat tyypelle yhteensä 0,565, liukoiselle fosforille 1 ja eroosiofosforille 0,16. Kertoimet ovat suomalaisiin olosuhteisiin mallinnettuja. Ammoniakin haihtuminen lannasta laskettiin SYKEN typpimallilla (Grönroos ym. 2009) Suomen keskimääräisillä toimenpiteillä. Samoin epäsuoriin N<sub>2</sub>O-päästöihin käytettiin SYKEN typpimallin kertoimia.



## 3. Tulokset ja niiden arviointi

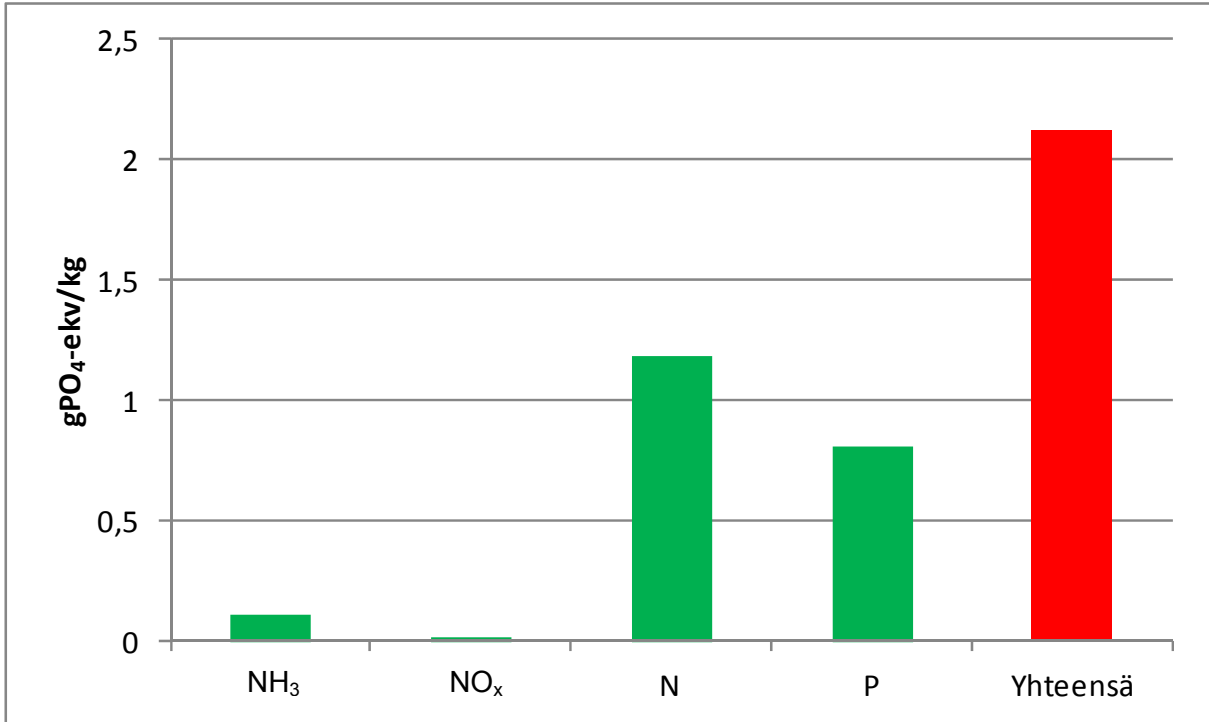
### 3.1. Ohrapiirakka

Ohrapiirakan ilmastovaikutukseksi saatiin 1,19 kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg ohrapiirakkaa (Kuva 2). Alkutuotannon osuus oli yhteensä 49 %. Pelkästään ohran alkutuotannon osuus oli 29 %, myllyn osuus 17 % ja leipomon 29 %. Kaikkien kuljetusten osuus oli yhteensä 5 %. Ilmastovaikutuksen jakauma oli leipomotuotteelle tyypillinen.



**Kuva 2.** Ohrapiirakan tuotantoketjun ilmastovaikutukset tuotantovaiheittain kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg.

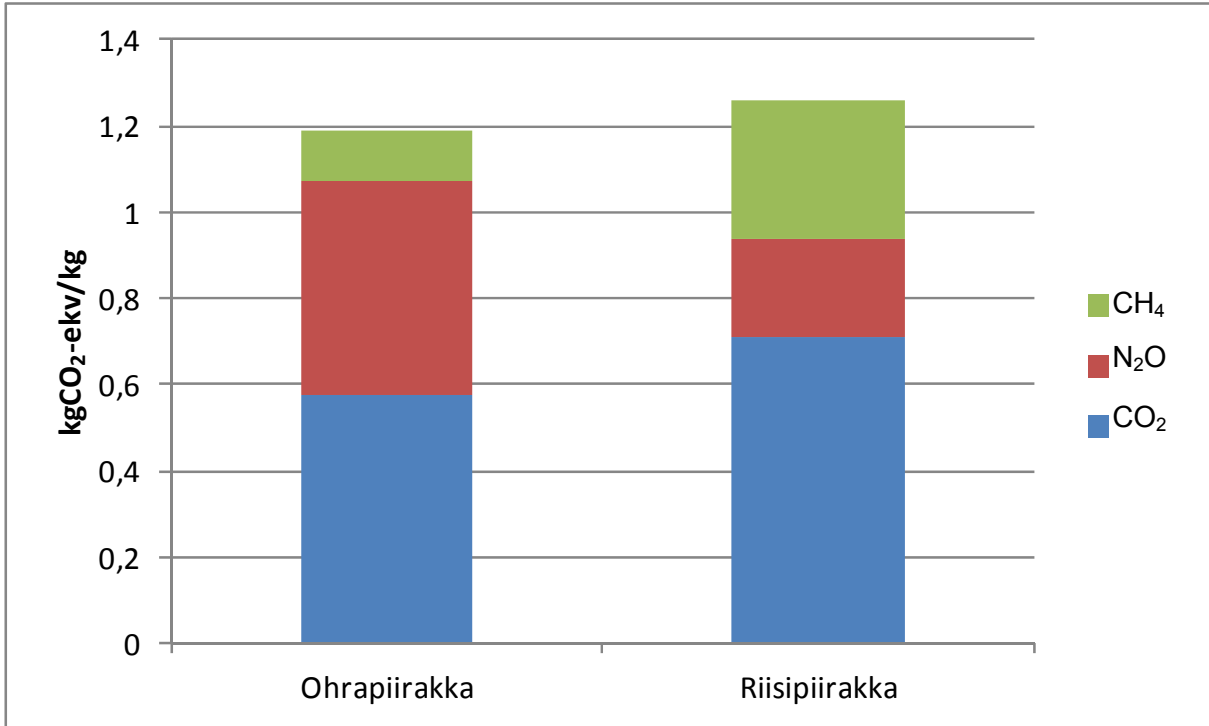
Ohrapiirakan tuotantoketjun rehevöittävät päästöt olivat 2,1 gPO<sub>4</sub>-ekv/kg piirakkaa. Tästä ohran alkutuotannon osuus oli 68 % ja muiden raaka-aineiden alkutuotannon 31 %. Komponenteittain rehevöittävä vaikutus jakautui seuraavasti: typen osuus oli 56 %, fosforin 38 % ja ammoniakkin 5 % (kuva 3). Typen suuri osuus johtui siitä, että yleensä orgaanisilla mailla ja kivennäismailla typen merkitys on suurempi kuin fosforin.



**Kuva 3.** Ohrapiirakan tuotantoketjun rehevöittävä vaikutus komponenteittain gPO<sub>4</sub>-ekv/kg.

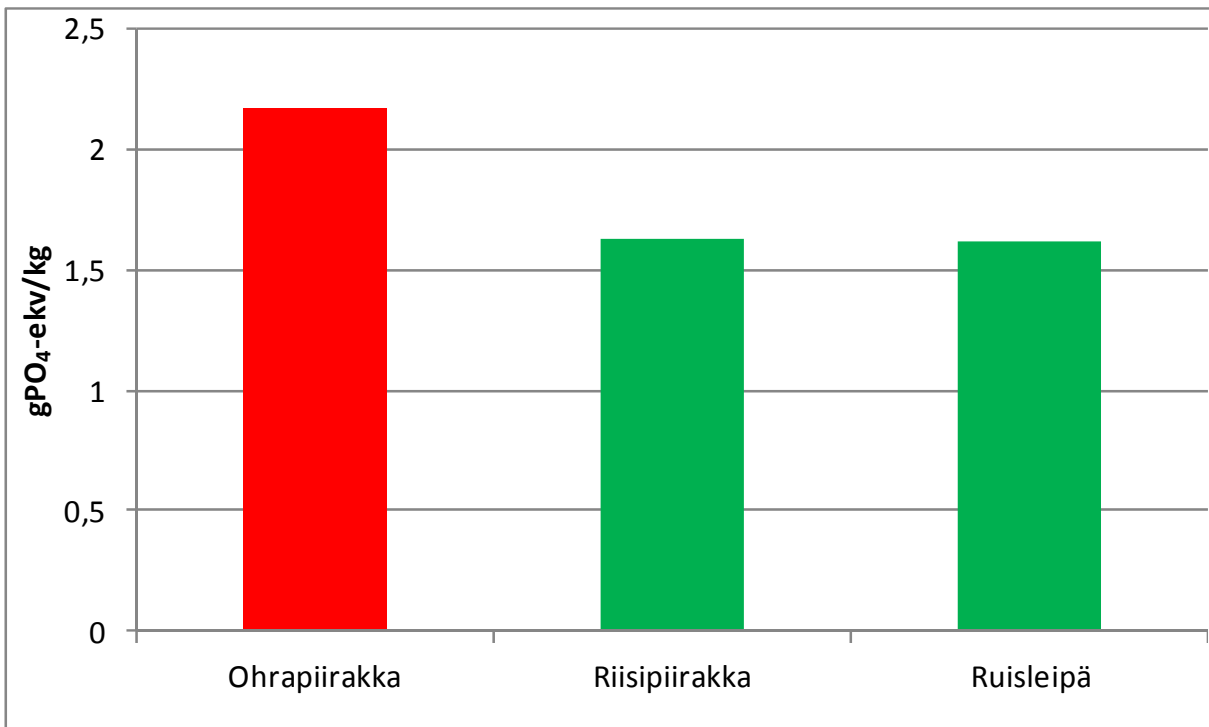
Päästökomponenteittain ohripiirakan tuotantoketjun ympäristövaikutus muodostui seuraavasti: hiilidioksidin osuus oli 48 %, dityppioksidin 42 % ja metaanin 10 %. Orgaanisen maan dityppioksidipäästön osuus kokonaisilmastovaikutuksesta oli 19 %. Orgaanisen maan osuus viljelypinta-alasta vaihteli vuosittain.

Verrattaessa ohripiirakan ilmastovaikutusta riisihiirakan ilmastovaikutukseen eroja vaihtoehtojen välille tuovat riisin viljelyn metaanipäästöt ja ohripiirakan korkeammat dityppioksidipäästöt (Kuva 4). Lisäksi riisihiirakan tuotantoketjun hiilidioksidipäästöihin vaikuttivat kuljetukset Etelä-Euroopasta. Riisihiirakan tuotantoketjun ilmastovaikutus on hieman ohripiirakan ilmastovaikutusta suurempi.



**Kuva 4.** Ohrapiirakan tuotantoketjun ilmastovaikutus suhteessa komponenteittain suhteessa riisipiirakkaan kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg.

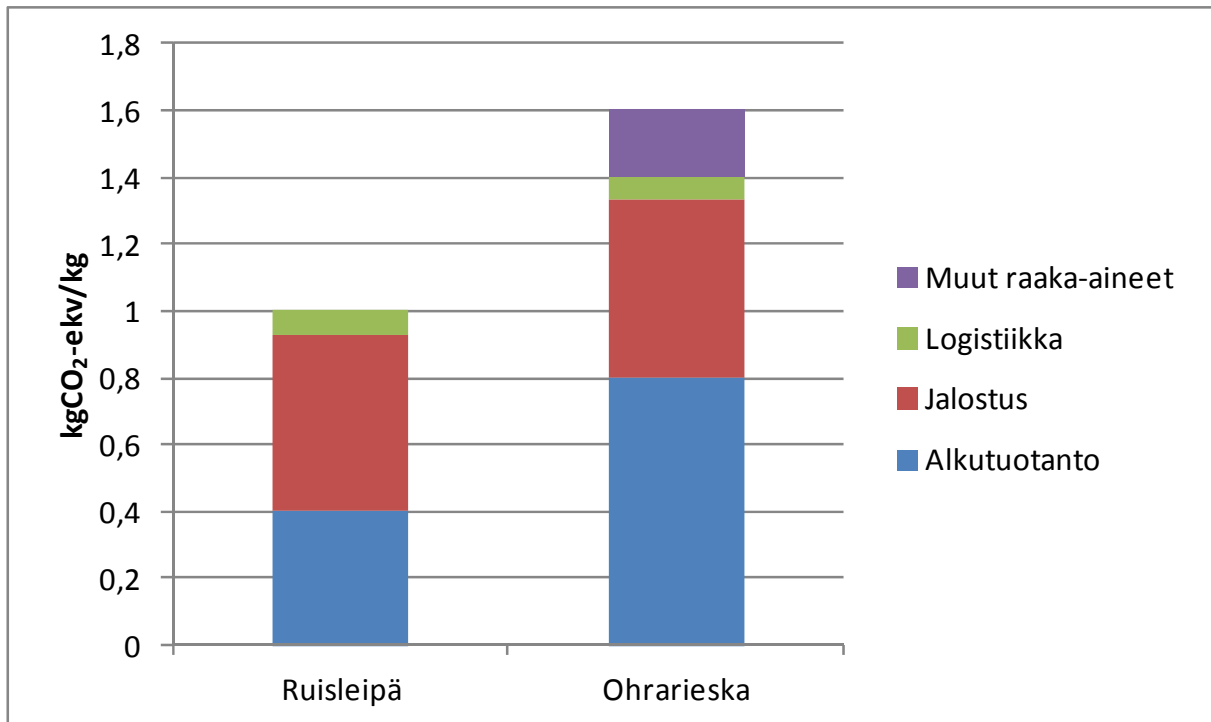
Rehevöittäviin päästöihin vaikutti ohran alhainen satotaso. Tämän vuoksi rehevöittävä kuormitus oli verrokkituotteita suurempi (kuva 5).



**Kuva 5.** Ohrapiirakan tuotantoketjun rehevöittävä vaikutus suhteessa verrokkituotteisiin gPO<sub>4</sub>-ekv/kg.

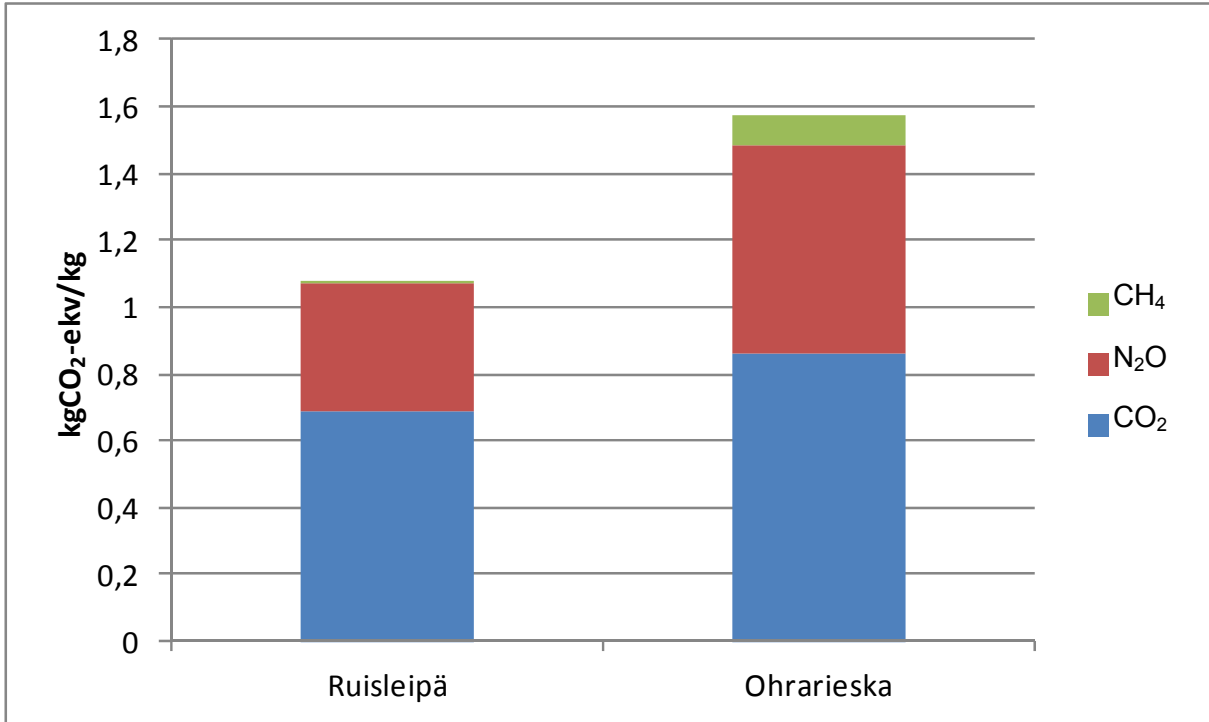
### 3.2. Ruisleipä ja ohrarieska

Etelä-Karjalan pilottituotteissa ruisleivässä ja ohrarieskassa ruisleivän ilmastovaikutus oli 1,0 kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg ja ohrarieskan 1,6 kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg. Alkutuotannon osuus ruisleivällä oli 40 % ja rieskalla 51 %. Kuljetusten osuus oli ruisleivällä 8 % ja rieskalla 5 %. Ruisleivällä kuljetusten suurempi osuus johtui pääosin siitä, että kokonaisilmastovaikutus oli pienempi. Jalostuksen osuus oli ruisleivällä 52 % ja rieskalla 30 %. Ohrajauhon tuotannon alhaisempi saanto, maitojauhe ja orgaanisen maan suurempi osuus nostivat ohrarieskan ilmastovaikutusta – muiden raaka-aineiden kuin viljatuotteiden osuus ilmastovaikutuksesta oli 13 %. Kaiken kaikkiaan vertailussa muihin suomalaisiin tutkimuksiin on kuitenkin kyse varsin tyypillisistä leipätuotteista – ruisleivän ilmastovaikutus oli pieni johtuen ruisjauhon suuresta saannosta moniin muihin leipätuotteisiin nähden (95%) (kuva 6).



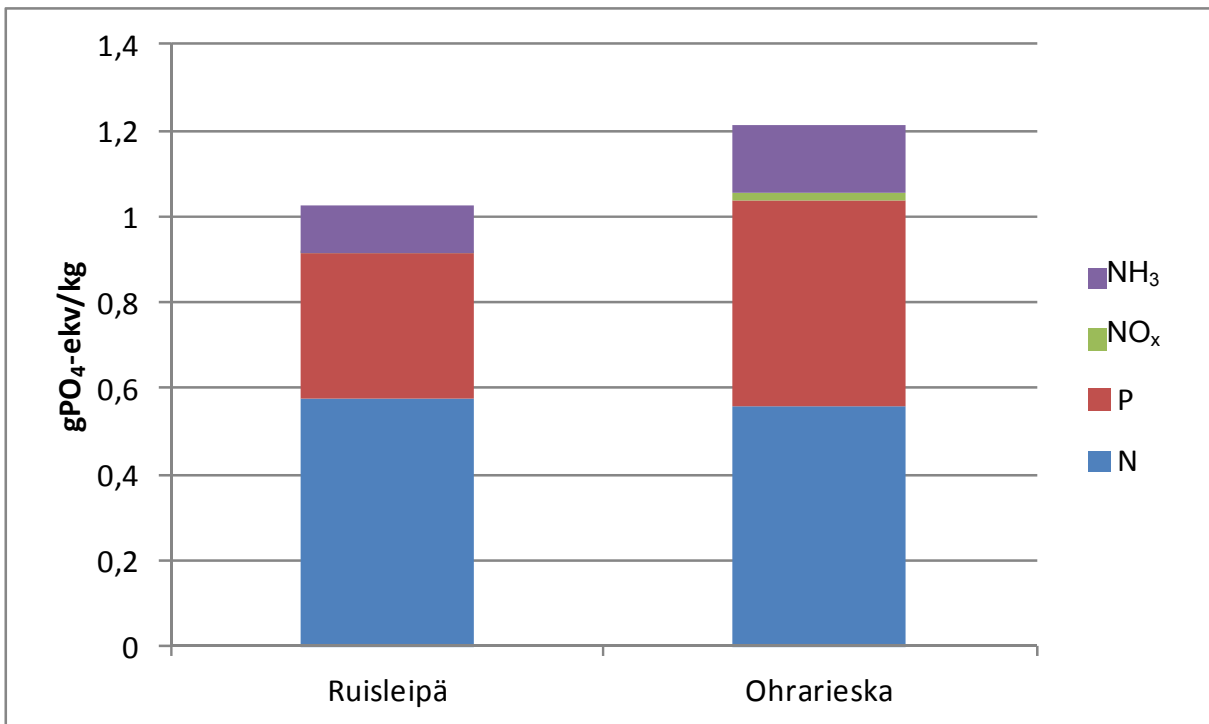
**Kuva 6.** Ohrarieskan ja ruisleivän tuotantoketjujen ilmastovaikutukset tuotantovaiheittain kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg.

Ilmastovaikutuksesta ruisleivällä 64 % aiheutui hiilidioksidista, 36 % dityppioksidista ja hyvin pieni osuus metaanista. Ohrarieskalla taas hiilidioksidin osuus oli 55 %, dityppioksidin 39 % ja metaanin 6 % (kuva 7). Ohrarieskalla metaanin osuus johtuu maitotuotteista ja dityppioksidin korkea osuus selittyy korkealla orgaanisen viljelymaan määrällä.



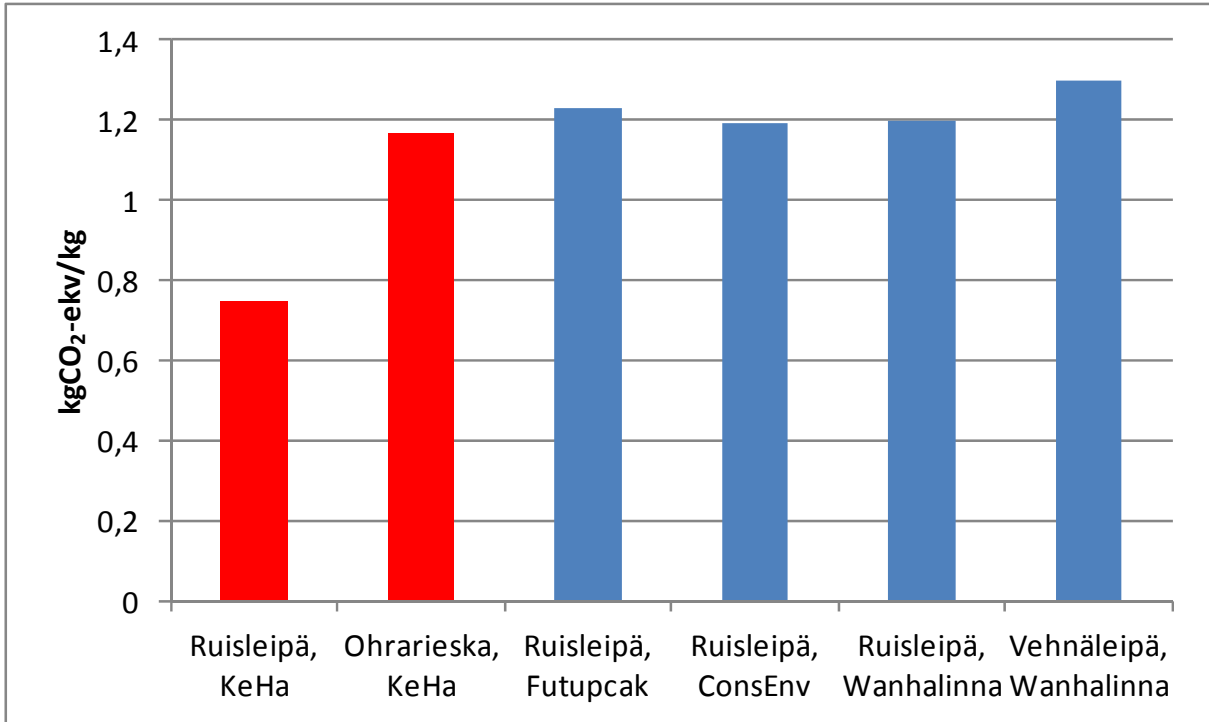
**Kuva 7.** Ohrarieskan ja ruisleivän tuotantoketjujen ilmastovaikutukset päästökomponeenteittain kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg.

Rehevöittävä vaikutus ruisleivällä oli 1,0 gPO<sub>4</sub>-ekv/kg ja ohrarieskalla 1,2 g gPO<sub>4</sub>-ekv/kg (kuva 8). Rehevöittävästä päästöstä ruisleivällä fosforin osuus oli 34 % ja typen 58 %. Typen suuri osuus selittyy kivannäismaiden suurella määrällä. Ammoniakin osuus oli 8 %. Ohrarieskalla taas fosforin osuus oli 46 %, typen 40 % ja ammoniakin 13 %. Fosforin suuri osuus selittyy savimaiden suurella määrällä.



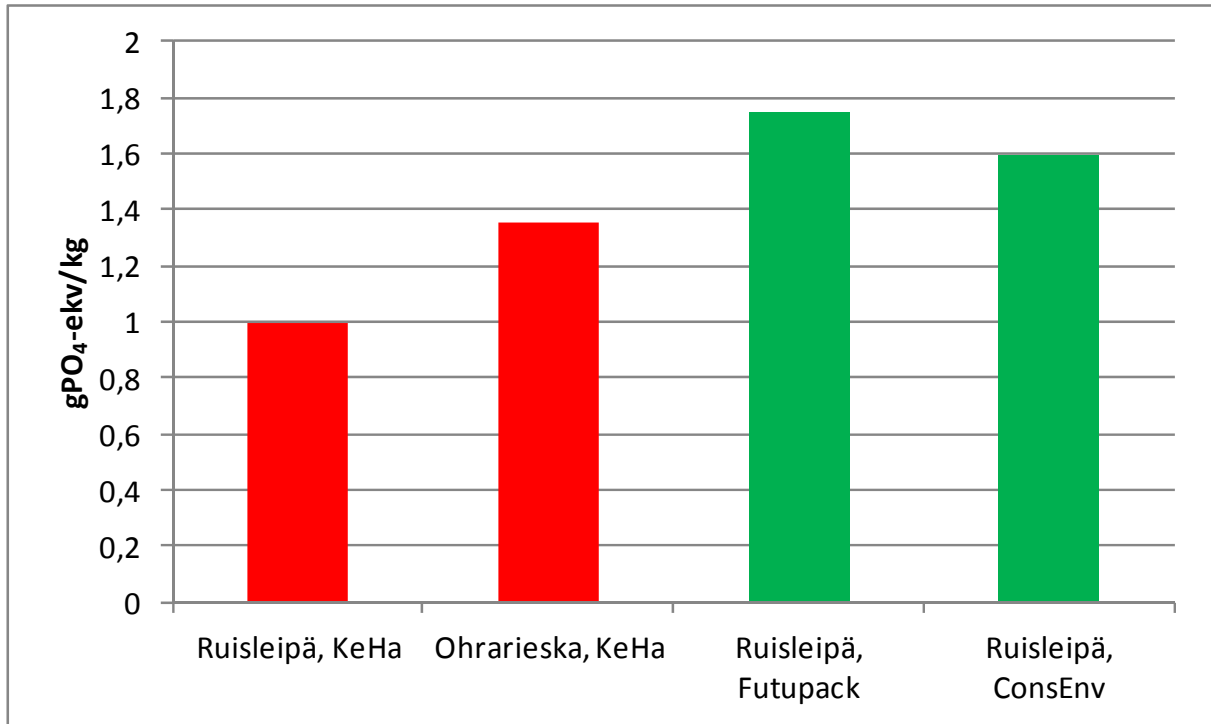
**Kuva 8.** Ohrarieskan ja ruisleivän tuotantoketjujen rehevöittävät vaikutukset komponenteittain gPO<sub>4</sub>-ekv/kg.

Kuvassa 9 on esitetty tämän tutkimuksen leipätuotteiden ilmastovaikutuksia siten, että ne on laskettu IPCC:n (2006) menetelmällä ja ovat siten toisiinsa vertailukelpoisia, kun kuvissa 6 ja 7 tulokset on laskettu kansallisella päästökertoimella (Regina ym. 2013). Ruisleivän osalta korkea satotaso ja ruisjauhon suuri saanto ohrajauhon verrattuna laskevat ilmastovaikutusta, ohratuotteen osalta taas ilmastovaikutusta nostaa maitotuotteiden käyttö tuotteessa. Verrokkituotteet eivät ole täysjyväleipiä.



**Kuva 9.** Leipätuotteiden tuotantoketjujen ilmastovaikutuksia kg CO<sub>2</sub>-ekv/kg. Futupack ja ConsEnv kuvaavat suomalaista keskimääräistä ruisleipää. N<sub>2</sub>O-laskenta IPCC:n (2006) mukaan.

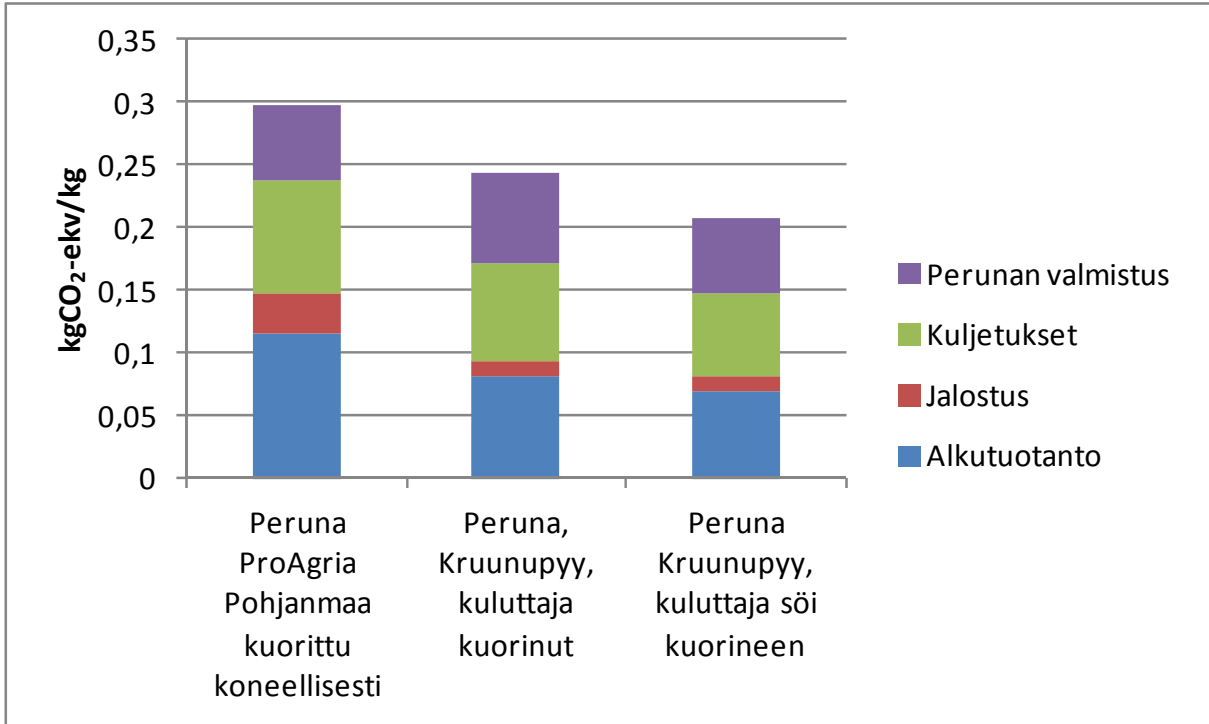
Rehevöittävän kuormituksen osalta ruisleivän rehevöittävä vaikutus oli pienempi kuin verrokkituotoksissa, kun taas ohrarieskan vaikutus oli samaa suuruusluokkaa niiden kanssa (kuva 10). Tässäkin ruisleivän rehevöittävän vaikutuksen pienuus johtuu suuresta satotasosta ja ruisjauhon tuotannon suuresta saannosta.



**Kuva 10.** Leipätuotteiden tuotantoketjujen rehevöittäviä päästöjä gPO<sub>4</sub>-ekv/kg. Futupack ja ConsEnv kuvaavat suomalaista keskimääräistä ruisleipää.

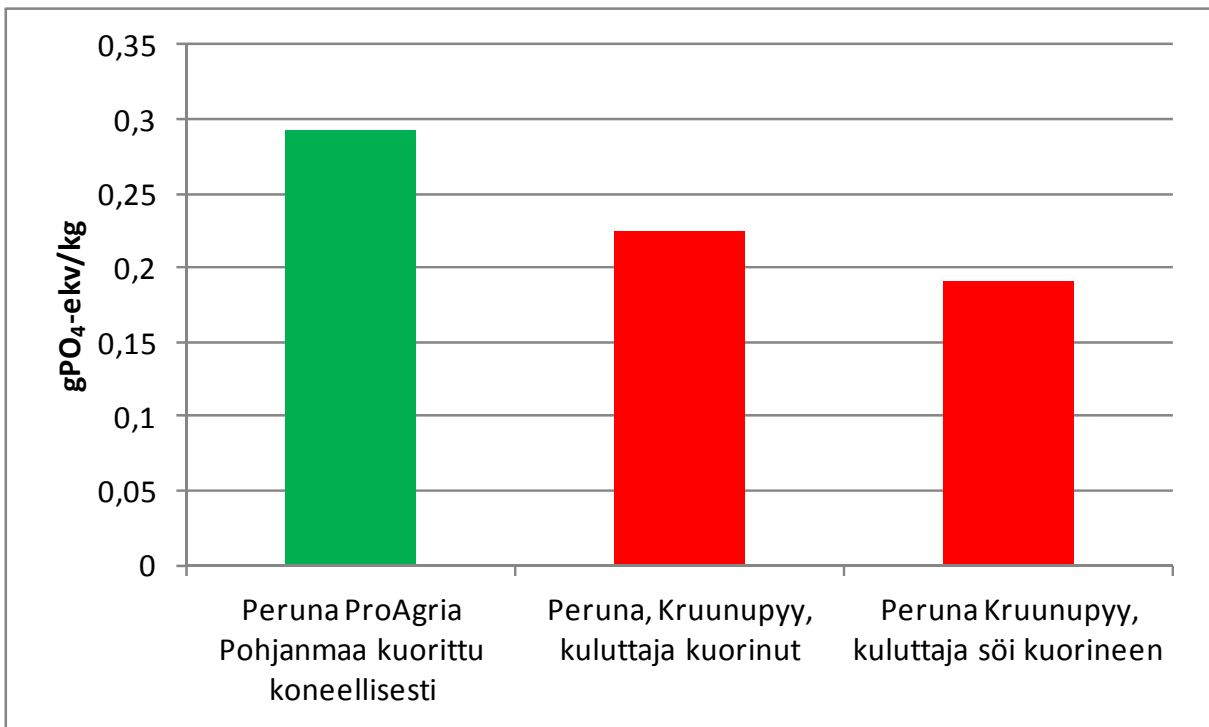
### 3.3. Kuoripäällinen peruna

Perunan tuotantoketjun ilmastovaikutus oli 0,24 kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg. Tästä viljelyn osuus oli 30 %, kuljetusten 34 %, perunan valmistuksen 31 % ja varastoinnin 5 %. Koneellisessa perunan kuorimisessa hävikkiprosentti on korkeampi, mikä nostaa myös alkutuotannon osuutta. Koko ketjun osalta ProAgrian keskimääräiseen tuotantoon perustuva perunaketju on ilmastovaikutukseltaan 20 % korkeampi pelkän viljelyn ollessa 25 % korkeampi. Eräänä tekijänä oat keskimääräisen aineiston orgaaninen maa-aines viljelyssä, jota on joitakin prosentteja viljelypinta-alasta. Lisäksi laskettiin kuluttajakäyttäytymiskenaario, jossa kuluttaja söi perunan kuorineen. Tällöin ilmastovaikutus pieneni 0,20 kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg:n (kuva 11).



Kuva 11. Perunatuotteiden tuotantoketjujen ilmastovaikutuksia kg CO<sub>2</sub>-ekv/kg.

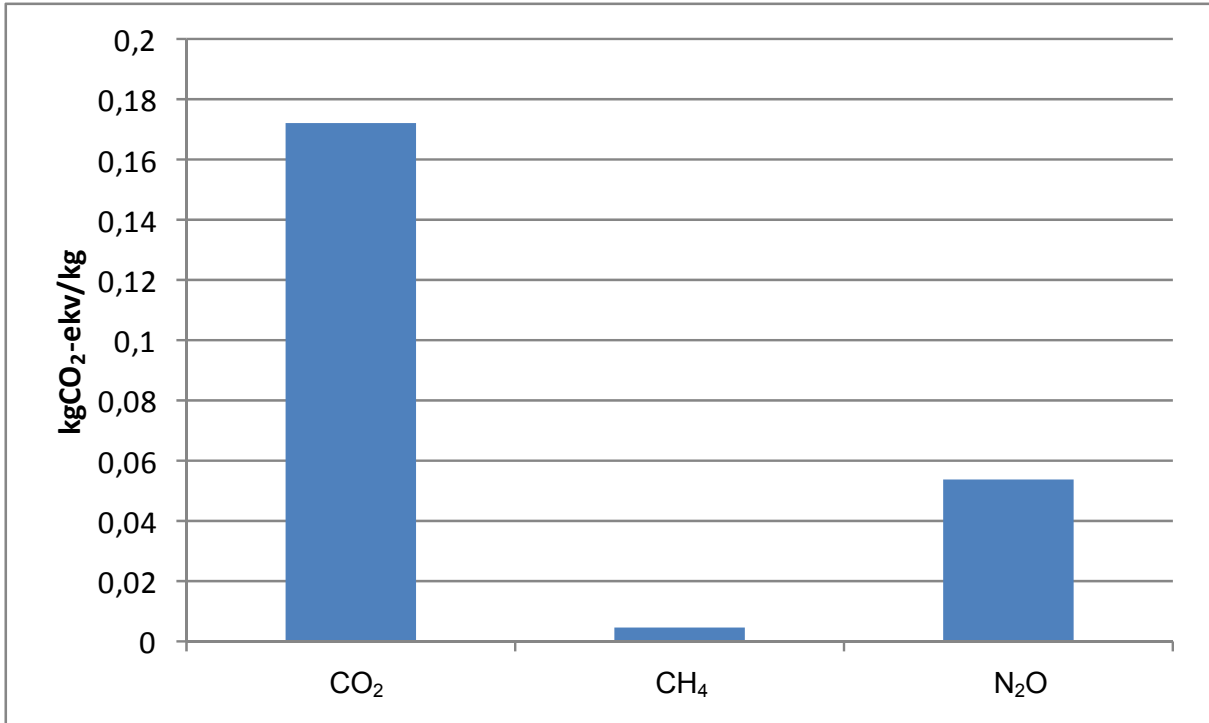
Rehevöittävä kuormitus oli tämän tutkimuksen perunaketjulla 24 % pienempi kuin ProAgrian keskimääräisellä aineistolla (kuva 12).



Kuva 12. Perunatuotteen tuotantoketjun rehevöittäviä vaikutuksia g PO<sub>4</sub>-ekv/kg.

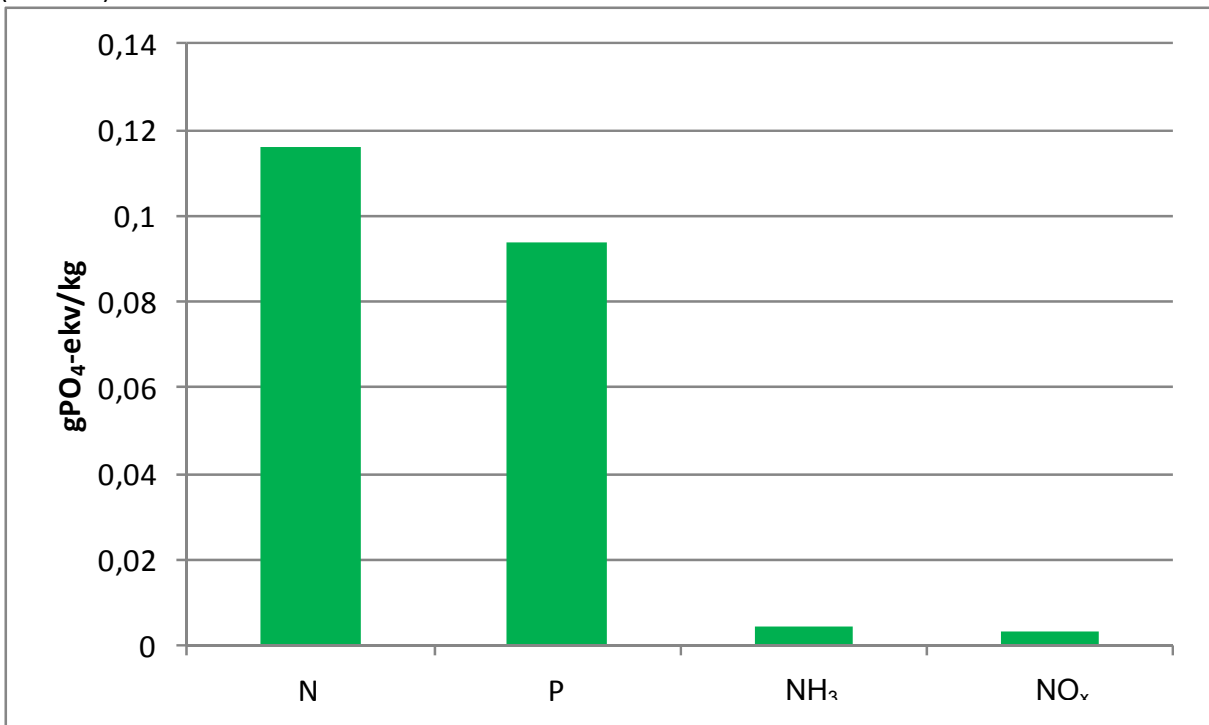


Ilmastovaikutuksesta 75 % oli peräisin hiilidioksidista ja 23 % dityppioksidista. Metaanin osuus oli hyvin pieni (kuva 13). Hiilidioksidin suuri osuus johtuu siitä, että suurin osa ilmastovaikutuksesta on peräin muualta kuin alkutuotannosta.



**Kuva 13.** Kuoripäällisen perunan tuotantoketjun ilmastovaikutukset komponenteittain kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg.

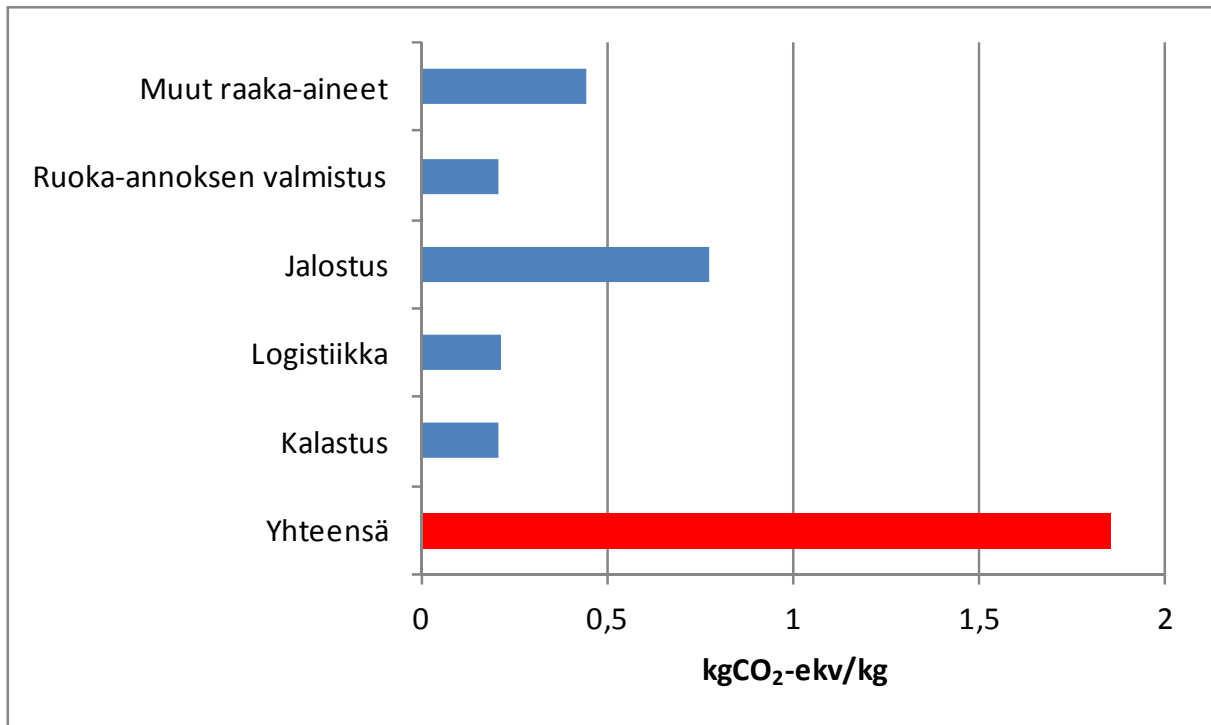
Rehevöittävästä kuormituksesta fosforin osuus oli 53 % ja typen 43 %. Ammoniakin osuus oli 2 % (Kuva 14).



**Kuva 14.** Kuoripäällisen perunan tuotantoketjun rehevöittävä vaikutus komponenteittain gPO<sub>4</sub>-ekv/kg.

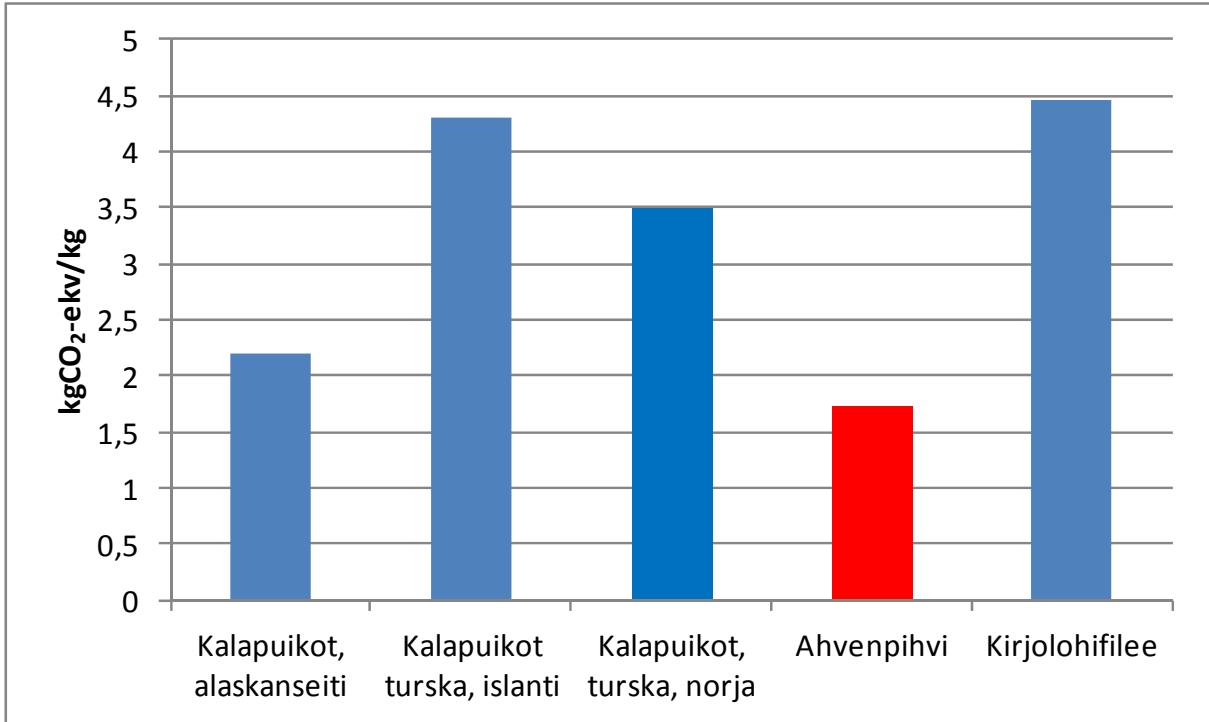
### 3.4. Ahvenpihvi

Ahvenpihvin tuotantoketjun ilmastovaikutus oli 1,85 kg CO<sub>2</sub>-ekv/kg (kuva 15). Kalastuksen osuus ilmastovaikutuksesta oli 11 %, mikä on kalatuotteelle epätyypillisen vähän. Jalostuksen osuus oli 42 %, mikä johtui osittain siitä, että kyseessä on pitkälle jalostettu tuote ja siitä, että kalastuksen osuus oli niin pieni. Annoksen valmistuksen osuus oli 11 %, kuljetusten 12 % ja muiden raaka-aineiden tuotantoketjujen 24 %. Kuljetusten suuri osuus selittyy ahventen pienillä kuljetuserillä. Ilmastovaikutus on lähes kaikki peräisin hiilidioksidista, sillä tuotantoketjuun sisältyy vain vähän toimintoja, joista aiheutuu metaani- tai dityppioksidipäästöjä.



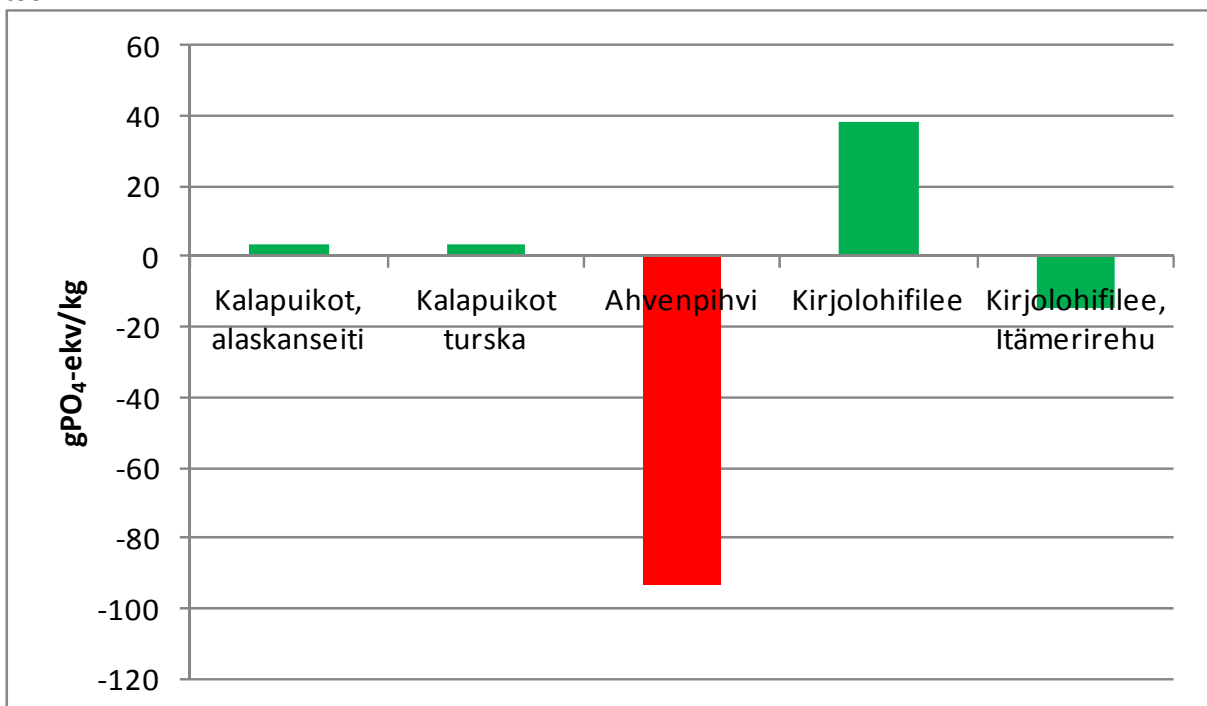
**Kuva 15.** Ahvenpihvin ilmastovaikutus tuotantovaiheittain, kg CO<sub>2</sub>-ekv/kg

Verrattuna muihin kalatuotteisiin alaskanseidistä valmistettujen kalapuikkojen ilmastovaikutus (Fulton 2010) on hieman suurempi kuin ahvenpihvin ollen kuitenkin samalla suuruusluokkatasolla (kuva 16). Kalastetusta turskasta ja kasvatetusta kirjolohesta valmistettujen tuotteiden ilmastovaikutus on suurempi johtuen siitä, että Islannissa tehdyn tutkimuksen mukaan turskan kalastus kulutti paljon polttoainetta (Eyjolfsdottir ym. 2003) ja kirjoloheen tuottamiseen taas tarvitaan rehua. Norjalaisen uudemman tutkimuksen aineistossa turskan kalastuksen polttoaineen kulutus oli pienempi kuin islantilaisen tutkimuksen aineistossa (Winther ym. 2009), mutta kuitenkin selvästi suurempi kuin ahvenen kalastuksessa.



Kuva 16. Kalatuotteiden tuotantoketjujen ilmastovaikutuksia, kg CO<sub>2</sub>-ekv/kg

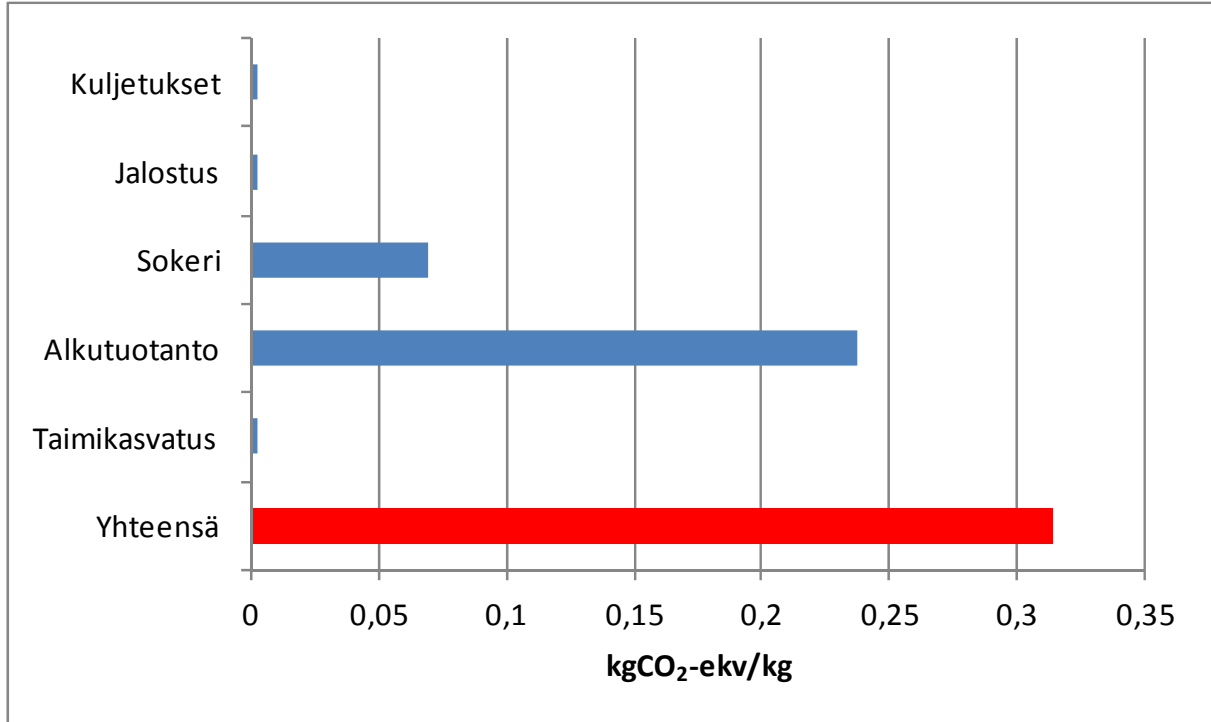
Rehevöittävästä kuormituksesta ahvenpihvin etu on siinä, että ahvenen kalastus poistaa vedestä ravinteita enemmän kuin koko muusta tuotantoketjusta sinne päätyy, yhteensä 93 gPO<sub>4</sub>-ekv/kg (kuva 17). Kirjolahen tuotantoketjun osalta voi myös käydä niin, että kasvatustoiminnassa poistuu enemmän ravinteita vesistöstä kuin sinne päätyy, jos ruokinnassa käytettäisiin kalaraaka-aineen osalta Itämerestä peräisin olevaa kalaa. Myös turskan ja alaskanseidin kalastus poistaa merestä ravinteita, mutta sitä ei ole huomioitu tässä, koska valtameren tasolla merkittävyys on niin paljon pienempi kuin Itämeren alueella. Laskelmassa ei ole huomioitu negatiivisia vaikutuksia, joita saattaa syntyä särkikalakannan lisääntymisestä ahven-saaliin tuloksena ja sitä kautta pohjasedimenttiin sitoutuneiden ravinteiden päätymistä uudelleen kiertoon.



Kuva 17. Kalatuotteiden tuotantoketjujen rehevöittäviä vaikutuksia, g PO<sub>4</sub>-ekv/kg.

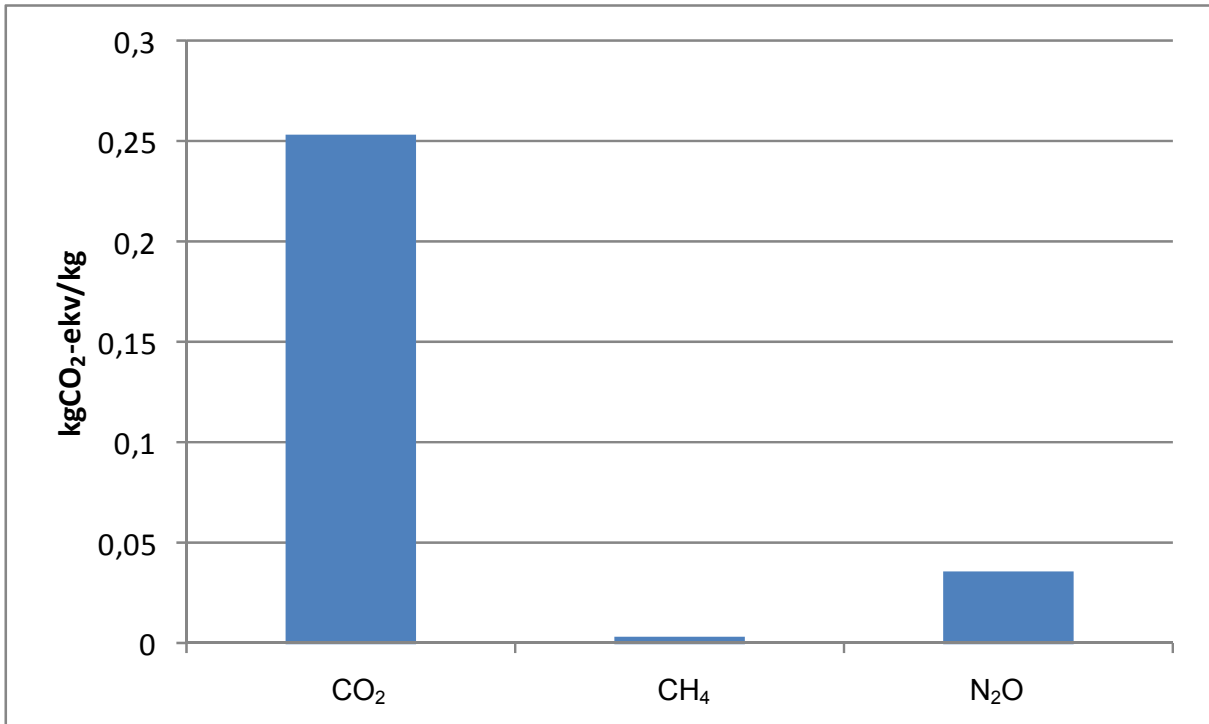
### 3.5. Mansikkasose

Mansikkasoseen kokonaisilmastovaikutus oli 0,32 kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg. Mansikan viljelyn osuus oli ilmasto-vaikutuksesta 76 %, sokerin 22 % ja muiden vaiheiden osuus pieni (kuva 18). Rehevöittävästä päästöstä 87 % oli peräisin mansikan viljelystä ja 8 % sokerin tuotannosta.



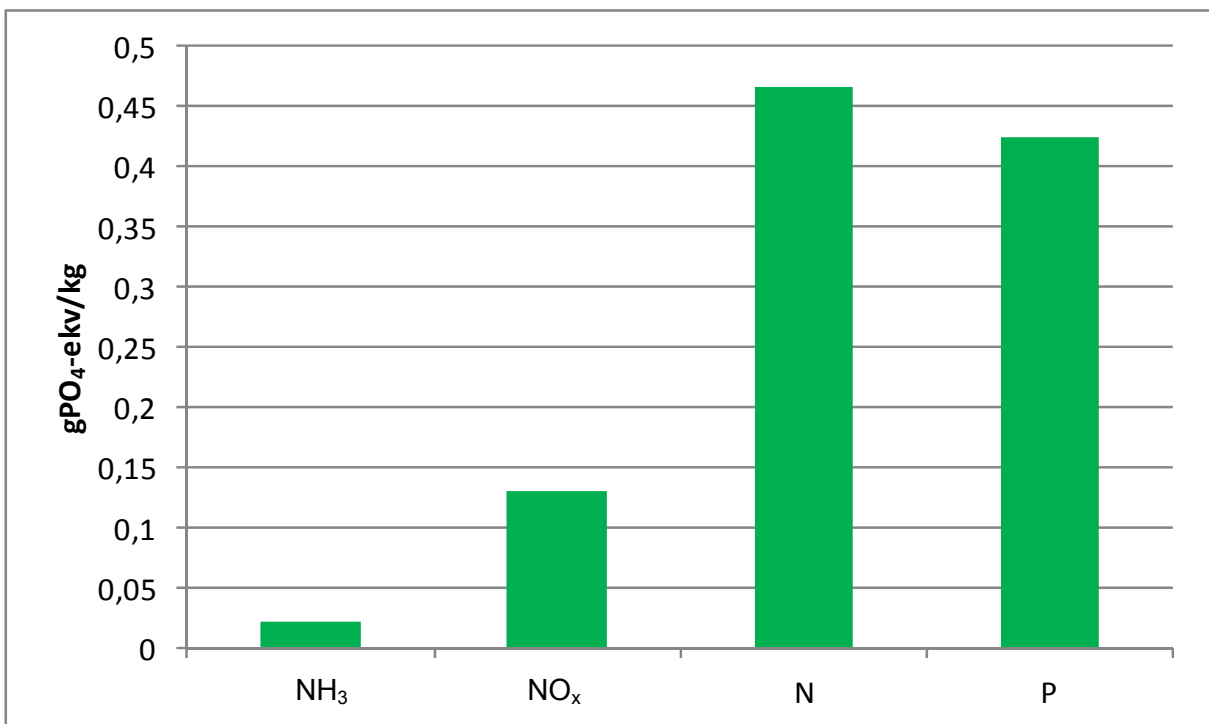
**Kuva 18.** Mansikkasoseen tuotantoketjun ilmastovaikutus kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg tuotantovaiheittain.

Vertailussa vuosien 2004–2006 suomalaisen viljelytietoon perustuvaan ConsEnv-tutkimuksen aineistoon tämän tutkimuksen mansikan viljelyn ilmastovaikutus oli 42 % pienempi koskien Rautalammin pilotilla ja 29 % pienempi koskien Espoon pilotilla. Syynä suuriin eroihin on mm. hyvä satotaso tämän tutkimuksen tiloilla sekä tutkimuksen tilojen alhainen kalkin kulutus. Rehevöittävät päästöt taas olivat 2,7 kertaa pienemmät Espoon pilotilla ja 2 kertaa pienemmät Rautalammin pilotilla kuin Suomen keskimääräisessä aineistossa. Rautalammin pienemmät rehevöittävät päästöt on suoraan selitettävissä suuremmalla satotasolla. Päästökomponentteittain mansikkasoseen ilmastovaikutuksesta 87 % on peräisin hiilidioksidista ja 12 % dityppioksidista (kuva 19). Dityppioksidin määrä on pieni johtuen siitä, että mansikan viljely on monivuotista ja siitä, että laskenta perustui kansallisiin dityppioksidiker-toimiin (Regina ym. 2013).



Kuva 19. Mansikkasoseen tuotantoketjun ilmastovaikutus kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg päästökomponeiteittain.

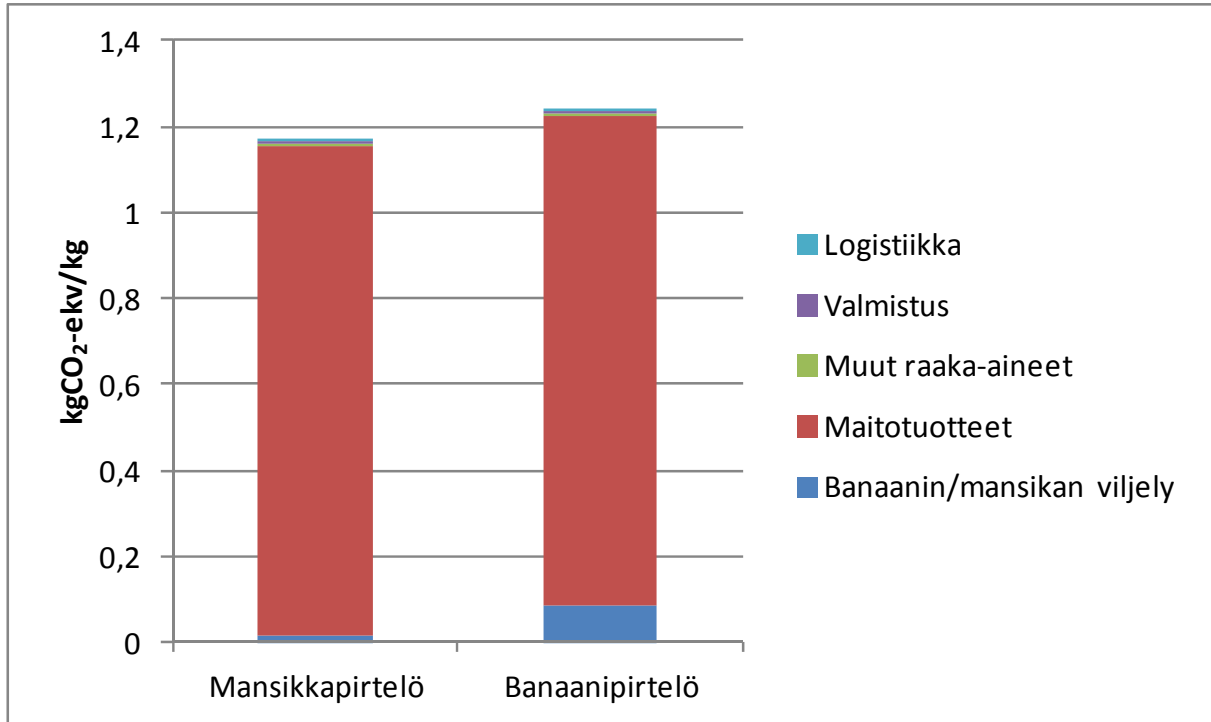
Rehevöittävästä päästöstä typen osuus oli 50 % ja fosforin osuus 46 %. Yhteensä rehevöittävä vaikutus mansikkasoseen tuotantoketjulla oli 0,94 gPO<sub>4</sub>-ekv/kg (kuva 20).



Kuva 20. Mansikkasoseen tuotantoketjun rehevöittävä vaikutus gPO<sub>4</sub>-ekv/kg päästökomponeiteittain.

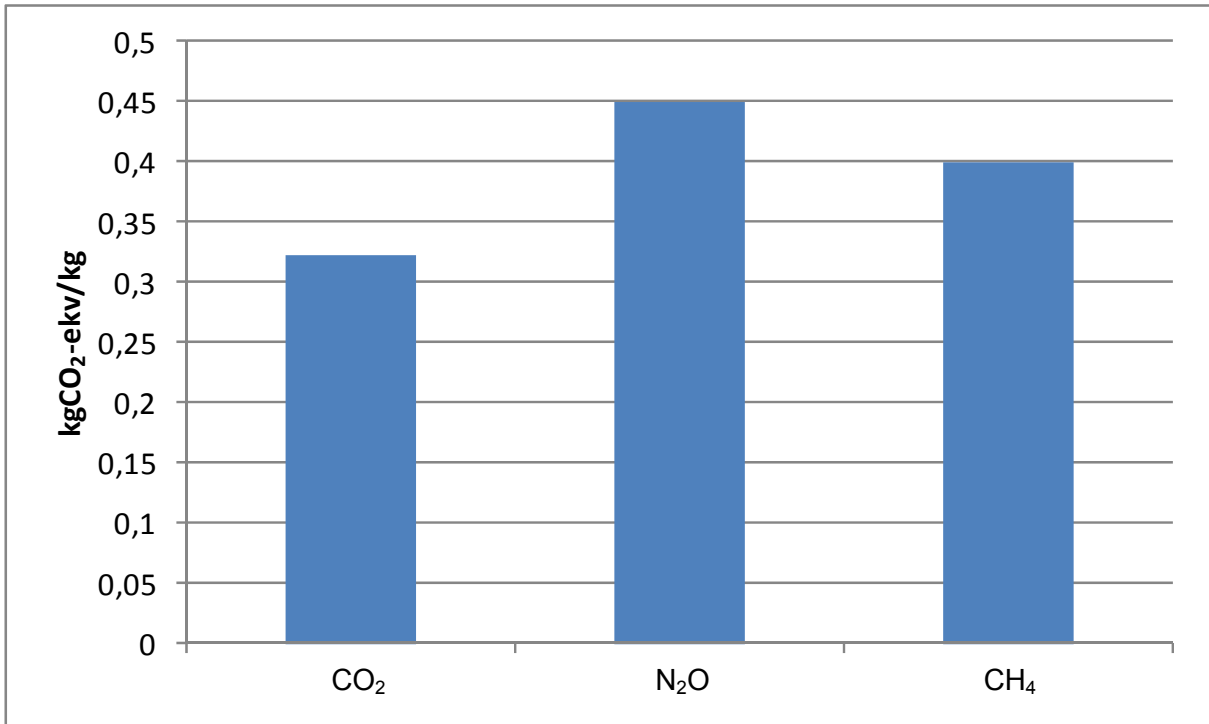
### 3.6. Mansikkapirtelö

Mansikkapirtelön tuotannosta suurin osa ympäristövaikutuksista aiheutui maitotuotteiden tuotannosta, ilmastovaikutuksesta yhteensä 97 % (kuva 21). Mansikkapirtelön tuotantoketjun ilmastovaikutus oli 1,2 kg CO<sub>2</sub>-ekv/kg. Mansikan viljelyn osuus oli 1,6 % ja sen kuljetusten alle prosentti. Valmistuksen osuus jäi niin ikään alle prosenttiin. Banaanin viljelyn ilmastovaikutus oli tuotekiloa kohti viisinkertainen mansikkaan nähden, mutta banaanin viljelyn ilmastovaikutustutkimuksissa on paljon hajontaa (Kaskinen ym. 2011).



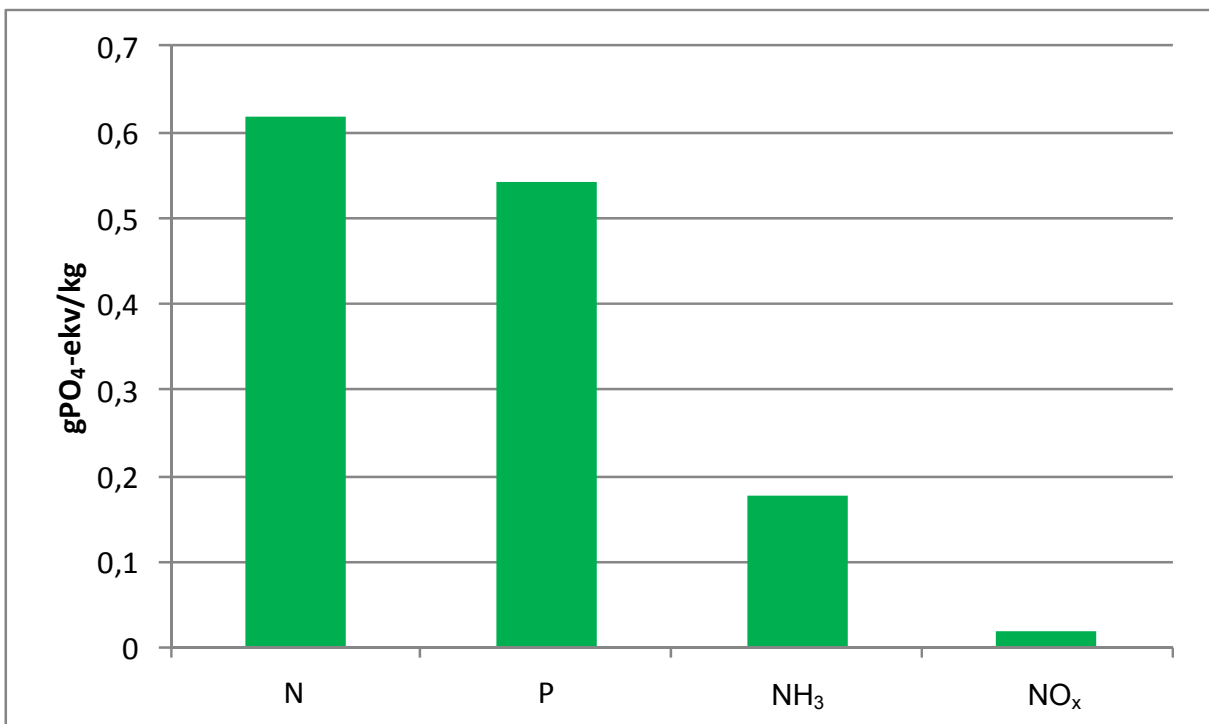
**Kuva 21.** Mansikkapirtelön tuotantoketjun ilmastovaikutuksen vertailu banaanipirtelöön tuotantovaiheittain, kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg.

Mansikkapirtelön ilmastovaikutusta aiheuttavat päästöt jakautuvat maitotuotteille tyypillisesti suhteellisen tasaisesti eri päästökomponenteille: hiilidioksidin osuus on 27 %, dityppioksidin 38 % ja metaanin 34 % (kuva 22).



Kuva 22. Mansikkapirtelön tuotantoketjun ilmastovaikutus komponenteittain kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg.

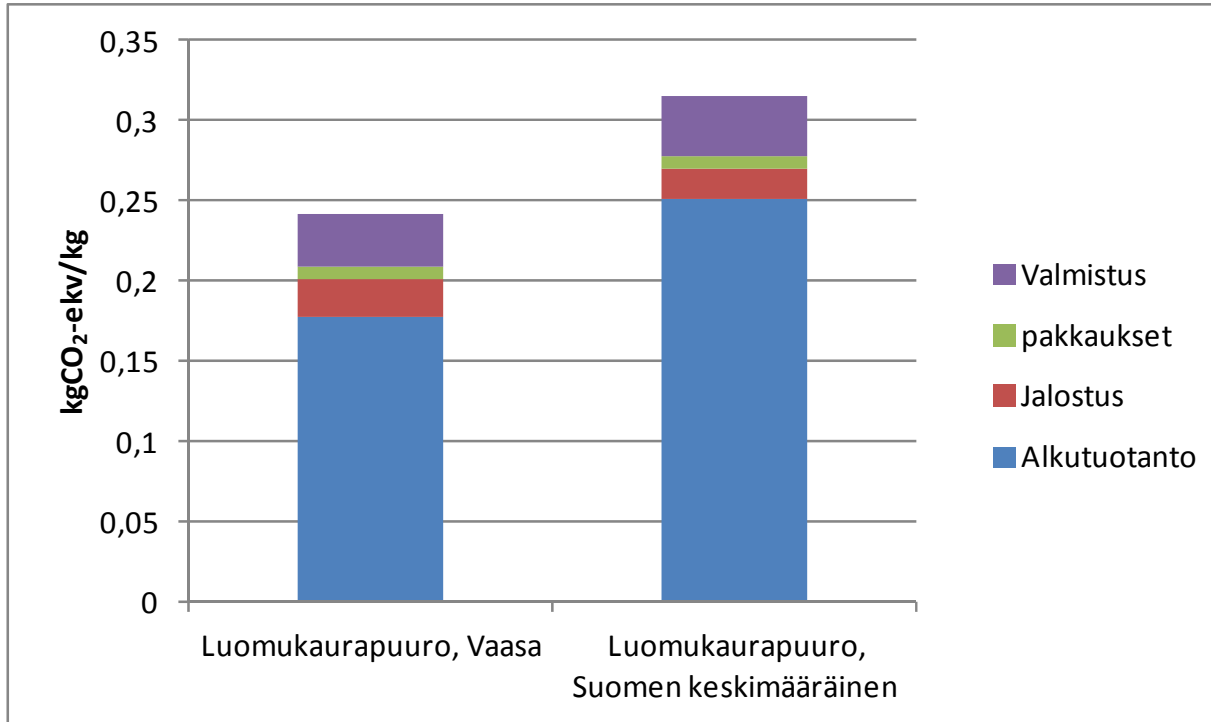
Rehevöittävästä vaikutuksesta, joka oli 1,4 g PO<sub>4</sub>-ekv/kg, 46 % oli peräisin typestä, 40 % fosforista ja 13 % ammoniakista. Tästä mansikan osuus oli alle prosentti. Mansikan rehevöittäväksi vaikutukseksi saatiin 1,28 g PO<sub>4</sub>-ekv/kg mansikoita (kuva 23).



Kuva 23. Mansikkapirtelön tuotantoketjun rehevöittävä vaikutus komponenteittain gPO<sub>4</sub>-ekv/kg.

### 3.7. Luomukaurapuuro

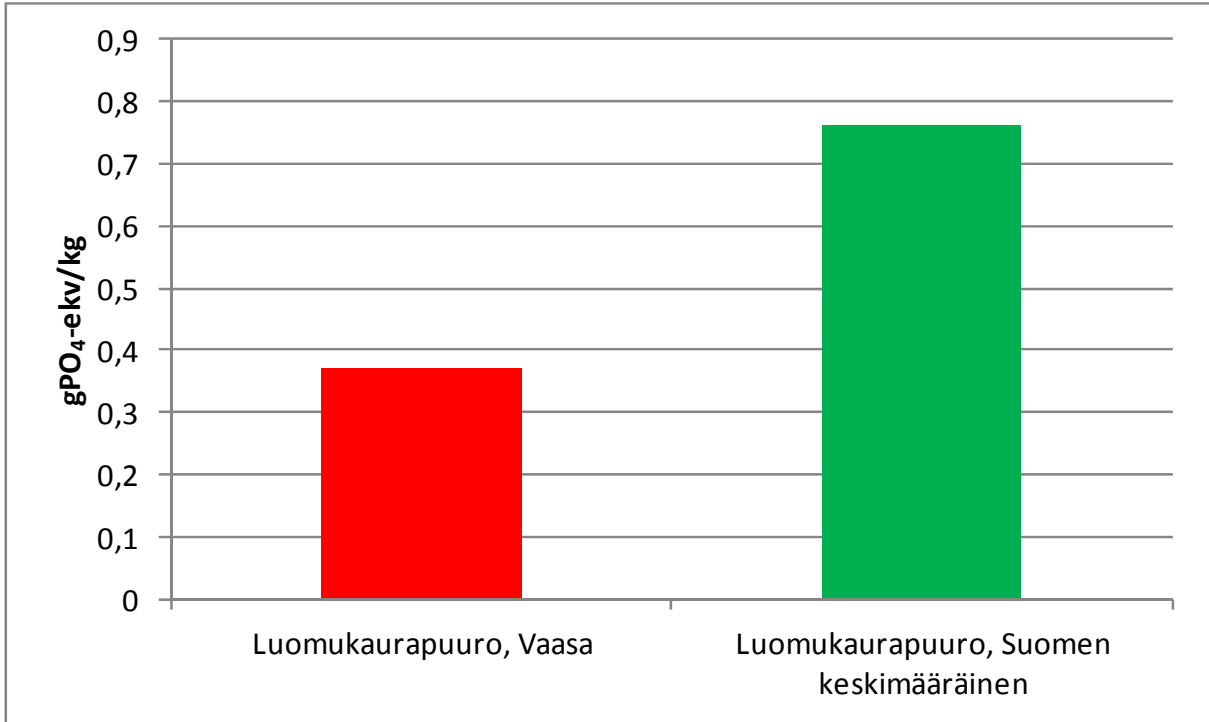
Valmistetun luomukaurapuuroannoksen tuotantoketjun ilmastovaikutus oli 0,23 kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg ja rehevöittävä vaikutus 0,37 gPO<sub>4</sub>-ekv/kg. 72 % ilmastovaikutuksesta oli peräisin alkutuotannosta, 10 % jalostuksesta ja 14 % valmistuksesta. Koska pääosa ilmastovaikutuksesta tuli alkutuotannosta, pystytään oikealla raaka-aineen valinnalla vaikuttamaan paljon kaurapuuron tuotantoketjun ilmastovaikutuksiin. Tällä kertaa ilmastovaikutus oli 26 % vertailututkimuksen arvoa pienempi, joka kuvaa keskimääräistä suomalaista luomukaurapuuroa (Saarinen ym. 2014) (kuva 24).



**Kuva 24.** Vaasalaisen luomukaurapuuron ja keskimääräisen suomalaisen luomukaurapuuron tuotantoketjun ilmastovaikutus, kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg

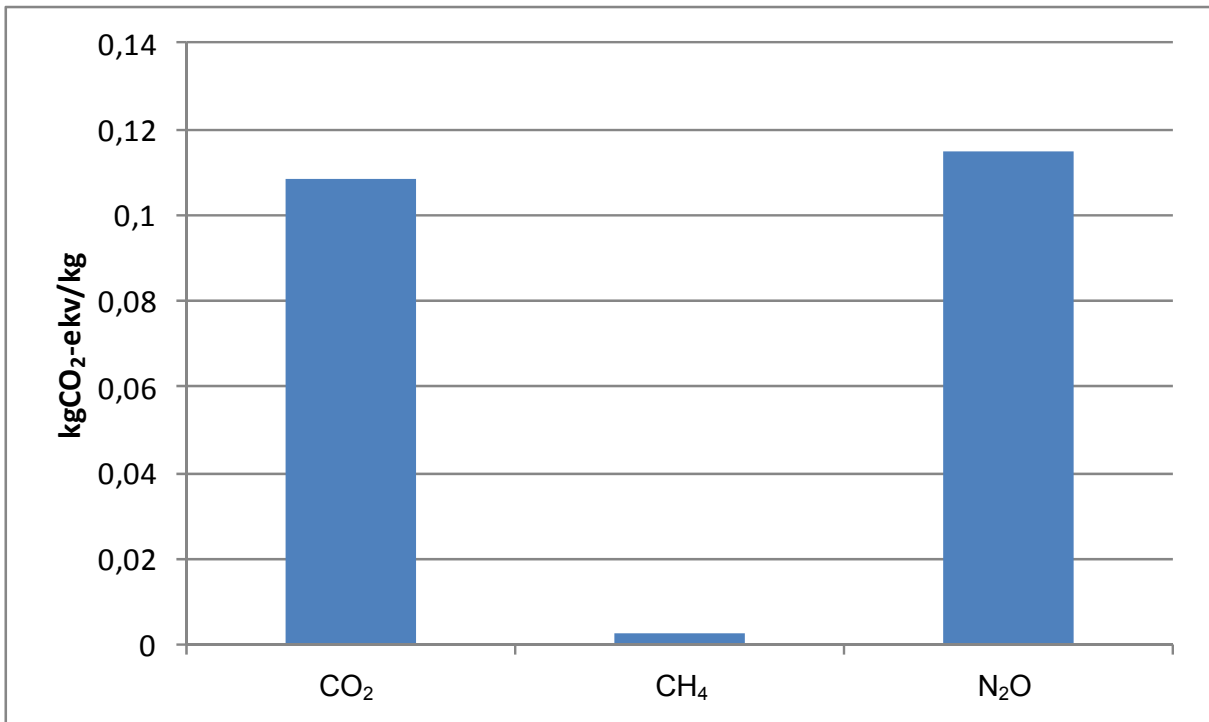
Pääosa eroista ilmastovaikutuksessa selittyi tämän tutkimuksen aineiston korkealla satotasolla. Tämä vaikutti vertailututkimukseen nähden myös erityisen paljon rehevöittäviin päästöihin (kuva 25).





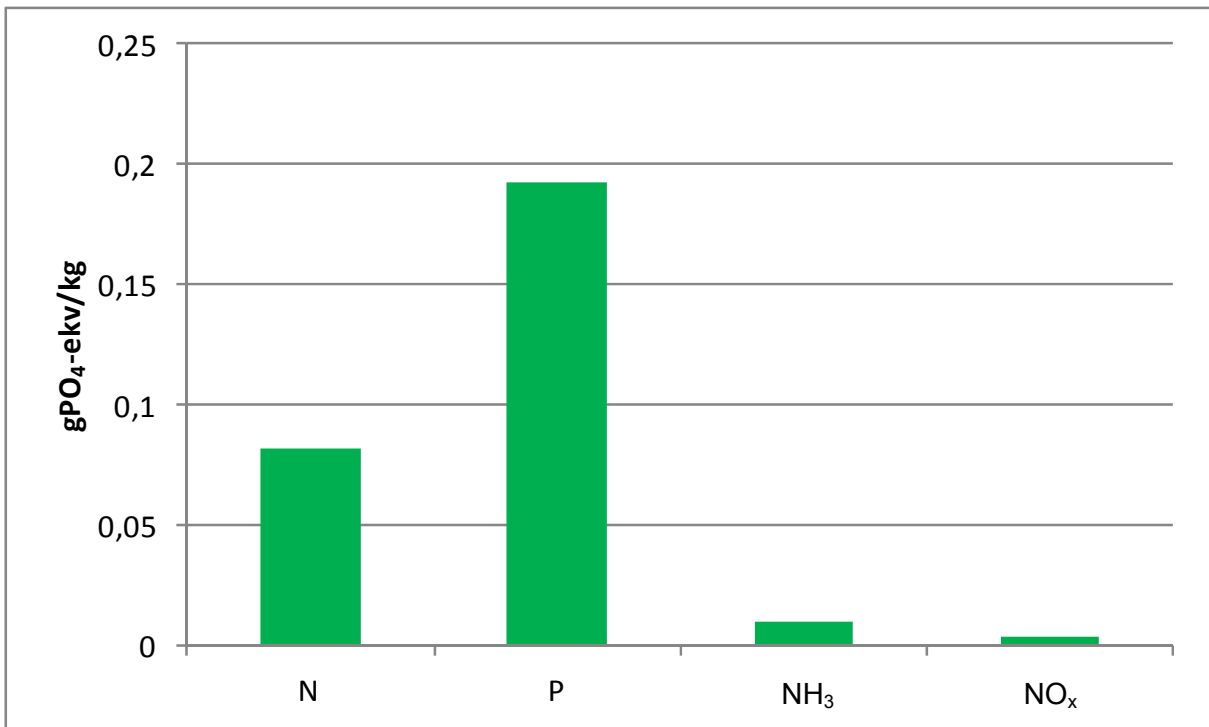
**Kuva 25.** Vaasalaisen luomukaurapuuron ja keskimääräisen suomalaisen luomukaurapuuron tuotantoketjujen rehevöittävävaikutus, gPO<sub>4</sub>-ekv/kg.

Luomukaurapuuron tuotantoketjun ilmastovaikutuksesta 50 % oli peräisin dityppioksidista ja 48 % hiilidioksidista (Kuva 26).



**Kuva 26.** Vaasalaisen luomukaurapuuron tuotantoketjun ilmastovaikutus päästökomponenteittain, kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg.

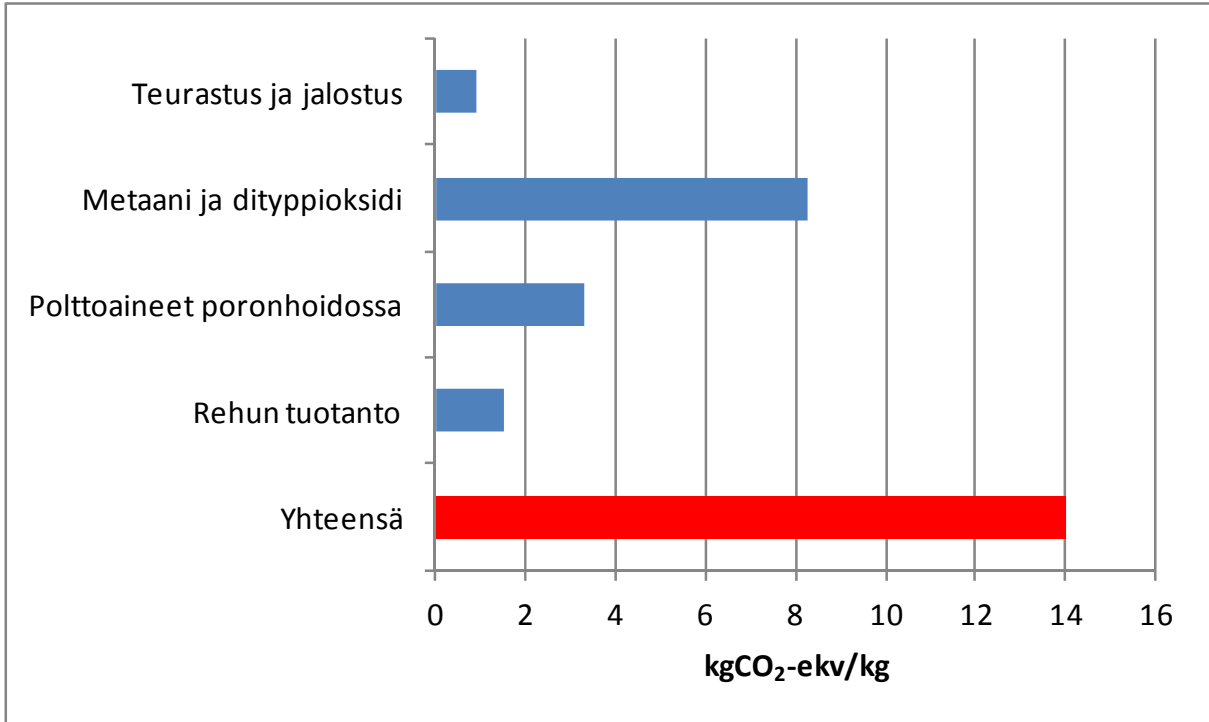
Fosforin osuus rehevöittävästä vaikutuksesta oli 67 % ja typen 28 %. Ammoniakin osuus oli 3 % (Kuva 27). Fosforin korkea osuus selittyy sillä, että maalaji oli enimmäkseen savimaata.



**Kuva 27.** Vaasalaisen luomukaurapuuron tuotantoketjun rehevöittävä vaikutus päästökomponenteittain, gPO<sub>4</sub>-ekv/kg.

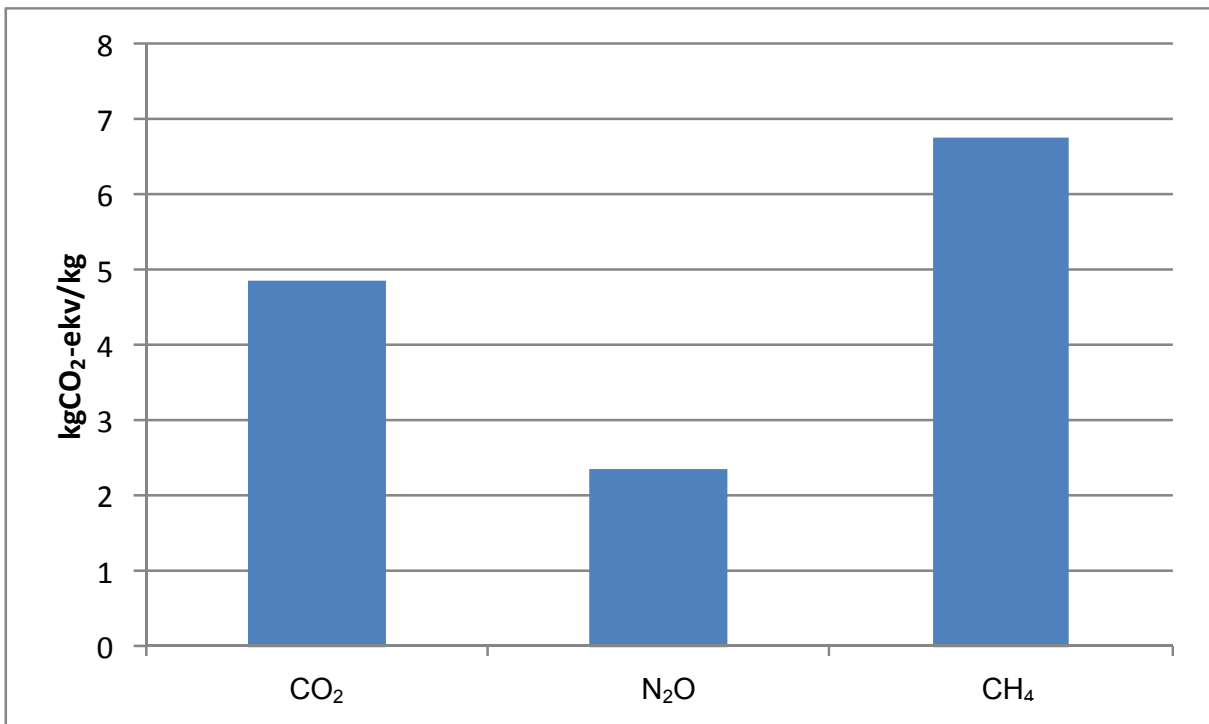
### 3.8. Pororouhe

Pororouheen tuotannossa alkutuotannon osuus on keskeinen, erityisesti merkitystä on ruoansulatuksen metaanipäästöillä ja dityppioksidilla, joka on peräisin sekä rehujen viljelytoimenpiteistä että lannan sisältämän typen hajoamisesta. Yhteensä pororouheen tuotannon ilmastovaikutus on 14 kgCO<sub>2</sub>ekv/kg, josta metaanin ja dityppioksidin osuus on 59 %, rehujen viljelyn ja prosessoinnin 10,5 %, poronhoitoon liittyvän polttoaineenkulutuksen 24 % ja teurastamon ja jalostuksen 6,5 % (kuva 28).



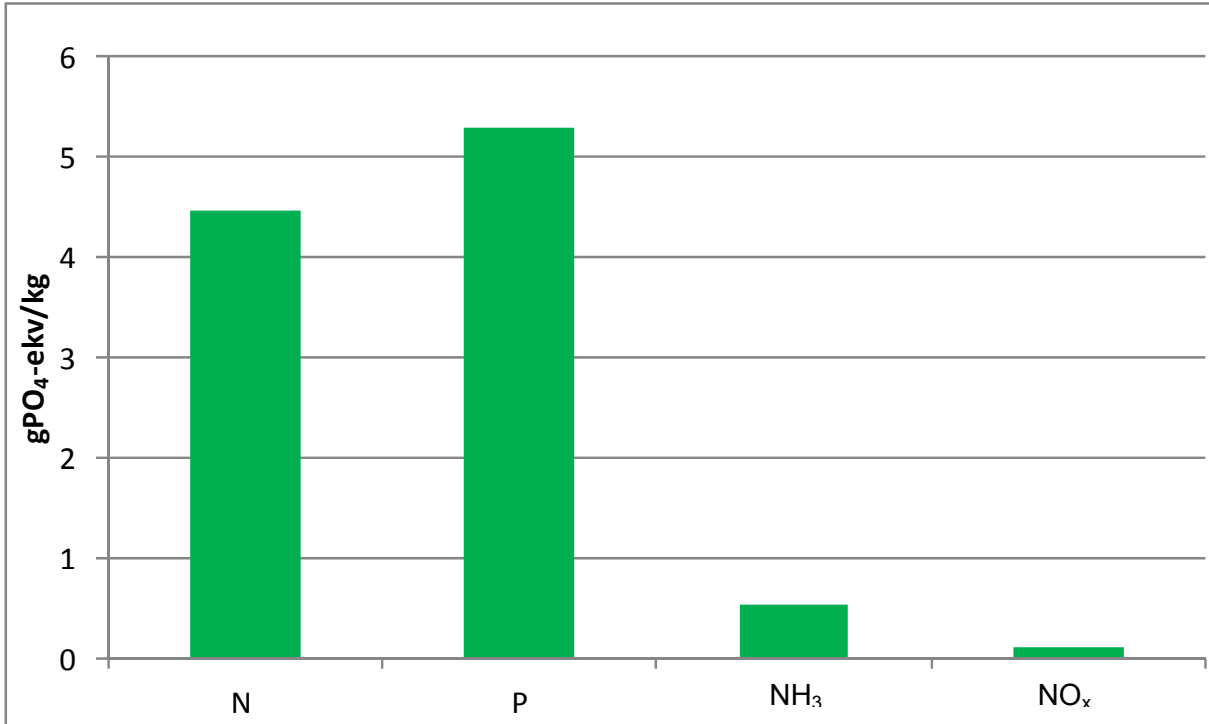
**Kuva 28.** Pororouheen tuotantoketjun ilmastovaikutus tuotantovaiheittain, kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg

Pororouheen ilmastovaikutuksesta 35 % on peräisin hiilidioksidista, 17 % dityppioksidista ja 48 % metaanista (kuva 29). Tärkein hiilidioksidin lähde on polttoaineenkulutus poronhoidossa.



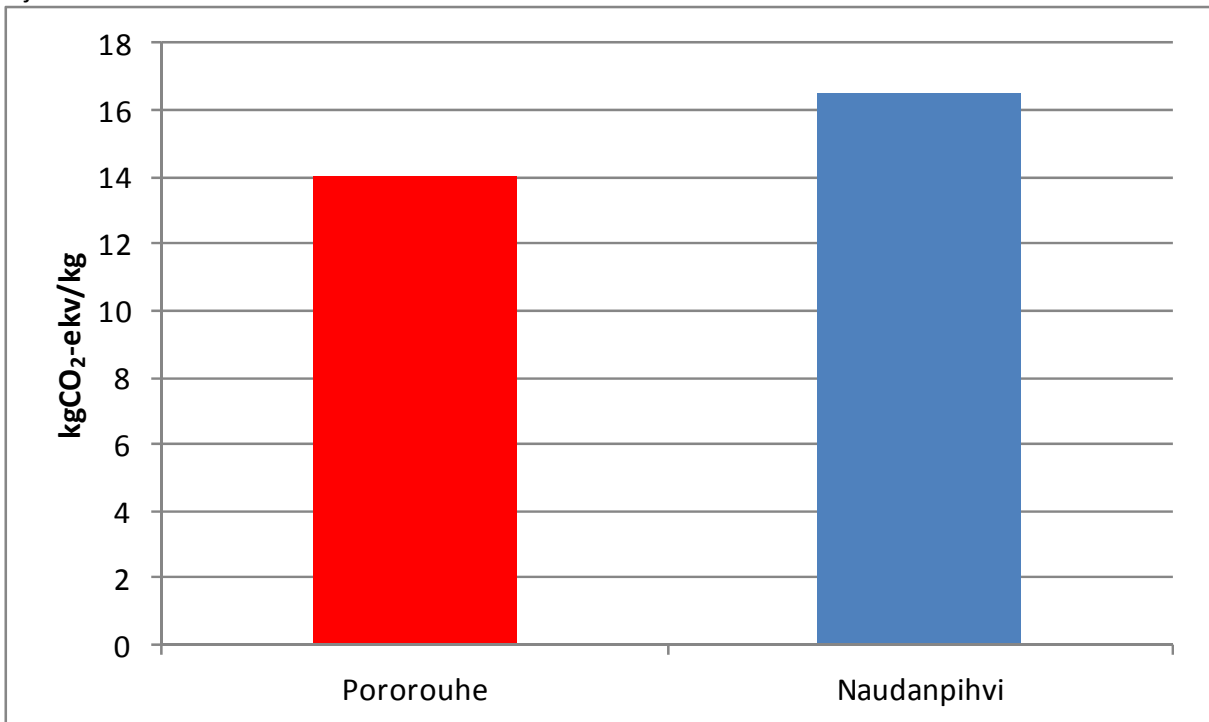
**Kuva 29.** Pororouheen tuotantoketjun ilmastovaikutus päästökomponenteittain, kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg

Rehevöittävä vaikutus pororouheen tuotantoketjussa on yhteensä 10,4gPO<sub>4</sub>-ekv/kg pororouhetta. Tästä 43 % on peräisin typestä, 51 % fosforista, 5 % ammoniakista ja 1 % typen oksideista (kuva 30).



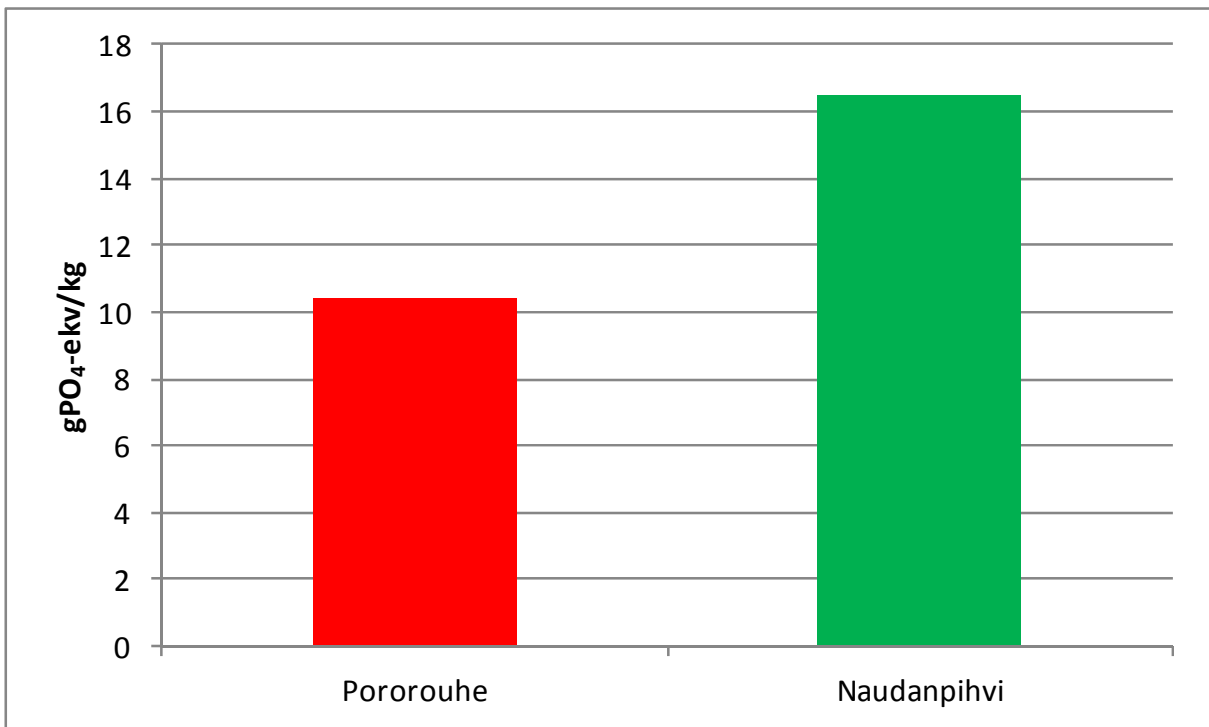
**Kuva 30.** Pororouheen tuotantoketjun rehevöittävä vaikutus päästökomponenteittain, gPO<sub>4</sub>-ekv/kg.

Pororouheen tuotantoketjun ilmastovaikutus on hieman pienempi kuin yhdistelmätuotannossa tuotetun naudanlihapihvin (kuva 31). Yhdistelmätuotannossa suurin osa naudanlihantuotannon tuotannosta allokoituu maidolle, mutta poronlihan tuotannossa taas on huomioitu vain teollisen rehun osalta syntyneet päästöt. Molemmat eläimet ovat märehtijöitä, joten ruoansulatuksen metaanipäästöjen osuus on keskeinen.



**Kuva 31.** Pororouheen ja naudanpihvin tuotantoketjun ilmastovaikutus, kgCO<sub>2</sub>-ekv/kg.

Pororouheen tuotantoketjun rehevöittävä vaikutus on pienempi kuin yhdistelmätuotannossa tuotetun naudanpihvin (kuva 32).



Kuva 32. Pororouheen ja naudanpihvin tuotantoketjun rehevöittävä vaikutus, gPO<sub>4</sub>-ekv/kg.

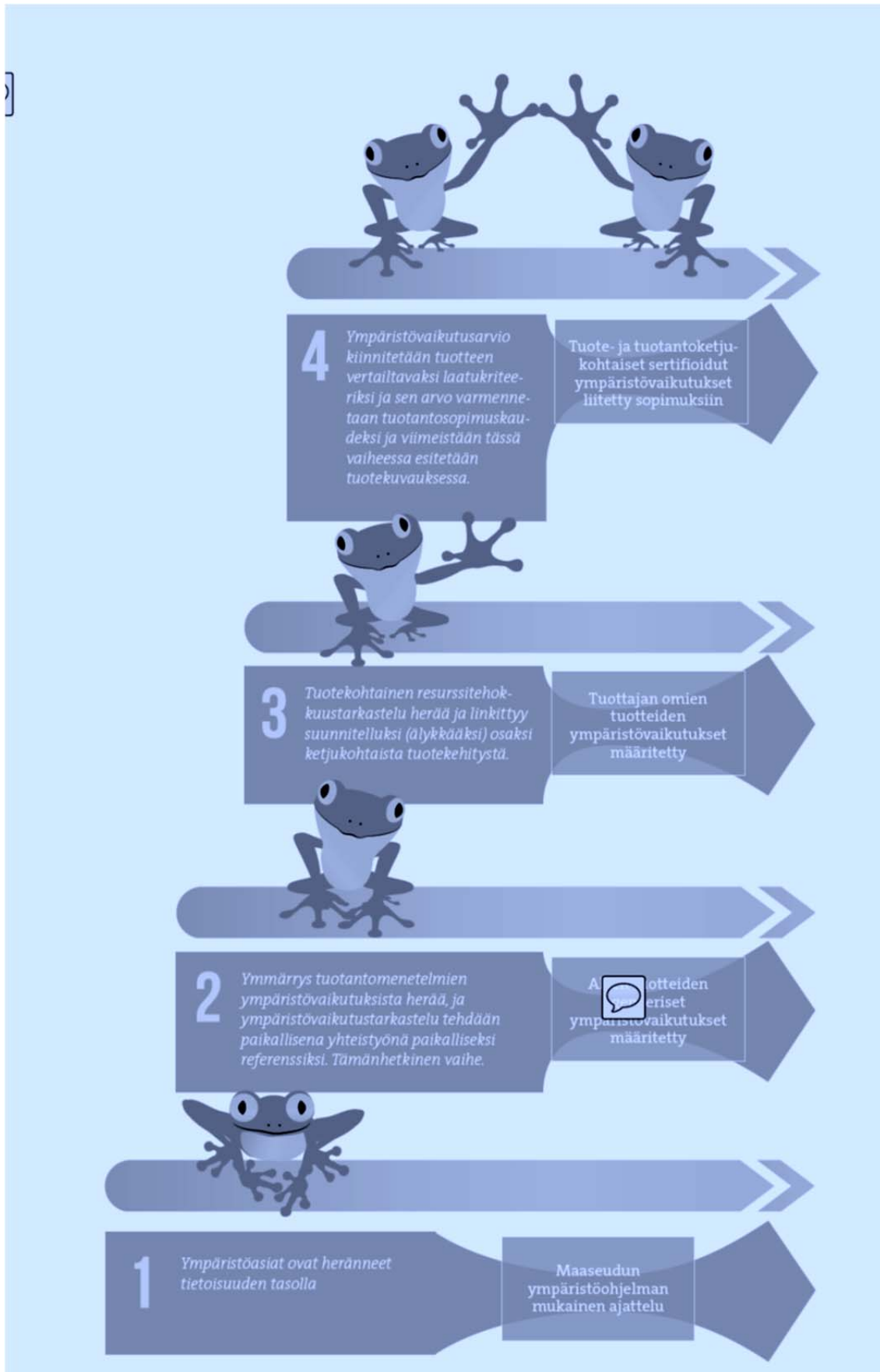
## 4. Johtopäätökset

Tutkimustulokset olivat monessa tapauksessa lähiruokatuotteille edullisia volyymituotteisiin nähden. Erityisen hyvin vertailussa volyymituotteisiin pärjäsivät ahvenpihvi ja mansikkatuotteet sekä kuori-päällinen peruna. Myös kokojyväruisleivän ja vaasalaisen luomuviljasta tehdyn kaurapuuron ilmasto-vaikutus ja rehevöittävä vaikutus olivat selvästi verrokkituotteita pienemmät. Pororouheen ja ohra-rieskan tulokset olivat suhteellisen samalla tasolla verrokkien kanssa. Luomuohra-rieskan ilmastovai-ikutus oli samalla tasolla verrokkituotteena käytetyn riisipiirakan kanssa, mutta rehevöittävä vaikutus oli korkeampi.

Joissain tapauksissa vertailun lopputuloksiin vaikutti käytetty aineisto ja vertailuun valittu kohde. Esimerkiksi luomutuotteiden vertailua tavanomaiseen ei tässä vertailussa tehty. Etelä-Karjalan tapa-uksen viljailuilla, Pohjanmaan luomukauratilalla, Keski-Pohjanmaan perunatilalla ja tutkituilla man-sikkatiloilla viljely oli todennäköisesti hyvin optimoitu tai olosuhteet otolliset kyseisen kasvin viljelyl-le, koska ilmastovaikutus ja rehevöittävä vaikutus olivat keskimääräistä vastaavaa suomalaista tuo-tantoa pienemmät. Pororouheen osalta vertailutulokset olisivat muuttuneet, jos verrokkiksi olisi otettu myös muita lihatuotteita kuin naudanliha. Ahvenpihvin osalta taas tulos oli ilmastovaikutuksen osalta selvä verrokkituotteisiin nähden johtuen siitä, että kalastus- ja kuljetusmatkat olivat hyvin lyhyet. Tämä ei kuitenkaan ole suoraan yleistettävissä kaikkeen Suomessa kalastetun kalan suhteen, mutta kalaste-tun kalan ravinteita poistava vaikutus vesistöistä taas on.

Tutkimuksissa havaittiin useissa piloteissa suuriakin eroja tutkittujen lähiruokatuotteiden ympä-ristövaikutustarkastelun tuloksissa verrattuna volyymituotteisiin. Eräissä tapauksissa erot taas olivat pienet. Vaikka lähiruokatuotteiden ja elintarviketuotteiden osalta yleensäkin ympäristövaikutukset ovat tapauskohtaisia eikä näitä tutkimustuloksia voi yleistää, on tämän tutkimuksen perusteella hy-vinkin odotettavissa että tulevaisuudessa ympäristöasiat ja niiden tutkiminen elinkaariarviointimene-telmällä nousevat tärkeäksi hankintakriteereiksi julkisten ruokapalveluiden hankintamenettelyssä.

Oheisessa porraskuvassa (kuva 33) on kuvattu, kuinka ympäristönäkökulmien huomioiminen hankinnoissa voisi edetä. Kestävät Hankinnat -hankkeen piloteissa saavutettiin vaiheet 2-3, jolloin alueiden tuotteiden yleiset ympäristövaikutukset oli määritelty ja spesifisesti alueilla tuotettujen pilot-tuotteiden ympäristövaikutukset tutkittu sekä tutkittu myös niiden väliset erot ympäristövaiku-tusten osalta. Tavoitearvo tulevaisuudessa olisi neljäs porras, jossa ympäristökriteerit olisivat yksi oleellisimmista osista elintarvikkeiden hankintaprosessissa ja tuote- ja tuotantoketjukohtaiset ympäris-tövaikutustarkastelut olisi liitetty hankintasopimuksiin.



**Kuva 33.** Kestävyyssasioiden huomioimisen kehitysskenaario julkisissa elintarvikehankinnoissa

## 5. Kirjallisuus

- Audsley, E., Brander, M., Chatterton, J., Murphy-Bokern, D., Webster, C. & Williams, A. (2009). How low can we go? An assessment of greenhouse gas emissions from the UK food system and the scope to reduce them by 2050. FCRN-WWF-UK
- Born, B. ja Purcell, M. 2006. Avoiding the Local Trap Scale and Food Systems in Planning Research. *Journal of Planning Education and Research*. 26:195-207.
- Ekocentria 2014. Lähis-opas. Lisää lähiruokaa julkisten keittiöiden asiakkaille. Perusteluita ja ohjeita hankintoihin. [http://www.ekocentria.fi/resources/public/lahiruokaopas\\_ebook.pdf](http://www.ekocentria.fi/resources/public/lahiruokaopas_ebook.pdf)
- Eco Quantum 2011 Greenhouse Gas Life Cycle Assessment of Canning Peaches and Pears grown in Northern Victoria (Resource Smart Business Industry Pilot)  
For Australian Industry Group Sustainability Victoria SPC Ardmona April 2011.
- Eyjolfsdottir, H., Yngvadottir, E., Jonsdottir, H., & Skuladottir, B. (2003). Environmental effects of fish on the consumers dish - Life cycle assessment of Icelandic frozen cod products. Reykjavik, Iceland: Technological Institute of Iceland and Icelandic Fisheries Laboratories.
- Euroopan parlamentti ja Euroopan Unionin Neuvosto 2014. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/24/EU, annettu 26 päivänä helmikuuta 2014, julkisista hankinnoista ja direktiivin 2004/18/EY kumoamisesta
- Finer, A. Raisio oyj. Kirjallinen tiedonanto 10.9.2014
- Fulton, S. 2010. Fish and fuel: life cycle greenhouse gas emissions associated with Icelandic cod, Alaskan Pollock and Alaskan Pink salmon fillets delivered to the United Kingdom. Dalhousie university School for Resource and Environmental Studies. October 2010.
- 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
- Hakala, H. ja Lyytimäki, J. 2008. Ympäristön tila ja suojelu Suomessa. Toinen uudistettu painos. s. 447. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.
- Hartikainen, H.; Katajajuuri, J.-M.; Pulkkinen, H.; Saarinen, M.; Silvenius, F., ja Usva, K. 2012. Suositus elintarvikkeiden tuotannon ilmastovaikutuksen arvioimiseen elinkaariarvointimenetelmällä. MTT, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Vastuullinen ruokaketju – hyvinvoiva kuluttaja. Helsinki. Saatavilla [www.mtt.fi/foodprint](http://www.mtt.fi/foodprint)
- Hartikainen, H., Kuisma, M., Pinolehto, M., Rääkkönen, R. & Kahiluoto, H. 2014. Ruokahävikki alkutuotannossa ja elintarviketjetussa. Foodspill 2-hankkeen loppuraportti. MTT:n raportti 170.
- Heijungs, R. (toim.), Guinée J.B.; Huppes, G.; Lankreijer, R.M.; Udo de Haes, H.A. ja Sleeswijk A.W. 1992. Environmental Life Cycle Assessment of Products. MultiCopy, Leiden.
- Holma, M. 2014. Rehuraisio Oyj. Kirjallinen tiedonanto 27.8.2014.
- IPCC, 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, "Agriculture, Forestry and Other Land Use", Japan: IGES, 2006. Saatavilla <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.
- ISO 14040 (2006) (SFS-EN ISO) Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet,
- Suomen Standardisoimisliitto SFS, Standardi, Joulukuu 2006
- ISO 14044 (2006) (SFS-EN ISO) Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Vaatimukset ja suunta- viivoja,
- Suomen Standardisoimisliitto SFS, Standardi, Joulukuu 2006
- Kaskinen, T., Kuittinen, O., Sadeoja, S.-R. & Talasniemi, A. 2011. kausiruokaa herkuttelijoille ja ilmastonystäville. ISBN 978-951-851-347-9. Bookwell Oy, Porvoo 2011
- Kurunmäki, S.; Ikäheimo, I.; Syväniemi, A.-M. ja Rönni, P. 2012. Lähiruokaselvitys. Ehdotus lähiruokaohjelman pohjaksi 2012–2015. Maa- ja metsätalousministeriö (MMM) julkaisu. Suomi.
- Mikkola, H. & Ahokas, J. 2009: Energy ratios in Finnish agricultural production. *Agricultural and Food Science* 18(3-4)2009.
- MMM, 2013. LÄHIRUOKAA - totta kai! Hallituksen lähiruokaohjelma ja lähiruokasektorin kehittämisen tavoitteet vuoteen 2020. Juvenes Print. Saatavilla <http://www.mmm.fi/attachments/lahiruoka/6GeZ7N4oG/LahiruokaohjelmaFI.pdf>.
- Mäkinen, T. 2008 (Toim.) Voidaanko kalastuksella vähentää kalankasvatuksen ravinnekuormaa? Kalankasvatuksen nettokuormitusjärjestelmän esiselvitys. Riista- ja kalatalous-selvityksiä 2/2008.



- Pulkkinen, H.; Regina, K. ja Katajajuuri, J-M. 2012. Introduction of a national method to estimate direct nitrous oxide emissions from mineral soils for Finnish product carbon footprinting. 8th International conference on life cycle assessment in the agri-food sector. October 1-4, 2012 Saint-Malo, France : book of abstracts / Eds. Michael S. Corson, Hayo M.G. van der Werf.
- Regina, K.; Kaseva, J. ja Esala, M. 2013. Emissions of nitrous oxide from boreal agricultural mineral soils - statistical models based on measurements. *Agriculture, Ecosystems ja Environment*. 164:131–136.
- Regina, K.; Sheehy, J. & Myllys M. 2014. Mitigating greenhouse gas fluxes from cultivated organic soils with raised water table. *Mitig Adapt Strateg Glob Change*. Published online 03 April 2014. DOI 10.1007/s11027-014-9559-2
- Räsänen, K., Saarinen M., Kurppa, S., Silvenius, F., Riipi, I., Nousiainen, R., Erälinna, L., Mattinen, L., Jaakkola, S., Lento, S., Mäkinen-Hankamäki, S. 2014. lähiruuan ekologisten vaikutusten selvitys. MTT raportteja 145.
- Saarinen, M.; Sinkko, T.; Joensuu, K.; Silvenius, F. ja Ratilainen, A. 2014. Ravitsemus ja maaperävai-  
kutukset ruoan elinkaariarvioinnissa: SustFoodChoice-hankkeen loppuraportti. 97 p., 2 liitettä. MTT Raportti 146.
- Saarinen, M.; Virtanen, Y. ja Hyvärinen, H. 2012. LCAs for a large repertoire of Finnish outdoor plant products. In: 8th International conference on life cycle assessment in the agri-food sector, October 1-4, 2012 Saint-Malo, France: book of abstracts / Eds. Michael S. Corson, Hayo M. G. van der Werf. INRA. p. 197.
- Saarinen, M.; Kurppa, S.; Nissinen, A. ja Mäkelä, J. 2011. Aterioiden ja asumisen valinnat kulutuksen ympäristövaikutusten ytimessä: ConsEnv-hankkeen loppuraportti. s. 97. Suomen ympäristö 14.
- Seppälä, J.; Knuuttila, S. ja Silvo, K. 2004. Eutrophication of aquatic ecosystems. A new method for calculation the potential contributions of nitrogen and phosphorus. *International Journal of Life Cycle Assessment* 9 (2): 90-100.
- Silvenius, F.; Mäkinen, T.; Grönroos, J.; Kurppa, S.; Tahvonen, R.; Kankainen, M.; Vielma, J.; Silvennoinen, K.; Setälä, J.; Kaustell, S. ja Hartikainen, H. 2012. Kirjoloheen ympäristövaikutukset Suomessa. 48 s. MTT Raportti 48.
- Silvenius, F.; Katajajuuri, J-M.; Koivupuro, H-K.; Nurmi, P.; Virtanen, Y.; Grönman, K.; Soukka, R. 2011. Elintarvikkeiden pakkausvaihtoehtojen ympäristövaikutukset. 54 s. FutupackEKO2010-hanke. MTT Raportti 14.
- 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. & 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
- SYKE (Suomen ympäristökeskus), 2014a. Järven rehevöityminen. Saatavilla [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi\\_ ja\\_meri/Vesistöjen\\_kunnostus/Jarvien\\_kunnostus/Kunnostustarvetta\\_aiheittavia\\_tekijöitä/Rehevoityminen](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ ja_meri/Vesistöjen_kunnostus/Jarvien_kunnostus/Kunnostustarvetta_aiheittavia_tekijöitä/Rehevoityminen).
- SYKE, 2014b. Maatalouden vesiensuojelu. Saatavilla [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi\\_ ja\\_meri/Vesien\\_ ja\\_merensuojelu/Maatalous](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ ja_meri/Vesien_ ja_merensuojelu/Maatalous).
- SYKE, Aalto yliopisto (YTK) ja Ilmatieteen laitos. 2014. Ilmasto-opas. Saatavilla <http://ilmasto-opas.fi/fi/>.
- US-EPA, 2012. Global Anthropogenic Non-CO2 Greenhouse Gas Emissions: 1990-2030. U.S Environmental protection agency. Office of atmospheric Programs. Climate change division. Saatavilla [http://www.epa.gov/climatechange/Downloads/EPAactivities/EPA\\_Global\\_NonCO2\\_Projections\\_Dec2012.pdf](http://www.epa.gov/climatechange/Downloads/EPAactivities/EPA_Global_NonCO2_Projections_Dec2012.pdf).
- Usva, K.; Nousiainen, J.; Hyvärinen, H. ja Virtanen, Y. 2012. LCAs for animal products pork, beef, milk and eggs in Finland. In: 8th International conference on life cycle assessment in the agri-food sector, October 1-4, 2012 Saint-Malo, France: proceedings / Eds. Michael S. Corson, Hayo M. G. van der Werf. INRA. p. 845-846.
- Uusi-Kämpä, J., Jauhiainen, L. & Huuskonen, A. 2007. Phosphorus and nitrogen losses to surface waters from a forested feedlot for bulls in Finland. *British Society of Soil Science*, 23 (Suppl. 1), 82–91
- Virtanen, Y.; Hyvärinen, H.; Katajajuuri, J-M.; Kurppa, S.; Nousiainen, J.; Saarinen, M.; Sinkko, T.; Usva, K.; Virtanen, J.; Voutilainen, P.; Ekholm, P.; Grönroos, J.; Koskela, S.; Väänänen, S.; Mä-

- enpää, I. 2009. Elintarvikeketjun ympäristövastuun taustaraportti. 148 s. Saatavilla [http://www.laatuketju.fi/laatuketju/www/fi/julkaisut/Microsoft\\_Word\\_-\\_Ketjuvastuu\\_15\\_12\\_\\_final.pdf](http://www.laatuketju.fi/laatuketju/www/fi/julkaisut/Microsoft_Word_-_Ketjuvastuu_15_12__final.pdf).
- VTT 2012. Liikennevälineiden yksikköpäästöt. <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/index.htm>
- Välimaa, R. 2014. Suomen rehu oy. kirjallinen tiedonanto 12.9.2014.
- Wallén, A., Brant, N. & Wennersten, R. (2004). Does the Swedish consumer's choice of food influence greenhouse gas emissions? *Environmental Science & Policy* 7 (6), 525-535.
- Wanhalinna, V., 2010. Leivän hiilijalanjälki. Pro gradu tutkielma. Helsingin yliopisto. Maatalous- metsätieteellinen tiedekunta. Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitos. Helsinki.
- Welin, T. 2008. Nordkalk Oy. Kirjallinen tiedonanto 9.9.2008
- Winther, U., Ziegler, F., Hognes, E., Emanuelsson, A., Sund, V. & Ellingsen, H. 2009. Carbon footprint and energy use of Norwegian seafood products. SINTEF Fisheries and Aquaculture, Norway. Available: [http://www.sintef.no/upload/Fiskeri\\_og\\_havbruk/Internasjonalt\\_R%C3%A5dgivning/2009\\_Carbon%20footprint%20of%20seafood%20products.pdf](http://www.sintef.no/upload/Fiskeri_og_havbruk/Internasjonalt_R%C3%A5dgivning/2009_Carbon%20footprint%20of%20seafood%20products.pdf)



luke.fi

Luonnonvarakeskus  
Viikinkaari 4  
00790 Helsinki  
puh. 029 532 6000