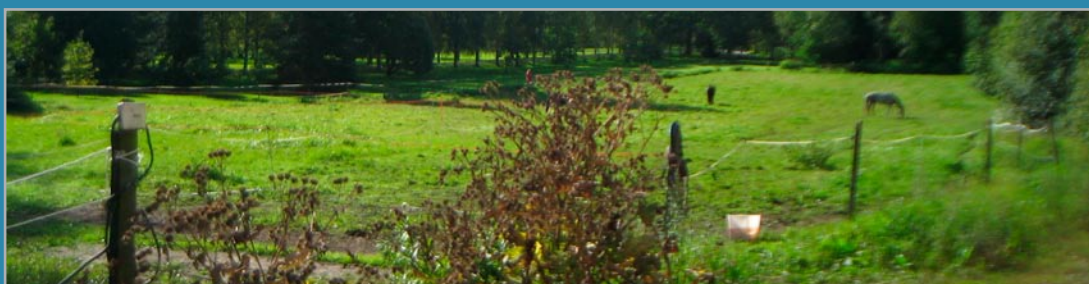


Kuninkuusravien ekotehokkuus

Tanja Pöyhönen



Tanja Pöyhönen
Kuninkuusravien ekotehokkuus

ISBN 978-951-784-467-3 (PDF)
ISSN 1795-4258
HAMKin opinnäytetyöjulkaisuja 1/2008

© Hämeen ammattikorkeakoulu ja kirjoittaja

JULKAISIJA
Hämeen ammattikorkeakoulu
PL 230
13101 HÄMEENLINNA
puh. (03) 6461
faksi (03) 646 4259
julkaisut@hamk.fi
www.hamk.fi/julkaisut

Kannen suunnittelu: HAMK Julkaisut

Hämeenlinna, toukokuu 2008

KUNINKUUSRAVIEN EKOTEHOKKUUS

Forssa 2006 - Kouvola 2007

HAMK
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Mustiala 2.5.2008

Tanja Pöyhönen

MUSTIALA

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Hevostalouden suuntautumisvaihtoehto

Tekijä	Tanja Pöyhönen	Vuosi 2008
Toimeksiantaja	MTT / Equine Life -hanke	
Työn nimi	Kuninkuusravien ekotehokkuus	
Työn säilytyspaikka	HAMK, Mustiala	

TIIVISTELMÄ

Raviurheilun parissa ympäristöasioita ei vielä huomioida riittävästi. Tiukentuva lainsäädäntö ja yleinen ympäristötietouden kasvaminen aiheuttavat kuitenkin paineita ekotehokkuuden kehittämiseen myös hevosurheilun parissa.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Kuninkuusravien aiheuttama ympäristökuormitus ja sen vaikutuksia ympäristöön sekä päätellä, miten kuormitusta voitaisiin tulevaisuudessa vähentää. Tutkimuskohteina olivat vuosien 2006 ja 2007 Kuninkuusravit. Niiden aiheuttamaa kuormitusta tarkasteltiin yleisöliikenteen, sähkön- ja vedenkulutuksen sekä jätteiden ja lannan muodostuksen osalta. Tarkastelussa keskityttiin toimintojen aiheuttamiin ilmanpäästöihin, mutta lannan osalta huomioitiin myös sen sisältämät ravinteet.

Tutkimuksessa todettiin Kuninkuusravien aiheuttavan eniten hiilidioksidipäästöjä. Suurin päästölähde raveissa oli liikenne, jonka kuormituksesta henkilöautoliikenne aiheutti suurimman osan. Liikenteen päästöjä tarkasteltiin kahdeksan eri päästön osalta. Jätteiden käsittely kuormitti toiseksi eniten Kuninkuusraveissa. Jätehuollon kuormitusta tarkasteltiin kasvihuonekaasupäästöjen osalta. Suurimman osan jätehuollon päästöistä aiheutti sekajätteen kaatopaikkakäsittely. Sähkön- ja vedenkulutuksen havaittiin olevan runsasta Kuninkuusraveissa. Sähkönkulutus aiheuttaa ilmanpäästöjä ja vedenkulutus kuormittaa ympäristöä sekä kuluttamalla energiaa että aiheuttamalla jätevesipäästöjä. Lannanmuodostus osoittautui Kuninkuusraveissa melko alhaiseksi eikä sen merkitys päästöissä ja ravinnekuormituksessa ole yksittäisen tapahtuman osalta suuri. Tutkimuksessa havaittiin tarvetta sekä jatkotutkimukseen kaikkien osa-alueiden osalta että tutkimuksen laajentamiseen kattamaan suuremman osan Kuninkuusravien toiminnoista.

Asiasanat Ekotehokkuus, ekotase, Kuninkuusravit.
Sivut 45 s. + liitteet 4 s.

MUSTIALA

Degree Programme in Agriculture and Rural Industries

Equine Option

Author	Tanja Pöyhönen	Year 2008
Commissioned by	MTT / Equine Life -project	
Subject of Bachelor's thesis	The Eco-efficiency of Kuninkuusravit	
Archives	HAMK University of Applied Sciences, Mustiala	

ABSTRACT

In horse racing the environmental aspects aren't taken into account very well yet. The tightening of legislation and general awareness of environmental aspects are increasingly creating pressure for developing the eco-efficiency among horse sport.

Kuninkuusravit is the most important yearly race for Finnhorses and also the biggest trotting-race event in Finland. The aim of this research was to investigate the amount of environmental load that Kuninkuusravit causes, and what are the effects to the environment. Also the aim was to create conclusions how the environmental effects could be reduced in the future. The targets of the research were Kuninkuusravit of years 2006 and 2007. The environmental loads of these races were examined regarding the transport of spectators, the consumption of electricity and water, and the formation of waste and dung. The study was focused to the air emissions, but regarding dung also the nutrients which it contains were taken into account.

The emissions that Kuninkuusravit caused most were carbon dioxide emissions. The main source for emissions was transporting of spectators. Most of the emissions caused by transportation were due to passenger cars. Processing of waste caused the second most emissions. Most of the emissions of waste management were caused by management of mixed waste in landfill. The consumption of electricity and water were abundant. The consumption of electricity causes air emissions and the consumption of water causes wastewater emissions and adds consumption of energy. The formation of dung was found to be quite low in Kuninkuusravit. The significance of dung management was found to be low for single events nutrient load and air emissions. There is a need for further examination of the emissions of Kuninkuusravit.

Keywords Eco-efficiency, eco-balance, Kuninkuusravit.**Pages** 45 p. + appendices 4 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	EKOTEHOKKUUS	2
2.1	Ekotehokkuuden mittaaminen ja indikaattorit	2
2.1.1	Materiaalivirtoihin perustuvat menetelmät.....	2
2.1.2	Pinta-alan käyttöön perustuvat menetelmät.....	4
2.1.3	Elinkaariarviointi	4
2.1.4	Ekotase	5
2.2	Menetelmiä ekotehokkuuden lisäämiseen.....	6
3	AINEISTO JA MENETELMÄT	7
3.1	Liikenne.....	7
3.1.1	Henkilöautot	9
3.1.2	Linja-autot	9
3.1.3	Paketti-, matkailu- ja hevosautot	10
3.1.4	Moottoripyörät ja junat.....	10
3.2	Sähkönkulutus	11
3.3	Jätteet.....	13
3.3.1	Sekajäte.....	13
3.3.2	Biojäte.....	15
3.3.3	Energiajäte	16
3.4	Lanta.....	16
3.4.1	Määrä.....	16
3.4.2	Päästöt.....	17
3.5	Vedenkulutus.....	21
4	TULOKSET	22
4.1	Kuninkuusravien ekotaseet	22
4.2	Kuormitus ja ympäristövaikutukset	26
4.2.1	Liikenne	26
4.2.2	Sähkönkulutus	29
4.2.3	Jätteet.....	31
4.2.4	Lanta	33
4.2.5	Vedenkulutus	35
5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	37
	LÄHTEET	40
	LIITTEET	
LIITE 1	Kysely Kuninkuusravien yleisölle 2006	
LIITE 2	Liikenteen päästöjen laskennassa käytetyt kertoimet	
LIITE 3	Lannan päästöjen laskennassa käytetyt kertoimet	

1 JOHDANTO

Kuninkuusravit on Suomen suurin ja vanhin ravitapahtuma. Niitä on järjestetty vuodesta 1924 lähtien. Ravien yleisömäärä on kasvanut vuosittain ja nykyään tapahtuma kerää yleisöä kahden päivän aikana noin 60 000 henkilöä. Raviurheilu onkin nykyisin yksi Suomen seuratuimmista urheilulajeista. Ravitapahtuman ympäristövaikutuksia ei kaikesta huolimatta ole aikaisemmin tutkittu. Lainsäädännön tiukentuessa ja ympäristötietoisuuden kasvaessa myös ravitapahtumien ympäristöasioiden hoitoon tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota. Ympäristöasioiden huomioiminen ravitapahtumassa on olennaista tapahtuman ja koko raviurheilun imagon sekä tietenkin ympäristön kannalta.

Kuninkuusravit on liikkuva tapahtuma eli se järjestetään vuosittain eri paikkakunnalla. Tämä hankaloittaa ympäristöasioiden huomioimista, sillä sekä järjestävä organisaatio että tapahtuman fyysiset olosuhteet muuttuvat vuosittain. Jotta ravien aiheuttamasta kuormituksesta saisi paremman kokonaiskuvan ja eri tapahtumapaikkojen ja käytäntöjen välisten erojen vertailu olisi mahdollista, halusin työssäni tarkastella kahden eri tapahtuman ympäristökuormitusta. Tarkastelun kohteiksi valitsin vuoden 2006 ravit Forssassa ja vuoden 2007 ravit Kouvolassa.

Forssan Kuninkuusravit vuonna 2006 oli EquineLife -hankkeen pilottikohde ympäristöjärjestelmän käytöstä hevosurheilutapahtumassa. Ympäristöasioista eniten huomiota kiinnitettiin jätehuoltoon. Jätteitä lajiteltiin lajitteluneuvojen avustuksella ja hyötykäyttöön saatiinkin noin 40 % Kuninkuusravien koko jätemäärästä. Yleisöä vuoden 2006 Kuninkuusravit keräsivät 59 751 henkilöä. Kouvolan Kuninkuusraveissa vuonna 2007 yleisöä oli 60 574 henkilöä, eikä niissä kiinnitetty ympäristöasioihin erityistä huomiota.

Opinnäytetyöni tarkoituksena on tuottaa alustava nykytila-analyysi Kuninkuusravien ympäristökuormituksesta sekä pohtia millaisia ympäristövaikutuksia tapahtumalla on ja miten niitä tulevaisuudessa voitaisiin vähentää. Keskityn työssäni Kuninkuusravien ekologisiin vaikutuksiin. Koska kyseessä on alustava analyysi, on tutkimusta rajattu kuormittavimmiksi arveltuihin kohteisiin eli liikenteeseen, sähkön- ja vedenkulutukseen, jätteiden ja lannan muodostumiseen sekä niiden käsittelystä aiheutuviin kuormituksiin. Kirjallisuudessa käsitellään ekotehokkuutta ja sen mittaamiseen käytettyjä menetelmiä sekä keinoja, joilla ekotehokkuutta voidaan parantaa.

2 EKOTEHOKKUUS

Ekotehokkuusajattelun lähtökohtana ovat kestävän kehityksen periaatteet. Niiden mukaan ihmisten tämän hetken tarpeet tulee tyydyttää niin ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti kuin kulttuurillisestikin kestävällä tavalla eli siten, että tulevien sukupolvien mahdollisuuksia tyydyttää tarpeitaan ei vaaranneta. Inhimilliset tarpeet tulisi siis pyrkiä tyydyttämään niin, ettei maapallon kantokyky ylitä. Vaikka ekotehokkuusajattelu keskittyykin lähinnä kestävän kehityksen ekologiseen ulottuvuuteen, on siinä elementtejä myös muista kestävän kehityksen ulottuvuuksista (Ranki ym. 1998, 14).

Ekotehokkuutta on määritelty monin tavoin. OECD:n (Organisation for Economic Co-operation and Development) määritelmän mukaan ekotehokkuus on energian ja materiaalien tuottavuuden maksimointiin pyrkivä, määrällisiin panos-tuotos -mittauksiin perustuva menetelmä, jonka tavoitteena on vähentää sekä resurssien kulutusta että päästöjä. Lisäksi OECD on havainnollistanut ekotehokkuutta yhtälöllä (ks. Kaava 1). BCSD (The Business Council for Sustainable Development) on puolestaan määritellyt ekotehokkuuden inhimillisten tarpeiden tyydyttämiseksi maapallon kantokyvyn rajoissa. (Ranki ym. 1998, 13.)

KAAVA 1 *Ekotehokkuuden yhtälö. (Ranki ym. 1998, 13.)*

$$\text{Ekotehokkuus} = \frac{\text{Hyödyt}}{\text{Panokset}}$$

Molemmissa määritelmässä luonnonvaratuottavuuden lisäämisen ja päästöjen vähentämisen rinnalle nostetaan elintason ylläpitäminen ja tuotteiden tuottaminen taloudellisesti kannattavalla tavalla. (Ranki ym. 1998, 13-15.) Ekotehokkuudella tarkoitetaan siis tuotteiden ja palveluiden tuottamista mahdollisimman vähäisellä materiaalin ja energian kulutuksella samalla ympäristöä mahdollisimman vähän kuormittaen. Lyhyesti ilmaistuna pyritään tuottamaan enemmän vähemmästä (Rissa 2001, 10).

2.1 Ekotehokkuuden mittaaminen ja indikaattorit

Ekotehokkuuden tarkasteluun on useita eri menetelmiä, joista tässä esitellään muutamia. Sitä voidaan tarkastella eri mittakaavoissa kokonaisesta kansantaloudesta aina yksittäiseen tuotteeseen asti. Mittaamiseen käytetään indikaattoreita, joita ovat mm. luonnonvarojen kokonaiskäyttö ja energiankulutus, päästöt ilmaan ja veteen sekä erilaiset taloudelliset indikaattorit kuten yrityksen liikevaihto. (Dahlbo ym. 2003, 11.)

2.1.1 Materiaalivirtoihin perustuvat menetelmät

Materiaalivirtojen tarkasteluun perustuvat menetelmät nojautuvat termodynamiikan lakeihin. Niiden mukaan materiaali kuten energiakaan ei häviä vaan ne vain muuttavat muotoaan. Materiaalivirtojen tarkasteluun pe-

rustuvat menetelmät pohjautuvat materiaalivirta-analyysiin (Material Flow Analysis, Material Flow Accounting, MFA), jonka avulla tarkasteltavan kohteen materiaalipanosten määrää selvitetään. Materiaalivirta-analyysin avulla voidaan selvittää esimerkiksi jonkin tuotteen tuottamiseen kuluneen materiaalin määrä raaka-aineen hankinnasta tuotteen muodostaman jätteen määrään saakka. Tuotetta tarkastellaan siis koko sen elinkaaren ajalta. Materiaalivirta-analyysissä huomioidaan myös kohteen energiankulutus sekä energian tuottamiseen liittyvät materiaalivirrat. (Ranki ym. 1998, 21.)

Luonnonvarojen kokonaiskäyttö (Total Material Requirement, TMR) kuvaa materiaalien kokonaiskulutusta tonneina kansantalouden tasolla tai tuotekohtaisesti. Kansantalouden TMR sisältää kotimaiset suorat panokset ja piilovirrat sekä tuonnin suorat panokset ja piilovirrat. TMR on yksi tärkeimmistä kestäväen kehityksen indikaattoreista, joka kertoo karkealla tasolla ympäristövaikutusten syistä. Tuotetason TMR ottaa huomioon sekä valmistuksen suorat materiaalipanokset (Direct material input, DMI) että valmistuksen piilovirrat (Ranki ym. 1998, 23). Se ei kuitenkaan huomioi materiaalien laadullisia eroja kuten aineen myrkyllisyyttä, uusiutumattomuutta tai kierrätettävyyttä, minkä vuoksi se ei myöskään kuvaa kaikkia materiaalien aiheuttamia ympäristövaikutuksia. (Rissa 2003, 56.) Piilovirtojen osuus TMR:sta on keskimäärin noin puolet (Dahlbo ym. 2003, 14).

Ekologinen selkäreppu kuvaa tuotteeseen tai palveluun liittyvien piilovirtojen määrää. Piilovirroilla tarkoitetaan tuotteen valmistusta varten luonnosta otettuja tai paikoiltaan siirrettyjä materiaaleja, jotka eivät sisälly valmiiseen tuotteeseen. Tällaisia ovat esimerkiksi erilaiset kiviainekset, joita siirretään malmin louhinnan yhteydessä tai tuotteen kuljettamiseen tarvittavan infrastruktuurin rakentamiseen käytetyt luonnonvarat. (Schmidt-Bleek 2000, 26.) Myös vesi ja ilma lasketaan mukaan ekologiseen selkäreppuun, mikäli niitä otetaan luonnosta aktiivisesti tai niiden koostumusta muutetaan (Schmidt-Bleek 2000, 132-133).

MIPS (Material Input Per Service unit) kuvaa tuotteen tai palvelun koko elinkaarensa aikana kuluttamien materiaalien suhdetta siitä saatuun hyötyyn nähden. Toisin sanoen MIPS on TMR jaettuna palvelusuoritteella. MI on tuotteen elinkaaren aikaisten materiaalipanosten summa, mukaan lukien ekologiset selkäreput, massayksikköinä eli kilogrammoina tai tonneina. S on puolestaan tuotteen elinkaarensa aikana tuottamien palvelusuoritteiden määrä esim. autolla ajettujen kilometrien määrä. (ks. Kaava 2.) (Schmidt-Bleek 2000, 113-115.) Mitä enemmän palvelusuoritteita tuote tuottaa, sen alhaisemmaksi sen MIPS muodostuu ja sitä korkeampi on tuotteen luonnonvaratuottavuus. (Schmidt-Bleek 2000, 123-124.)

KAAVA 2 MIPS yhtälö (Schmidt-Bleek 2000, 124).

$$\text{MIPS} = \frac{\text{MI}}{\text{S}}$$

2.1.2 Pinta-alan käyttöön perustuvat menetelmät

Ekologinen jalanjälki mittaa kulutuksen vaikutuksia ympäristöön hehtaareissa. Se lasketaan vuositasolla henkeä kohti ja tulosta verrataan käytettävissä olevaan pinta-alaan. Maankäyttöluokista ekologinen jalanjälki huomioi viljelysmaat, laitumet ja metsät sekä rakennetun ja energiankulutukseen tarvittavat maan. Ekologiseen kapasiteettiin lasketaan edellä mainituista muut paitsi energiankulutukseen tarvittava maa. Kuluttavina tekijöinä siinä huomioidaan asuminen, liikenne, ravinnontuotanto kulutushyödykkeet ja palvelut. Ekologinen jalanjälki voidaan laskea niin yksittäiselle henkilölle, yritykselle kuin kansantaloudellekin. (Rissa 2001, 66.)

SIPS (Surface Input Per Service unit) kuvaa pinta-alan käyttöä palvelusuo-ritetta kohti. SIPSiä kuvaa siis sama yhtälö kuin MIPSiä (ks. kuva 2). Yhtälössä SI kuvaa tuotteen tai palvelun tuottamiseen tarvittavan pinta-alan määrää hehtaareina ja S pinta-alalla tuotetun palvelusuo-ritteen määrää. Esimerkiksi yhden saksalaisen vuodessa kuluttaman appelsiinimehun eli 21 litran valmistukseen tarvitaan 24 neliometriä maata appelsiinipuiden viljelyyn. Kaiken Saksassa vuodessa kulutetun appelsiinimehun valmistamiseen appelsiinipuita tulee viljellä 150 000 hehtaarin alueella. (Schmidt-Bleek 2000, 167-173.)

2.1.3 Elinkaariarviointi

Elinkaariarvioinnilla (Life Cycle Assessment, Life Cycle Analysis, LCA) selvitetään tuotteen, palvelun tai toiminnon elinkaaren aikana aiheutuneiden ympäristökuormitusten määrää sekä niiden aiheuttamia vaikutuksia. Tuotetta tarkastellaan siis kehdosta hautaan eli raaka-aineen hankinnasta tuotteen loppusijoitukseen saakka kuten materiaalivirta-analyysissäkin. (Pesonen ym. 2003, 8.)

Elinkaariarviointi jakautuu neljään vaiheeseen. Ensin määritellään arvioinnin tavoitteet, soveltamiskohde ja toiminnallinen yksikkö sekä rajataan selvityksen kohteena oleva tuotejärjestelmä suhteessa muihin tuotejärjestelmiin ja ympäristöön. Rajauksilla on suuri merkitys arvioinnin lopputulokseen, minkä vuoksi ne tulee tehdä ja raportoida huolella. Elinkaariarvioinnissa ei yleensä huomioida esim. infrastruktuurin tai työvoiman aiheuttamia ympäristökuormia. (Pesonen ym. 2003, 9-11.)

Elinkaariarvioinnin toinen vaihe on inventaarioanalyysi. Siinä selvitetään tarkasteltavan kohteen syötteet (input) eli käytettyjen luonnonvarojen määrä sekä tuotokset (output) eli luontoon joutuvien kuormitusten määrä toiminnallista yksikköä kohden. Tarkasteltavia kuormituksia voivat olla mm. päästöt ilmaan ja veteen sekä jätteet. Toiminnallinen yksikkö voi olla esim. 1000 kg suolaa. (Pesonen ym. 2003, 12.)

Kolmantena vaiheena elinkaariarvioinnissa on vaikutusarviointi. Sen tarkoituksena on tuottaa inventaarioanalyysin tuloksista kuvaavampaa tietoa tuotteen ympäristövaikutuksista. Vaikutusarvioinnissa inventaarioanalyysin tiedot luokitellaan vaikutusluokkiin ja niille lasketaan yleisindikaattori karakterisointikertoimien avulla. Esimerkiksi vaikutusluokassa ilmaston-

muutos voidaan siihen vaikuttavat päästöt muuntaa hiilidioksidiekvivalen-teiksi, jolloin tulosten vertailtavuus paranee sekä tuotejärjestelmän sisällä että muihin tuotejärjestelmiin nähden. Elinkaariarvioinnin viimeisessä vaiheessa tulkitaan saatuja tuloksia, tehdään johtopäätöksiä ja laaditaan suosituksia. (Pesonen ym. 2003, 13-17.)

Elinkaariarviointi ottaa ihannetapauksessa huomioon kattavasti tuotannon eri osa-alueet, joten sitä voitaneen pitää tehokkaana menetelmänä ekotehokkuuden mittaamiseen. Se on kuitenkin työläs ja aikaa vievä menetelmä, joten resurssien niukkuus voi rajoittaa sen soveltamista. Lisäksi elinkaariarvioinnin tuloksiin vaikuttaa suuresti tehdyt rajaukset, mikä täytyy ottaa huomioon tuloksia tarkasteltaessa (Pesonen ym. 2003, 11-13).

2.1.4 Ekotase

Ekotase kuvaa tarkasteltavan kohteen esim. yrityksen tai tapahtuman materiaali- ja energiavirtoja tietyn ajanjakson aikana. Ekotaseita käytetään yleisesti yrityksen ympäristöjohtamisen apuvälineinä pääasiassa ympäristöraporttien osana. (Kurki 1999, 85-86.)

Ekotase perustuu termodynamiikan lakeihin, kuten materiaalivirtoihin perustuvat menetelmätkin (ks. kpl 2.1.1). Näin ollen kaikki yritykseen tulevat materiaalit ja energia poistuvat sieltä joko tuotteina, jätteinä tai päästöinä. Tämän vuoksi laskelman panos- ja tuotospuolten tulisi olla yhtä suuria. Ekotaseessa huomioidaan tarkasteltavan kohteen energian ja materiaalin kulutus panospuolella ja tuotannosta muodostuvat tuotteet, jätteet sekä päästöt tuotospuolella määrällisinä yksiköinä, esimerkiksi sähkön kulutus kilowattitunteina ja jätteen määrä tonneina. (Kurki 1999, 87).

Ekotase muodostuu kolmesta vaiheesta: perustaseesta, vaikutusanalyysistä ja arvotuksesta. Perustase käsittää varsinaisen panos-tuotos laskelman, joka voidaan rajata tarkasteltavan kohteen mukaisesti kattamaan kokonaisen yrityksen tai yksittäisen tuotteen (ks. Kuva 1). Yrityksiä tarkasteltaessa ajanjaksona on yleensä yksi vuosi, jolloin varastojen muutos tulee ottaa huomioon laskelmia tehtäessä. (Kurki 1999, 88-89.) Ekotaseen perustase vastaa elinkaariarvioinnin inventaarioanalyysiosaa.

PANOS	TUOTOS
Materiaalit Energia	Tuotteet Päästöt Jätteet
Varastojen muutos	Varastojen muutos

KUVA 1 Ekotaseen perusrakenne eli perustase (Kurki 1999, 87).

Vaikutusanalyysin tarkoituksena on selvittää millaisia vaikutuksia perustaseessa esitetyillä materiaali- ja energiavirroilla on ympäristöön. Siinä siis selvitetään esimerkiksi, että yrityksen energiankäytöstä muodostuva hiilidioksidi voimistaa ilmastomuutosta. (Kurki 1999, 88 ja 91.)

Arvotusosiossa vaikutustaseen ympäristövaikutukset pyritään laittamaan merkittävyytensä mukaiseen järjestykseen, jotta niiden vertailu olisi mahdollista. Arvotusmenetelmät jaetaan määrällisiin ja laadullisiin menetelmiin. Laadullisten menetelmien käyttö on usein perusteltua, sillä monien ympäristövaikutusten määrällinen arvottaminen on vaikeaa. Määrälliset menetelmät jaetaan puolestaan rahamääräisiin ja ei-rahamääräisiin menetelmiin. (Kurki 1999, 105.)

Ei-rahamääräisiä menetelmiä ovat materiaalivirtoihin perustuvat menetelmät, ABC-analyysi, jossa vaikutukset luokitellaan sidosryhmien vaatimusten mukaan, sekä päästörajoihin perustuva menetelmä. Rahamääräisissä menetelmissä arvotuksessa käytetään joko hankintahintoihin, markkina-arvoon tai tuleviin tuottoihin perustuvia menetelmiä. (Kurki 1999, 106-117.)

2.2 Menetelmiä ekotehokkuuden lisäämiseen

Ekotehokkuuden parantamiseen eli luonnonvaratuottavuuden lisäämiseen on olemassa lukuisia keinoja. Lähtökohtana voidaan kuitenkin käyttää MIPS-ajatteluun perustuvia menetelmiä, joiden mukaan luonnonvaratuottavuutta voidaan lisätä pienentämällä tuotteen materiaalipanosta tai kasvattamalla tuotteesta saatavan palvelun määrää. Tuotteesta saatavien palveluiden määrään vaikuttaa mm. tuotteen käyttöikä, korjattavuus ja kierrätettävyyden. Toisaalta tuotteen materiaalipanosta voidaan vähentää mm. käyttämällä kierrätysmateriaaleja valmistuksessa, vaihtamalla valmistusaineen vähemmän kuormittavaksi esim. metallista puuhun tai pienentämällä tuotteen kokoa. Lisäksi voidaan kehittää täysin uudenlaisia tapoja tuottaa haluttu palvelu. (Schmidt-Bleek 2000, 123-127.)

MIPS -perusteista ajattelutapaa voidaan toteuttaa myös muita mittareita käytettäessä. Jos tuotteen tai palvelun ympäristökuormitusta mitataan sen tuottamisesta aiheutuvien ilmanpäästöjen perusteella, voidaan tuotteen luonnonvaratuottavuutta parantaa vähentämällä ilmanpäästöjä tai lisäämällä tuotteen palvelusuoritetta, jolloin päästömäärä suoritetta kohti pienenee. Esimerkiksi kimpakyytien käyttäminen työmatka-ajossa kasvattaa auton tuottamaa palvelusuoritetta aiheuttamatta kuitenkaan enempää ilmanpäästöjä tai kuluttamatta paljoakaan enempää polttoainetta. Samanaikaisesti saavutetaan myös taloudellista säästöä. (Schmidt-Bleek 2000, 124-125.)

Ekotehokkuuden lisääntyminen kuitenkin kumoutuu, mikäli paranneltujen tuotteiden ja palveluiden kuluttaminen lisääntyy. Jos vähäpäästöisellä autolla ajetaan tuplamäärä kilometrejä, päästöjä saattaa muodostua jopa aikaisempaa enemmän. Samoin käy, jos joukkoliikennettä ennen käyttäneet päättävät hankkia ekologisen auton. Luonnonvaratuottavuuden parantamisen lisäksi tulisikin kuluttaa kohtuullisesti, jotta välttyttäisiin tältä ns. rebound-ilmiöltä. (Schmidt-Bleek 2000, 127.)

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

Selvitin tutkimuksessani Forssan 2006 ja Kouvolan 2007 Kuninkuusravien aiheuttamaa ympäristökuormitusta sekä kuormituksen vaikutuksia ympäristöön. Tarkastelemiani osa-alueita olivat liikenne, sähkön ja veden kulutus sekä jätteiden ja lannan muodostuminen. Tutkimuksessa en huomionnut raaka-aineen hankinnan ja infrastruktuurin rakentamisen aiheuttamia kuormituksia. Ekotehokkuutta mittaavina indikaattoreina käytin veden- ja energiankulutusta sekä energiankulutuksen aiheuttamia ilmanpäästöjä, jätteiden ja lannan määrää sekä niiden käsittelyn aiheuttamia ilmanpäästöjä ja lannan ravinnesisältöä. Tässä osiossa esittelen tutkimuksessa käyttämäni menetelmät sekä tutkimuksen tausta-aineiston.

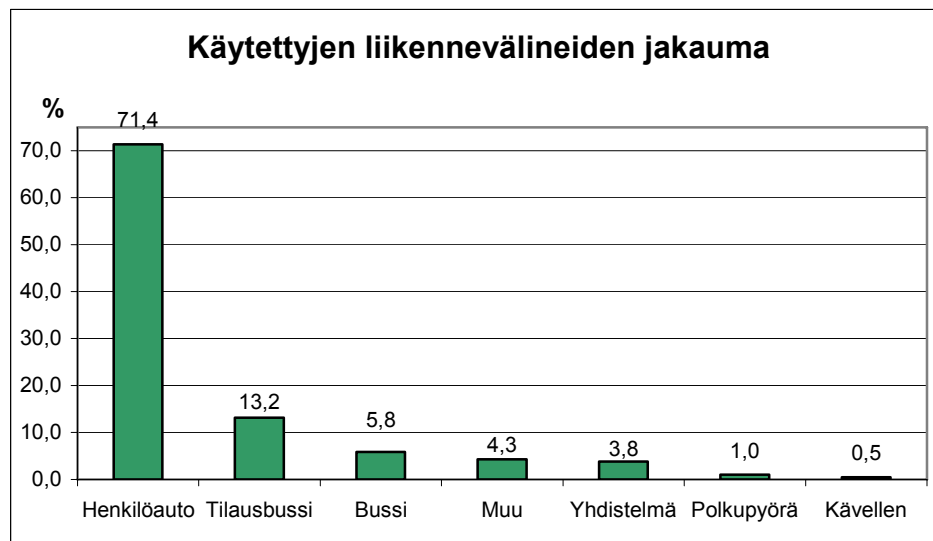
3.1 Liikenne

Liikenteellä tarkoitetaan perinteisen ihmisten ja tavaroiden liikkumisen lisäksi tietoliikennettä ja esim. sähkön siirtoa paikasta toiseen (Hakala & Välimäki 2003, 260). Tässä työssä tarkastelen liikennettä kuitenkin vain sen perinteisessä muodossa. Keskityn tarkastelussa yleisön liikkumiseen ja sen aiheuttamaan ympäristökuormitukseen. Laskennassa en huomionnut Kuninkuusraveihin liittyvää tavaraliikennettä.

Kuninkuusravien liikenteen määrää ja kulkuvälineiden käyttöä selvitettiin EquineLife -hankkeen toimesta yleisökyselyn avulla Forssassa 2006. Lomakkeella tiedusteltiin liikennevälinettä, jolla raveihin on tultu, matkan pituutta sekä henkilöauton matkustajamäärää ja kilometrien jakautumista eri liikennevälineiden kesken, mikäli raveihin oli saavuttu käyttäen useampaa liikennevälinettä. Lisäksi kyselyssä selvitettiin mielipiteitä jätteiden lajittelusta, tapahtuman yleisilmeestä ja hevostalouden ympäristöhallinnasta. (ks. Liite 1.) Tässä työssä käsittelen ainoastaan liikenteeseen liittyviä vastauksia. Vastauksia saatiin yhteensä 445 kappaletta. Tutkimuksessa niistä huomionni kuitenkin vain 395 kappaletta, koska osa materiaalista ei ollut sähköisessä muodossa. Lisäksi jätin pois seitsemän tutkimuksen kannalta olennaisilta osilta epätäydellisesti täytettyä lomaketta.

Kuninkuusravien liikennettä tarkastelen matkustussuoritteena eli henkilökilometreinä, hkm. Henkilökilometrillä tarkoitetaan liikennevälineen liikennesuoritetta kerrottuna keskimääräisellä matkustajaluvulla. Jos matkustetaan kaksi kilometriä ja ajoneuvossa on kolme matkustajaa, muodostuu siis kuusi henkilökilometriä. (Tilastokeskus 2006a.) Liikennesuorite on puolestaan jonkin ajoneuvolajin tietyssä aikayksikössä ajama kilometrimäärä.

Kouvolan ravien osalta käytettävissäni ei ollut riittävää kyselymateriaalia, joten käytin päästölaskennan pohjana Forssasta saatuja lukuja. Yleisön käyttämien liikennevälineiden jakauman yleisömäärän nähden oletin säilyneen samana edellisestä vuodesta (ks. Kuva 2). Kouvolan luvut eivät tästä syystä ole täysin luotettavia vaan lähinnä suuntaa-antavia. Junaliikenne voi muodostua suurimmaksi virhetekijäksi, sillä Forssaan ei pääse junalla toisin kuin Kouvolaan. On siis mahdollista, että Kouvolaan on saapunut junalla huomattavastikin suurempi osa yleisöstä kuin Forssaan.



KUVA 2 Kuninkuusraveihin saapumiseen käytettyjen liikennevälineiden jakauma liikennevälineittäin. Käytetyt liikennevälineyhdistelmät olivat auto-bussiyhdistelmä ja juna-auto-yhdistelmä. Muita ajoneuvoja olivat matkailuauto, hevosauto, taksi, moottoripyörä sekä pakettiauto.

Liikenteestä muodostuu päästöjä polttoaineen palamisreaktiosta. Liikennepolttoaineet ovat fossiilisia hiilivety-polttoaineita: bensiiniä ja dieselpolttoainetta. Niiden palaessa muodostuu typpeä, hiilidioksidia ja vesihöyryä. Palaminen on kuitenkin epätäydellistä, joten pakokaasuun muodostuu myös erilaisia palamisen sivutuotteita sekä palamattomia ja osittain palaneita komponentteja kuten typen oksideja, hiilimonoksidia ja hiukkasia. (Kalenoja & Kallberg 2005, 31 ja 36.)

Päästöjen laskennassa käytin Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän, LIPASTO:n, yksikköpäästötietoja. Laskennassa käyttämäni kertoimet ovat nähtävissä liitteessä kaksi. Päästöt laskin hiilimonoksidin (CO), hiilivetyjen (NMVOC = non-methane volatile organic compound), typen oksidien (NO_x), hiukkasten (PM), metaanin (CH₄), dityppioksidin (N₂O), rikkidioksidin (SO₂) ja hiilidioksidin (CO₂) osalta. Metaani ei sisälly hiilivetyihin (NMVOC). NO_x kuvaa kokonaistypen määrää typpidioksidina (NO₂) (Mäkelä ym. 2006, 27). Päästöjen lisäksi laskin liikennevälineiden polttoainekulutuksen.

Vuoden 2005 alussa Suomessa siirryttiin myymään rikittömiä polttonesteitä, joiden rikkipitoisuus ei saa ylittää 0,001 % (Kalenoja & Kallberg 2005, 32). Päästökertoimien määrittämisessä käytetyn bensiinin rikkipitoisuus oli 79,5 % ja dieselin 21,3 % suurempi kuin tällä hetkellä myynnissä olevalla bensiinillä ja dieselillä. Jotta rikkidioksidipäästöt kuvaisivat todellista tilannetta, muutin laskennassa rikkidioksidin kertoimia vastaamaan nykytilannetta käyttäen apuna edellä mainittuja prosenttilukuja. Tämä oli mahdollista, koska liikenteen rikkidioksidipäästöt korreloivat suoraan polttonesteen rikkipitoisuuden kanssa (Mäkelä ym. 2006, 37).

Hiilidioksidi, metaani ja dityppioksidi ovat kasvihuonekaasuja. Ihmisen tuottamista kasvihuonekaasuista merkittävin on hiilidioksidi, jota muodos-

tuu orgaanisen aineen palamisen lopputuotteena. Sen määrä on siis suoraan riippuvainen polttoaineen kulutuksesta (Kalenoja & Kallberg 2005, 33). Metaanin lämmittävä vaikutus (Global Warming Potential, GWP) on 25-kertainen ja dityppioksidin 298-kertainen hiilidioksidiin verrattuna sadan vuoden aikajänteellä tarkasteltuna (IPCC 2007b, 212). Epäsuorasti vaikuttavia kasvihuonekaasuja ovat hiilimonoksidi eli häkä, hiilivedyt metaani mukaan luettuna sekä typen oksidit. Hiilimonoksidi hapettuu hiilidioksidiksi ilmaan päästyään; muiden lämmittävä vaikutus perustuu alailmakehän otsonin muodostumiseen. (Kalenoja & Kallberg 2005, 31-32.)

Ilmakehään joutuvat typpiyhdisteet (N_2O ja NO_x) lisäävät maaperän ja vesistöjen typpikuormitusta ja vaikuttavat siten myös rehevöitymiseen (Pipatti ym. 2000, 26). Rikkidioksidi on merkittävin happamoitumista aiheuttava yhdiste. Myös typen oksidit aiheuttavat happamoitumista. Typen oksidien ja rikkidioksidin happamoittava vaikutus perustuu rikki- ja typpihappoon, joita ne muodostavat ilmakehässä reagoidessaan veden kanssa. (Suomen Ympäristökeskus 2005, 55 ja 57.) Hiukkaset absorboivat ilmakehässä auringon säteilyä ja toimivat siten kasvihuoneilmiötä hidastavina tekijöinä. (IPCC 2007a, 6) Niitä muodostuu enemmän diesel- kuin bensiinimoottoreissa (Kalenoja & Kallberg 2005, 33).

3.1.1 Henkilöautot

Henkilöautojen päästöjen ja polttoaineenkulutuksen laskelmassa käytin LIISA 2001:n eli Suomen tieliikenteen päästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän yksikköpäästöluvuista henkilöautojen keskimääräisen ajon päästökertoimia vuodelta 2001 (Mäkelä 2001). Keskimääräinen ajon kertoimia käytin, koska Kuninkuusravien liikenteen maantie- ja katuajon osuuksista ei ole tietoa saatavilla. Keskimääräinen ajo on maantie- ja katuajon yhdistelmä, jossa katuajon osuus on 35 %. (Mäkelä 2002.) Päästöt ja kulutuksen laskin erikseen diesel- ja bensiinikäyttöisille autoille vuoden 2005 jakaumaa käyttäen. Dieselkäyttöisten henkilöautojen osuus henkilöautojen liikennesuoritteesta vuonna 2005 oli 19,4 % ja bensiinikäyttöisten 80,6 % (Mäkelä ym. 2006, 15).

Henkilökilometrin päästömäärä saadaan jakamalla ajoneuvokilometrien päästökerroin keskimääräisellä henkilöluvulla ja käyttämällä näin saatua kerrointa henkilökilometrien kertoimena. (Mäkelä 2002.) Keskimääräinen henkilöluku oli henkilöautoissa 2,9 ja takseissa 8,7.

3.1.2 Linja-autot

Linja-autojen päästö- ja kulutuslaskennassa käytin LIISA 2001:n linja-autojen maantieajon keskimääräisiä päästöjä vuodelta 2001 (Mäkelä 2002). Kahdentoista matkustajan täyttöasteen kertoimia käytin julkisen liikenteen bussien osalta ja täyden bussin kertoimia tilausbussien osalta. Kaksitoista matkustajaa vastaa keskimäärin Suomen linja-autoliikenteen matkustajamäärää maantieajossa. Ravibussien täyttöasteesta ei ole tietoja käytettävissä, joten niiden laskennassa käytin täyden linja-auton kertoimia maantieajossa olettaen tilausajossa olevien linja-autojen täyttöasteen ole-

van suurempi kuin julkisen liikenteen bussien. Maantieajon kertoimia käytin laskennassa, koska suurin osa linja-autoilla tehdyistä matkoista on ollut pitkiä eli maantieajoa. Maantieajon kertoimissa ei ole kuitenkaan huomioitu taajama-ajoa. (Mäkelä 2002.) Tämä saattaa aiheuttaa vääristymää bussien päästötiedoissa ja kulutuslukemissa, sillä osa bussimatkoista on ollut lyhyitä ja siten jopa kokonaisuudessaan taajama-ajoa.

3.1.3 Paketti-, matkailu- ja hevosautot

Paketti- ja matkailuautojen laskennassa käytin LIISA 2001 laskentajärjestelmän dieselpakettiautojen, joiden kokonaismassa on 2,7 tn ja kantavuus 1,2 tn, keskimääräisiä päästökertoimia maantieajossa vuonna 2001 (Mäkelä 2002). Hevosautojen päästöt ja kulutuksen laskin käyttäen jakelukuorma-auton keskimääräisiä päästöjä maantieajossa vuonna 2001. Kokonaismassa käytetyllä jakelukuorma-autolla oli 6 tn ja kantavuus 3,5 tn. (Mäkelä 2002.) Hevosautojen osalta oletin, että hevosautolla tarkoitetaan hevoskuljetukseen soveltuvaa kuorma-autoa eikä esim. traileri-henkilöautoyhdistelmää. Suurin osa pakettiautokannasta toimi dieselmootoreilla, minkä vuoksi laskennassa käytettiin dieselpakettiautojen kertoimia. Myös matkailu- ja hevosautot ovat dieselmootoreita. (Mäkelä 2002.)

Matkailuautojen ja pakettiautojen päästöt ja kulutuksen laskin tyhjän auton kertoimilla ja hevosauton 50 % kuorman kertoimilla olettaen, että hevosautossa matkustaa kolme hevosta. Myös näiden liikennevälineiden päästöt laskin henkilökilometriä kohti, vaikka tavallisesti ne lasketaan tonnikipometreissa. Tämän työn tarkoituksena on kuitenkin selvittää yleisön liikkumisesta aiheutuvia päästöjä, joten henkilökilometriä käyttö on perusteltua. Päästökerroin henkilökilometriä kohden saadaan jakamalla ajoneuvokilometriä päästökerroin keskimääräisellä matkustajaluvulla (Mäkelä 2002).

Näiden liikennevälineiden päästö- ja kulutustietojen osalta tarkkuudessa lienee eniten toivomisen varaa. Epätarkkuuksia saattavat aiheuttaa ajoneuvojen luokittelu, kuormausasteen valinta sekä henkilökilometriä käyttäminen liikennevälineille, joiden laskennassa sitä yleensä ei käytetä. Tulokset ovat siis lähinnä suuntaa-antavia.

3.1.4 Moottoripyörät ja junat

Moottoripyörien kulutuksen ja päästöjen laskennassa käytin LIISA 2001 laskentajärjestelmän moottoripyörien keskimääräisiä päästöjä vuodelta 2005 (Mäkelä 2006).

Junaliikenteen päästöt muodostuvat dieselvetoisilla junilla käytön aikana polttoaineen palaessa. Sähköjunien päästöt puolestaan muodostuvat energian tuotantovaiheessa, jolloin sähkötuotantomuodolla on suurin vaikutus junaliikenteen päästöihin. (Kalenoja & Kallberg 2005, 41.)

Junaliikenteen päästöjen laskennassa käytin RAILI 2005:n eli Suomen rautatieliikenteen päästöjen laskentajärjestelmän yksikköpäästökertoimia

(Mäkelä 2002). Junaliikenteen päästöt ja kulutuksen laskin diesel- ja sähkökäyttöisille junille vuoden 2001 jakaumaa käyttäen. Sähköjunien polttonesteenkulutus muodostuu vaihtotyössä käytettävän dieselveturin kuluttamasta polttoaineesta (Mäkelä 2002). Dieseljunien osuus junaliikenteen henkilökilometreistä vuonna 2001 oli n. 13 % ja sähkökäyttöisten n. 87 % (Mäkelä 2002). Junaliikenteen osalta ei ollut käytettävissä dityppioksidieikä metaanipäästöjen kertoimia.

3.2 Sähkönkulutus

Energiantuotannosta syntyy monenlaisia päästöjä. Ilmaan joutuu energianlähteen polttamisesta mm. rikkidioksidi-, hiilidioksidi-, typenoksidi-, hiilivety-, hiilimonoksidi- ja hiukkaspäästöjä. Päästöjen vaikutuksia on käsitelty kappaleessa 3.1. Energiantuotannossa muodostuu päästöjen lisäksi myös jätteitä, lähinnä tuhkaa ja rikinpoistosta syntyvää kipsiä (Huhtinen ym. 2007, 20-21), sekä raskasmetalleja. Energianlähteiden käyttäminen kuluttaa uusiutumattomia luonnonvaroja ja niiden hankinta aiheuttaa monenlaisia muutoksia maisemassa ja ekosysteemeissä (Schmidt-Bleek 2000, 82). Energianlähteellä on suurin vaikutus tuotannon päästöjen muodostumiseen: fossiiliset polttoaineet kuormittavat eniten. Erilaisilla tuotantotekniikoilla ja puhdistusmenetelmillä voidaan kuitenkin vaikuttaa tuotannosta aiheutuvien päästöjen määriin. (Hellgren ym. 1996, 84-86.)

Kuninkuusravien sähkönkulutusta tarkastelen ravialueen osalta ravipäivien aikana. Tapahtuman kokonaisvaikutusta raviradan sähkönkulutukseen on vaikea arvioida, sillä erilaiset rata-alueen korjaus- ja rakennustoimenpiteet aloitetaan jo vuosia ennen varsinaista tapahtumaa. Sähkönkulutustiedot sain raviratojen sähköntoimittajina toimivilta energiayhtiöiltä. Pilvenmäen raviradan sähkön toimittaa Vapo Oy ja Kouvolan raviradan KSS Energia Oy.

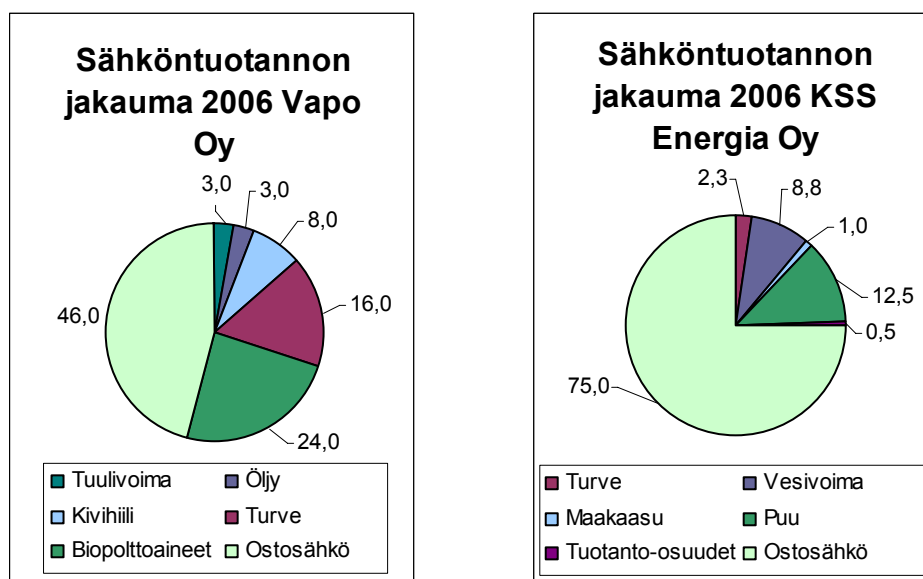
Päästöjen laskennassa käytin energiayhtiöiden ympäristöraporteissaan ilmoittamia oman tuotantonsa ominaispäästökertoimia (ks. Taulukko 1). Tällä tavoin sähköntuotantotekniikoiden erot sekä mahdolliset laitoksissa käytetyt puhdistusmenetelmät tulivat laskennassa huomioiduksi. Laskennassa en huomionnut ostosähkön osuutta, vaan oletin, että kaikki käytetty energia on tuotettu yhtiön omissa tuotantolaitoksissa.

Tuuli- ja vesivoiman ympäristövaikutukset aiheutuvat niiden rakentamisen epäsuorista ympäristökuormituksista sekä muutoksista luonnossa ja maisemassa (Hellgren ym. 1996, 42-43). Niiden tuotannosta ei aiheudu ilmanpäästöjä, joten niiden osuutta en laskenut mukaan päästölukuihin. Luovut eivät sisällä myöskään sähkön siirrosta tai raaka-aineen hankinnasta aiheutuvia päästöjä vaan ainoastaan energiantuotannosta aiheutuneet päästöt.

TAULUKKO 1 Päästölaskennassa käytetyt ominaispäästökertoimet (KSS Energia Oy 2006, 14; Vapo Oy 2006, 3).

g/kWh	Vapo Oy	KSS Energia
SO ₂	0,0466	0,0448
NO _x	0,0496	0,3396
PM	0,0153	0,0068
CO ₂	23,81	79,80

Sähkönkulutuksen aiheuttamat päästöt laskin rikkidioksidin, hiilidioksidin, hiukkasten ja typen oksidien osalta, koska niille oli käytettävissä energia-yhtiöiden omat päästökertoimet. Forssan osalta huomioon ainoastaan uusiutumattomilla energianlähteillä tuotetun sähkön osuuden päästölaskennassa, sillä yhtiön ominaispäästökertoimet eivät sisällä puun ja biopolttoaineiden päästöjä eikä tuulivoima aiheuta ilmanpäästöjä (Vapo Oy 2006, 40). Kouvolan osalta huomioon laskennassa muun kuin vesivoimalla tuotetun sähkön osuuden. Osuuksien laskennassa käytin kuvassa kolme esitettyä tuotantojakaumia. Kouvolan luvut sisältävät siis myös puulla tuotetun energian päästöt, joten kaikkien lukujen osalta päästöt eivät ole täysin vertailukelpoisia. KSS Energian ominaispäästöt on laskettu tuotettua energiamäärää kohti. Tuotannon hiilidioksidipäästökertoimissa on laskennassa huomioitu ainoastaan fossiilinen hiilidioksidi. (KSS Energia Oy 2006, 14.) Hiilidioksidin osalta energiayhtiöiden päästöt ovat siis vertailukelpoisia.



KUVA 3 Kuninkuusravien sähköntuotantajien tuotantojakaumat vuonna 2006. Vapo Oy:n biopolttoaineet sisältävät puun, biokaasun ja muut biopolttoaineet. KSS Energia Oy:n tuotanto-osuuksilla tarkoitetaan yhtiön omistamia osuuksia Pohjolan Voima Oy:n tehtaista sekä Oy Allholmens Kraft Ab:n Pietarsaaren tehtaasta. (Vapo Oy 2006, 39; KSS Energia 2006, 12-17.)

3.3 Jätteet

Kuninkuusravien kuten muidenkin tapahtumien jätehuollossa noudatetaan jätelain lisäksi kunnallisia säädöksiä, joten jätehuoltokäytännöt vaihtelevat raveissa vuosittain. Jätelainsäädäntö on kuitenkin tiukentumassa, minkä vuoksi Kuninkuusraveissakin lajittelu tulee todennäköisesti yleistymään. (Virtanen ym. 2006, 10 ja 30.)

Forssassa jätehuollon hoiti Lassila & Tikanoja Oy. Energia- ja sekajäte toimitettiin Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy:lle Kiimassuon jätteenkäsittelyalueelle. Biojätteen vastaanotti Envor Biotech Oy, jonka kompostointilaitos sijaitsee myös Kiimassuon jätteenkäsittelyalueella. Kiimassuolla sekajäte sijoitetaan vuonna 1996 valmistuneelle pohjaeristetylle loppusijoitusalueelle. Energiajäte puolestaan käsitellään alueen REF-laitoksessa, missä siitä valmistetaan kierrätyspolttoainetta (Recovered fuel, REF). Käsittelyn jälkeen polttoaine toimitetaan voimalaitoksiin poltettavaksi. (Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy 2007.) Biojätettä kompostoidaan kaukalokompostointilaitoksessa noin kolmen viikon ajan, minkä jälkeen se sijoitetaan kompostointikentälle jälkikompostoitumaan aumoihin (Envor Group Oy 2007). Kiimassuon suoto- ja pintavedet käsitellään Forssan jätevedenpuhdistamolla (Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy 2006, 26).

Myös Kouvolan jätehuollon hoiti Lassila & Tikanoja Oy. Kerätty jäte toimitettiin Kymenlaakson Jäte Oy:n jätteenkäsittelyalueelle Anjalankosken Keltakankaalle. Sekajäte sijoitetaan jätteenkäsittelyalueella vuonna 2001 valmistuneelle loppusijoitusalueelle, joka täyttää EU-direktiivien vaatimukset. (Kymenlaakson Jäte Oy 2007.) Jätteenkäsittelyalueen kenttä- ja suotovedet ohjataan tasausaltaaseen, mistä ne edelleen johdetaan käsiteltäväksi Anjalankosken kaupungin jätevedenpuhdistamolle (Kymenlaakson Jäte Oy 2006, 10).

Kuninkuusraveissa muodostuvia jätteitä ovat mm. ruoka- ja juomatarjoilussa käytetyt kertakäyttöastiat, virvoitusjuomapullot, ruuantähteet, totopeliositteet, käsiohjelmat ja pääsyliput sekä hevosten rikkoutuneet varusteet. Jätehuollon kasvihuonekaasupäästöistä 94 % muodostuu jätteiden kaatopaikkasijoituksesta. Loppuosan päästöistä aiheuttavat muut jätteenkäsittelymenetelmät, kuljetukset ja keräily. (Huhtinen ym. 2007, 70.) Jätteiden käsittelyn osalta laskin kasvihuonekaasupäästöjen muodostumisen jätelaiteittain. Jätteiden kuljetuksesta ja keräilystä sekä kierrätyspolttoaineen valmistuksesta aiheutuvia päästöjä en ole huomionnut.

3.3.1 Sekajäte

Jätteiden kaatopaikkasijoituksessa muodostuu kaatopaikkakaasua orgaanisen aineksen hajotessa hapettomissa olosuhteissa. Kaatopaikkakaasu koostuu pääasiassa metaanista ja hiilidioksidista, mutta sisältää myös mm. vetyä, vesihöyryä, typpeä ja happea. Kaatopaikkakaasun muodostumiseen vaikuttavat eniten jätteen koostumus eli sen hiilipitoisuus ja kaatopaikan

olosuhteet, kuten jätekerroksen paksuus, lämpötila ja tiiviys. (Tuhkanen 2002, 12)

Kaatopaikkasijoitukseen menneen jätteen ilmanpäästöjen laskennassa käytin massataseeseen perustuvaa menetelmää (ks. Kaava 3), jonka mukaan jätteen koko metaanintuotantopotentiaali vapautuu samana vuonna kaatopaikkasijoituksen kanssa (Tuhkanen 2002, 16). Menetelmä soveltuu hyvin, koska minun ei tarvinnut huomioida päästöjen ajallista jakautumista vaan tavoitteenani oli selvittää kuinka paljon päästöjä ylipäättään muodostuu Kuninkuusravien jätteistä.

KAAVA 3 *Massataseen menetelmän laskentakaava selityksineen sekajätteen loppusijoituksessa muodostuvan kaatopaikkakaasun määrän selvittämiseksi (Tuhkanen 2002, 17-18).*

$$E_{CH_4} = [M * L_0 - R] * (1 - OX)$$

$L_0 = MCF * DOC * DOC_F * F * 16/12$ (g C/g jätettä)

jossa:

E_{CH_4}	on kaatopaikalla muodostuvan metaanin määrä vuonna t
M	on kaatopaikalle sijoitetun jätteen määrä
R	on talteen otetun metaanin määrä
OX	on kaatopaikan pintakerroksessa hapettuvan metaanin osuus
L_0	on metaanin tuotantopotentiaali
MCF	on kaatopaikan tyypistä riippuva korjaustekijä
DOC	on biokemiallisesti hajoavan orgaanisen hiilen osuus jätteestä (g C/g jätettä)
DOC_F	on kaatopaikkakaasuksi muuttuvan DOC:n osuus (paino-%)
F	on metaanin osuus kaatopaikkakaasun sisältämästä hiilestä (g C (CH ₄)/g C (kp-kaasu))
16/12	on konversiokerroin hiilestä metaaniksi (g CH ₄ /g C)

Koska Kuninkuusraveissa muodostuneen sekajätteen koostumuksesta ei ole tietoja saatavilla, käytin laskennassa Suomen päästöinventarioiden arvoja. Suomessa yhdyskuntajätteen biokemiallisesti hajoavan hiilen pitoisuus (DOC) on 20 paino-%. Kaatopaikkakaasuksi muuttuvan hiilen osuutena (DOC_F) käytin 50 paino-%, minkä oletetaan soveltuvan Suomen oloihin. Metaanin osuutena kaatopaikkakaasusta (F) käytin 50 % ja kaatopaikan pintakerroksessa hapettuvan metaanin (OX) osuutena 10 %. Metaanintuotantopotentiaalin laskennassa käytin kaatopaikan korjaustekijää (MCF) 1 (ks. Taulukko 2), koska molemmat kaatopaikat ovat hoidettuja. Hoidettujen kaatopaikkojen metaaninmuodostus on suurempaa, sillä anaerobisen hajoamisen osuus on suurempi kuin hoitamattomilla kaatopaikoilla (Tuhkanen 2002, 18-20).

Kaatopaikkakaasua ei toistaiseksi kerätä kyseisillä jätteenkäsittelyalueilla (R), joten sen osuutta ei tarvinnut huomioida laskelmissa (Kymenlaakson Jäte Oy 2006, 11; Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy 2006, 28). Laskennan tu-

lokset kuvaavat siis Kuninkuusravien jätteiden kaatopaikoille sijoitetun osuuden potentiaalista metaanintuotantoa ravivuonna. Käytännössä niiden muodostama metaani vapautuu vuosien kuluessa ja kuormittaa siten pidemmällä aikavälillä (Tuhkanen 2002, 16).

TAULUKKO 2 *Kaatopaikan täyttötavan vaikutus metaanintuotantoon. Jätteiden käsittely tarkoittaa tässä niiden peittämistä, levittämistä ja tiivistystä. (Tuhkanen 2002, 18.)*

Kaatopaikan tyyppi	MCF
Jätteiden käsittely	1
Ei käsittelyä (>5m jätettä)	0,8
Ei käsittelyä (<5m jätettä)	0,4
Luokittelematon	0,6

3.3.2 Biojäte

Kompostoinnissa mikrobitoiminta hajottaa orgaanista ainesta aerobisissa olosuhteissa muodostaen hiilidioksidia, vettä ja humusta. Kompostoinnin onnistumiseen vaikuttavat mm. kompostoitavan massan lämpötila, kosteus ja hapen saanti. Mikäli olosuhteet muuttuvat anaerobisiksi, käynnistyy mädäntyminen, joka tuottaa metaania. (Pipatti ym. 1996, 28-29.) Kompostoinnissa vapautuvia kasvihuonekaasupäästöjä ovat hiilidioksidi, metaani ja dityppioksidi. Päästöjen määriin vaikuttavat jätteen hiili- ja typpisisältö sekä kompostointiolosuhteet. (Myllymaa ym. 2006, 37.)

Biojätteen aiheuttamat päästöt laskin hiilidioksidin, metaanin ja dityppioksidin osalta. Laskennassa huomioin sekä kompostointiprosessissa muodostuneet kasvihuonekaasut että kompostointiprosessin kuluttaman energian aiheuttamat päästöt. Päästölaskennassa käytin suljetun kompostoinnin päästökertoimia, sillä Forssassa käytetty kaukalokompostointimenetelmä lukeutuu suljettuihin kompostointimenetelmiin (Envor Group Oy 2006). Käyttämäni kertoimet ovat nähtävissä taulukossa kolme.

Sekä päästökertoimet että energiankulutus on laskettu tunneli- ja rumpukompostointimenetelmille, joten luvut eivät välttämättä täysin vastaa kaukalokompostoinnissa vapautuvia päästöjä ja energiankulutusta. Myös käytetyllä energianlähteellä on vaikutusta energiankulutuksen aiheuttamiin päästöihin. Saatavillani ei ollut tietoja kertoimien laskennassa käytetyistä energianlähteistä, joten niiden soveltuvuutta tähän laskentaan on vaikea arvioida. (Myllymaa ym. 2006, 37.) Laskennassa ei ole myöskään huomioitu aumoissa tapahtuvan jälkikompostoinnin aiheuttamia päästöjä, koska pääosa orgaanisen aineksen hajoamisesta tapahtuu kompostoinnin aktiivivaiheessa (Halinen & Tontti 2004, 12).

TAULUKKO 3 *Kompostoidun jätteen päästölaskennassa käytetyt kertoimet. Kertoimet kuvaavat muodostuvia päästöjä kompostoitua jätetonna kohti käytettäessä suljettua kompostointimenetelmää. (Myllymaa ym. 2006, 38.)*

g/t	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Kompostointi	7,5	0,3	0
Energiankulutus	7592	27,5	0,7

3.3.3 Energiajäte

Energiajätteen poltossa muodostuu samoja ilmanpäästöjä kuin muidenkin polttoaineiden poltosta (ks. Kappale 4.3.1). Päästöt laskin kuitenkin vain kasvihuonekaasujen (CO₂, N₂O, CH₄) osalta, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia muiden jätteiden käsittelystä aiheutuvien päästöjen kanssa. Laskennassa käytin hiilidioksidipäästöjen kertoimena ja oletuslämpökerrotimeksi Tilastokeskuksen kertoimia (Tilastokeskus 2006b) ja muiden päästöjen osalta Suomen ympäristökeskuksen kertoimia seospoltolle 50 - 150 MW:n BFB-kattilassa, kun mitään polttoainetta ei ole yli 50 % (Suomen ympäristökeskus 2005, 40 ja 54). Käyttämäni kertoimet ovat nähtävissä taulukossa neljä. Kertoimien soveltuvuutta laskentaan on vaikea arvioida, sillä käytettävissäni ei ollut tietoja Kuninkuusravien energiajätteen poltossa käytetystä polttotekniikasta. Suomessa kierrätyspolttoainetta poltetaan kuitenkin pääasiassa seospolton sivupolttoaineena ja poltto tapahtuu yleensä leijukerros- eli BFB-kattilassa, joten käyttämäni kertoimet soveltuvat laskentaan (Lohiniva ym. 2002, 55 ja 76).

TAULUKKO 4 *Energiajätteen poltosta aiheutuvien päästöjen laskennassa käytetyt kertoimet (Tilastokeskus 2006b; Suomen Ympäristökeskus 2005, 40 ja 54).*

g/MJ	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Lämpökerroin MJ/t
REF	31,8	0,004	0,002	20000

3.4 Lanta

Lanta koostuu eläimen ulosteista eli sonnasta ja virtsasta sekä niihin sekoitetuista kuivikkeista. Ulosteella puolestaan tarkoitetaan sekä virtsaa että sontaa. (Heinonen ym. 2001, 256.) Raviradoilla ulosteita kertyy valjastuskatoksiin ja vierastalleihin sekä alueille, joissa hevoset liikkuvat eli radalle sekä verryttely- ja varikkoalueille. Myös kuljetuskalustoon kertynyt uloste siivotaan usein raviradan lantasaaliöihin. Lanta muodostuu kokonaisuudessaan vierastalleissa, sillä valjastuskatoksia ei kuiviteta. Kaikkea aluetta kuormittavaa ulostetta ei kerätä talteen vaan osa tallautuu maahan ja jää hyödyntämättä. Erityisesti virtsan talteenotto on mahdotonta ilman kuivikkeen käyttöä.

Lannan osalta laskin hevosten ruuansulatuksen metaanipäästöjen määrän, lannan määrän, sen sisältämän typen ja fosforin määrät sekä lannan käsittelystä muodostuvien kasvihuonekaasujen (CH₄ ja N₂O) ja ammoniakkin (NH₃) määrät. Laskentaan liittyy useita epävarmuustekijöitä johtuen kertoimien valinnasta, käytettyjen kertoimien soveltuvuudesta Suomen oloihin sekä hevosten ulostuskäyttämisen muutoksista vieraisissa olosuhteissa.

3.4.1 Määrä

Lantamäärän laskennassa käytin lähtökohtana yhden hevosen vuodessa tuottamaa lantamäärää. Arvio muodostuvan lannan määrästä vaihtelee jonkin verran eri lähteissä. Päädyin käyttämään nitraattiasetuksessa määri-

tettyjä ohjetilavuuksia, jonka mukaan hevonen tuottaa vuodessa kuivikelantaa 12 m³ ja poni 8 m³ (Ympäristöministeriö 2003, 15). Koska kuivikkeeseen osuus ohjearvossa on todennäköisesti suurempi kuin radoilta kerätysissä lannassa, todellinen lantamäärä jäänee jonkin verran laskennallista määrää alhaisemmaksi.

Lannan muodostuksen laskin hevosille ja poneille erikseen. Laskennassa käyttämäni hevos- ja ponimäärät on nähtävissä taulukossa viisi. Laskennassa oletin hevosten viipyvän raviradan alueella kolmen tunnin ajan, mikäli ne eivät yöpyneet alueella. Yöpyneiden oletin viipyvän alueella 19 tunnin ajan. Sekä yöpyneiden että muiden hevosten oletin olevan liikkeellä hevosurheilualueella 40 minuutin ajan ja loppuajan joko valjastuskatoksessa, hevosautossa tai tallissa. Liikkeelläoloaikana muodostunut uloste jää kuormittamaan alueen maaperää, sillä kummallakaan raviradalla ulostetta ei siivota pois rata- tai verryttelyalueilta. (Hytönen 2007; Jussila 2008.) Aika-arviot perustuvat raviratojen toiminnanjohtajien arvioihin (Halme 2007; Hytönen 2008). Ulosteiden sijoittumisen määrittämiseen aika-arvioiden perusteella liittyy epävarmuustekijöitä, jotka tulee ottaa huomioon laskennan tuloksia tarkasteltaessa.

TAULUKKO 5 *Kuninkuusraveissa kilpailleiden ja esiintyneiden hevosten ja shetlaninponien määrät (Halme 2007; Hytönen 2007; Jussila 2008; Laine 2008; Suomen Hippos ry 2006 ja 2007).*

kpl	Forssa	Kouvola
Hevosia:	282	312
Poneja:	59	65
Yöpyneitä:	8	20
Esiintyneitä:	32	35
Hevosia yht.:	373	377

3.4.2 Päästöt

Lannasta vapautuu kasvihuonekaasupäästöjä käsittelyn ja varastoinnin aikana. Ravinteita vapautuu myös sadevesien aiheuttamana valuntana. Tyypin nitrifikaatio- ja denitrifikaatioprosesseista vapautuu dityppioksidia (Pipatti ym. 2000, 24-27). Metaanipäästöjä muodostuu lannan hajotessa anaerobisissa olosuhteissa. Erityisen herkästi vapautuu virtsan sisältämä ureamuotoinen typpi, joka mineralisoituu ammoniakiksi jopa muutamassa tunnissa. Sonnassa typpi on hitaasti vapautuvassa orgaanisessa muodossa. Puolet ulosteiden tyyppistä erittyy sontaan ja puolet virtsaan. Pääosa ulosteiden sisältämästä fosforista erittyy sonnassa. Siitä noin puolet on liukoisesa muodossa. Kuivikkeista turve sitoo parhaiten ravinteita ja ehkäisee erityisesti virtsan typpihäviöitä. (Heinonen ym. 2001, 256-283.)

Ulosteiden ravinteet laskin typen ja fosforin osalta, sillä ne toimivat kasvua rajoittavina minimitekijöinä vesistöissä. Ravinteet laskin erikseen maastoon jäävien ulosteiden ja käsiteltäväksi menevän lannan osalta. Ravialueelle kertyvän lannan sisältämän fosforin määrän laskennassa käytin Viljavuuspalvelu Oy:n lantatilastojen keskiarvoa hevosen kuivikelannalle (ks. Liite 3). Ulosteiden typpisisällön laskin hevosten ja ponien ravialueel-

la viettämänä aikana erittämänä typen määränä (ks. Kaava 4). Typenerityksen laskennassa käytin IPCC:n oletuskerrointa Länsieurooppalaisen hevosen typeneritys kg N/ 1000 kg eläintä/ vuosi. Typenerityksen laskin erikseen poneille ja hevosille, sillä paino vaikuttaa erityksen määrään. Eläinten painokertoimina käytin suomenhevoselle 550 kg ja shetlanninponille 200 kg (Hevostietokeskus 2008). IPCC:n oletuskertoimen käyttöön sekä eläinten painon arviointiin liittyvät epätarkkuudet on otettava huomioon tuloksia tarkasteltaessa.

KAAVA 4 *Hevosten ja ponien typenerityksen laskentaan käytetty kaava selityksineen (IPCC 2006a, 57).*

Eläimen typeneritys:

$$N_{ex} = N_{rate} * TAM / 1000$$

jossa:

N_{ex} on eläimen typeneritys kg N/eläin/h.

N_{rate} on kg N/1000 kg eläintä/h.

TAM on eläimen tyypillinen paino.

Lannan käsittelyn ja hevosten ruuansulatuksen aiheuttamat ilmanpäästöt sekä laskin IPCC:n (Intergovernmental Panel of Climate Change) kasvihuonekaasupäästöjen raportointiohjeiden mukaisesti. Ilmanpäästöt laskin metaanin ja dityppioksidin osalta. Menetelmänä käytin molempien kaasujen laskentaan Tier 1 menetelmää lukuun ottamatta lannankäsittelyn metaanipäästöjä, jotka laskin Tier 2-menetelmällä (ks. Kaavat 5 ja 6). Tier 2-menetelmän käyttö mahdollisti lannankäsittelymenetelmän vaikutuksen huomioimisen metaanipäästöjen laskennassa.

Lannankäsittelyn aiheuttamat päästöt laskin hevosten ravialueella viettämänä aikana tuottaman lannan päästöinä. Tähän liittyy epävarmuustekijöitä, sillä hevosten virtsaamis- ja ulostuskäyttäytyminen muuttuu usein epänormaaliksi vieraassa ympäristössä. Tulokset kuvaavatkin siis potentiaalisia päästöjä. Ruuansulatuksen metaanipäästöjä laskin hevosen rata-alueella viettämälle ajalle. Lannankäsittelyn päästöt sekä lannan typpisisällön laskin erikseen maastoon jäävän ulosteen ja käsitellyn lannan osalta. Niiden osuudet koko lantamäärästä kuten laskennassa käyttämäni kertoimetkin ovat nähtävissä liitteessä kolme. Lannankäsittelymenetelmänä käytin laskennassa kuivalantalaalla sillä molemmilla radoilla lanta varastoidaan kuivalantana (Hytönen 2007; Jussila 2008). Lannan jatkokäsittelyn aiheuttamia päästöjä en huomioinut laskennassa, mikä tulee ottaa huomioon tuloksia tarkasteltaessa.

Ruuansulatuksen metaanipäästöjen laskentaan käytin IPCC:n oletuskertoimia. Ruuansulatuksen metaanipäästöihin vaikuttavat useat tekijät, kuten eläimen ruokinta, paino, energiankulutus ja ikä (Pipatti ym. 2000, 15). Laskennassa käytin kuitenkin samaa kerrointa sekä hevosille että poneille, joten päästöt voivat todellisuudessa jäädä hieman laskettua alhaisemmiksi.

Lannankäsittelyn metaanipäästöjen laskennassa käytin Tilastokeskuksen vuoden 2005 kasvihuonekaasuinventaarion kertoimia metaanintuotantopo-

tentiaalin (B_0) ja haihtuvien kiinteiden aineiden erityksen (VS) osalta. Muut käyttämäni kertoimet ovat IPCC:n oletuskertoimia. (ks. Liite 3.) Lannankäsittelymenetelmästä haihtuvan metaanin määrän (MCF) kertoi-
 mena käytin lämpimän ilmastoalueen (vuotuinen keskilämpötila 15-25°C) kerrointa, sillä Kuninkuusravien lannan varastointi tapahtuu kesäaikaan ja lämpötilalla on vaikutusta haihdunnan määrään. Muita lannankäsittelyn metaanipäästöjen määrään vaikuttavia tekijöitä ovat lannan määrä ja laatu, käsittelymenetelmä ja kosteus. Kosteus ja lämpö lisäävät metaanipäästöjä. (Pipatti ym. 2000, 18.) Kuivikemateriaaleja en huomionut laskennassa, sillä ne eivät merkittävästi lisää kuivikelannan metaanintuotantoa. (IPCC 2006a, 41.) Myös lannankäsittelyn metaanipäästöjen laskennassa käytin samoja kertoimia hevosille ja poneille, joten päästöjen määrä on suuntaa-antava. Epätarkkuuksia saattaa ilmetä myös IPCC:n oletuspäästökertoimi-
 en käytön vuoksi, sillä niiden soveltuvuudesta Suomen oloihin ei ole riit-
 tävästi tietoa.

KAAVA 5 *Ruuansulatuksen ja lannankäsittelyn metaanipäästöjen laskentaan käytetyt kaavat selityksineen (IPCC 2006a, 28-42).*

Ruuansulatuksen metaanipäästöt:

$$CH_{4R} = N * EF_1$$

Lannan käsittelyn metaanipäästöt:

$$CH_{4L} = N * EF_2$$

$$EF_2 = (VS * aika) * [B_0 * 0,67 \text{ kg/m}^3 * \sum MCF * MS]$$

joissa:

CH_{4R}	on ruuansulatuksen metaanipäästöt kg CH_4 .
CH_{4L}	on lannan käsittelyn metaanipäästöt kg CH_4 .
N	on eläinmäärä.
EF_1	on eläimen ruuansulatuksen aiheuttamien metaanipäästöjen määrä kg CH_4 /eläin/h.
EF_2	on lannankäsittelystä vapautuvan metaanin määrä kg CH_4 /eläin.
VS	on eläimen lantaan erittyvien haihtuvien kiinteiden aineiden määrä kg ka/eläin/h.
B_0	on maksimaalinen metaanintuotantopotentiaali $m^3 CH_4$ /kg VS.
$0,67 \text{ kg/m}^3$	on metaanin konversiokerroin $CH_4 m^3$:sta CH_4 kilogrammoiksi.
MCF_{sk}	on lannankäsittelymenetelmästä S, ilmastoalueella k haihtuvan metaanin osuus.
MS	on osuus lannasta, joka käsitellään menetelmällä S.

Dityppioksidipäästöt laskin suorina ja epäsuorina päästöinä erikseen käsitellyn lannan ja maastoon jääneiden ulosteiden osalta. Suorilla päästöillä tarkoitetaan lannan käsittelystä tai maastoon jääneestä lannasta suoraan dityppioksidina haihtuvan typen määrää. Epäsuorat päästöt tarkoittavat puolestaan ammoniakkinä (NH_3) ja typen oksideina (NO_x) haihtuvan typen sekä huuhtoutuvan typen dityppioksidiksi muuntuva osaa. (IPCC 2006a,

52.) Haihdunnan oletin kokonaisuudessaan tapahtuvan ammoniakkinä, sillä lannankäsittelyn typenoksidipäästöjen osuudesta ei ole tietoa saatavilla. Sen kuitenkin oletetaan olevan hyvin pieni. (Pipatti ym. 2000, 26.) Koska käytin laskennassa IPCC:n oletuskertoimia (ks Liite 3), joiden soveltuvuudesta Suomen oloihin ei ole riittävästi tietoa, ovat päästö määrät suuntaa-antavia.

KAAVA 6 *Lannankäsittelyn ja maastoon jäävän lannan aiheuttamien dityppioksidipäästöjen laskentaan käytetyt kaavat selityksineen (IPCC 2006a, 54-56; IPCC 2006b, 7-22).*

Lannankäsittelyn suorat N₂O päästöt:

$$N_2O_S = [(N * N_{ex} * MS) * EF_3] * 44/28$$

Lannankäsittelyn epäsuorat päästöt NH₃ ja NO_x haihdunnasta:

$$N_2O_{ES} = (N_{haihdunta} * EF_4) * 44/28$$

$$N_{haihdunta} = (N * N_{ex} * MS) * F_{gas}$$

Maastoon jäävän lannan suorat N₂O päästöt:

$$N_2O_S = (PRP * EF_3) * 44/28$$

Maastoon jäävän lannan epäsuorat N₂O päästöt NH₃ ja NO_x haihdunnasta:

$$N_2O_{ES} = [(PRP * F_{gas}) * EF_4] * 44/28$$

Maastoon jäävän lannan epäsuorat N₂O päästöt huuhtoumasta:

$$N_2O_{ES} = [(PRP * Frack_{huuhtouma}) * EF_5] * 44/28$$

joissa:

N₂O_S on suorat N₂O päästöt lannankäsittelystä kg N₂O.

N₂O_{ES} on epäsuorat N₂O päästöt lannankäsittelystä kg N₂O.

N on eläinmäärä.

N_{ex} on eläimen erittämä typpimäärä kg N/eläin/h.

MS on osuus eritetystä tyypeistä, joka käsitellään menetelmällä S.

PRP on maastoon jäävä osuus typenerityksestä.

F_{gas} on ammoniakkinä (NH₃) ja typenoksideina (NO_x) haihtuvan typen osuus.

Frack_{huuhtouma} on huuhtoumana ja pintavaluntana poistuvan typen osuus

EF₃ on lannankäsittelymenetelmän ja maastoon jäävän lannan suorien N₂O päästöjen kerroin, kg N₂O-N/kg eritettyä N.

EF₄ on osuus NH₃ ja NO_x päästöistä, joka muuntuu N₂O:ksi.

EF₅ on huuhtoutuvan typen N₂O:ksi muuntuva osa.

44/28 on konversiokerroin N₂O-N:stä N₂O:ksi.

3.5 Vedenkulutus

Maapallon vedestä makean veden osuus on vain noin 3 %. Siitä noin kolmannes on sitoutuneena jäätiköihin tai sijaitsee vaikeasti hyödynnettävissä syvissä pohjavesiesiintymissä. Suomessa ongelmana ei kuitenkaan ole veden vähyys vaan vedenkäyttöä tulisi vähentää lähinnä pohjaveden pilaantumisen ja hitaasti uusiutuvien pohjavesivarojen kulumisen sekä pintavesien saastumisen ja lämpimän veden kulutuksen aiheuttaman energiankulutuksen vuoksi. (Hakala & Välimäki 2003, 201-203.)

Kuninkuusravien vedenkulutustiedot sain raviratojen vesihuollosta vastaavilta vesiyhtiöiltä eli Forssan Vesihuoltolaitokselta ja Kouvolan Vesi Oy:ltä. Kuninkuusravien vedenkulutuksen laskin Kuninkuusravikuukauden keskimääräisen vuorokausikulutuksen perusteella kahdelle vuorokaudelle. Forssan osalta käytin heinäkuun 2006 kulutustietoja ja Kouvolan osalta elokuun 2007 tietoja.

Forssan raviradalla, Pilvenmäellä, vedenkulutuksen mittaamiseen on käytössä neljä vesimittaria: pääkatsomon, mittarikaivon, klinikan ja vierastallin mittarit. Kuninkuusravien kulutuksen laskin kaikkien vesimittarien vuorokausikulutuksen summana, joten kulutuslukema kattaa kaikki raviradan toiminnot. (Nummela 2007.)

Kouvolan raviradan vedenkulutusta seurataan kolmen vesimittarin avulla. Mittarit sijaitsevat pääkatsomossa, varikolla ja radan kasteluvesikaivossa. Kulutuslukeman laskin kaikkien vesimittarien vuorokausikulutuksen summana. Lukema kattaa siis kaikki raviradan toiminnot. (Ollila 2007.)

Radankasteluun kuluvia vesiä lukuun ottamatta jätevedet johdetaan molemmilla radoilla jätevesiverkoston kautta jätevedenpuhdistuslaitokselle. Jätevettä laskutetaan yhtä paljon kuin puhdasta vettä kulutetaan (Ollila 2008; Nummela 2008), vaikka käytännössä jäteveden määrä jäänee jonkin verran alhaisemmaksi, sillä radan kasteluun kuluvat vedet imeytyvät maahan, joutuvat sadevesiviemäriin tai haihtuvat ilmaan. Myöskään hevosten juottamiseen käytetty vesi ei päädy jätevedenkäsittelyyn, joskin sen osuus kulutetusta vedestä lienee kuitenkin melko vähäinen.

4 TULOKSET

Tässä osiossa esittelen tutkimieni kohteiden aiheuttamia ympäristökuormituksia sekä niistä aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Pääpaino on kuormituksen tarkastelussa, jotka esitän myös numeerisessa muodossa. Ensimmäisessä kappaleessa esittelen Kuninkuusravien ekotaselaskelmat, joiden tuloksia tarkastelen jatkossa tarkemmin.

4.1 Kuninkuusravien ekotaseet

Tässä kappaleessa esittelen Kuninkuusravien ekotaselaskelmat vuosille 2006 ja 2007. Ekotaseen laskin kahden päivän aikajänteellä. Vaikka Kuninkuusravien vaikutukset ulottuvat pidemmälle aikavälille, muodostuu suurin kuormitus kuitenkin varsinaisen kilpailuviikonlopun aikana. Käytännössä laskelmat vastaavat elinkaarianalyysin inventaario-osaa. Koska työni tavoitteena oli saada aikaan alustava arvio Kuninkuusravien ympäristökuormituksesta, ovat laskelmat osittain puutteellisia. Kaikkien toimintojen huomioonottamiseen ei käytettävissäni ollut riittäviä resursseja. Tutkimuksessa olen keskittynyt ravien ilmastokuormituksen tarkasteluun. Tutkimuksen puutteet tulee ottaa huomioon tuloksia tarkasteltaessa.

Syöteinä laskennassa huomioin liikenteen kuluttamat bensiini ja diesel-polttoaineet, junaliikenteen ja ravialueen sähkönkulutuksen sekä ravialueen vedenkulutuksen (ks. Kuvat 6 ja 7). Jotta syötepuoli olisi kattavampi, tulisi siinä olla huomioituna myös esim. kertakäyttöastiat, ruoka sekä painettu materiaali, joiden vaikutukset ovat nähtävillä tuotoksessa jätteinä. Tuotoksina olen huomioinut jätteiden ja lannan määrät sekä liikenteen ja sähköntuotannon aiheuttamat ilmanpäästöt. Myös lannan ja jätteiden käsittelyn aiheuttamat ilmanpäästöt sekä lannan sisältämät ravinteet ja jäteveden määrän olen huomioinut tuotoksessa.

Forssan ja Kouvolan ravien väliset erot ovat sekä syötteen että tuotoksen osalta melko pieniä. Suurimmat erot ovat veden ja sähkön kulutuksessa sekä jätteiden ja metaanipäästöjen määrissä. Pääasiassa Kouvolan ravien suurempia lukemia sekä syötteen että tuotoksen osalta selittävät suurempi yleisö- ja hevospäärä. Vedenkulutus on kuitenkin Forssassa Kouvolaa suurempi, mihin todennäköisin syy on kesän 2006 kuivuus ja sen aiheuttama radan kastelutarpeen kasvaminen. Sähkönkulutuksen eron selittää todennäköisimmin se, ettei Kouvolan osalta ollut käytettävissä kaikkia sähkönkulutustietoja. Jätteiden määrän eroon on vaikeampaa löytää syytä, sillä yleisömäärä ei sitä täysin pysty selittämään. Metaanipäästöjen eroon selitys löytyy puolestaan jätehuollosta: lajitellun jätteen metaanipäästöt jäävät reilusti sekajätteen päästöjä alhaisemmiksi.

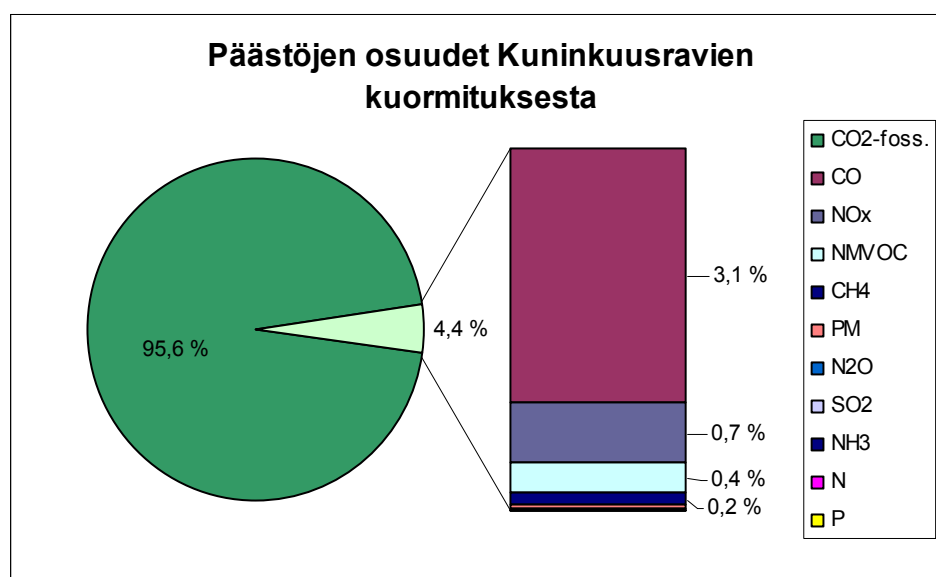
TAULUKKO 6 Forssan Kuninkuusravien ekotaselaskelma.

SYÖTE		TUOTOS	
Energia:		Jätteet:	
Bensiini	121 410 kg	Sekajäte	4 550 kg
Diesel	55 840 kg	Energiajäte	1 300 kg
Sähkö	13 093 kWh	Biojäte	950 kg
Vesi:	34 m ³	Lanta:	1,6 m ³
		Jätevesi:	34 m ³
		Päästöt il- maan:	
		CO ₂ -foss.	473 600 kg
		CO	15 408 kg
		NO _x	3 543 kg
		NMVOC	1 890 kg
		CH ₄	380 kg
		PM	216 kg
		N ₂ O	68 kg
		SO ₂	6,4 kg
		NH ₃	0,8 kg
		Ravinteet:	
		N	5,4 kg
		P	0,8 kg

TAULUKKO 7 Kouvolan Kuninkuusravien ekotaselaskelma.

SYÖTE		TUOTOS	
Energia:		Jätteet:	
Bensiini	123 100 kg	Sekajäte	10 980 kg
Diesel	56 600 kg	Lanta:	1,9 m ³
Sähkö	10 830 kWh	Jätevesi:	30,5 m ³
Vesi:	30,5 m ³	Päästöt il- maan:	
		CO ₂ -foss.	479 600 kg
		CO	15 620 kg
		NO _x	3 594 kg
		NMVOC	1 910 kg
		CH ₄	768 kg
		PM	219 kg
		N ₂ O	69 kg
		SO ₂	6,6 kg
		NH ₃	1,1 kg
		Ravinteet:	
		N	6,4 kg
		P	1,0 kg

Eniten Kuninkuusravit kuormittivat molempina vuosina hiilidioksidipäästöillä (ks. Kuva 4), joista 99,9 % aiheuttaa liikenne (ks. Kuvat 5 ja 6). Loppuosa hiilidioksidipäästöistä muodostuu sähköntuotannosta sekä Forssassa energijätteen poltosta. Toiseksi eniten Kuninkuusraveissa muodostuu hiilimonoksidipäästöjä, jotka ovat epäsuorasti vaikuttavia kasvihuonekaasupäästöjä. Kolmanneksi suurimpana päästöluokkana olivat molemmissa raveissa typenoksidipäästöt, jotka osallistuvat sekä happamoitumiseen että alailmakehän otsonin muodostukseen. Myös hiilivetypäästöt osallistuvat alailmakehän otsonin muodostukseen ja vaikuttavat siten kasvihuoneilmion voimistumiseen (ks. Kappale 3.1). Hiilimonoksidi ja hiilivetypäästöt muodostuvat kokonaisuudessaan liikenteestä. Noin 99,9 % typenoksidi- ja hiukkaspäästöistä on liikenteen aiheuttamia, loppuosan aiheuttaa sähkönkulutus. Hiukkaspäästöt vaikuttavat ilmastoa jäähdyttävästi.

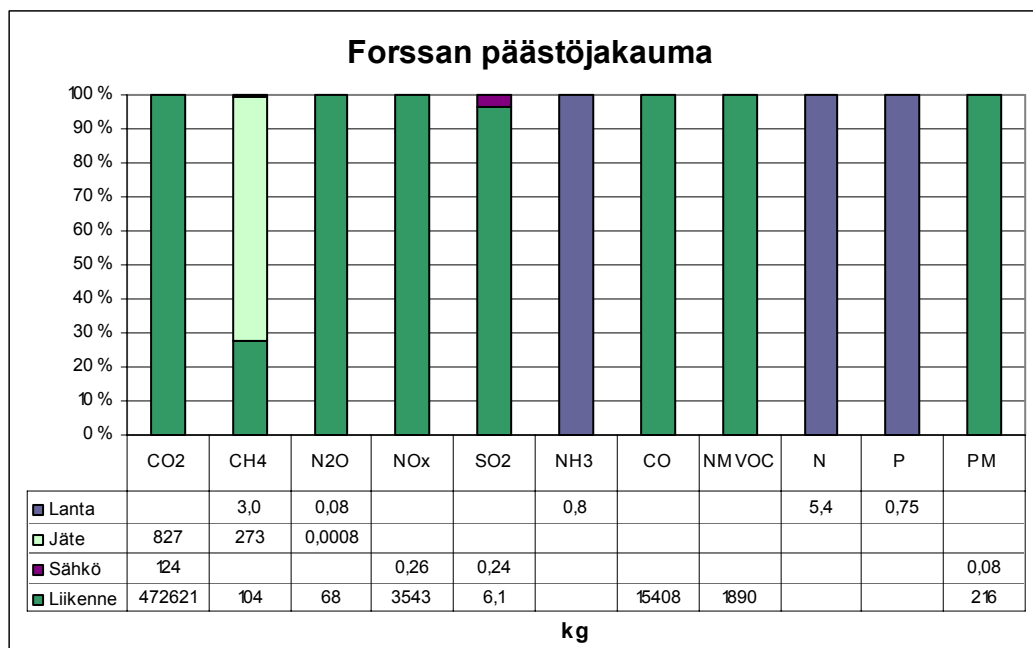


KUVA 4 Päästöjen osuudet Kuninkuusravien kuormituksesta.

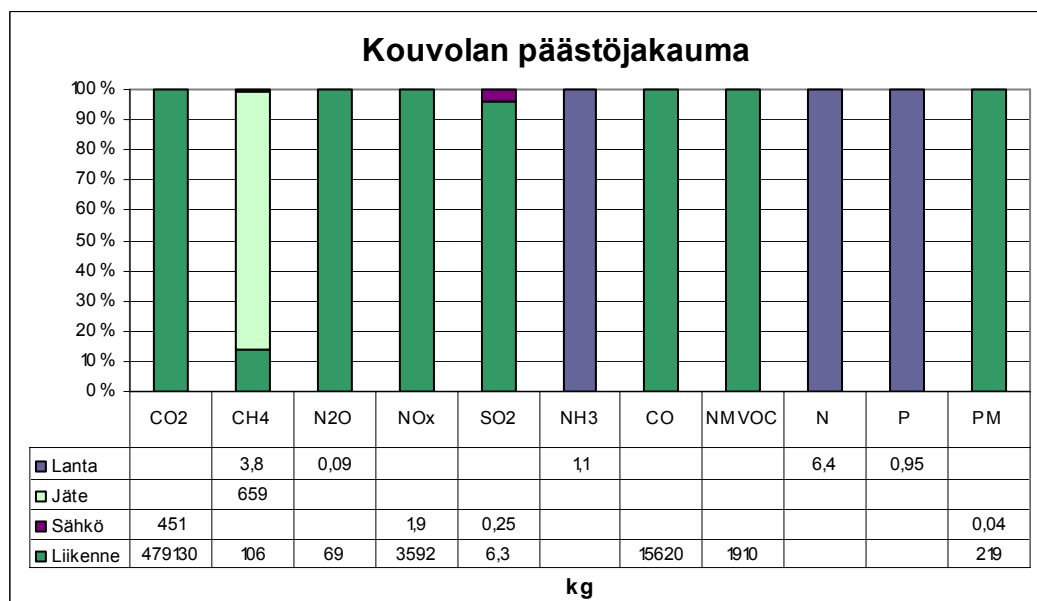
Jätehuolto aiheuttaa valtaosan metaanipäästöistä. Suomen metaanipäästöistä jätteen käsittely aiheuttaa yli puolet (Huhtinen 2007, 70); Kuninkuusraveissa jätteen käsittelyn osuus metaanipäästöistä on suurempi, Forssassa noin 72 % ja Kouvolassa noin 86 %. Liikenteen osuus niistä on Forssassa alle 30 % ja Kouvolassa noin 14 %. Lannankäsittelyn ja hevosten ruuansulatuksen vaikutus Kuninkuusravien metaanipäästöihin jää molemmissa raveissa alle prosenttiin. Dityppioksidi ja metaani ovat hiilidioksidin ohella kasvihuonekaasuja. Dityppioksidipäästöjä muodostuu Kuninkuusraveissa pääasiassa liikenteen vaikutuksesta, mutta myös lannankäsittely sekä Forssan osalta jätehuolto aiheuttavat niitä. Liikenteen osuus myös dityppioksidipäästöistä on 99,9 %. Happamoittavia rikkidioksidipäästöjä aiheutuu liikenteestä ja sähköntuotannosta, mikä johtuu rikkihioksidien polttoaineiden polttamisesta. Liikenteen osuus on molemmissa raveissa noin 96 %. Ammoniakkipäästöt sekä typpi- ja fosforikuormitus ovat kokonaisuudessaan peräisin hevosten lannasta.

Liikenne on Kuninkuusravien suurin kuormittaja. Sen osuus kaikesta Kuninkuusravien kuormituksesta on noin 99,8 %. Toiseksi eniten kuormitusta aiheuttavat jätehuolto ja sähkönkulutus. Lannan osuus Kuninkuusravien

kuormituksesta on vähäisin. Vedenkulutuksen aiheuttaman ympäristörasituksen vertailu muiden kuormittajien kanssa on vaikeampaa, sillä siitä ei muodostu ilmanpäästöjä. Kilogrammoiksi muutettuna vedenkulutus ja sen aiheuttama jäteveden määrä sijoittuisivat kuormituksessa toiselle sijalle heti hiilidioksidipäästöjen jälkeen, joten niiden aiheuttamaa rasitusta ympäristöön ei tule missään nimessä väheksyä. Tässä yhteydessä tulee huomioida, ettei päästöistä ole tehty vaikutusarviointia eikä niitä ole arvoitettu. Tulosten tarkastelu perustuu tässä päästöjen määriin kilogrammoissa mitattuna, joten ne eivät ole keskenään vertailukelpoisia eikä niiden merkittävyyttä toisiinsa nähden voi arvioida.



KUVA 5 Päästöjen jakautuminen toiminnoittain Forssan Kuninkuusraveissa.



KUVA 6 Päästöjen jakautuminen toiminnoittain Kouvolan Kuninkuusraveissa.

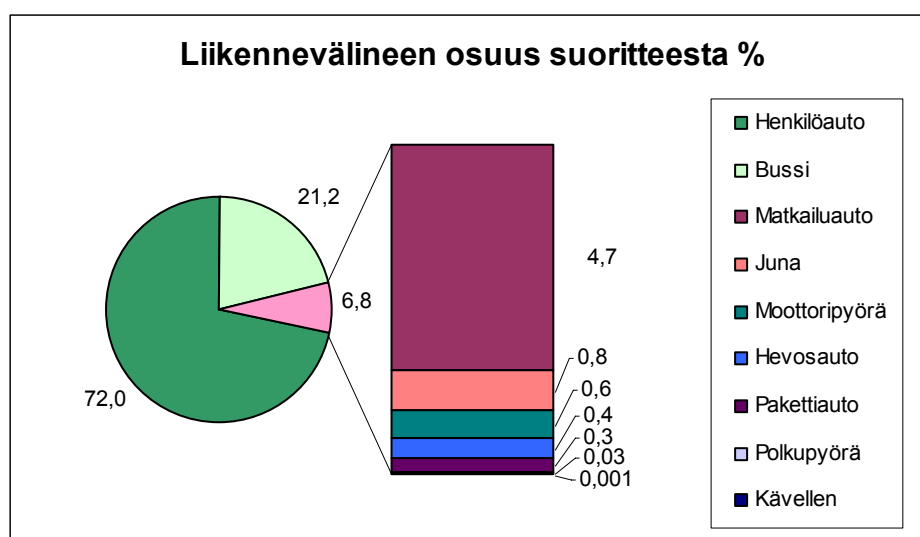
4.2 Kuormitus ja ympäristövaikutukset

Tässä kappaleessa tarkastelen ekotaseen osioita tarkemmin. Pääpaino tarkastelussa on ympäristökuormituksessa. Kuormituksen vaikutuksia ympäristöön käsittelen sanallisessa muodossa.

4.2.1 Liikenne

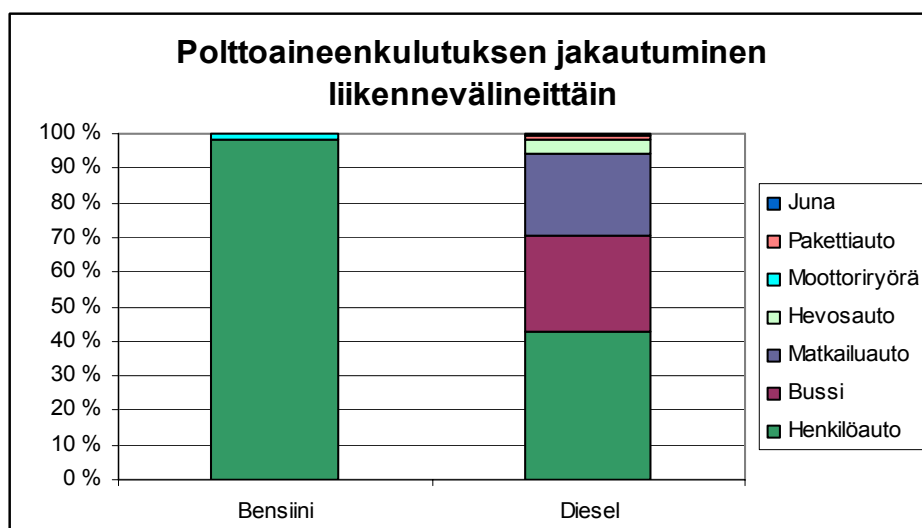
Liikenne kuormittaa ympäristöä monin tavoin. Se tuottaa erilaisia päästöjä pakokaasuina ja aiheuttaa melua. Liikenne vaikuttaa ympäristöön myös aiheuttamalla tärinää ja tuottamalla valosaastetta, jotka voivat aiheuttaa häiriöitä eliöstölle. Liikenneväylien rakentaminen puolestaan pirstoo luonnonalueita, vie elintilaa eliöiltä sekä vaikeuttaa niiden liikkumista. (Jääskeläinen 2004, 32.) Tässä käsittelen liikenteen energiankulutuksen aiheuttamaa kuormitusta, muut vaikutukset ympäristöön on rajattu tarkastelun ulkopuolelle. Kuninkuusravien liikennettä tarkastelen kahden päivän aikana kertyneenä matkustussuoritteena.

Molempien Kuninkuusravien matkustussuorite oli noin 11 miljoonaa henkilökilometriä. Kouvolan matkustussuorite oli noin 153 000 hkm enemmän kuin Forssassa, mikä johtuu suuremmasta yleisömäärästä. Koko Suomen vuotuinen matkustussuorite oli vuonna 2003 73,2 miljardia henkilökilometriä. Moottoriajoneuvojen osuus Kuninkuusravien kokonaissuoritteesta oli 99,97 %. Henkilöautojen osuus suoritteesta oli noin 72 % (ks. Kuva 7), mikä jää jonkin verran alle Suomelle tavanomaisesta noin 80 prosentin osuudesta. Bussien osuus Suomen liikennesuoritteesta on noin 10 %, kun Kuninkuusraveissa niiden osuus oli vajaa 22 %. (Kalenoja & Kallberg 2005, 11.) Järjestetyt kuljetukset etäpysäköintialueilta sekä tilausajojen käyttö lisäävät bussien prosenttiosuutta. Muiden liikennevälineiden osuus kokonaissuoritteesta on noin 7 %, josta matkailuautojen osuus on yli puolet. Loppujen liikennevälineiden osuudet jäivät alle yhden prosentin.



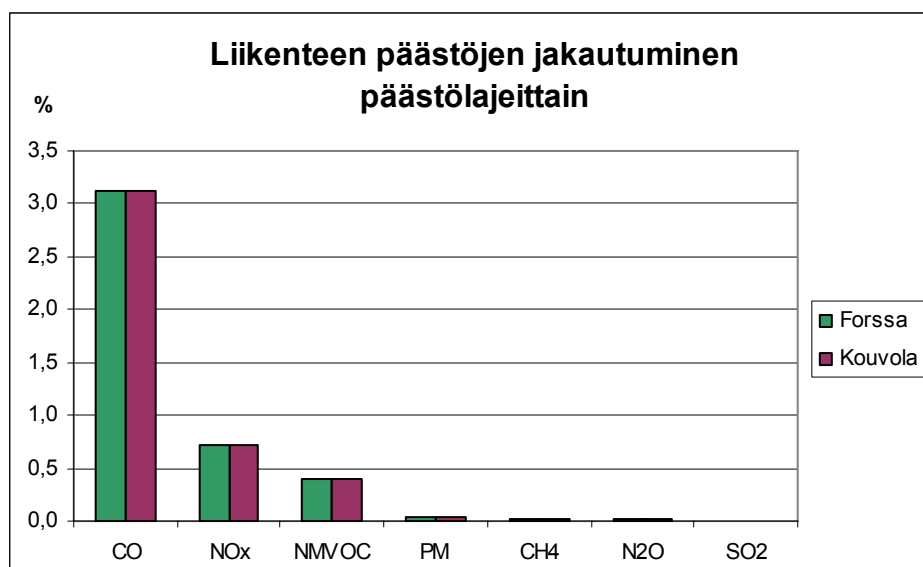
KUVA 7 Kuninkuusravien matkustussuoritteen jakautuminen liikennevälineittäin. Taksit sisältyvät henkilöautoihin.

Polttoaineista eniten liikenne kulutti bensiiniä, mikä johtuu henkilöautoliikenteen määrästä. Kaikkiaan bensiiniä kului Forssassa 121 t ja Kouvolassa 123 t. Henkilöautojen osuus bensiinin kulutuksesta on noin 98,5 % ja moottoripyörien 1,5 % (ks. Kuva 8). Dieselpolttoainetta Forssassa kului kaikkiaan noin 56 t ja Kouvolassa noin 57 t. Dieselin kulutuksesta henkilöautojen osuus oli noin 43 %, bussien noin 28 % ja matkailuautojen noin 23 %. Loput kuusi prosenttia jakautui hevosautojen, junien ja pakettiautojen kesken. Hvosautojen osuus dieselin kulutuksesta oli 4,3 %, pakettiautojen 1,3 % ja junaliikenteen osuus vain 0,4 %. Junaliikenne kuluttaakin enemmän sähköenergiaa kuin polttoainetta. Junaliikenteen vähäinen polttonesteenkulutus selittyy sähköjunien suuremmalla osuudella. Sähköä ravien junaliikenteessä kului Forssassa 5113 kWh ja Kouvolassa 5183 kWh.



KUVA 8 Polttoaineenkulutuksen jakautuminen liikennevälineiden kesken Kuninkuusraveissa vuosina 2006 ja 2007. Taksit sisältyvät henkilöautoihin.

Ilmanpäästöjen määrissä ei ravipaikkojen välillä ole juurikaan eroja johtuen laskentatavasta ja vähäisestä erosta yleisomäärässä. Eniten liikenne kuormittaa molemmissa raveissa hiilidioksidipäästöillä. Niiden osuus liikenteen päästöistä on noin 96 %. Forssassa hiilidioksidia muodostui 473 tonnia ja Kouvolassa 479 tonnia. Hiilidioksidipäästöjen suuri osuus johtuu siitä, että sen muodostuminen korreloi suoraan polttoaineenkulutusta. Toiseksi eniten liikenne kuormittaa hiilimonoksidilla (ks. Kuva 9), jonka osuus päästöistä jää kuitenkin reiluun 3 %:iin. Sekä Forssassa että Kouvolassa hiilimonoksidia muodostui noin 15 tonnia. Hiilimonoksidin määrä selittyy henkilöautoliikenteen määrällä. Muiden päästöjen osuudet jäävät alle prosenttiin. Typenoksideja molemmissa raveissa muodostui noin 3,5 tonnia ja hiilivetyjä noin 1,9 t. Hiukkaspäästöjä Kuninkuusravien liikenteessä muodostui noin 220 kg, metaania noin 100 kg, dityppioksidia 68 kg ja rikkidioksidia 6 kg.

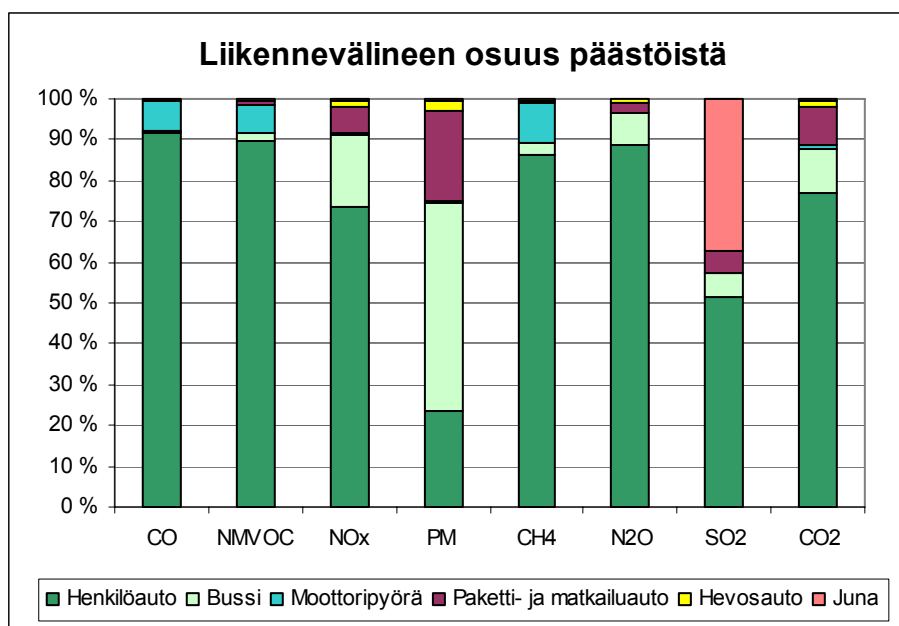


KUVA 9 Liikenteen päästöjen osuudet hiilimonoksidin, hiilivetyjen, metaanin, typen oksidien, hiukkasten, dityppioksidin ja rikkidioksidin osalta Forssan ja Kouvolan Kuninkuusraveissa vuosina 2006 ja 2007.

Henkilöautojen päästöt muodostavat noin 77 % kaikista Kuninkuusravien liikenteen päästöistä. Eniten henkilöautot kuormittavat hiilimonoksidi, hiilivety ja dityppioksidipäästöillä, joista niiden osuus on noin 90 %. Sekä dityppioksidi että hiilimonoksidi ja hiilivedyt vaikuttavat kasvihuoneilmiötä voimistavasti. Linja-autoliikenteen osuus liikenteen kokonaispäästöistä on noin 11 %. Eniten linja-autoliikenne kuormittaa hiukkaspäästöillä, jotka toimivat kasvihuoneilmiötä hidastavina tekijöinä ilmakehässä säteilyä absorboimalla. Niiden osuus liikenteen hiukkaspäästöistä on noin 51 %. Linja-autot toimivat aina dieselmootoreilla, mikä selittää hiukkaspäästöjen määrän (ks. Kuva 10).

Paketti-, matkailu- ja hevosautojen osuus kokonaiskuormituksesta on noin 10 %. Eniten paketti-, matkailu- ja hevosautot kuormittavat hiukkaspäästöillä, joista niiden osuus on noin 25 %. Moottoripyörien päästöt ovat vain 1,4 % Kuninkuusravien liikenteen kokonaispäästöistä. Eniten moottoripyörät tuottavat metaania. Niiden osuus metaanipäästöistä on noin 10 %. Junaliikenteen osuus Kuninkuusravien kokonaispäästöistä on vain 0,4 %. Eniten se kuormittaa rikkidioksidipäästöillä, jotka vaikuttavat maaperää ja vesistöjä happamoittavasti. Junaliikenteen osuus rikkidioksidipäästöistä on noin 37 %, mikä selittyy pääasiassa sähköjunien käyttämän energian tuotannosta aiheutuvilla rikkidioksidipäästöillä.

Liikenteen päästöt aiheuttavat siis ilmastonmuutoksen voimistumista ja happamoitumista. Liikenteen hiukkaspäästöt voivat jonkin verran kompensoida kasvihuonekaasupäästöjen vaikutusta, mutta kokonaisvaikutus jää kuitenkin lämmittäväksi sekä suoraan että välillisesti vaikuttavien kasvihuonekaasupäästöjen huomattavasti suuremman määrän vuoksi. Liikenteen typenoksidi- ja dityppioksidipäästöt lisäävät maaperän ja vesistöjen typpikuormitusta, joten ne vaikuttavat myös rehevöittävästi.



KUVA 10 Liikennevälineiden osuudet Kuninkuusravien liikenteen aiheuttamista päästöistä päästölajeittain. CO = hiilimonoksidi, NMVOC = hiilivedyt (lukuun ottamatta metaani), NOx = typen oksidit, PM = hiukkaset, CH₄ = metaani, N₂O = dityppioksidi, SO₂ = rikkidioksidi ja CO₂ = hiilidioksidi.

4.2.2 Sähkönkulutus

Energiantuotanto aiheuttaa monenlaisia ilmanpäästöjä. Eniten päästöjä aiheutuu fossiilisten polttoaineiden poltosta, mutta myös uusiutuvien energianlähteiden käyttö aiheuttaa ympäristökuormitusta. Vesi-, tuuli- ja aurinkoenergian tuottaminen kuormittavat myös ympäristöä, mutta niiden aiheuttama kuormitus liittyy pääasiassa niiden rakentamiseen käytettyjen materiaalien hankintaan sekä rakentamisen aiheuttamiin haittoihin maisemassa ja eliöiden elinympäristöissä. (Hakala & Välimäki 2003.) Kuninkuusraveissa sähköä kuluu mm. äänentoistoon, tietoliikenteeseen, kuvan siirtoon, ruuanvalmistukseen ja säilytykseen ja veden lämmitykseen.

Forssan Kuninkuusraveissa sähköä kului 7 980 kWh ravipäivien aikana rata-alueella. Luku sisältää koko rata-alueen sähkönkulutuksen. Kuninkuusravien kuluttama sähkömäärä lämmittäisi 150 m² sähkölämmitteistä omakotitaloa liki viiden kuukauden ajan (Heljo & Laine 2005, 36). Heinäkuun 2006 eli Kuninkuusravikuukauden sähkönkulutus noin 9000 kWh saman vuoden toukokuun kulutusta suurempi. (Karhu 2007.) Sähkönkulutuksen päästöt laskin Forssan Kuninkuusravien osalta 5054 kWh:n kulutukselle, koska kyseinen määrä kulutetusta sähköstä, käytettäessä yhtiön oman sähköntuotannon jakaumaa, on tuotettu muilla kuin uusiutuvilla energianlähteillä. Uusiutuvien energianlähteiden osuudet jätin pois laskelmista, koska tuulivoima ei aiheuta ilmanpäästöjä eikä yhtiön kertoimissa ole mukana biopolttoaineiden päästöjä (Vapo Oy 2006, 40). Turpeella tuotettu energia on mukana päästölaskelmissa.

Kouvolan Kuninkuusraveissa sähkönkulutus oli 5 650 kilowattituntia ravipäivien aikana rata-alueella. Luvut sisältävät pääkatsomon ja valonhei-

tinten kulutuksen sekä kolmentoista työmaakeskusmittarin kulutukset. Alueella oli lisäksi neljä sähkömittaria, joiden kulutustietoja ei ole saatavilla Kuninkuusravien ajalta. Nämä mittarit mittaavat varikkoalueen, rata-tallien, tallikahvion sekä tulostaulun sähkönkulutusta. Kouvolan sähkönkulutustiedot ovat siis suuntaa antavia. Tämä selittänee myös noin 2 000 kWh eron Forssan sähkönkulutukseen. Elokuun 2007 sähkönkulutus oli noin 4000 kWh saman vuoden toukokuun kulutusta suurempi. (Vuori-Vanhala 2007.) Kouvolan sähkönkulutuksen päästöt laskin 3673 kWh:n kulutukselle, mikä kattaa muun kuin vesivoimalla tuotetun energian osuuden Kuninkuusravien kulutuksesta. Koska vesivoima ei tuota ilmanpäästöjä, en huomionnut sen osuutta päästölaskennassa. Kouvolan kuninkuusravien kuluttamalla sähkömäärällä lämmittäisi 150 m² sähkölämmitteistä omakotitaloa reilun kolmen kuukauden ajan (Heljo & Laine 2005, 36).

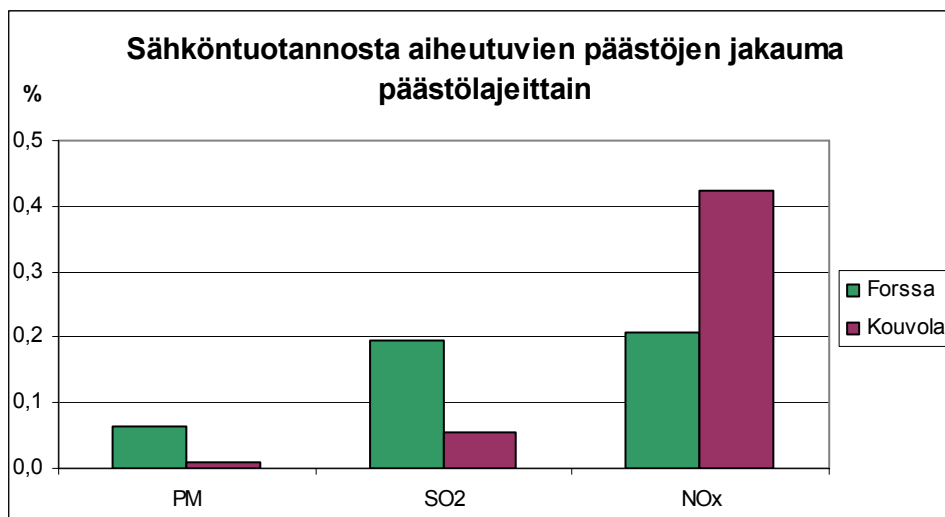
Hiilidioksidi aiheutti molemmissa raveissa suurimman ympäristökuormituksen (ks. Kuva 11). Sen osuus kaikista sähkönkulutuksen päästöistä oli molemmissa raveissa noin 99,5 %. Tämä johtuu siitä, että hiilidioksidipäästöjen määrä korreloi suoraan polttoaineen kulutusta eikä niiden rajoittamiseen ole käytettävissä soveltuvaa tekniikkaa (Hellgren ym. 1996, 90). Sähkönkulutus aiheutti hiilidioksidipäästöjä Forssassa noin 124 kg ja Kouvolaassa 451 kg.

Typenoksidipäästöt olivat molemmissa raveissa toiseksi kuormittavin tekijä. Forssassa typen oksideja muodostui 0,26 kg ja Kouvolaassa 1,92 kg. Typenoksidipäästöt olivat Kouvolan raveissa suuremmat kuin Forssassa, mikä johtuu ainakin osittain siitä, ettei Vapo Oy ole huomionnut ominaispäästökertoimissaan puupohjaisia polttoaineita. Kuitenkin myös puun polttaminen aiheuttaa typenoksidipäästöjä. Typenoksideja muodostuu sekä polttoaineen sisältämästä typestä että polttoilmasta ja parhaiten niiden muodostumista voidaan vähentää polttoteknisin keinoin (Hellgren ym. 1996, 87-88). Eron voi siis aiheuttaa myös energiantuotantolaitosten erilainen polttotekniikka. Typenoksidit edistävät happamoitumista.

Rikkidioksidipäästöt olivat suuremmat Forssan Kuninkuusraveissa, mikä johtunee eroista tuotantotekniikassa sekä polttoainekoostumuksessa. Forssan suurempien rikkidioksidipäästöjen taustalla voi olla kivihiilen ja polttoöljyn turvetta ja puuta korkeammat rikkipitoisuudet (Alakangas 2000, 152-156), koska rikkidioksidin muodostuminen korreloi suoraan polttoaineen rikkipitoisuuden kanssa. Maakaasu ei sisällä lainkaan rikkiä eikä sen poltosta siten muodostu myöskään rikkidioksidipäästöjä (Alakangas 2000, 152-156), mikä osaltaan pienentää Kouvolan rikkidioksidipäästöjen määrää. Forssassa rikkidioksidia muodostui 0,24 kg ja Kouvolaassa 0,25 kg. Rikkidioksidi vaikuttaa maaperää ja vesistöjä happamoittavasti. Rikkidioksidipäästöihin voidaan vaikuttaa erilaisilla rikinpoistotekniikoilla (Suomen Ympäristökeskus 2005, 55), joten erilaiset puhdistustekniikat voivat myös olla syynä rikkidioksidipäästöjen eroihin.

Hiukkaspäästöjen osuus jäi molemmissa raveissa alle 0,1 %. Forssassa hiukkaspäästöjä muodostui kuitenkin Kouvolaa enemmän. Hiukkaspäästöjen määrä oli Forssassa noin 80 g ja Kouvolaassa noin 38 g. Hiukkaspäästöjen ero olisi todennäköisesti suurempi, mikäli Vapo olisi huomionnut omi-

naispäästökertoimissaan biopolttoaineet. Eniten hiukkaspäästöjä muodostuu poltettaessa raskasta polttoöljyä, mutta myös muiden energianlähteiden polttaminen kaasuja lukuun ottamatta aiheuttaa niitä. Hiukkaspäästöihin voidaan vaikuttaa puhdistustekniikalla, joten erot polttoaineissa sekä hiukkastenpoistomenetelmissä voivat myös aiheuttaa ravien välisen eron. (Suomen Ympäristökeskus 2005, 50.) Hiukkaset vaikuttavat ilmastoa jäähdyttävästi.



KUVA 11 Sähkön kulutuksesta aiheutuvat päästöt tuotannon osalta Kuninkuusraveissa Forssassa 2006 ja Kouvolaissa 2007.

Kuninkuusravien sähkönkulutus aiheuttaa ilmastoa lämmittäviä kasvihuonekaasupäästöjä, happamoittavia rikkidioksidi- ja typenoksidipäästöjä sekä ilmastoa jäähdyttäviä hiukkaspäästöjä. Energiantuotannon päästöihin Kuninkuusraveissa vaikuttavat käytetyn energianlähteen sekä poltto- ja puhdistustekniikan lisäksi tässä työssä tehdyt rajaukset. Ostoenergian osuus on jätetty pois, mikä rajaa tarkastelun ulkopuolelle Forssan osalta ydinvoiman käytön (Vapo Oy 2006) ja Kouvolan osalta ydinvoiman käytön lisäksi fossiilisten polttoaineiden poltosta aiheutuvia päästöjä (KSS Energia Oy 2007). Myöskään ostoenergiaa tuottavien yhtiöiden käyttämien teknikoiden vaikutukset eivät näy luvuissa. Energianlähteen hankinta ja kuljetukset, tuotantolaitosten rakentaminen sekä sähkön siirrot aiheuttavat myös ympäristökuormitusta, jota tässä ei myöskään ole huomioitu. (Hellgren 1996, 127-130.)

4.2.3 Jätteet

Kaatopaikat sekä jätevesien ja lietteen käsittely aiheuttavat merkittävän osan ihmistoiminnan tuottamista kasvihuonekaasupäästöistä. Jätteiden käsittelyssä muodostuvia kasvihuonekaasuja ovat metaani, hiilidioksidi sekä dityppioksidi. (Pipatti ym. 1996, 10.)

Forssassa jätettä muodostui kahden päivän aikana yhteensä 6 800 kg. Energiajätettä siitä oli 19 %, biojätettä 14 % ja sekajätettä 67 %. Jätteestä 83 % muodostui ravialueella. Muita alueita, joilta jätteet kerättiin, olivat

leirintä- ja iltajuhla-alueet sekä Forssan keskusta. (Koskela 2006.) Henkilöä kohti jätettä muodostui noin 94 g. Tavallisesti 50 000 kävijän yleisöta-
pahtumassa muodostuu jätettä 50-110 g henkilöä kohti. Forssassa jätteestä
saatiin hyötykäyttöön noin 40 %. (Virtanen 2006, 23.)

Kouvolassa ei jätteiden lajittelua ollut, joten kaikki Kuninkuusraveissa
2007 muodostunut jäte oli sekajätettä. Jätettä muodostui yhteensä 10 980
kg, josta ravialueella 71 % ja muilla alueilla 29 %. Muita alueita olivat
Tykkimäen iltajuhla-alue, Teholan parkkialue sekä leirintä- ja matkailuau-
toalueet. (Koivula 2007.) Henkilöä kohti jätettä muodostui noin 129 g,
mikä on hieman enemmän kuin vastaavan kokoisissa yleisötahtumissa
yleensä (Virtanen 2006, 23).

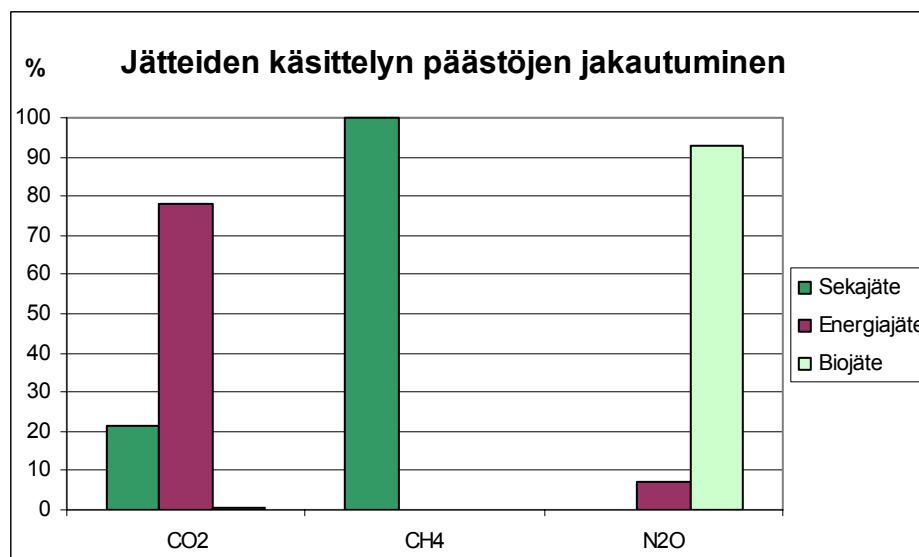
Kaatopaikkasijoitettu sekajäte tuotti Forssan ravien koko jätteenkäsittelyn
metaanipäästöistä 99,9 % (ks. Kuva 12), olettaen, että puolet muodostu-
vasta kaatopaikkakaasusta on metaania. Loppuosa metaanista muodostuu
biojätteen kompostoinnista ja energijätteen poltosta. Toinen puoli kaato-
paikkakaasusta on pääasiassa hiilidioksidia, mutta sisältää myös pieniä
määriä mm. vetyä ja typpeä. Sekajätteen hiilidioksidipäästöjä ei huomioi-
da päästölaskennassa, sillä muodostuva hiilidioksidi on bioperäistä. Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy:llä on käytössään menetelmä metaanin hapet-
tamiseksi jätepenkereen pintakerroksessa, joten Forssan metaanipäästöt
jäänevät laskennallista potentiaalia alhaisemmiksi (Loimi-Hämeen Jäte-
huolto Oy 2006, 28).

Kouvolassa metaania muodostui noin 59 % enemmän kuin Forssassa, mi-
kä johtuu kaatopaikkasijoitetun jätteen suuremmasta määrästä. Kouvolan
raveissa muita päästöjä ei muodostu, sillä kaatopaikkakaasu sisältää vain
pieniä määriä muita päästölaskennassa huomioitavia kasvihuonekaasuja.
Kymenlaakson jäte Oy aloitti vuonna 2007 kaatopaikkakaasun talteenotto-
järjestelmän rakentamisen, joten käytännössä myös Kouvolassa kaato-
paikkakaasun aiheuttama kuormitus jäänee kuitenkin laskennallista poten-
tiaalia alhaisemmaksi. (Kymenlaakson Jäte Oy 2006, 11.)

Pääosa biojätteen kompostoinnin aiheuttamista päästöistä aiheutuu proses-
sin energiankulutuksesta. Varsinainen kompostointiprosessi tuottaa hiili-
dioksidia sekä hiukan metaania. Vain 1,1 % metaanipäästöistä aiheutuu
varsinaisesta kompostointiprosessista. Biojätteen hiilidioksidipäästöistä
laskennassa huomioidaan vain kompostoinnin energiankulutuksen aiheut-
tamien päästöt, sillä kompostoitumisen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt ovat
bioperäisiä eikä niitä siksi huomioida päästölaskennassa. Koko jätteiden-
käsittelyn päästöistä kompostointi tuottaa eniten dityppioksidia, jonka ko-
konais määrä jää kuitenkin alle gramman. Kompostoinnin dityppioksi-
dipäästöt aiheutuvat kokonaisuudessaan prosessin energiankulutuksesta.
Kompostoinnin osuus on noin 93 % kaikista jätteenkäsittelyn dityppioksi-
dipäästöistä.

Energijätteen poltto aiheuttaa noin 78 % Forssan jätteidenkäsittelyn hiili-
dioksidipäästöistä ja dityppioksidipäästöistä noin 7 %. Energijätteen hii-
lidioksidipäästöt ovat kuitenkin vain kolmasosa kivihiilen hiilidioksidi-
päästöistä (Tilastokeskus 2006b). Metaanipäästöjen osuus jää energijät-

teen osalta marginaaliseksi. Vapautuva hiilidioksidi on kokonaan fossiilista hiilidioksidia (Tilastokeskus 2006b), joka vapautuu polttoaineen sisältämän muovin palaessa. (Lohiniva ym. 2002, 14). Energiajätteen koostumuksella on siis vaikutusta jätteen hiilidioksidipäästöihin. Koska Kuninkuusravien energiajätteen koostumuksesta ei ole tietoja saatavilla, on päästöjen todenmukaisuutta mahdotonta arvioida.



KUVA 12 Jätteiden käsittelyn aiheuttamien ilmapäästöjen jakautuminen jätelajeittain Forssan Kuninkuusraveissa 2007.

Jätehuollon aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä tarkasteltaessa on otettava huomioon kaasujen aiheuttaman kuormituksen voimakkuus. Forssan osalta jätehuolto aiheuttaa määrällisesti enemmän päästöjä, mutta Kouvolan päästöjen vaikutus on metaanimäärän vuoksi suurempi. Metaanin ilmastoa lämmittävä vaikutus on 25-kertainen hiilidioksidiin nähden. Kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi jätteidenkäsittely aiheuttaa mm. haju- ja meluhaittoja, haittaeläimien lisääntymistä sekä päästöjä vesistöihin. Lisäksi jätteidenkäsittely kuluttaa käytettävissä olevaa maapinta-alaa. Suurimpia jätteenkäsittelyn haitat ovat jätteen kaatopaikkakäsittelyssä. (Hakala & Välimäki 2003, 379)

4.2.4 Lanta

Lannan käsittelystä ja eläinten ruuansulatuksesta aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä. Toimiva lantahuolto ja riittävän suuri sekä tiivis lantala ovat lannan ravinteiden säilyttämisen kannalta tärkeitä. Maastoon jäävän ulosteen ravinteet kuormittavat alueen maaperää. Rata-alueiden kasvillisuuden niukkuus tai puuttuminen ja maan tiiviyys heikentävät maan ravinteidenpidätyskykyä ja lisäävät eroosiota, mikä puolestaan lisää ravinteiden riskiä päätyä kuormittamaan vesistöjä. Maaperään kertyvän ulosteen ravinteet ovat siis potentiaalisia vesistöjen rehevöittäjiä. Hevosurheilualueilla suurimpana ongelmana on fosforikuormitus. (Jansson ym. 2002, 15.)

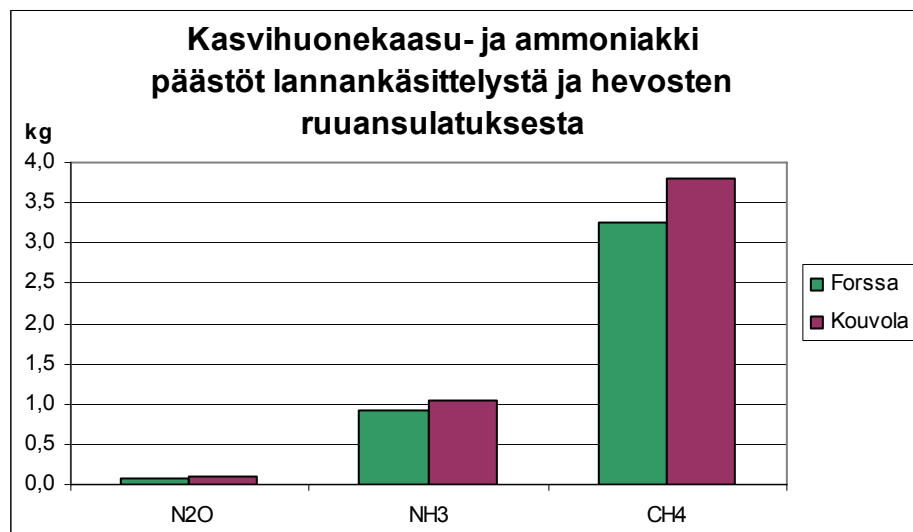
Forssassa muodostui lantaa ravipäivien aikana noin 1,6 m³. Siitä saatiin hyötykäyttöön noin 1,3 m³. Pilvenmäellä kerätään valjastuskatosten ja vie-

rastallin lannan lisäksi ulostekasat rakennusten lähetyviltä. Ulosteita ei kerätä kuitenkaan, jos ne ovat ehtineet tallautua. Lantaa säilytetään kattamattomalla lavalla ennen jatkokäsittelyyn toimittamista. (Jussila 2008.)

Kouvolassa lantaa muodostui ravipäivien aikana 1,9 m³. Hyötykäyttöön siitä saatiin noin 1,6 m³. Kouvolan raviradalla ulosteet kerätään valjustuskatoksista ja vierastallista. Muilta alueilta ulosteita ei kerätä vaan ne sekoittuvat maamassoihin. Lantaa säilytetään raviradalla kattamattomalla lantalavalla noin kuukauden ajan, ennen edelleen toimitusta. (Hytönen 2007.) Kouvolan raviradan lanta toimitetaan kompostoitavaksi. Kypsää kompostia käytetään mullan valmistukseen. (Ruuth 2007.)

Kuninkuusravien lannankäsittelystä ja hevosten ruuansulatuksesta metaanipäästöt muodostavat suurimman osan (ks. Kuva 13). Forssassa muodostui metaanipäästöjä 3,25 kg. Dityppioksidipäästöjä muodostui 0,083 kg ja ammoniakkipäästöjä 0,91 kg. Fosforia Kuninkuusraveissa muodostunut lanta sisältää 0,82 kg ja typpeä 5,40 kg. Ravinteista maastoon jäi 20 %. Osa maastoon jäävien ulosteiden ravinteista päätynee kasvien käyttöön ja loput toimivat potentiaalisina vesistökuormittajina.

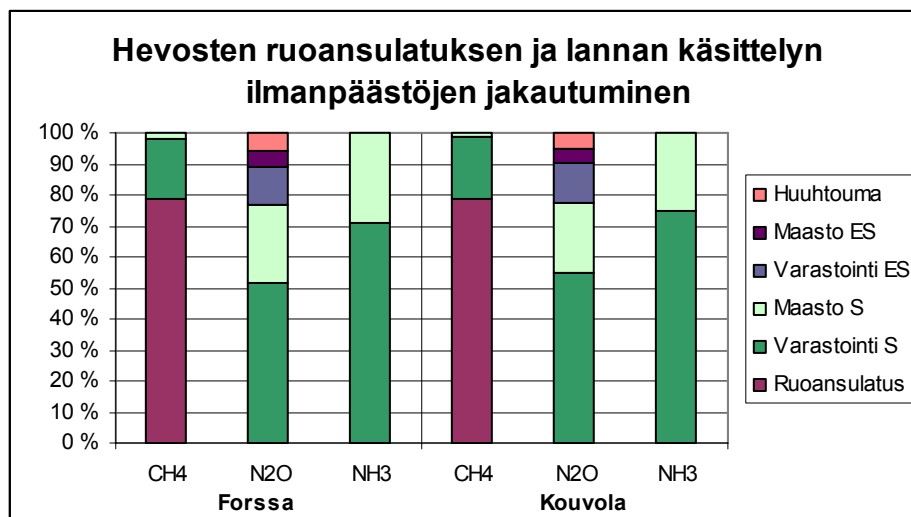
Kouvolassa metaanipäästöjä muodostui 3,8 kg ja dityppioksidipäästöjä 0,089 kg. Ammoniakkia ilmaan joutui 1,04 kg. Kouvolan päästöjen suurempi määrä selittyy suuremmalla hevosmäärällä. Fosforia lanta sisältää 0,95 kg ja typpeä 6,41 kg. Ravinteista maastoon jäi 17 %. Kouvolan ravinnehukan pienempi prosentiosuus selittyy yöpyneiden suuremmalla määrällä. Kuivikkeiden käyttö karsinoissa ja ulosteen kertyminen helposti puhdistettavalle alueelle parantaa ulosteiden talteenottoa ja vähentää siten potentiaalista vesistökuormitusta.



KUVA 13 Lannankäsittelyn ja hevosten ruoansulatuksen aiheuttamat kasvihuonekaasu- ja ammoniakkipäästöt Kuninkuusraveissa.

Lannankäsittelyn ja ruoansulatuksen aiheuttamista metaanipäästöistä hevosten ruoansulatuksen osuus oli Forssassa 79 % ja Kouvolassa 78 % (ks. Kuva 14). Lannan varastointi aiheuttaa Forssassa 19 % ja Kouvolassa 20 % metaanipäästöistä. Loppuosaa metaanipäästöistä haihtuu maastoon jää-

neestä lannasta. Dityppioksidi- ja ammoniakkipäästöjä muodostuu eniten lannan varastoinnissa. Yli puolet dityppioksidipäästöistä aiheutuu suorina päästöinä lannan varastoinnista. Maastoon jääneen lannan suorat päästöt aiheuttavat noin 20 % dityppioksidipäästöistä. Loput dityppioksidipäästöistä aiheuttavat lannan käsittelyn sekä maastoon jääneen lannan epäsuorat päästöt. Ammoniakkipäästöt muodostuvat pääasiassa lannan varastoinnista. Maastoon jääneen lannan osuus ammoniakkipäästöistä oli Forssassa 21 % ja Kouvolassa 29 %. Kouvolan ravien lannan varastoinnin suuremmat päästöosuudet selittyvät suuremmalla yöpyneiden määrällä ja siten paremmalla lannan talteen saamisella.



KUVA 14 Lannan käsittelystä ja hevosten ruoansulatuksesta aiheutuvien ilmanpäästöjen jakautuminen. ES tarkoittaa epäsuoria ja S suoria päästöjä lannan varastoinnista ja maastoon jääneestä lannasta (ks. kappale 3.4.2).

Lannan käsittelystä ja hevosten ruoansulatuksesta aiheutuu kasvihuonekaasu- ja ammoniakkipäästöjä. Maastoon jääneen lannan ravinteet aiheuttavat ravinteiden huuhtoutumisriskiä ja siten vaikuttavat osaltaan vesistöjen rehevöitymiseen. Koska molempien ratojen lantavarastot ovat kattamattomia, saattaa myös varastoinnin aikana tapahtua ravinnemenetyksiä sadevesien mukana.

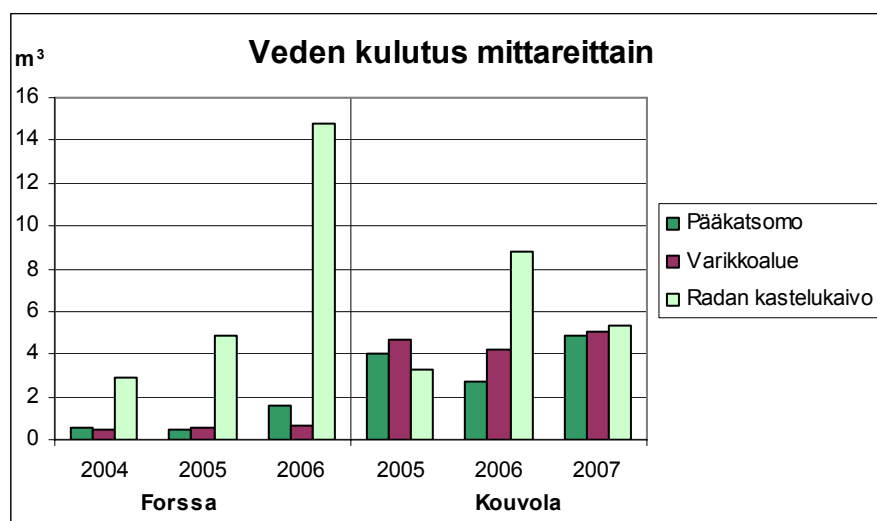
4.2.5 Vedenkulutus

Vedenkulutus aiheuttaa vesivarojen kulumista. Suomessa vesivarojen niukkuus ei ole ongelma, mutta käytettävissä olevien vesivarojen pilaantuminen uhkaa niin pohja- kuin pintavesiäkin. Pintavesiä rehevöittävät mm. jätevedet. Happamoituminen uhkaa sekä pinta- että pohjavesiä. (Suomen ympäristökeskus 2008.) Lämpimän veden kulutus aiheuttaa lisäksi energiankulutusta ja sitä kautta myös päästöjä ilmaan (Motiva 2007). Lämmintä vettä Kuninkuusraveissa kuluu mm. hevosten pesuun.

Vettä Forssan Kuninkuusraveissa kului ravipäivien aikana yhteensä noin 34 m³ eli 34 000 litraa (Nummela 2007). Kuninkuusravien vedenkulutus vastaa 219 suomalaisen päivittäistä kulutusta (Motiva 2007). Vedenkulutus vierailijaa kohden oli noin 0,6 l. Suurin osa, noin 87 %, Forssassa ku-

lutetusta vedestä meni radan kasteluun. Varikkotoimintojen osuus vedenkulutuksesta oli noin 4 % ja pääkatsomon osuus noin 9 %. Vuoden 2005 vedenkulutukseen verrattuna 2006 vettä kului noin 11 m³ enemmän vuorokautta kohti (ks. Kuva 15). Johtopäätöksien teko on Forssan kulutuksen osalta vaikeaa, sillä tarkkoja tietoja eri mittareiden kulutuskohteista ei ollut saatavillani.

Kouvolan vedenkulutus oli 30,5 m³ eli 30 500 litraa (Ollila 2007), hieman Forssan kulutusta alhaisempi. Kouvolan vedenkulutus vastaa noin 197 suomalaisen päivittäistä kulutusta. Vierailijaa kohti vettä kului noin 0,5 l. Eniten vettä myös Kouvolassa kului radan kasteluun, mutta mittarikohtaiset erot olivat huomattavasti pienempiä kuin Forssassa.



KUVA 15 Raviratojen vedenkulutuksen jakautuminen vesimittareittain Kuninkuusravien aikana. Forssan varikkoalueen lukema sisältää kahden vesimittarin lukemat.

Koska rata-alueen vesimittareita ei luettu ennen ravipäiviä, eivät Kuninkuusravien vedenkulutuslukemat ole tarkkoja. Huomattavimmat erot aikaisempien vuosien kulutukseen oli kuitenkin lähinnä radan kasteluveden kulutuksessa Forssassa. Kouvolassa vedenkäyttö on ollut tasaisempaa, kulutuspiikki radan kasteluveden suhteen on kuitenkin nähtävissä myös Kouvolassa vuonna 2006, jolloin sademäärä jäi tavallista alhaisemmaksi. Kuninkuusravien vedenkulutukseen näyttäisikin vaikuttavan eniten sää.

Vedenkäytössä ratojen välillä on ainoastaan neljän kuution ero, vaikka tavallisena vuonna eroa kertyy noin kymmenen kuution verran. Molemmilla radoilla on kutakuinkin sama määrä ravipäiviä vuodessa, joten selitystä veden kulutuksen eroihin on haettava muualta. Kouvolan raviradalla järjestetään paljon tapahtumia niin kesä kuin talviaikaankin, mikä osaltaan vaikuttaa veden kulutukseen ja aiheuttanee ainakin osan vedenkulutuslukemien erosta.

Vettä kuluu Kuninkuusraveissa runsaasti. Vedenkulutus aiheuttaa pääasiassa puhtaiden vesivarojen kulumista. Radan kasteluviedet voimistavat todennäköisesti jonkin verran radalle jääneiden ulosteiden ravinteiden huu-

toumista, joten veden kulutuksella on sitä kautta vaikutusta myös vesistöjen rehevöitymiseen.

5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kuninkuusravit voimistavat omalta osaltaan ilmaston lämpenemistä ja sen aiheuttamia muutoksia. Toisaalta ravit aiheuttavat jonkin verran myös lämpenemistä hillitseviä hiukkaspäästöjä. Kuninkuusraveissa muodostuu myös maaperän happamoitumiseen ja vesistöjen rehevöitymiseen vaikuttavia päästöjä. Energiaa sekä vettä tapahtumassa kuluu runsaasti ja jätteitä muodostuu tuhansia kilogrammoja. Myös lannanmuodostuksella on vaikutuksia ympäristöön, joskin ne jäävät melko vähäisiksi. Hiilidioksidipäästöt ovat suurin yksittäinen tekijä ravien kuormituksessa.

Kuninkuusravien aiheuttamaa ympäristökuormitusta voidaan vähentää monin tavoin. Tässä ehdotan joitakin toimenpiteitä, joiden toteutettavuutta taloudellisten ja fyysisten resurssien puitteissa en kuitenkaan ole arvioinut. Tarkoitukseni on antaa suuntaviivoja, miten toimintaa olisi mahdollista kehittää ja millaisia ratkaisuja ekotehokkuuden parantamiseksi on mahdollista tuottaa.

Liikenne on Kuninkuusravien suurin kuormittaja. Henkilöautoliikenne aiheuttaa puolestaan suurimman osan liikenteen kuormituksesta. Liikenteen osalta ekotehokkuuden parantaminen ei ole helppoa, sillä ihmisten liikkumistottumuksiin on vaikea vaikuttaa, joitakin parannuksia voitaisiin kuitenkin mielestäni tehdä. Lisäämällä ravibussien määrää voitaisiin henkilöautoliikenteen määrää vähentää. Rautatie- ja bussiyhtiöiden kanssa voitaisiin myös neuvotella jonkinlainen alennusmenettely kuninkuusravivieraille, jolloin julkisten liikennevälineiden käyttö voisi lisääntyä ja siten ravien kuormitus vähentyä merkittävästikin. Liikenteen ympäristövaikutuksiin voidaan vaikuttaa myös opasteiden selkeydellä, jolloin välttyään turhalta ajamiselta alhaisilla nopeuksilla ja vähennetään esimerkiksi hiilimonoksidipäästöjä.

Sähkökulutuksen osalta ekotehokkuuden parantamiseksi tulisi kiinnittää huomiota hankittavan sähkön tuotantomenetelmään ja pyrkiä ostamaan ns. vihreää sähköä, jolloin ympäristövaikutuksia sähkökulutuksen osalta voitaisiin vähentää. Lisäksi voitaisiin pyrkiä käyttämään energiaa säästävämpää tekniikkaa kulutusta aiheuttavassa kalustossa tai vaihtaa eniten kuluttavaa kalustoa uudempaan. Koska Kuninkuusraveissa kuluva sähkö ei ole kohdennettu eri toimintoihin, ei sähkökulutuksen osalta voi tässä antaa tarkempia ohjeita. Sähkökulutusta voisi tulevaisuudessa seurata tarkemmin esim. laitekohtaisilla mittareilla ja lukemalla sellaiset mittarit, joista ei ole tuntikohtaista kulutustietoa käytettävissä, ennen tapahtumaa. Näin kulutus pystyttäisiin paremmin kohdentamaan ja siten löytämään parhaiten toteutettavissa olevat kohteet energian säästöä ajatellen.

Jätehuolto on Kuninkuusravien kuormittajista toiseksi suurin, joten sen kehittämiseen tulee myös kiinnittää huomiota. Tutkimuksessa en ole huomionnut jätteiden keräilyn ja kuljetuksen aiheuttamia päästöjä, mikä lisäisi jätehuollon osuutta kuormituksesta entisestään. Jätehuollon osalta ekote-

hokkuutta voitaisiin parantaa jätteiden lajittelulla sekä jätteiden määrää vähentämällä. Lajittelu on niin ympäristön kannalta kuin taloudellisestikin kannattavaa, sillä sekajätteen käsittelymaksut ovat lajitellun jätteen maksuja korkeampia. Lainsäädännön vaatimusten tiukentuessa lajittelu tulee pakolliseksi myös Kuninkuusraveissa järjestävästä paikkakunnasta riippumatta. Tämänkin vuoksi Kuninkuusraveihin kannattaisi suunnitella yhtenäinen lajittelukäytäntö, jolloin se tulisi tutuksi yleisölle ja lajitteluneuvojen tarve voisi lopulta poistua kokonaan. Samojen kylttien käyttö vuodesta toiseen yhtenäistäisi ravien ilmettä ja lajittelukäytäntöä sekä säästäisi materiaalia ja vähentäisi osaltaan muodostuvan jätteen määrää. Jätteiden määrää pystyttäisiin Kuninkuusraveissa vähentämään myös esimerkiksi suosimalla biohajoavia, syötäviä tai kestoastioita ruoka- ja juomatarjoiluissa. Myös siirtyminen elektronisiin lippuihin ja yleisesti vähentämällä paperin käyttöä vähennettäisiin myös ravien jätemäärää. Kestopyyhkeiden käyttö saniteettitiloissa vähentäisi pehmopaperin kulutusta ja siten sen osuutta jätekuormituksessa. Lajittelemalla voidaan myös vähentää kaato- paikkakaasun muodostusta ja siten Kuninkuusravien ilmastovaikutuksia.

Lantahuollon ekotehokkuutta voitaisiin parantaa keräämällä mahdollisimman suuri osa alueelle muodostuvasta ulosteesta talteen, jolloin ravinevalumia saataisiin pienennettyä ja samalla lannan jatkohyödyntäminen tehostuisi. Lantaa voitaisiin myös hyödyntää raviradan lämmitystarpeen täyttämiseksi, mikäli lannan pienpoltto jonakin päivänä lainsäädännön puitteissa sallitaan. Lantalavojen kattamisella vähennettäisiin säilytyksen aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä. Turpeen käyttäminen kuivikkeena vähentäisi lannankäsittelyn ammoniakkipäästöjä ja parantaisi talli-ilman laatua. Lisäksi turvelanta myös kompostoituu purulantaa nopeammin, mikä nopeuttaa ravinteiden kiertoon saamista. Turvetuotanto aiheuttaa kuitenkin mittavia vaikutuksia ympäristöön mm. hiilidioksidipäästöjä, vesistökuormitusta, maisemallisia haittoja sekä suoekosysteemien tuhoutumista, mikä tulisi myös huomioida kuiviketta valittaessa. Hevosten ruoansulatuksen aiheuttamiin metaanipäästöihin lienee lähes mahdoton vaikuttaa. Ruokinalla on vaikutusta niin ruoansulatuksen metaanipäästöihin kuin lannan sisältämien ravinteiden määrään, joten ruokintaneuvonnalla voisi olla vaikutusta näihin päästöihin. Vaikutukset Kuninkuusravitasolla jäisivät kuitenkin todennäköisesti marginaalisiksi.

Kilogrammoissa mitattuna vedenkulutus on hiilidioksidin jälkeen Kuninkuusravien toiseksi kuormittavin yksittäinen tekijä. Vedenkulutuksen ekotehokkuutta voitaisiin parantaa käyttämällä sitä säästeliäämmin ja kierrättämällä vettä raviradan toimintojen välillä. Esimerkiksi hevosten pesuvedet voitaisiin kerätä erilliseen kaivoon ja käyttää myöhemmin radan kasteluun. Pesuvesillä ei todennäköisesti pystyttäisi kattamaan koko radankasteluun tarvittavaa vesimäärää, mutta näin voitaisiin kuitenkin vähentää juomakelpoisen veden käyttöä kastelutarkoituksessa sekä pienentää radan kokonaisvedenkulutusta. Samanaikaisesti pesuvesien tuottama palvelusuo-rite kaksinkertaistuisi. Myös muiden käyttövesien kierrätettävyyttä voitaisiin tutkia. Tämänkaltaiset uudistukset ovat kuitenkin ratakohtaisia ja niiden vaikutus Kuninkuusravien vedenkulutukseen näkyisi vasta radalla seuraavan kerran järjestettävien Kuninkuusravien vedenkulutusmäärissä, mutta toimenpiteillä olisi raviradan normaalin toiminnan ekotehokkuuden

parantamisen kannalta suuri merkitys. Veden kierrättäminen vähentäisi myös raviradan vesilaskua niin jäteveden kuin käyttövedenkin osalta. Vesikalusteiden ”päivittäminen” vettä säästävämmiksi, kun niiden uusiminen tulee ajankohtaiseksi, sekä vuotojen nopea korjaaminen vähentävät myös vedenkulutusta.

Ekotehokkuuslaskentaan liittyy lukuisia epävarmuustekijöitä. Kuninkuusravien kohdalla suurimpia ongelmia aiheutti perustietokantojen, kuten sähkön- ja vedenkulutustietojen, puutteet tai vajavaisuudet. Lisäksi tutkimuksen aikana oli tehtävä lukuisia valintoja ja rajauksia, joista jokainen vaikuttaa osaltaan tutkimuksen tulokseen. Epävarmuuksia liittyy myös mm. tuotosten kohdentamiseen eri toiminnoille sekä vaikutusarviointiin. Jotta Kuninkuusravien ekotehokkuuden kehittämiseksi voisi antaa täsmällisempiä ohjeita, tulisi perustietokantojen ylläpitoon kiinnittää huomiota sekä laajentaa tutkimusta kattamaan suurempi osa ravien toiminnoista. Tulevaisuudessa tutkimusta voitaisiin laajentaa kattamaan mm. oluen- ja ruoankulutuksen sekä ravitapahtumaan liittyvän painetun materiaalin aiheuttaman kuormituksen lisäksi jätteiden keräilyn ja kuljetuksen aiheuttamat päästöt. Lisäksi eri kuormitusten muodostumista pitäisi pystyä kohdentamaan tarkemmin toimintojen sisällä, jotta ongelmakohdat löytyisivät ja niihin voitaisiin paremmin vaikuttaa. Tämä vaatii jatkuvia mittauksia ja seurantaa.

Ekotehokkuuden kehittämiseksi Kuninkuusraveja järjestävään organisaatioon voitaisiin nimetä ympäristöasioiden hoitoon, seuraamiseen ja raportointiin keskittyvä henkilö. Kyseinen henkilö voisi huolehtia mm. perustietokantojen ylläpidosta kuten sähkö- ja vesimittareiden lukemisesta ennen ja jälkeen tapahtuman, lajitteluneuvojen palkkaamisesta ja ohjeistuksesta sekä muista jätehuollon järjestelyistä sekä tuoda esiin ympäristönäkökulman kaikissa raveihin liittyvissä toiminnoissa. Ympäristöasioiden huomiointi on sekä Kuninkuusraveille että koko raviurheilulle imagokysymys. Siitä pitäisikin tulla arkipäivää niin Kuninkuusraveissa kuin muunkin raviurheilun parissa.

LÄHTEET

- Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT Tiedotteita 2045. VTT. Espoo. www-dokumentti <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf>. [Viitattu 30.11.2007].
- Dahlbo, H., Seppälä, J., Tenhunen, J., Pylkkö, T. & Lohi, T-K. 2003. Ympäristövaikutusten kuvaaminen ekotehokkuuden arvioinnissa. Suomen ympäristökeskuksen julkaisuja. Suomen ympäristö 617. Edita. Helsinki.
- Envor Group Oy. 2006. Uutiset. Lisää tehoa kompostointiprosessiin. <http://www.envor.fi/DowebEasyCMS/?Page=NaytaUutinenEnvor&NewsId=46>. Päivitetty 4.10.2006. [Viitattu 17.12.2007].
- Envor Group Oy. 2007. Envor Biotech. Biojätteiden käsittely. <http://www.envor.fi/DowebEasyCMS/?Page=Biojatteet>. [Viitattu 27.11.2007].
- Hakala, H. & Välimäki, J. 2003. Ympäristön tila ja suojele Suomessa. Gaudeamus. Helsinki.
- Halinen, A. & Tontti, T. 2004. Laitoskompostien laadun parantaminen kypsytystä tehostamalla. MTT:n selvityksiä 70. MTT. Jokioinen
- Halme, H. 2007. Toiminnanjohtaja. Pilvenmäen ravirata. Henkilökohtainen tiedonanto. 16.10.2007.
- Heinonen, R., Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. & Kempainen, E. 2001. Maa, viljely ja ympäristö. WSOY. Porvoo.
- Heljo, J. & Laine, H. 2005. Sähkölämmitys ja lämpöpumput sähkökäyttäjänä ja päästöjen aiheuttajina Suomessa. Näkökulma ja malli sähkökäytön aiheuttamien CO₂-eqv päästöjen arviointia varten. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustieteen laitos. Raportti 2005:2. Tampere. http://www.tut.fi/units/rka/rtt/tutkimus/ekorem/EKOREM_LP_ja_sahko_raportti_051128.pdf. [Viitattu 3.1.2007].
- Hellgren, M., Heikkinen, L. & Suomalainen, L. 1996. Energia ja ympäristö. Opetushallitus. Helsinki.
- Hevostietokeskus. 2008. Tärkeitä ohjeita ruokinnan suunnittelusta Hopti-ohjelmalla. Hevosen elopainon määritys. <http://www.hevostietokeskus.fi/index.php?tid=107>. Päivitetty 1.2.2008. [Viitattu 8.2.2008].
- Huhtinen, K., Lilja, R., Sokka, L., Salmenperä, H. & Runsten, S. 2007. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016. Taustaraportti. Suomen ympäristö 16/2007. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.

Hytönen, A. 2007-2008. Toiminnanjohtaja. Kouvolan ravirata. Henkilökohtaiset tiedonannot. 14.12.2007-14.1.2008.

IPCC. 2006a. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Agriculture, Forestry and Other land use. Emissions from Livestock and Manure Management. www-dokumentti. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf. [Viitattu 22.1.2008].

IPCC. 2006b. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Agriculture, Forestry and Other land use. N2O Emissions from Managed Soils, and CO2 Emissions from Lime and Urea Application. www-dokumentti. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf. [Viitattu 22.1.2008].

IPCC. 2007a. Ilmastonmuutos v. 2007: Luonnontieteellinen perusta. Yhteenvedo päätöksentekijöille. Ensimmäisen työryhmän osuus Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin neljännessä arviointiraportissa. www-dokumentti. http://www.fmi.fi/kuvat/ipcc_ar4_spm_suomennos.pdf. [Viitattu 3.12.2007].

IPCC. 2007b. Intergovernmental Panel of Climate Change Fourth Assessment Report. Working Group I Report: The Physical Science Basis. Chapter 2: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf> [Viitattu 3.12.2007].

Jansson, H., Jansson, H. & Vanhamäki, P. 2002. Hevostarhojen maassa runsaasti fosforia. Koetoiminta ja käytäntö. 4/2002:15.

Jussila, M. 2008. Kilpailusihteeri. Pilvenmäen ravirata. Henkilökohtainen tiedonanto. 7.2.2008.

Jääskeläinen, S. 2004. Liikennesektorin ympäristökäsikirja. Luonnos. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 5/2004. Helsinki.

Kalenoja, H. & Kallberg, H. 2005. Liikenteen ympäristövaikutukset. Opetusmoniste 37. Tampereen teknillinen yliopisto. Liikenne- ja kuljetustekniikan laitos. Tampere.

Karhu, J. 2007. Asiakaspalveluteknikko. Vapo Oy. Henkilökohtaiset tiedonannot. 19.10.2007-20.11.2007.

Koivula, A. 2007. Tuotantopäällikkö. Lassila & Tikanoja Oyj. Henkilökohtaiset tiedonannot. 11.9.2007-13.9.2007.

Koskela, R. 2006. Ympäristöhuollon asiantuntija. Lassila & Tikanoja Oyj.

KSS Energia Oy. 2006. Yhteiskuntavastuuraportti. www – dokumentti.

http://www.kssenergia.fi/files/517_KSS_Raportti_2006.pdf. [Viitattu 23.11.2007].

KSS Energia Oy. 2007. Sähkön tuotanto. Sähkön alkuperä. <http://www.kssenergia.fi/index.php?&id=427>. [Viitattu 23.11.2007].

Kurki, H. 1999. Ympäristöraportointi ja ekotase -terävyyttä raportointiin. Edita. Helsinki.

Kymenlaakson Jäte Oy. 2006. Vuosikertomus 2006. www-dokumentti. <http://www.kymenlaaksonjate.fi/yhtio/kuvat/vuosikertomus.pdf>. [Viitattu 5.12.2007].

Kymenlaakson Jäte Oy. 2007. Toiminnot. <http://www.kymenlaaksonjate.fi/>. [Viitattu 5.12.2007].

Laine, P. 2008. Aikuiskoulutusjohtaja. Hevosopisto. Henkilökohtainen tiedonanto. 6.2.2008.

Lohiniva, L., Sipilä K., Mäkinen, T. & Hietanen, L. 2002. Jätteiden energiakäytön vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin. VTT Tiedotteita 2149. VTT. Espoo.

Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy. 2006. Yhteiskuntavastuuraportti. www-dokumentti. http://www.lhj.fi/DowebEasyCMS/Sivusto/Dokumentit/Lhj_yvraporttiweb.pdf. [Viitattu 5.12.2007].

Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy. 2007. Käsittelytoiminnot. <http://www.lhj.fi/DowebEasyCMS/?Page=kasittelytoiminnot>. [Viitattu 5.12.2007].

Motiva. 2007. Kuluttajat. Kodin energiankulutus. Vedenkulutus. <http://www.motiva.fi/fi/kuluttajat/asuminen/kodinenergiankulutus/vedenkulutus.html>. Päivitetty 4.5.2007. [Viitattu 22.2.2008].

Myllymaa, T., Tohka, A., Dahlbo, H. & Tenhunen, J. 2006. Ympäristönäkökulmat jätteen hyödyntämisessä energiana ja materiaalina. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016. Taustaselvitys osa III. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 12/2006. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.

Mäkelä, K. 2001-2006. LIPASTO. VTT. <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloautotkeskimaarin.htm>. Päivitetty 25.5.2001-31.5.2006. [Viitattu 2.11.2007].

Mäkelä, K. Laurikko, J. & Kanner, H. 2006. Suomen tieliikenteen päästöt. LIISA 2005 laskentajärjestelmä. Tutkimusraportti. VTT. Espoo.

Nummela, H. 2007. Vesi- ja jätevesilaskutus. Forssan vesihuoltolaitos. Henkilökohtaiset tiedonannot. 4.10.2007-8.1.2008.

Ollila, P. 2007-2008. Asiakassihteeri. Vesi- ja jätevesilaskutus. Kouvolan Vesi. Henkilökohtaiset tiedonannot 5.10.2007-9.1.2008.

Pesonen, I., Voutilainen, P., Seppälä, A. & Kurppa, S. 2003. Elinkaariarvioinnin ja elinkaarikustannuslaskennan soveltaminen maaseudun pienyrityksiin. MTT:n selvityksiä 51. MTT. Jokioinen.

Pipatti, R., Hänninen, K., Vesterinen, R., Wihersaari, M. & Savolainen, I. 1996. Jätteiden käsittelyvaihtoehtojen vaikutus kasvihuonekaasuihin. VTT:n julkaisuja 811. VTT. Espoo.

Pipatti, R., Tuhkanen, S., Mäkiä, P. & Pietilä, R. 2000. Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt sekä päästöjen vähentämisen mahdollisuudet ja kustannustehokkuus. VTT Julkaisuja 841. VTT. Espoo.

Ranki, R., Keitaanranta, J. & Tenhunen, J. 1998. Ekotehokkuus ja factor -ajattelu. Ekotehokkuustyöryhmä. Työryhmä ja toimikuntaraportteja 1/1998. Kauppa- ja teollisuusministeriö. Edita. Helsinki.

Rissa, K. 2001. Ekotehokkuus – enemmän vähemmästä. Ympäristöministeriö. Edita. Helsinki.

Ruuth, K. 2007. Toimitusjohtaja. K. Ruuth Oy. Henkilökohtainen tiedonanto 24.9.2007.

Schmidt-Bleek, F. 2000. Luonnon uusi laskuoppi: ekotehokkuuden mittari MIPS. Gaudeamus. Helsinki.

Suomen Hippos ry. 2006. Kilpailutulokset 2006. Suomen Hippos ry. <http://www.hippos.fi/hippos/tulokset/t2006.php> [Viitattu 26.11.2007].

Suomen Hippos ry. 2007. Kilpailutulokset 2007. Suomen Hippos ry. <http://www.hippos.fi/hippos/tulokset/> [Viitattu 26.11.2007].

Suomen ympäristökeskus. 2005. Päästötietojen tuottamismenetelmät, energiantuotanto. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. [www-dokumentti. http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=46599&lan=fi](http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=46599&lan=fi). [Viitattu 30.11.2007].

Suomen ympäristökeskus. 2008. Ympäristön tila. Vesistöjen kuormitus. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1371&lan=fi>. Päivitetty 11.1.2008. [Viitattu 22.2.2008].

Tilastokeskus. 2006a. Käsitteet ja määritelmät aakkosjärjestyksessä. http://www.stat.fi/meta/kas/henkilo_km.html. Päivitetty 21.6.2006. [Viitattu 24.10.2007].

Tilastokeskus. 2006b. Polttoaineluokitus. http://tilastokeskus.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html. Päivitetty 3.4.2006. [Viitattu 14.12.2007].

Tilastokeskus. 2007. Kasvihuonekaasuinventaario. Vuoden 2005 päästötiedot (Vuoden 2007 virallinen lähetys Ilmastopimukselle). Table 4b(a). Sectorial Backroud Data for Agriculture. CH4 Emissions from Manure Management. http://tilastokeskus.fi/tup/khkinv/khkaasut_table4ba.pdf. Päivitetty 27.6.2007. [Viitattu 14.1.2007].

Tuhkanen, S. 2002. Jätehuollon merkitys Suomen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä. Kaatopaikkojen metaanipäästöt ja niiden talteenotto. VTT Tiedotteita 2142. VTT. Espoo.

Vapo Oy. 2006. Ympäristö- ja yhteiskuntavastuuraportti. [www-dokumentti. http://www.vapo.fi/filebank/3159-vapo_yhteiskuntavastuuraportti_2006.pdf](http://www.vapo.fi/filebank/3159-vapo_yhteiskuntavastuuraportti_2006.pdf). [Viitattu 23.11.2007].

Viljavuuspalvelu Oy. 2008. Tilastot. Lantatilastot 2000-2004. http://www.viljavuuspalvelu.fi/user_files/files/kotielain/lanta_tilastot.pdf. [Viitattu 21.1.2008].

Virtanen, H, Pesonen, I, Rantala, M & Jansson, H. 2006. Forssan Kuninkuusravit 2006. Ympäristö-, turvallisuus- ja hevosen hyvinvointiohjelma. Loppuraportti.

Vuori-Vanhala, S. 2007. Myyntineuvottelija. KSS Energia Oy. Henkilökohtaiset tiedonannot. 2.10.2007-24.10.2007.

Ympäristöministeriö. 2003. Hevostallien ympäristönsuojeluohje 4.11.2003. Ympäristöministeriön moniste 121. Ympäristöministeriö. Helsinki.



EcoTRIM



KYSELY KUNINKUUSRAVIEN YLEISÖLLE 2006

Liikenne

Millä liikennevälineellä olette tulleet raveihin?

- a) henkilöauto
- b) bussi (julkinen liikenne)
- c) tilausbussi
- d) polkupyörä
- e) kävellen
- f) juna + bussi tai muu yhdistelmä
- g) muu, mikä? _____

Miten kaukaa olette tulleet? _____ (paikkakunta tai matkan pituus, km)

Jos tulitte henkilöautolla, montako henkeä autossa oli? _____

Jos yhdistitte eri kulkuneuvoja (esim. juna + bussi), miten kilometrit jakautuivat niiden kesken?

Yleisilme ja ympäristö

Mitä mieltä olette jätteen lajittelusta Kuninkuusraveissa 2006?

- a) Hieno asia ja olisi hyvä olla kaikissa tapahtumissa
- b) Tarpeellinen, mutta ei toimiva
- c) Ei tarpeellinen

Millainen mielikuva teille jäi vuoden 2006 Kuninkuusraveista? (voitte ympyröidä useamman vaihtoehdon)

- a) Tapahtumapaikka oli siisti ja puhtaanapitoon oltiin kiinnitetty huomiota
- b) Alueella oli selkeät opasteet ja eri paikat oli helposti löydettävissä
- c) Henkilökunta oli ystävällistä ja avuliasta
- d) Alue oli epäsiisti
- e) Alue oli sekava ja opasteet puuttuivat
- f) Henkilökunta oli epäystävällistä

Ympäristöhallinta

Millä ympäristöhallinnan osa-alueella ovat tällä hetkellä tallinne/yrityksenne suurimmat kehittämistarpeet?

- a) Jätevesien käsittely
- b) Jätehuolto
- c) Lannan käsittely
- d) Hevosten loppusijoitus
- e) Muu, mikä _____

Pidättekö tarpeellisena järjestää edellä mainituista aiheista...

- a) Seminaareja mistä aiheesta _____
- b) Koulutusta mistä aiheesta _____
- c) Muuta tiedotusta mitä _____

Onko suunnitelmissanne kehittää edellä mainittuja osa-alueita tallillanne/yrityksessänne?

- a) Kyllä
- b) Ei

Jos, niin mitä osa-aluetta? _____

Haluatteko, että otamme edellä mainittujen osa-alueiden kehittämiseen liittyen teihin yhteyttä?

- a) Kyllä
- b) Ei

Kiitos vastauksistanne! Vastanneiden kesken arvotaan neljä hevosen ensiapupakettia. Voittaneille ilmoitamme henkilökohtaisesti.

Nimi: _____

Lähiosoite: _____

Postiosoite: _____

Puhelinnumero: _____

Sähköposti: _____

LIIKENTEEN PÄÄSTÖJEN LASKENNASSA KÄYTETYT KERTOIMET

Liikenneväline		CO	HC	NO _x	PM	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	CO ₂	Kulutus g/hkm
Henkilöauto	Bensa	2,28	0,29	0,41	0,0069	0,014	0,0097	0,00050	57,9	18,6
	Diesel	0,13	0,034	0,27	0,062	0,00069	0,0048	0,0038	49,0	15,5
Taksi	Bensa	0,76	0,10	0,14	0,0023	0,0048	0,0032	0,00017	19,3	6,2
	Diesel	0,044	0,011	0,089	0,021	0,00023	0,0016	0,0013	16,3	5,2
Linja-auto	12 matkustajaa täysi	0,060	0,045	0,61	0,073	0,0035	0,0068	0,00038	50,0	16,0
		0,013	0,0086	0,14	0,037	0,00029	0,00057	0,000079	11,0	3,00
Moottoripyörä		16,3	2,0	0,20	0,016	0,16	0,0017	0,000092	88,8	28,3
Pakettiauto	tyhjä	0,16	0,039	0,39	0,086	0,00075	0,0029	0,00059	78,6	25,0
Kuorma-auto	50 % kuorma	0,38	0,20	1,24	0,13	0,010	0,015	0,0	158,9	50,5
Juna	diesel	0,21	0,074	1,4	0,035			0,035	68,0	21,0
	sähkö	0,013	0,0025	0,042	0,0040			0,026	16,0	0,23

Lähde: Mäkelä 2001-2006.

LANNAN PÄÄSTÖJEN LASKENNASSA KÄYTETYT KERTOIMET

	Aika alueella, h	N		P* kg/m ³	N _{ex} N/eläin/h	MS		F _{gas}		EF ₁ kg CH ₄ /eläin/h	VS kg ka/eläin/h *	B _o m ₃ CH ₄ /kg VS **	MCF		EF ₃ kg N ₂ O/kg eritettyä N		EF ₄
		Fors sa	Kouvola			Kuivalantala	Maasto (PRP)	Kuivalantala	Maasto (PRP)				Kuivalantala	Maasto (PRP)	Kuivalantala	Maasto (PRP)	
Hevonen:		282	312	0,5	0,0060			0,12	0,20	0,0021	0,072	0,33	0,015	0,04	0,005	0,01	0,01
Poni:		59	65		0,0022												
Yöpyneet:	19	8	20			0,96	0,04										
Muut:	3					0,78	0,22										

*Viljavuuspalvelu Oy 2008.

**Tilastokeskus 2007.