



Tilastokeskus
Statistikcentralen
Statistics Finland



Kansantalouden ainevirtatilinpito

*Laskentamenetelmät ja käsitteet
Suomen ainetaseet 1999*

Ilmo Mäenpää

Kansantalouden ainevirtatilinpito

*Laskentamenetelmät ja käsitteet
Suomen ainetaseet 1999*

Ilmo Mäenpää

Tiedustelut – Förfrågningar – Inquiries

*Ilmo Mäenpää
Thule-instituutti, Oulun yliopisto
ilmo.maenpaa@oulu.fi*

*Jukka Muukkonen
09-1734 3224
jukka.muukkonen@tilastokeskus.fi*

*Simo Vahvelainen
09-1734 3457
simo.vahvelainen@tilastokeskus.fi*

*Kansikuva – Pämbild – Cover photograph: Maija Vahvelainen
Kannen suunnittelu – pärmplanering – cover design: Irene Matis
Taitto – ombrytning – layout: Tuula Kyllönen*

*© 2005 Tilastokeskus ja kirjoittaja
Statistikcentralen och författare
Statistics Finland and author*

*Tietoja lainattaessa lähteenä on mainittava Tilastokeskus ja Thule-instituutti.
Uppgifterna får lånas med uppgivande av Statistikcentralen och Thule-institutet som källa.
Quoting is encouraged provided Statistics Finland and Thule Institute is acknowledged as the source.*

ISBN 952-467-486-6

Edita Prima Oy, Helsinki – Helsingfors 2005

Alkusanat

Tilastokeskus julkaisee tämän teoksen tietoisena tilastotiedon tarpeen uusista suunnista, joista vahvimpia ovat ympäristön ja talouden vuorovaikutuksen materiapohjan kuvaamisen vaateet. Ainevirtatilinpito vastaa tähän haasteeseen erinomaisella tavalla.

Tämä julkaisu on samalla oivallinen osoitus tutkimuslaitosten ja eri viranomaisten yhteistyön tuloksellisuudesta ja myös esimerkki siitä, miten tietovarantojen monipuolisuus liitettynä järjestelmälliseen kuvausmenetelmään tuottaa aivan uudenlaista ja suurenmoista tietoa yhteiskunnasta.

Kansantalouden ainevirtatilinpidon saatavuuden merkittävyttä on korostanut muun muassa OECD ja sen käytännöllisen laatimisen välineitä on kehitetty erityisesti

YK:ssa, Eurostatissa ja eräissä tutkimuslaitoksissa kuten Wuppertal- ja Thule-instituutissa. Myös Tilastokeskus on osallistunut kehitystyöhön.

Tämä teos ei päästä lukijaansa helpolla kuten ei mikään uusi ja palkitseva. Julkaisu johdattaa oppikirjamaisella tarkkuudella kansantalouden ainevirtatilinpidon ymmärtämiseen ja laadintaan. Itse tilinpito on esitetty taseina Suomen vuoden 1999 aineistosta.

Tilastokeskus kiittää kaikkia työhön osallistuneita organisaatioita ja ihmisiä sekä erityisesti Thule-instituuttia ja julkaisun tekijää, dosentti, erikoistutkija Ilmo Mäenpää.

Helsingissä lokakuussa 2005

Kaija Hovi
Tilastojohtaja

Kansantalouden ainevirtatilinpito ja siinä käytetyt menetelmät ovat kehittyneet usean hankkeen työn tuloksena.

Vuonna 2000 Thule-instituutissa tehtiin alustava Suomen vuoden 1995 fyysinen panos-tuotostaulukko ympäristöministeriön Ympäristöklusterin tutkimusohjelman rahoituksen tuella. Vuonna 2001 Maa- ja metsätalousministeriön rahoittamassa Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen ja Thule-instituutin yhteishankkeessa *Maatalouden materiaalivirrat ja ekotehokkuus* kehitettiin maatalouden ja ihmisen biologisen aineenvaihdunnan ainevirtatilinpidon menetelmät. Vuonna 2002 Eurostatin rahoittamassa Tilastokeskuksen ja Thule-instituutin yhteishankkeessa liitettiin jätetilastojen tiedot panos-tuotostaulukkoon ja samalla koko tilinpito siirrettiin vuoteen 1999.

Tähän työhön, jossa fyysiset panos-tuotostaulukot on viimeistely ja samalla työn viitekehys laajennettu talouden yleiseksi ainevirtatilinpidoksi, Thule-instituutti sai rahoituksen vuodelle 2003 Euroopan komission DG Environment ja DG Eurostat -rahoitusohjelmista.

Ainevirtatilinpidon kehittämisen ja kokoamistyö on tehty pääosin Thule-instituutissa. Työ on kuitenkin tehty kiinteässä yhteydessä Tilastokeskukseen, josta on saatu valtaosa kokoamistyön edellyttämää hyvinkin yksityiskohtaista tilastotietoa, ja keskustelut dataan sisältyvistä ongelmista ovat myös olleet tärkeitä.

Työn viimevaiheissa tutkimusapuna on toiminut DI Tiina Härmä. Hän on mm. selvittänyt kemian teollisuuden ainetaseita ja muokannut tuonnin välillisten ainepanosten dataa.

Ilmo Mäenpää
Thule-Instituutti, Oulun yliopisto

Sisällys

Alkusanat	3
Sisällys	4
1 Johdanto	5
2 Ainevirtatilinpidon rakenne	7
2.1 Tilinpidon systeemirajat	7
2.2 Talouden päätoiminnot ja ainevirrat	9
2.3 Mittayksiköt	12
2.4 Luokitukset	14
2.5 Tarjonta- ja käyttötaulukot sekä panos-tuotostaulukko	15
2.6 Ainevirtatilinpidon ongelmakohtia: näkymättömät ainevirrat	20
2.7 Yleinen tasapainotus	24
3 Tulosten analyysi	25
3.1 Ainevirtojen kokonaiskuva	25
3.2 Materiaalipanoksen ja luonnonvarojen käyttö	29
3.3 Jätevirrat	31
3.4 Polton ainevirrat sekä energiankulutus	34
3.5 Päästöt ilmaan	40
3.6 Kotitalouksien kulutus	42
3.7 Pääomanmuodostus	43
3.8 Tilinpidon systeemirajojen muutoksen vaikutukset	44
4 Ainevirroista talouden ympäristökuormitukseen	46
4.1 Talouden ja ympäristökuormituksen mittaluvut	46
4.2 Toimialojen ympäristökuormitus	50
4.3 Tuotteiden ympäristökuormitus	60
4.4 Suomen talouden ympäristökuormitusten kokonaistaseet	73
Kirjallisuus	78
Taulukot Tarjonta-, käyttö- ja panos-tuotostaulukot	79
Liite 1 Luokituksia	115
Liite 2 Keskeiset tietolähteet	121
Liite 3 Laskentamenetelmät	126

I Johdanto

Ainevirtatilinpito kuvaa aineiden virtaa luonnosta talouteen, talouden sisällä, talouden ja ulkomaiden talouksien välillä sekä taloudesta takaisin luontoon systemaattiseksi kokonaisuudeksi järjestettynä. Ainevirrat ovat se perusta, johon talouden lähes kaikki ympäristövaikutukset kiteytyvät: luonnonvarojen käyttöönotto ja sen yhteydessä tapahtuva luonnon kokonaisuunto, vapaiden ympäristöresurssien, ilman ja veden, hyödyntäminen, jätteet, päästöt ilmaan ja päästöt vesiin. Ulkomaanvaihdon – tuonnin ja viennin – välityksellä talous kytkeytyy globaalitalouteen ja -ympäristöön. Aineen häviämättömyyden periaatteen mukaisesti kaikki nämä ainevirrat voidaan koota yhtenäiseen, umpeutuvaan kokonaiskuvaukseen: kaikki on saman virran eri puolia.

Kun ainevirtatilinpito rakennetaan samojen rajausten, luokitusten ja kuvausrakenteiden mukaisesti kuin kansantalouden tilinpito, ympäristövaikutukset saadaan kytettyä talouden toimintoihin.

Ainevirrat, niin kuin mitkään yksittäiset mittajärjestelmät, eivät kuitenkaan kerro kaikkia ympäristövaikutuksia: metsätalouden vaikutus metsäluonnon monimuotoisuuteen ei riipu vain puun hakkuumääristä vaan myös tavasta, jolla hakkuut tehdään; kilolla eri päästöjä ilmaan on erilaiset ilmakehävaikutukset; ympäristölle erittäin myrkylliset ainejakeet saattavat kätkeytyä hyvinkin pieniin ainevirtoihin. Laadullisten vaikutusten arviointi voi kohdistua kuitenkin vain verraten pieneen erillisilmiöön kerrallaan. Kun laadullista arviointia halutaan laajentaa suurempia kokonaisuuksia kattavaksi, menetelmänä on useimmiten kytkää laadullinen vaikutus ominaiskertomella johonkin mitattavissa olevaan suureeseen. Ainevirtojen massat ovat juuri tällainen laaja-alaisesti ja yhtenäisesti mitattavissa oleva suure. Siten ainevirtatilinpito tarjoaa tukevan alustan yleistävien laadullisten arviointien tekemiseen. Asia voidaan ilmaista näinkin: yleistävät laadulliset arviot ovat ai-

nevirtatilinpidon yksi sovellusalue, kunhan itse ainevirtatilinpito on ensin saatu kuntoon.

Ympäristöpolitiikkaa on kritisoitu sirpaleisuudesta, fragmentoituneisuudesta, että siinä nähdään ja tartutaan yksittäisiin erillisongelmiin toisistaan irrallaan kykenemättä näkemään laajempia kokonaisuuksia, joiden puitteissa toisiinsa kytkeytyneet erillisongelmat voitaisiin ratkaista tehokkaammin. Tähän liittyy myös pyrkimys siirtyä ympäristöpolitiikassa yksityiskohtiin puuttuvasta komentopolitiikasta laajempiin taloudellisiin ja muihin yleisiin ohjauskeinoihin.

Ympäristöpolitiikka on kytköksissä siihen tietopohjaan, jonka perusteella tavoitteet ja toimenpiteet suunnitellaan. Sirpaleista ympäristöpolitiikkaa vastaavat sirpaleiset ympäristötilastot, joissa ympäristön tilaa ja ympäristökuormitusta kuvataan toisistaan irrallisina, yhteismitattomina osina, joissa myös ihmisen toiminta on usein jaoteltu toisistaan poikkeavalla tavalla.

Ainevirtatilinpito on kokonaisvaltaisen ympäristöpolitiikan edellyttämä kokonaisvaltainen tietopohja, jossa talouden ympäristökuormituksen eri osa-alueet on kuvattu yhteismitallisesti, kytkeytyneenä ihmisen ja talouden toiminnan yhtenäisiin jaotuksiin.

Myös ympäristövaikutusten kytkemisessä monitoimialaisiin kokonaistaloudellisiin simulointimalleihin talouden tilinpidon rakenteiden kanssa yhdenmukaisesti rakennetut ympäristövaikutusten perusvirrat ovat ensiarvoisia.

Tämän työn lähtökohtina olivat Saksan ja Tanskan vuoden 1990 fyysiset panos-tuotostaulukot (Stahmer ym. 1998, Pedersen 1999). Ainevirtatilinpidon nykyhetken tärkein yleiskehikko on kuitenkin esitetty laajan kansainvälisen asiantuntijatyöryhmän työn tuloksena syntyneen ja kansainvälisten järjestöjen, kuten YK:n, Euroopan Komission ja OECD:n hyväksymän kansantalouden tilinpidon sarjaan kuuluvan käsikirjan *Integ-*

rated Environmental and Economic Accounting 2003 (UN et.al. 2003) luvussa 3, *Physical flow accounts*. Käsikirjasta käytetään myös lyhennettä SEEA 2003 tai pelkästään SEEA.

Siten tässä työssä on siirrytty SEEA:n yleisempään kehikkoon. SEEA on luonteeltaan kuitenkin pikemminkin suositus periaatteista, miten talouden tilinpitoon integroitua ympäristötilinpitoa tulisi kehittää, kuin käytännössä toteutetuista tilinpidosta saadun kokemuksen pohjalta tehty lopullinen yhtenäisohjeisto, jonka tason kansantalouden tilinpito on saavuttanut.

Suomen ainevirtatilinpidossa, vaikka se noudattaakin päärakenteissaan SEEA:n suosituksia, on tehty joitakin siitä poikkeavia käytännön muunnoksia. Vaikutteet näihin muutoksiin on saatu materiaalivirtatilinpidon (MFA) kokemusten piiristä, jotka on koottu Euroopan komission MFA käsikirjaan (EC 2001).

Myös ainevirtatilinpidon integrointi Suomen kansantalouden tilinpitoon (SKT) on merkinnyt, että SKT:n mukaisia ratkaisuja, joita on erityisesti metsätalouden tilinpitoraja, on noudatettu silloin, kun ne poikkeavat yleisistä kansainvälisistä suosituksista.

Raportin rakenne on seuraava.

Luvussa 2 esitetään ainevirtatilinpidon keskeinen sisältö, käytetyt käsitteet ja mitaustavat sekä ainevirtatilinpidon laadinnassa noudatettujen menetelmien yleispiirteet.

Luvussa 3 eritellään ainevirtatilinpidon tuloksia.

Luvussa 4 ainevirtatilinpidosta johdetaan talouden keskeisiä ympäristökuormituksen mittalukuja ja niitä analysoidaan yhdistettynä kansantalouden tilinpidon rahamittaisiin suureisiin. Luvussa 4 siirrytään siten alueelle, jota SEEA 2003 käsittelee luvussa 4 nimellä hybridivirtatilinpito (Hybrid flow accounts). EU:n piirissä talouden fyysismittaisten ympäristökuormitusten yhdistäminen kansantalouden tilinpitoon tunnetaan myös nimellä NAMEA (National Accounting Matrix with Environmental Accounts). Ainevirtatilinpitoa voidaankin siten pitää perustilinpitona, kokonaiskuvauksena, josta talouden ympäristökuormituksen mittalukuja voidaan poimia esiin.

Ainevirtatilinpidon keskeiset yleiset vuoden 1999 taulukot on koottu tekstiosan jälkeen Taulukot osioksi.

Esitystaulukoissa käytetyt luokitukset käyvät ilmi liitteessä 1. Liitteessä 2 esitetään ainevirtatilinpidossa käytetyt keskeiset tietolähteet ja liitteessä 3 käytetyt laskennalliset menetelmät yksityiskohtaisemmin.

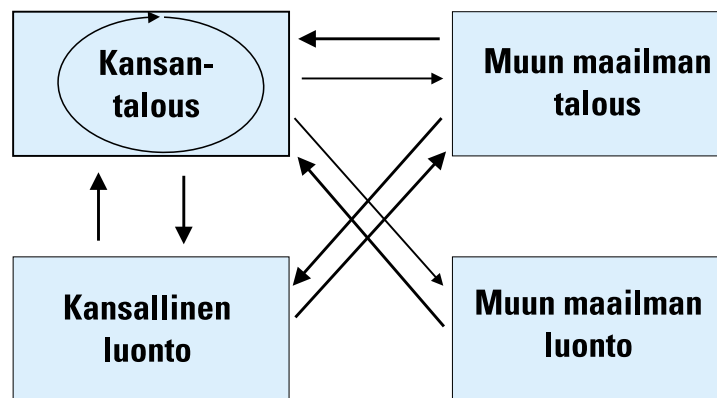
2 Ainevirtatilinpidon rakenne

2.1 Tilinpidon systeemirajat

Ainevirtatilinpidon kuvauksen keskiössä on yhden maan kansantalous. Kansantalouden sisäisten ainevirtojen lisäksi tärkeitä ovat ainevirrat kansantalouden ja luonnon sekä

kansantalouden ja muiden maiden talouksien välillä. Luonto on edelleen syytä jakaa kansalliseen luontoon ja muun maailman luontoon. Osasysteemit ja niiden väliset ainevirrat on esitetty kuviossa 2.1.

Kuvio 2.1. Maailman ositus ainevirtatilinpidossa



Kansantalous ottaa luonnonvaroja, vettä ja ilmaa kansallisesta luonnosta sekä tuotteita muun maailman talouksista, jalostaa ja käyttää niitä sekä vie tuotteita muun maailman talouksille. Omaan kansalliseen luontoon palautuu päästöjen ainevirta. Kansainvälisen liikenteen polttoainepäästöjen sekä päästöjen kaukokulkeumien vuoksi kansantaloudesta koituu suoria ainevirtoja muun maailman luontoon ja toisaalta muun maailman taloudesta kansalliseen luontoon.

Kansallisen ainevirtatilinpidon ulkopuolelle jäävät kansallisen luonnon ja muun maailman luonnon sekä muun maailman talouden ja muun maailman luonnon väliset virrat. Kuitenkin analyyttisellä tasolla tarkasteluun voidaan liittää arvio siitä, mitkä

ovat kansantalouden ja muun maailman talouksien aineenvaihdon kautta välittyvä kansantalouden välillinen kokonaisvaikutus muun maailman luonnon ainevirtoihin.

Kansantalouden täsmällisessä rajauksessa suhteessa muun maailman talouksiin sekä luontoon noudatetaan kansantalouden tilinpidon rajauksia. Erityisen tärkeää on kansantalouden ja kansallisen luonnon määrittelyero suhteessa muuhun maailmaan. Kansallinen luonto voidaan määrittellä maantieteellisesti kansallisvaltion rajojen sisään jääväksi alueeksi merialueineen ja ilmatiloineen. Kansantalouden tilinpidossa sen sijaan kansantalouteen sisältyväksi luetaan valtion aluetta kotipaikkanaan pitävien talousyksiköiden – yritysten, laitosten ja koti-

talouksien – taloudellista toimintaa riippumatta siitä, tapahtuuko se maan rajojen sisä- vai ulkopuolella. Tätä rajaustapaa voisimme kutsua toiminnalliseksi rajaukseksi maantieteellisen rajauksen sijasta.

Kansantalouden toiminnallisessa rajauksessa tärkeimmät maantieteelliset rajat ylittävät toiminnot ovat ulkomaanliikenne ja matkailu. Siten kansallisten laiva- ja lentoyhtiöiden tuotokseen sisältyvät myös niiden tuottamat kuljetuspalvelut ulkomailla ja niiden panoksiin polttoaineostot ulkomailla. Ulkomailla tuotetut kuljetuspalvelut kirjataan kansantalouden vientiin ja ulkomaiset polttoaineostot tuontiin. Samoin ulkomaisten kuljetusyritysten polttoaineostot Suomessa kirjataan Suomen vientiin. Ulkomais-

ten matkailijoiden kulutusmenot Suomessa kirjataan matkailupalvelusten vienniksi ja suomalaisten matkailijoiden menot ulkomailla tuonniksi.

Ympäristötilastoissa yleensä lähtökohtana on kansalliset maantieteelliset rajat ja usein lisäksi niin, että kansainvälinen liikenne on joko rajattu pois tai sisällytetty sekä kotimaisten että ulkomaisten kuljetusyritysten toiminta maan rajojen sisällä.

Kuvion 2.1 nuolet kansantalouden ja muun maailman luonnon sekä muun maailman talouden ja kansallisen luonnon välillä ovat tärkeitä juuri täsmennettäessä yhteydet kahden rajaustavan välillä. Esimerkiksi päästöjen osalta joudutaan seuraavaan muuntosarjaan:

Suomen kansantalouden päästöt	
–	Suomen kansainvälisen liikenteen päästöt ulkomailla
+	ulkomaisten kulkuvälineiden päästöt Suomessa
–	Suomen päästöjen kaukokulkeumat ulkomaille
+	ulkomaiden päästöjen kaukokulkeumat Suomeen
= Päästöt Suomen luontoon	

Myös talouden ja luonnon välisen rajauksen täsmentämisessä lähtökohtana on kansantalouden tilinpidon rajaukset. Erityisiä ongelmakohtia ovat luontoon välittömässä kosketuksessa olevien alkutuotannon toimintojen, ihmisen elintoimintojen sekä kaatopaikkojen sijoittaminen rajauksessa.

Maanviljely peltomaan muokkauksineen ja viljelykasvien kasvuineen sisällytetään kokonaan talouden sisään. Siten maatalouden keskeisiä ainevirtoja luonnosta ovat viljelykasvien sitoma hiilidioksidi ja vesi. Euroopan yhteisön yleisten tilinpitousositusten mukaan myös talousmetsät kokonaisuudessaan tulisi sisällyttää talouden piiriin, jolloin metsien puuvarannon kasvu on metsätalouden pääasiallinen tuotos. Suomen kansantalouden tilinpidossa metsät on rajattu luontoon kuuluvaksi siten, että metsistä

korjattu raakapuu muodostaa metsätalouden pääasiallisen tuotoksen. Suomen ainevirtatilinpidossa noudatetaan Suomen kansantalouden tilinpidon käsitettä ja siten korjattu raakapuu kirjataan panoksena luonnosta talouteen. Ihminen elintoimintoineen luetaan kokonaisuudessaan talouden sisään. Siten ihmisen aineenvaihdunnan sitoma happi sisällytetään ainevirraksi luonnosta kotitalouksille ja vapautuva hiilidioksidi ainevirraksi kotitalouksista luontoon. Myös kaatopaikat luetaan talouden sisään. Siten jätteiden kertymä kaatopaikoille on talouden varantojen kasvua. Kaatopaikkojen orgaanisten jätteiden palamisen vapauttama metaani ja hiilidioksidi ovat kaatopaikkavarantojen poistumaa ja ainevirta taloudesta luontoon.

2.2 Talouden päätoiminnot ja ainevirrat

Kansantalouden tilinpidon mukaiset talouden päätoiminnot on esitetty taulukossa 2.1. Kaikkein ylimpänä on neljä kategoriala: tuotanto, kulutus, pääomanmuodostus ja ulkomaat.

Ainevirtatilinpidossa on luokitteluun syytä tehdä joitakin muutoksia, jotka kuitenkin eivät riko yhteensopivuutta kansantalouden tilinpitoon. Seuraavassa muunnokset käydään läpi päätoiminnoittain.

Tuotantotoiminta jaetaan toimialoihin, jotka edelleen voidaan koota kolmeen pääryhmään: alkutuotanto, jalostus ja palvelut. Kansantalouden tilinpidossa on tullut tavaksi sisällyttää mineraalien kaivu jalostukseen alkutuotannon sijasta. Menettely poikkeaa perinteisestä yhteiskuntatieteellisestä jaotuksesta ja rikkoo alkutuotannon käsitteen merkityksen luonnonvarojen käyttöönoton ensivaiheena. Ainevirtatilinpidossa mineraalien kaivun asema tulee erityisen silmiinpistäväksi ja siten jatkossa mineraalien kaivun toimiala siirretään alkutuotannon käsitteen alle.

Palvelutoimialojen tuotos on yleensä aineetonta eikä siten näy ainevirtatilinpidossa. On kuitenkin kaksi merkittävää poikkeusta. Ravitsemis- ja majoitustoiminnan toimialalla aterioiden ja juomien tarjoilu sisältää tarjoilupalvelun lisäksi itse aterioiden ja juomien aineellisen sisällön. Ympäristöhuollon pääasiallisina taloudellisina tuotoksina ovat jätteiden käsittelypalvelut. Ainevirtatilinpidossa tämän palvelutuotoksen vastineena on suuri jätevirta toimialan panospuolella.

Kulutus jakautuu kotitalouksien kulutusmenoihin, yksityisten voittoa tavoittelemattomien (yvt) yhteisöjen kulutusmenoihin ja julkisiin kulutusmenoihin. Yvt-yhteisöjen ja julkisyhteisöjen varsinainen reaalin toiminta sijoittuu kuitenkin tuotantotoiminnan palvelutoimialoille ja niiden kulutusmenot muodostuvat vain aineettomista budjettimenoista. Siten ainevirtatilinpidosta nämä erät voidaan jättää kokonaan pois ja kulutukseen jää vain kotitalouksien kulutusmenot. Koska ainevirtatilinpidossa aineellisten varantojen muodostus on tärkeää, kotitalouksien kulutus jaetaan lyhytikäisiin ja kestäviin kulutustavaroihin.

Taulukko 2.1. Talouden päätoiminnot kansantalouden tilinpidossa

1.	Tuotanto – alkutuotanto (maa-, metsä- ja kalatalous) – jalostus (mineraalien kaivu, teollisuus, energiahuolto, rakentaminen) – palvelut (yksityiset ja julkiset palvelut)
2.	Kulutus – kotitalouksien kulutusmenot – yksityisten voittoa tavoittelemattomien yhteisöjen kulutusmenot – julkiset kulutusmenot
3.	Pääomanmuodostus – kiinteä pääoman bruttomuodostus – varastojen muutokset
4.	Ulkomaat – vienti – tuonti

Pääomanmuodostus koostuu kiinteään pääoman muodostuksesta eli tuotannollisista investoinneista (talonrakennukset, maa- ja vesirakennukset, koneet ja laitteet, kuljetusvälineet) sekä tuotevarastojen muutoksista. Ainevirtatilinpidossa loppujätteiden kaatopaikkakertymät ovat pääomanmuodostuksen lisälaji, jolle on syytä varata erillinen paikkansa.

Ulkomaiden toiminto-osio kansantalouden tilinpidossa sisältää tavaroiden ja palve-

lusten viennin ja tuonnin. Ainevirtatilinpidossa näistä erillisenä toimintona on syytä varata toiminto kansainväliset siirrot kansainvälisen liikenteen päästöjä ja kaukokulkeumia varten.

Ainevirtatilinpidon talouden muokatut päätoiminnot on esitetty taulukossa 2.2.

SEEA jaottelee ainevirrat neljään pääryhmään taulukon 2.3 mukaisesti.

Taulukko 2.2. Talouden päätoiminnot ainevirtatilinpidossa

1.	Tuotanto – alkutuotanto (maa-, metsä- ja kalatalous; mineraalien kaivu) – jalostus (teollisuus, energiahuolto, rakentaminen) – palvelut (yksityiset ja julkiset palvelut)
2.	Kulutus – kotitaloudet, lyhytikäiset kulutustavarat – kotitaloudet, kestävät kulutustavarat
3.	Pääomanmuodostus – kiinteää pääoman muodostus – varastojen muutokset – kaatopaikkakertymät
4.	Ulkomaat – vienti – tuonti – kansainväliset siirrot

Taulukko 2.3. Ainevirtojen pääryhmät SEEA:n mukaan

Luonnosta talouteen – luonnonvarat (natural resources) – ekosysteemipanokset (ecosystem inputs)
Talouden tuottamat – tuotteet (products) – jäämät (residuals)

Luonnonvarat ovat niitä mineraalisia tai biottisia aineita, joita talous ottaa luonnosta käyttöönsä. Ekosysteemipanokset ovat ilman ainesosat ja vesi, jotka ovat useimmiten suoraan ympäriltä saatavissa vaivatta – tosin enemmän tai vähemmän puhtaassa muodossa.

Tuotteet ovat talouden tuotantotoiminnan tuottamia aineita ja esineitä, joilla on taloudellista arvoa ja vaihdantaa talouksien sisällä ja talouksien välillä. Jäämät ovat tuotannon tai kulutuksen ainejäännöksiä, joilla ei ole taloudellista arvoa. Jäämiä ovat kiinteät (loppu)jätteet, päästöt ilmaan ja päästöt vesiin. Jäämät päätyvät pääasiassa joko kaatopaikoille tai luontoon. Jätteiden käsittely palauttaa tosin osan loppujätteistä talouden tuotevirtaan.

SEEA:n jaottelun neljä pääryhmää jaotellaan tässä työssä edelleen hieman yksityiskohtaisemmin kahdeksaan pääryhmään niiden analyttisen erilaisuuden vuoksi taulukossa 2.4. esitetyllä tavalla. Lisäjaottelussa on käytetty hyväksi mm. materiaalivirtatilinpidoissa (MFA) saatuja kokemuksia (European Commission 2001).

Taulukko 2.4.
Ainevirtojen pääryhmät tässä työssä

Luonnosta luontoon
– korjuutähteet (unused extraction)
Luonnosta talouteen
– raaka-aineet (raw materials)
– ilma (air)
– vesi (water)
Talouden tuottamat talouteen
– tuotteet (products)
– loppujätteet (residuals)
– varantojen nettokertymä (net accumulation)
Taloudesta luontoon
– päästöt ilmaan (emissions into air)
– vesihöyry (water vapour)
– päästöt vesiin (discharges into water)
– hajakäyttö (dissipative use)
– tuonnin välilliset panokset (indirect inputs of imports)

SEEA:n luonnonvarat ryhmä on jaettu MFA:n käytänteen mukaisesti korjuutähteisiin ja raaka-aineisiin. Korjuutähteitä ovat metsätalouden hakkuutähteet, kaivannais-toiminnan poistomaa ja sivukivi sekä rakennustoiminnan maansiirtojen ylijäämämaa. Tunnusomaista näille on, että ne ovat taloudellisen toiminnan raaka-aineiden käyttöönoton yhteydessä aikaansaamaa luonnonainesten liikuttelua, muuntoa ja murskausta, mutta niitä ei oteta panoksina talouden sisään, vaan ne jätetään sellaisenaan luontoon. Siten talouden ainetaseissa niiden mukaanotto ei ole välttämätöntä. Kuitenkin ne ovat tärkeitä talouden kokonaisluontovaikutuksen mittauksissa ja myös esimerkiksi Suomen jätetilastoissa ne luetaan jätteiksi. Luonnonvarojen kokonaiskäytöstä raaka-aineiksi kutsutaan sitä aineosaa, joka otetaan talouden sisään prosessoitavaksi.

Ekosysteemipanokset on hankalasti ymmärrettävissä oleva termi, joten se on korvattu arkisemmilla aineosillaan ilma ja vesi. Ainevirtatilinpitoon sisällytetään vain ne ilman ainesosat ja se vesi, jotka talouden prosesseissa sitoutuvat talouden tuotteisiin tai tuotantojäännöksiin. Useissa talouden prosesseissa nämä ovat merkittäviä ja välttämättömiä osia prosessien ainetaseiden tasapainotuksessa.

Ainevirtatilinpidoon erillisosana yleinen vesitilinpito, jossa kuvattaisiin veden kokonaisvirrat taloudessa, olisi hyödyllinen. Kuitenkin Suomen vesitilastojen nykytilasta on vielä hyvin pitkä matka tässä tehdyn ainevirtatilinpidoon seikkaperäisyyden ja täsmällisyyden tasolle.

Talouden tuottamia talouden piiriin jääviä ainevirtoja ovat tuotteet, loppujätteet sekä varantojen nettokertymä. Raja tuotteiden ja jätteiden välillä on vaikea erityisesti alkutuotannon ja jalostuksen tuotantojäännösten osalta. Tässä työssä tuotantojäännöksistä loppujätteiksi on sisällytetty vain suoraan kaatopaikoille tai ympäristöhuollon käsittelyyn menevät ainevirrat. Palvelujen ja kotitalouksien kaikki tuotteiden käytön kiinteät jäännökset sekä pääomatavaroiden käytöstä poistot ovat eräitä erityistapauksia lukuun ottamatta jätteitä. Kuitenkin Suo-

men ja myös EY:n hallinnollinen jätemääritelmä on huomattavasti tätä laajempi sisältäen myös sellaiset tuotantojäännökset, jotka menevät suoraan hyötykäyttöön ja joilla usein on myös taloudellista arvoa vaihdannassa. Tässä työssä nämä tuotantotoiminnasta suoraan joko raaka-aine- tai energiakäyttöön menevät hyötyjätteet on sisällytetty tuotevirtoihin. Menettely perustuu siihen, että pääosa näistä hyötyjätteistä sisältyy EY:n tuoteluokitukseen CPA ja siten taloustilastojen tuotevirtoihin. Koska jättevirtojen kokonaisuus on ainevirtatilanpidon yksi tärkeä tarkastelukohde, tilinpidon tuoteluokituksessa on pidetty huolta siitä, että hyötyjätevirroilla on muista tuotteista erilliset omat luokkansa ja siten ne ovat poimittavissa muista tuotevirroista erilleen.

Siten tuotteiden pääryhmä voitaisiin jakaa kahteen alaryhmään: a) varsinaiset tuotteet, joita tuotetaan tarkoituksellisesti tiettyjä käyttötarkoituksia varten, sekä b) hyötyjätteet, jotka syntyvät varsinaisten tuotteiden tuotannon jäännöksinä, mutta joille kuitenkin löytyy suoraa taloudellista käyttöä.

Varantojen nettokertymä on ainevirtaryhmä, johon kootaan talouden sisään pitkäaikaisesti jäävien tuotteiden ja jätteiden muutokset.

Päästöt ilmaan sisältävät tuotantotoiminnan, kulutuksen sekä viljelykasvien, kotieläinten ja ihmisen aineenvaihdon kaasumaiset ainevirrat ilmakehään lukuunottamatta vesihöyryä. Päästöt ilmaan on edelleen jaoteltu kymmeneen alalajiin siten, että erityistarkasteluissa niistä voidaan poimia esimerkiksi kasvihuonekaasut ja happamoittavat päästöt.

Vesihöyry tuotannon ja aineenvaihdon prosesseissa sisältää useimmiten haihtumisena vapautuvan veden. Tosin vapautuva vesi voi olla myös nestemäisenä.

Päästöt vesiin sisältävät vesistöihin päätyvät ainevirrat. Jätevesitilastoissa tärkeänä päästölajina esitetään myös biologinen tai kemiallinen hapenkulutus. Hapenkulutus ei kuitenkaan ole varsinainen päästö vaan orgaanisten aineiden päästöjen aiheuttama vaikutus vesistöön. Ainevirtatilanpidossa ha-

penkulutus on muunnettava orgaaniseksi ainesmääräksi, joka aiheuttaa mitatun hapenkulutuksen.

Hajakäyttö on tuotteiden ja jätteiden sirottelu luontoon. Se voi olla tarkoituksellista luontoa hyödyttävää toimintaa kuten metsälannoitus, kalanpoikasten istutus luonnonvesiin tai kotikompostin ja -tuhkan levittäminen pihapiiriin, tai se voi olla sinänsä tarkoituksellisen toiminnan tahaton seuraus, kuten maanteiden hiekoituksen ja suolauksen leviäminen luontoon.

Tuonnin välilliset panokset on esitetty ainevirtatilanpidossa erillisenä ainevirtana, koska ne eivät sisälly tilinpidon varsinaisiin ainevirtoihin, ja sisältävät hyvinkin epävarmoja arvioiteja, mutta ovat analyysikäytössä hyödyllistä lisätietoa. Tuonnin välilliset panokset ovat arvioita tuontituotteiden valmistamiseen ulkomailla käytetyistä kokonaisainemääristä, jotka eivät sisälly itse tuontituotteiden ainemäärään. Siten tuonti lisättyinä tuonnin välillisillä panoksilla antaa arvion tuontituotteiden luonnonvaraisilöistä ja muuntavat tuonnin yhteismitalliseksi kotimaisten tuotteiden raaka-aineiden ja kotimaisten korjuutähteiden kanssa.

2.3 Mittayksiköt

Aineellisen kappaleen fysikaalinen perusominaisuus on sen massa, jonka sovituna mittayksikkönä on kilogramma (kg). Painovoimakentässä massa ilmenee kappaleen painona; painottomassa tilassa massa ilmenee ja voidaan mitata kappaleen hitautena. Massa on kansainvälisen mittayksikköjärjestelmän SI yksi seitsemästä perussuureesta.

Ainevirtatilanpidossa massan käsitteen tekee keskeiseksi modernin kemian perustajan, Antoine Lavoisier'n (k.1794) muotoilema aineen häviämättömyyden laki: mikään fysikaalinen tai kemiallinen prosessi ei voi hävittää eikä luoda aineen massaa, vaan ainoastaan muuntaa sitä muodosta toiseen.

Einsteinin suhteellisuusteoria laajensi kuitenkin aineen käsitteen aineen ja energian yhteydeksi: aineellisten kappaleiden massa on samastettavissa energiaan siten, että massaa m vastaa energia E yhtälön $E = mc^2$ mukaisesti, missä c on valon nopeus (noin

300 000 km/s). Einsteinin muotoilu on, paitsi filosofisen ajattelun ja retoriikan väline, myös täsmällinen laskentakaava. Sen mukaan 1 kg:n ainemassan jouleina J mitattu energiaekvivalentti saadaan seuraavasti:

$$1 \text{ kg} (3 \times 10^8 \text{ m/s})^2 = 9 \times 10^{16} \text{ (kg m/s}^2\text{)}$$
$$m = 9 \times 10^{16} \text{ J} = 90 \text{ 000 TJ,}$$

eli yksi kilogramma ainetta vastaa 90 000 terajoulea energiaa. Tämän suhteen avulla voidaan käänteisesti laskea, kuinka paljon lämpöä synnyttävissä prosesseissa ainetta on muuttunut energiaksi, eli kuinka suuri on prosessin aiheuttama massakato.

Suomen primäärienergian kulutus oli vuonna 1999 noin 1 331 000 TJ. Sitä vastaavaksi massakadoksi saadaan (1331000/90000) kg = 14,8 kg. Samanaikaisesti Suomen polttoaineiden kulutus oli 56 miljoonaa tonnia. Yhden kivihiilitonin lämpöarvo on 0,0255 TJ. Siten kivihiilitonin polton massakadoksi saadaan 0,28 milligrammaa. Ydinvoimalassa yksi kilogramma ydinpoltoainetta tuottaa noin 3 TJ energiaa. Ydinvoimalassakin massakadoksi saadaan vain 0,003 % polttoaineesta.

Laskelmat osoittavat, että aineen muuttuminen energiaksi on ihmisen tekno sfäärissä niin vähäistä, että se jää käytännön mittaustarkkuuden ulkopuolelle. Siten aineen häviämättömyyden laki on ainevirtatili pidon tukeva perusta.

Vaikka aineellisen kappaleen massa mitataan maanpinnalla käytännössä kappaleen painon avulla, aineen häviämättömyyden laki koskee vain massaa, ei painoa. Kappaleen paino voidaan hävittää helposti ampuamalla kappale avaruuteen.

Kansantalouden ainevirtatili pidossa aineen häviämättömyyden laki voidaan muotoilla hyvin tärkeäksi ainetaseen periaatteeksi:

Systeemiin sisään menevien aineiden massa = systeemistä ulostulevien aineiden massa + systeemin sisäisten ainevarantojen massan muutos.

Aineen häviämättömyyden laki tekee myös erilaatuiset aineet yhteismitallisiksi.

Usein ainevirtatili pidon kritiikkinä on esitetty, että omenoita ja appelsiineja ei voi

laskea yhteen. Tutkitaan asiaa tarkemmin. Otetaan omena ja appelsiini ja mitataan niiden massat erikseen vaa'alla punnitsemalla painovoimakentässä. Suljetaan ne ilmatiiviiseen tyhjäastiaan ja ravistetaan astiaa niin rajusti että omena ja appelsiini murskautuvat ja sekoittuvat yhtenäiseksi soseeksi. Kuumennetaan astia 1000 °C lämpötilaan niin, että sose muuntuu kaasuiksi ja tuhkak si. Ammutaan astia avaruuteen ja mitataan astian sisällön massa astian hitauden avulla. Tuloksena saatu massa on yhtä suuri kuin alkuperäisen omenan ja appelsiinin erikseen punnittujen massojen summa. Siten omena ja appelsiini on massoina mitattuna hyvin vakuuttavasti ja syvällisessä mielessä lasket tavissa yhteen.

Ainevirtatili pidon mitattavana suurena on ainevirtojen massa, jonka perusmittayksikkönä on kilogramma (kg). Kokonaistilastoissa sopivana esitystarkkuutena on yleensä miljoona kilogrammaa, josta tässä työssä käytetään lyhennettä Mkg.

Mkg on sama mittayksikkö kuin usein käytetty 1000 tonnia tai erityisesti kasvi huonekaasupäästöjen inventaarioissa käytetty gigagramma (Gg).

Laskentatasolla yleensä sopiva mittaus tarkkuus on 1000 kg (tonni).

Tuotteet mitataan tuorekosteudessa, eli sellaisessa kosteus pitoisuudessa kuin ne keskimäärin talouteen tulevat ja taloudessa vaihdetaan. Erityisesti orgaanisten aineiden kosteus pitoisuus jalostusprosessin alkupäässä on korkea ja usein alenee jalostuksen edetessä. Sen vuoksi ainetaseiden kuntoon saaminen edellyttää ainevirtojen kosteus pitoisuuden arvioimisen, jotta prosesseissa ainevirroista vapautuvan tai niihin lisätyn veden määrä voidaan arvioida.

Ainevirtojen kosteus pitoisuusparametri en avulla ainevirrat voitaisiin myös muuntaa kuiva-ainemassoiksi, joka on hyödyllinen silloin, kun halutaan rakentaa jonkin yksittäisen aineksen (puu, hiili, tyyppi) ainesvirtataseet. Yleisessä ainevirtatili pidossa ainevirrat on kuitenkin perusteltua mitata sellaisina, kuin ne todellisuudessaakin liikkuvat.

Useimmat tuotteet kuljetetaan tuottajalta käyttäjille erilaisissa pakkauksissa. Tuotetilastoissa, kuten teollisuustilastossa ja ulkomaankauppatilastossa, tuotevirrat mitataan kuitenkin yleensä nettomääräisinä, ilman pakkauksia. Suomessa suurin osa pakkauksista on pitkä-aikaisessa uudelleenkäytön kierrossa jolloin ne voidaan tulkita osaksi kuljetusjärjestelmän pääomakantaa. Kertakäyttöpakkaukset ja kiertävien pakkausten hävikki ilmenee kuitenkin tuottajien pakkausainehankintoina ja käyttäjien pakkausjätteinä. Ainevirtatilinpidoissa yksittäiset tuotevirrat mitataan nettomääräisinä. Kertakäyttöpakkausten ja kiertävien pakkausten hävikki lasketaan aluksi pakattavien tuotteiden rinnakkaisvirtoina tuottajalta käyttäjälle ja lisätään lopuksi toimialatason ainevirtoihin.

2.4 Luokitukset

On tärkeää, että ainevirtatilinpito pysyy mahdollisimman yhdenmukaisena taloustilastojen kanssa. Siksi ainevirtatilinpidoissa toimiala- ja tuoteluokitusten pohjana on käytetty Suomen kansantalouden tilinpidon (SKT, Tilastokeskus 2003a, 2003b) luokituksia. SKT:n laskentatason toimialaluokitus noudattaa pääpiirteissään Toimialaluokitus 1995:n (TOL95) kolminumerotason luokitusta - teollisuudessa täysin, maataloudessa, rakennustoiminnassa ja palveluissa paikoin siitä poiketen. SKT:n laskentatasolla toimialoja on 180 kappaletta. Ainevirtatilinpidoissa käytetään muutoin SKT:n toimialajakoa, mutta sellaisia palvelutoimialoja, joissa ainevirtojen merkitys on vähäinen, on yhdistelty siten, että toimialojen kokonaislukumääräksi muodostui 151 kappaletta. Ainevirtojen kannalta yksi tärkeä toimiala, Ympäristöhuolto (TOL 900) on ainevirtatilinpidoissa jaettu kahteen alatoimialaan, Viemäri- ja jätevesihuolto on (90001) ja Jätehuolto on (90002).

SKT:n laskentatason tuoteluokitus perustuu EU:n CPA tuoteluokitukseen (CPA 1998). CPA:ssa tuotteet on luokiteltu tuottavan toimialan mukaan siten, että CPA-koodin neljä ensimmäistä numeroa määrittelee tuotteen TOL95-päätuottajatoimialan. Paikoitellen SKT:n tuoteluokituksessa

on menty CPA:ta yksityiskohtaisemmalle PRODCOM luokitustasolle. CPA luokitus sisältää myös palvelutuotteita. SKT:n tuoteluokitus sisältää noin 960 tuotetta.

Ainevirtatilinpidon tuoteluokituksen pohjaksi on otettu SKT:n tuoteluokitus. Palvelutuotteet, joilla ei ole aineellista sisältöä, jäävät kuitenkin pois. Toisaalta tuotejätettä on paikoin tarkennettu. Useimmiten tarkennuksien synä on ollut, että hyötyjätteet on saatu erilleen muista tuotteista. Lisäksi tuoteluokituksen loppuun on lisätty 99-alkuisina yhteensä kymmenen kappaletta sellaisia tuotteita, erityisesti hyötyjäteryhmiä ja loppujätteet, joita CPA ei sisällä. Yhteensä aineellisten tuotteiden luokkia on 718 kappaletta.

Tulosten esityksessä 151 toimialan ja 718 tuotteen taulukot ovat tietysti liian yksityiskohtaisia. Sen vuoksi tilinpidon tietokonejärjestelmään on liitetty aggregointi-avain, jonka mukaan järjestelmän taulukotulostusohjelmat yhdistävät laskentatason tulokset aggregoituihin esitystaulukoihin. Siten esitystason luokitukset on helppo muuttaa erilaisiin erityistarpeisiin.

Tämän raportin tulostustaulukoissa toimialat jaetaan 30 toimialaan joiden mukaisella jaolla esitetään myös tuotejätet. Toimiala- ja tuoteluokitukset ja niiden yhteydet TOL95 ja CPA luokituksiin on esitetty liitteen 1 taulukoissa 1 ja 2.

Koska jätevirtojen analyysi on yksi tärkeä ainevirtatilinpidon sovellus, hyötyjätteiden ja loppujätteen luokat on määritelty erillisellä jätelistalla, jonka avulla jätteet ovat poimittavissa tuotevirroista erikseen. Jätetuotteiden luokat on esitetty myös liitteen 1 taulukossa 3.

Aineiden käyttö energiantuotantoon, eli polttoaineet, on myös tärkeä erillistarkastelun kohde. Ongelmana on, että useilla pääasiassa polttoaineina käytettävillä tuotteilla on myös raaka-ainekäyttöä. Toimialoittainen polttoainekäyttö tuodaan kuitenkin tilinpitojärjestelmään omana osakokonaisuutenaan, jossa lasketaan myös polton ilmapäästöt ja muut ainevirrat ennen kuin polttoaineet liitetään yleiseen ainevirtatilinpitoon. Polttoainetiedot syötetään järjestelmään yleistä tuoteluokitusta yksityiskohtai-

semmällä, Tilastokeskuksen teollisuustilaston polttoaineluokituksella, jotta polton päästöt voidaan laskea täsmällisemmin. Kuitenkin joitakin lisäjaotuksia on tehty, jotta polttoaineen erilaiset päästöt erilaisissa käytöissä saadaan paremmin laskettua. Polttoaineluokitus ja sen yhteydet yleiseen CPA luokitukseen on esitetty liitteen 1 taulukossa 4.

Ilmapäästöt on jaoteltu niin, että niistä voi laskea painotettuina arvoina myös ympäristökuormitusekvivalentit kasvihuonekaasupäästöt ja happamoittavat päästöt. Päästölukitus on esitetty liitteen 1 taulukossa 5.

2.5 Tarjonta- ja käyttötaulukot sekä panos-tuotostaulukko

Tarjonta- ja käyttötaulukot ovat keino organisoida talouden laaja data yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Nykyisin ne ovat kansantalouden tilinpidon keskeisiä työvälineitä (Tilastokeskus 2003b). Tarjonta- ja käyttötauluihin voidaan koota talouden laaja data yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Niiden avulla saadaan esiin perustilastoissa olevat puutteet ja ristiriitaisuudet, jolloin ne voidaan korjata. Valmiit tarjonta- ja käyttötaulukot ovat selkeä, hyvin organisoitu kehikko talouden rakenteita koskevan tiedon esittämiseen. Tarjonta- ja käyttötaulukot yhdistämällä saadaan panos-tuotostaulukko, joka on talouden rakenneominaisuuksien tärkeä analyysiväline.

Tarjonta- ja käyttötaulukot ovat myös yleisen ainevirtatilinpidon keskeinen työkalu. Kaikki ainevirtadata voidaan koota niiden organisoimaan kehikkoon. Korvaamattomia ne ovat pohjadataassa olevien aukkopaiikkojen ja virheiden paikantamisessa ja korjaamisessa.

Kansantalouden tilinpidossa rahayksikkö on yhteismitta, jonka avulla kahdenkertaisen kirjanpidon konsistenssitestaukset voidaan suorittaa: jokaisen tuotteen tarjonnan ja käytön summat on oltava yhtä suuria ja jokaisen toimialan tuotosten ja panosten summien on oltava yhtä suuret. Ainevirtatilinpidossa massayksiköissä mitattuna aineen häviämättömyyden laki antaa saman konsistenssitestin, paitsi tuotteiden tarjonnalle ja käytölle – mikä on triviaali – niin myös ja en-

nen kaikkea toimialojen panoksille ja tuotoksille: vaikka tuotantoprosesseissa aineet muuttaisivat muotoaan kuinka paljon tahansa, niin prosessista ulostulevien aineiden massan täytyy olla yhtä suuri kuin sisään menevien aineiden massa.

Ainevirtatilinpidon tarjonta- ja käyttötaulukot on rakennettu mahdollisimman yhdenmukaisiksi kansantalouden tilinpidon taulukoihin. Ainevirtojen tiettyjen ominaisuuksien vuoksi taulukoiden rakenteisiin on tehtävä kuitenkin joitakin oleellisia lisäyksiä. Myös ainevirtatilinpidossa tarjonta- ja käyttötaulukot on helpompi ymmärtää, kun käyttötaulukko esitetään ensin. Käyttötaulukko on esitetty taulukossa 2.5.

Käyttötaulukossa samoin kuin tarjonta-taulukossakin talouden toiminnot – toimialat, kotimaisen loppukäytön erät ja ulkomaanvaihto – ovat sarakkeina ja ainevirrat riveinä. Taulukoissa on harmaalla merkitty ne solualueet, joissa ainevirtoja esiintyy. Muutama harmaa kohta solualueella tarkoittaa, että ainevirta kohdistuu vain yhteen tai muutamaan harvaan alatoimintoon.

Käyttötaulukon loppukäytön sarakkeissa yvt- ja julkisten yhteisöjen kulutusmenot on jätetty pois, koska ne koostuvat yksinomaan aineettomista budjettimenoista (Kansaneläkelaitoksen korvaama lääke ei mene KELA:lle vaan ihmisten suuhun eli kotitalouksien kulutukseen). Loppukäyttöön on lisätty kaatopaikkakertymien sarake, jotta loppujätteen kaatopaikkasijoitus pysyy selkeästi erillään tuotannollisen pääoman muodostuksesta. Ulkomaiden osiosta tarvitaan viennin lisäksi korjaussarake kansainvälisen liikenteen päästötaseita varten.

Käyttötaulukon riveillä on aluksi tuotteiden käyttö toimialojen välituotekäyttönä, kotimaiseen loppukäyttöön ja vientiin. Loppujätteet menevät pääasiassa kaatopaikoille, mutta ympäristöhuollon toimiala muuntaa osan loppujätteistä hyötyjätteiksi, jolloin ne palautuvat tuotevirtoihin. Lisäksi jätteenpoltolla jätehuolto - ei hävitä - vaan muuntaa kaasuiksi ja tuhkaksi osan loppujätteistä. Alinna peruspanoksina on aineiden otto luonnosta. Veden ja ilman otto on toimialoilla yleistä. Erityisesti hapen otto ilmasta on polttoaineiden hapenkulutuksen vuoksi yleinen. Raaka-aineiden otto luonnosta keskittyy muutamalle toimialalle.

Taulukko 2.5 Käyttötaulukko

	Toimialat			Kotimainen loppukäyttö				Ulkomaat		Käyttö yhteensä
	123	151	Koti- talouksien kulutus	Kiinteän pääoman muodos- tus	Varas- tojen muutos	Kaato- paikka- kertymä	Vienti	Siirrot ulko- mailta	
1										
2										
3										
Tuotteet ...										
718										
Tuotteet yhteensä										
Loppujätteet										
Raaka-aineet										
Ilma										
Vesi										
Luonnosta yhteensä										
Käyttö yhteensä										
Korjuu tähteet										
Tuonnin välilliset panokset										

Käyttötaulukon alla on erillään kotimaisten korjuutähteiden ja tuonnin välillisten panosten rivit. Erilleen asettaminen johtuu siitä, että nämä ainevirrat eivät tule talouden sisäiseen kiertoon eivätkä siten sisälly tarjonnan ja käytön varsinaisiin taseisiin.

Tarjontataulukko on esitetty taulukossa 2.6. Merkittävin muutos rahamittaiseen tarjontataulukkoon on, että ainevirtojen tarjontataulukossa on mukana myös loppukäytön sarakkeet loppukäytöstä ulostulevien jäämien kirjaamiseen. Muutoksen taustalla on yksi tärkeä perusero rahamittaisten virtojen ja fyysimittaisten virtojen välillä: kun tuote on käytetty loppuun, sen rahamittainen arvo häviää, mutta sen ainemassa säilyy.

Tarjontataulukon tuoteriveillä kirjautuu ensin toimialojen tuotokset. Osiossa näkyy, kuinka paljon toimialat ovat tuottaneet paitsi itselleen tyypillisiä tuotteita, myös muille toimialoille ominaisia tuotteita. Loppukäytön tuoterivit ovat tarjontataulukossa tyhjiä. – Kotitalouksien kasvimaatuotanto, riista-, keräily- ja kalastusmaalit sisältyvät kansantalouden tilinpidon mukaisesti asianomaisten toimialojen tuotantoon.

Tuotetarjontaan lisätään tuonti.

Loppujätteitä muodostuu toimialojen tuotantojätteinä ja kotitalouksien kulutuksen jätteinä. Pääomanmuodostuksessa käytöstä poistuva pääoma ilmenee jätteinä: rakennusten purkujätteinä sekä kone-, laite- ja ajoneuvoromuna.

Taulukko 2.6 Tarjontataulukko

	Toimialat				Kotimainen loppukäyttö				Ulkomaat		Tarjonta yhteensä
	1	2	3	151	Koti- talouksien kulutus	Kiinteän pääoman muodostus	Varas- tojen muutos	Kaato- paikka- kertymä	Tuonti	Siirrot ulko- maille	
Tuotteet	1										
	2										
	3										
...	...										
	718										
Tuotteet yhteensä											
Loppujätteet											
Päästöt ilmaan											
Vesihöyry											
Päästöt vesiin											
Hajakäyttö											
Luontoon yhteensä											
Varantojen nettomuutos											
Tarjonta yhteensä											

Korjuu tähteet											
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ilmapäästöjä sisältyy polttoaineiden polton vuoksi kaikkialle tuotantotoimintaan ja lisäksi kotitalouksien toimintaan. Kaatopaikkojen ilmapäästöt ovat kaatopaikkojen orgaanisten aineiden palamiskaasuja. Ilmapäästöjen tuonnin sarakkeella ilmenee kaukokulkeumien ja ulkomaisen liikenteen tuoma päästöt Suomessa ilmakehään ja kansainvälisten siirtojen sarakkeella miinusmerkkinä suomalaisen liikenteen päästöt ulkomailla sekä kaukokulkeumat ulos Suomen ilmakehästä.

Alimmalle riville jää varantojen nettokertymä. Kotitalouksien varantojen nettokertymä saadaan, kun kestokulutustavaroitten hankinnoista vähennetään niiden poistuma loppujätteenä. Pääomanmuodostuksen varantojen nettomuutos saadaan

niinikään investointitavaroitten hankinnan ja jätteenpoistuman erotuksena. Varantojen muutos on suoraan nettokertymä. Ulkomaiden sarakkeilla viennin ja tuonnin sekä kansainvälisten siirtojen erotus kirjataan myös varantojen nettokertymäksi. Nämä ovat taseiden umpeutuvuuden edellyttämiä laskennallisia eriä, mutta ne voitaisiin sisällöllisesti tulkita Suomen ulkomaanvaihdon nettovaikutukseksi ulkomaiden varantokertymään.

Kun tarjonta- ja käyttötaulukkojen jokainen solu on oikein kohdallaan, taulukoiden oikean alakulman kokonaissumma on sama. Siten tarjonta- ja käyttötaulukot muodostavat talouden ainevirtojen umpeutuvan kuvauksen.

Taulukko 2.7 Panos-tuotostaulukko

	Toimialat				Kotimainen loppukäyttö				Ulkomaat		Loppujätteet	
	1	2	3	...	151	Kotitaloudet	Kiinteä pääoma	Varastot	Kaatopaikat	Vienti		Siirrot ulkomaille
Toimialat	1											
	2											
	3											
	...											
	151											
Toimialat yhteensä												
Kotitaloudet												
Kiinteä pääoma												
Varastot												
Kaatopaikat												
Loppukäyttö yhteensä												
Tuonti												
Vienti												
Loppujätteet												
Raaka-aineet												
Ilma												
Vesi												
Luonnosta yhteensä												
Käyttö yhteensä												
Korjuu-tähteet												
Tuonnin välilliset												

Suomen vuoden 1999 tarjonta- ja käyttötaulukot on esitetty Taulukot osion taulukoissa 1 ja 2. Taulukoissa sekä tuotteet että toimialat on aggregoitu 30 ryhmään.

Käyttötaulukon tuotevirroissa kotimaiset ja tuontituotteet ovat yhdessä. Yleensä tilastoista erottelua kotimaisten ja tuontituotteiden välillä käyttökohteittain ei saada-kaan. Tarjonta- ja käyttötauluista saadaan kuitenkin jokaiselle tuotteelle i sen kotimaisen tuotannon määrä q_i , tuonnin määrä m_i ja viennin määrä e_i . Näiden avulla lasketaan tuonnin osuus kotimaisessa käytössä eli:

$m_i/(q_i + m_i - e_i)$. Joissakin tuoteryhmissä on vientiä, vaikka kotimaista tuotantoa ei ole lainkaan, tai vienti on suurempi kuin kotimainen tuotanto. Näissä tapauksissa erotus $(e_i - q_i)$ kirjataan tuonnin vienniksi (esimerkiksi banaanien vienti Suomesta Venäjälle), ja se vähennetään tuonnista kotimaan markkinoille.

Olettamalla, että tuontiosuus on tuotteen kaikissa käytöissä sama, tuontiosuudella voidaan tuotteiden käytöstä erottaa tuontituotteet ja sijoittaa käyttötaulukon alaosaan yhdeksi peruspanosten riviksi, jol-

Eritelty vuoden 1999 käyttötaulukot on esitetty Taulukot osion taulukoissa 3 ja 4.

Panos-tuotostaulukossa tarjonta- ja käyttötaulukot yhdistetään yhdeksi symmetriseksi kokonaisuudeksi. Keskeinen ongelma panos-tuotostaulukon muodostamisessa on muuntaa kotimaisten tuotteiden käyttö kotimaisten toimialojen käytöksi. Muunnos tehdään olettamalla, että kunkin toimialan markkinaosuus kunkin tuotteen kaikissa käytöissä on sama. Matemaattisesti muunnos tehdään seuraavasti. Olkoon S kotimaisten tuotteiden tuote x toimiala tarjontamatriisi ja U kotimaisten tuotteiden toimialojen ja loppukäytön käyttömatriisi. Silloin markkinaosuusmatriisi D , joka saadaan jakamalla matriisin S rivit rivisummillaan, kertoo kunkin toimialan osuuden kunkin tuotteen tarjonnasta. Silloin markkinaosuus- ja käyttömatriisien sisätulo $Z = D \cdot U$ muodostaa käyttömatriisin, jossa kotimaisten tuotteiden käyttö on jaoteltu tuotteiden sijasta tuottavan toimialan mukaan.

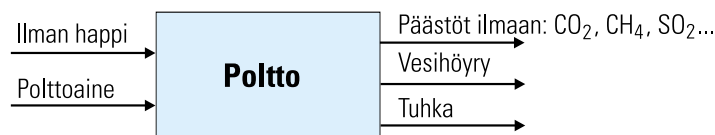
Tarjonta- ja käyttötaulukot voidaan nyt asettaa taulukon 2.7. mukaisesti ristikkäin panos-tuotostaulukoksi, jossa muunnetun käyttötaulukon sarakkeet ovat edelleen sarakkeina, mutta tarjontataulun sarakkeet on käännetty riveiksi. Siten taulukon kultakin toimialojen ja loppukäytön sarakkeelta nähdään, mitä panoksia toimiala tai loppukäytön erä on käyttänyt ja kultakin riviltä nähdään, minne kunkin toiminnon tuotokset ovat menneet.

Vuoden 1999 panos-tuotostaulukko on Taulukot osion taulukkona 5.

2.6 Ainevirtatilinpidon ongelmakohtia: näkymättömät ainevirrat

Ainevirtatilinpidossa tuotteiden tarjonnan ja käytön, eli tarjonta- ja käyttötaulukkojen rivien tasapainotus on verraten yksinkertaista, koska aineet pysyvät muuttumattomina kulkiessaan tuottajalta käyttäjälle. Tietysti perustilastoista puuttuvien tai virheellisten tuotetietojen paikantaminen ja arviointi on iso työ. Kuitenkin vastaavassa työssä kansantalouden tilinpidon rahamittaisissa taulukoissa tuotteiden käytöt saadaan aluksi

Kuvio 2.2. Polton ainevirrat



Polttoaineiden poltto

Poltossa polttoaine yhtyy happeen ja tuloksena saadaan tuhkaa, vesihöyryä ja päästöjä ilmaan, ks. kuvio 2.2. Polton ainetaseiden muodostamiseksi on koottu polttoaineittain tiedot niiden koostumuksesta: polttoaineen kosteuspitoisuus, tuhkapitoisuus ja palavien alkuaineiden (C, H, O, N, S) osuudet, ja toisaalta polttoaineen polton keskimääräiset ilmapäästöt päästölajeittain. Palamisen tuhkajäännös saadaan polttoaineen tuhkapitoisuudesta lisättyä eräiden polttoaineiden epätäydellisen palamisen lisillä. Vesihöyryn määrä saadaan polttoaineen kosteuspitoisuudesta lisättyä polttoaineen vetysisällön hapettumistuloksella, vetysisällöstä kuitenkin vähentäen hiilivetyypäästöihin sitoutunut vety. Palamiseen käytetty happi voitaisiin johtaa yksityiskohtaisesti päästö-molekyyleihin sisältyvän hapen massasta vähentäen siitä polttoaineen itsensä sisältämä happi. Laskenta voidaan kuitenkin oikaista laskemalla ilmasta otettava panos yksinkertaisesti ulostulevien tuotosten ja käytetyn polttoaineen massojen erotuksena. Tällöin ilmasta otettavaan panokseen tulee hapen lisäksi myös se tyyppi, jota palamisprosessissa jonkin verran hapettuu polttoaineen sisältämän typen lisäksi.

Aineenvaihdunta

Viljelykasvien, kotieläinten ja ihmisen aineenvaihdunnan taseet näyttävät etukäteen helposti mahdolliselta hallita. Aineenvaihdunnassa on kuitenkin kyse perustaltaan aivan samasta prosessista kuin palamisessa, kasvien yhteytysaineenvaihdunnassa vain käänteisessä muodossa. Tämän suuren oivalluksen teki jo Lavoisier, aineen häviämättömyyden lain muotoilija.

Ongelmana on löytää käytännön laskutoimituksiin riittävän yksinkertainen menetelmä, jolla kuitenkin voidaan hallita aineenvaihdunnan kaikki keskeiset ainevirrat, ja joka voi hyödyntää käytettävissä olevaa alan tutkimuksen empiiristä tietoa. Ihmisen ja kotieläinten ravitsemustutkimus onkin tuottanut kattavaa tietoa eri kasvi- ja eläintuotteiden ainekoostumuksesta. Avaintekijöinä ovat ravintoaineet, eli hiilihydraatit, rasvat ja proteiinit. Jokaiselle kasvi- ja eläintuotteelle on löydettävissä tiedot niiden keskimääräisestä ainekoostumuksesta: vesi, tuhka (eli mineraalit), hiilihydraatit, rasvat, proteiinit. Kun edelleen tunnetaan ravintoaineiden keskimääräinen alkuaineekoostumus (C, H, O, N), voidaan aineenvaihdunnan virroille muodostaa täsmälliset stoikiometriset laskentamallit.

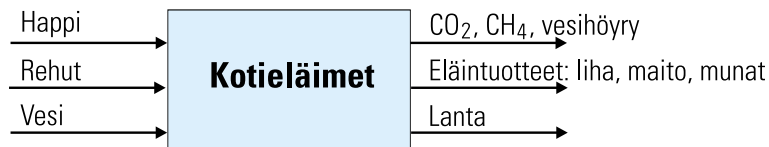
Kuviossa 2.3 on esitetty viljelykasvien aineenvaihdunnan kaavio. Tilastoista saadaan kasvituotteiden sadon määrät. Viljelykasvien käyttämättömät osat voidaan arvioida sivubiomassakertoimien avulla, mutta koska ne palautuvat peltoon vuosikierron mukana, ne voidaan jättää myös laskelmista pois.

Kasvituotteiden ainekoostumustiedon avulla sato voidaan palauttaa perusainekseen (vesi, mineraalit, C, H, O, N). Yhdisteisiin sitoutuneet alkuainemäärät C, H ja O kasvit tuottavat yhteyttämällä ilman hiilidioksidia ja vettä. Hiilidioksidin ja veden sisältämän hapen ylimäärä vapautuu ilmaan. Typen ja mineraalit kasvit ottavat maasta. Vettä sitoutuu paitsi ravintoaineiden yhteyttämiseen, myös kasvituotteiden kosteuspitoisuuteen. Vaikka itse yhteyttäminen tapahtuu monimutkaisissa biokemiallisissa prosesseissa, ainevirtojen kokonaisuus on kuitenkin selkeästi ja täsmällisesti hallittavissa.

Kuvio 2.3. Viljelykasvien yhteytyksen aineenvaihdunta



Kuvio 2.4. Kotieläinten aineenvaihdunta



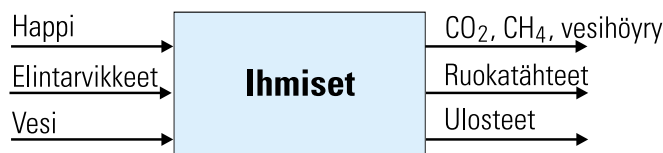
Kotieläinten aineenvaihdunnan kaavio ilmenee kuviossa 2.4. Tilastollisina lähtötietoina ovat tuotettujen eläintuotteiden ja käytettyjen rehujen määrät. Ravintotutkimustiedon avulla nämä voidaan palauttaa ainesisällöikseen. Ravitsemustutkimuksista saadaan myös tiedot eri rehulajien sulavuudesta, eli kuinka suuri osa rehusta poistuu suoraan lantaan ja kuinka suuren osan eläinten keho voi varsinaisesti käyttää hyödyksi. Osa rehusta poistuu myös epätäydellisenä sulamistuloksena metaanina. – Kotieläinten, varsinkin lehmän, metaanipäästöt onkin yksi huomattava kasvihuonekaasujen lähde.

Suuri osa sulaneista rehujen aineista sitoutuu eläintuotteisiin. Loput käytetään eläimen elintoimintojen vaatiman energian tuotantoon, eli ne palavat, jolloin vapautuu hiilidioksidia ja vettä. Rehujen sisältämän ja ravintoaineiden palamisessa vapautuvan veden lisäksi kotieläimet tarvitsevat vesitasapainon ylläpitämiseksi juomavettä. Vesi poistuu osin uloshengityksen ja hikoilun vesihöyryinä, osin virtsana lantaan. Lantaan tulee lisäksi syömättä jäänyt reuhävikki,

poistetut kuivikkeet sekä lietalan pesuvedet. Muodostuva lanta on suuri hyötyjätteen erä, joka palautuu pelloille ravinnetasapainon ylläpitoon.

Väestön aineenvaihdunnan tilastollisena tietopohjana on elintarvikkeiden kulutusmäärät, jotka sisältävät sekä hankitut elintarvikkeet että ravintoloissa nautitut ruoat ja juomat. Väestön aineenvaihdunnan laskenta voidaan yksinkertaistaa olettamalla väestötasapaino, jossa väestön biomassassa ei kasva. Koelaskelmat osoittivat myös väestön uudistumistahdin olevan niin hidas, että uusien väestön jäsenten syntyminen ja kasvu sekä toisaalta väestöstä poistuvien kuolleiden ainemassat jäävät hyvin vähäisiksi ja voidaan siten jättää pois. Kehitysmaiden olosuhteissa tilanne voisi olla toinen. Siten väestön aineenvaihdunta jää sisältämään vain ravinnon sulatuksen sekä palamisen elintoimintojen energian tuottamiseksi. Ruokatähteiden, eli ei-syötävien osien ja käyttämättä jäävän ruoan osuus on kuitenkin myös merkittävä.

Kuvio 2.5. Väestön aineenvaihdunta

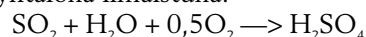


Teollisuuden kemialliset prosessit

Teollisuuden kemiallisissa prosesseissa tuotteiden molekyylirakenteiden osiin sitoutuu sekä molekyylirakenteista myös vapautuu usein happea ja vettä, joskus myös muita kaasuja. Erityisesti peruskemikaalien valmistuksen toimialalla (TOL 241), kun näitä tekijöitä ei ollut otettu huomioon, tilastoero toimialan tuotosten ja panosten välillä oli aluksi suuri, noin 2000 Mkg. Tämän vuoksi Tilastokeskuksesta hankittiin peruskemikaalien valmistuksen hyödykedata yksityiskohtaisemmalla, toimialaluokituksen 4-numerotasolla, toimialan valmistusprosesseista koottiin mahdollisimman paljon tietoa, ja alan tärkeimmille prosesseille muodostettiin yksityiskohtaiset stoikiometriset ainetaset. Analyysin tuloksena, ja näkymättömät virrat lisättyinä, tilastoero supistui 0,17 Mkg:aan.

Myös muualla teollisuudessa on merkittäviä näkymättömiä ainevirtoja. Kasvihuonekaasuinventaariorista tuttu on kalkin poltossa kalkkikivestä vapautuva hiilidioksidi. Juomien valmistuksessa alkoholikäymisessä hiilidioksidia vapautuu suurin piirtein yhtä paljon kuin alkoholia (100 %) valmistuu, osa tästä otetaan talteen, osa vapautuu ilmaan. Betonituotteiden massasta noin 7 % on kiderakenteisiin sitoutunutta vettä. Metallien jalostuksessa sekä teräksen että värimetallien valmistuksessa metallien erottamisessa rikasteista reaktioihin tarvitaan happea.

Hyvänä esimerkkinä kemiallisten prosessien ainetaseiden selvittämisestä on tärkeän peruskemikaalin, rikkihapon valmistus. Rikkihappoa, H₂SO₄, saadaan, kun rikkidioksidin lisätään vettä ja happea, eli reaktioyhtälönä ilmaistuna:



Taulukko 2.8. Rikkihapon valmistuksen yhdistetty ainetase

	Molekyylikaava	Ainetase Mkg	Alkuaineet			
			S	O	H	Fe
PANOS						
Rikki	S	56	56			
Rikkidioksidi	SO ₂	531	266	266		
Rautapyriitti	FeS ₂	380	203			177
Happi	O ₂	597		597		
Vesi	H ₂ O	295		262	33	
Yhteensä		1 860	525	1 125	33	177
TUOTOS						
Rikkihappo	H ₂ SO ₄	1 607	525	1 049	33	
Rautaoksidi	Fe ₂ O ₃	253		76		177

Alkuaineiden S, O ja H atomipainojen avulla voidaan laskea, että yhden kilon rikkihappoa valmistamiseen kuluu rikkidioksidia 653 grammaa, vettä 184 grammaa ja happea 163 grammaa.

Käytännössä Suomessa rikkihappoa valmistetaan kolmesta eri alkulähteestä: öljynjalostuksen sivutuotteena saadusta puhdistetusta rikistä (S), sulfidisten metallirikasteiden jalostusprosessin savukaasujen rikkidioksidista sekä malmikaivoksen tuotamasta rautapyriitistä (FeS₂). Taulukkoon 2.8 on yhdistetty näihin kolmeen lähteeseen perustuvien valmistusprosessien reaktioyhtälöistä lasketut ainetaseet. Taulukossa on esitetty myös reaktioihin osallistuvien alkuaineiden taseet laskelman kemiallisen konsistenssin osoittamiseksi.

Rikkihapon valmistuksen varsinaisten raaka-aineiden lisäksi happea on käytetty 597 miljoonaa kiloa ja vettä 295 miljoonaa kiloa, yhteensä 48 % aineiden kokonaispanoksista. Tuotoksena on saatu 1 607 Mkg rikkihappoa ja 253 Mkg rautaoksidia eli päätettyä rautapyriittiä.

Rikkihapon valmistuksen ainetaseen selvittämisen tekee erityisen mielenkiintoiseksi se, että vaikka siinä alunperin tähdättiin käytetyn hapen ja veden selvittämiseen, se toi esiin kaksi muuta suurta tilastoissa näkymätöntä ainevirtaa. Rikkihapon lähtöaineena käytetty savukaasujen rikkidioksidi on yli puolen miljoonan tonnin ainevirta metallinjalostuksesta kemian teollisuuteen ja on siten lisättävä myös metallinjalostuksen tuotteeksi. Toiseksi sivutuotoksena muodostunut rautaoksidi läjitetään tehtaan kaatopaikalle, eikä sille ole jatkokäyttöä. Siten tämä yli neljännesmiljoonan tonnin aine-erä on ilmeinen loppujäte, vaikka tehdaslaitos ei ole sitä jätteeksi ilmoittanutkaan. Atomitason laskelmilla on siten jäljitetty huomattavia piilossa olleita ainevirtoja.

2.7 Yleinen tasapainotus

Tarjonta- ja erityisesti käyttötaulukon ainevirtojen estimoinnissa osa ainevirroista on arvioitu jo alunperin tarjonnan ja käytön tasapainon periaatteen mukaisesti. Suurin osa rakennustoiminnan, palvelutoimialojen, ko-

titelouksien ja kiinteän pääoman muodostuksen käytöstä on johdettu tarjontaylijäämän menetelmällä. Menetelmässä lasketaan ensin jokaiselle tuotteelle tarjonnan ja muiden käyttöjen erotus, ja tämä erotus, mikäli positiivinen, kohdistetaan estimoitavien toimintojen käyttöksi sen perusteella, mihin käyttöihin tuote on sopiva. Osalle tuotteista (mm. polttoaineet, elintarvikkeet, moottoriajoneuvot) käytettiin kuitenkin suoraa tietoa.

Talonrakennustoiminnan sekä maa- ja vesirakennustoiminnan tuotoksen aineellinen sisältö laskettiin suoraan välituotekäytön rakennuksiin sitoutuvien aineiden summana, josta vähennettiin rakennusjätteiden määrä.

Palvelutoimialoilla, joiden jätteidenmuodostuksesta ei ole toimialakohtaista tietoa, jätemäärät laskettiin olettamalla, että muiden välituotteiden kuin polttoaineiden käyttö päättyy jätteeksi.

Koska kuitenkin mahdollisimman suuri osa tarjonta- ja käyttötaulukkojen ainevirroista on estimoitu kahdenkertaisen kirjanpidon mukaisesti kahdesta eri suunnasta tulevan tiedon pohjalta, tilastoerojen jääminen sekä tuote- että toimialakohtaisiin taseisiin on väistämätöntä.

Kun kaikki suuremmat tilastoerot on tarkemman selvittelyn tuottaman tiedon ja joskus myös tuntumaan perustuvien arvausten avulla korjattu, lopulliseen tasapainotukseen voidaan käyttää laskennallisia määrittämiä menetelmiä.

Tuotetaseissa varastojen muutokset on erä, josta tietoa on vain muutamille tuotteille. Siten tuotteiden tarjonnan ja käytön lopullisessa tasapainotuksessa tarjonnan ja käytön erot kohdistettiin varastojen muutoksiksi.

Toimialoittaisten panosten ja tuotosten lopullisessa tasapainotuksessa erot kohdistettiin kahteen eri kohteeseen. Toimialoilla, joissa tuotteiden kosteusmuutokset ovat suuria, erot kohdistettiin tuotettuun vesihöyryyn, koska tuotteiden kosteuspuiteosuudet ovat yleensä vain karkeita keskimääräisarvioita. Toimialoilla, joissa tuotteiden kosteusmuutoksia ei ole, erot kohdistettiin loppujätteisiin.

3 Tulosten analyysi

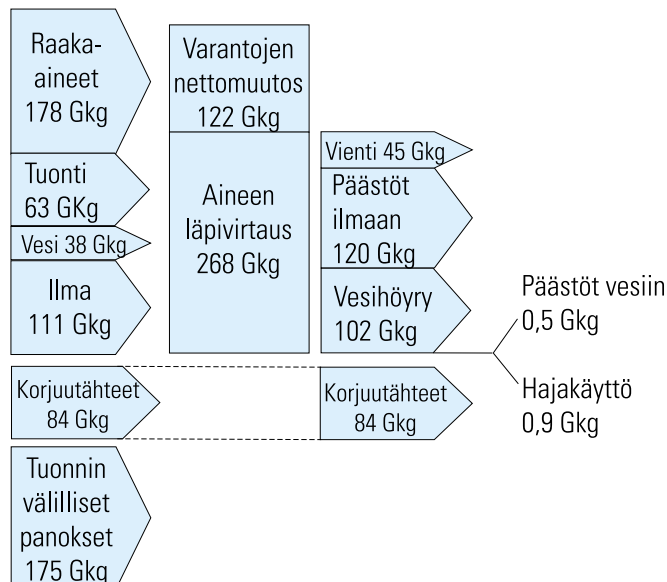
3.1 Ainevirtojen kokonaiskuva

Suomen talouden ainevirtojen vuoden 1999 tarjonta- ja käyttötaulukot on esitetty Taulukot osion taulukoissa 1–4 ja panos-tuotos-taulukko osion taulukossa 5. Tilan säästämiseksi päästöt ilmaan on esitetty taulukoissa yhteenlaskettuna. Erikseen ne on esitetty osion taulukossa 6. Ainevirtataulukot muodostuvat aggregoituinakin suuriksi. Seuraavalla sivulla taulukossa 3.1 on esitetty yhdelle sivulle mahdutettu yhteenvetotaulukko, jossa toimialojen väliset virrat on yhdistetty yhdeksi kotimaisten tuotteiden käyttösarakkeeksi ja tarjontapuolella kotimaahan tuotetuiksi tuotteiksi. Taulukon riveillä on aluksi tuotantotoiminnan ainevirrat toimialoittain. Tuotantotoiminnan alla on kotimaisen loppukäytön ainevirrat. Nii-

den alla on vielä tuonnin suoran viennin sekä päästöjen kansainvälisten siirtojen korjausrivit.

Panospuolen kotimaisten tavaroiden ja tuotospuolen talouden käyttöön tuotettujen tavaroiden sarakkeet summautuvat yhtäsuuriksi. Samoin jätteiden sarakkeiden summat ovat yhtä suuret. Nämä sarakkeet muodostavat talouden sisäisistä virroista ja alimmalla, yhteensä rivillä, ne voidaan nettotuttaa pois, jolloin jäljelle jää talouden ulkoinen kokonaisainetase: aineiden tulo talouteen kotimaan luonnosta ja ulkomailta sekä päätyminen varantojen nettokertymään, ulkomaille ja kotimaan luontoon. Ainevirtojen ulkoinen kokonaisainetase on esitetty kuviossa 3.1. Kuvioon on lisätty myös tuonnin välilliset panokset.

Kuvio 3.1 Suomen talouden ainevirtojen ulkoinen kokonaistase 1999, gigakilogrammaa (miljardia kiloa)



Taulukko 3.1. Ainevirtatilinpidon yhteenveto, Suomi 1999, miljoonaa kilogrammaa

Toimialat		PANOKSET						
		Kotimaan luonnosta				Ulko- mailta	Kotimaisesta taloudesta	
		Korjuu- tähde	Raaka- aineet	Vesi	Ilma		Tuonti	Koti- maisiet tavarat
1	Maa-, riista- ja kalatalous	0	867	33 122	25 289	989	37 871	0
2	Metsätalous	23 078	50 032	0	373	77	50	0
3	Energiamineraalien kaivu	436	9 366	0	766	4	6	0
4	Muu mineraalien kaivu	25 164	100 915	0	223	49	73	0
5	Elintarvikkeiden valmistus	0	0	1 024	524	1 471	7 694	0
6	Tekstiilien ja vaatteiden valm.	0	0	0	100	99	51	0
7	Puutavaran ja puutuotteiden valm.	0	0	0	990	2 351	25 994	0
8	Massan, paperin jne. valmistus	0	0	39	18 905	12 594	51 656	0
9	Kustantaminen ja painaminen	0	0	6	37	172	455	0
10	Koksin, öljytuotteiden jne. valm.	0	0	0	3 264	13 368	876	0
11	Kemikaalien ja kem.tuott. valm.	0	0	1 625	3 504	3 415	4 936	0
12	Kumi- ja muovituotteiden valm.	0	0	15	70	306	308	0
13	Mineraalituotteiden valmistus	2 308	3 124	534	939	2 056	8 369	0
14	Metallien jalostus	0	65	162	4 056	6 289	7 443	0
15	Metallituotteiden valmistus	0	0	2	228	473	820	0
16	Koneiden ja laitteiden valmistus	0	0	0	109	458	464	0
17	Sähkötekniisten tuotteiden valm.	0	0	8	33	259	251	0
18	Kulkuneuvojen valmistus	0	0	0	61	145	184	0
19	Muu valmistus	0	0	0	37	71	267	0
20	Kierrätys	0	0	6	5	42	1 152	0
21	Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	0	0	1	23 134	5 760	9 396	0
22	Talonrakentaminen	8 500	0	0	756	1 409	29 690	0
23	Maa- ja vesirakentaminen	25 000	13 200	0	740	626	63 374	0
24	Tukku- ja vähittäiskauppa	0	0	0	1 278	148	571	0
25	Majoitus- ja ravitsemistoiminta	0	0	0	113	117	664	0
26	Kuljetus ja tietoliikenne	0	0	0	10 686	1 019	2 848	0
27	Asuminen	0	0	0	1 532	163	834	0
28	Julkiset palvelut	0	0	0	670	202	423	0
29	Ympäristön huolto	0	0	0	105	16	29	3 400
30	Muut palvelut	0	0	0	283	150	197	0
Tuotantotoiminta yhteensä		84 486	177 568	36 544	98 810	54 298	256 947	3 400
1	Kotitalouksien kulutus	0	0	1 863	13 307	1 779	8 572	0
2	Pääomanmuodostus	0	0	0	0	271	105 470	0
3	Varastojen muutokset	0	0	0	0	-1 279	838	0
4	Kaatoaikojen kertymät	0	0	0	0	0	0	18 189
5	Kotimainen loppukäyttö yhteensä	0	0	1 863	13 307	771	114 880	18 189
6	Tuonnin vienti	0	0	0	0	866	0	0
7	Kansainväliset siirrot, netto	0	0	0	-1 501	7 356	0	0
8	Yhteensä	84 486	177 568	38 407	110 616	63 290	371 827	21 589

TUOTOKSET									YHTEENSÄ	
Kotimaan talouden käyttöön			Ulko- maille	Kotimaan luontoon					PANOS	TUOTOS
Tuotetut tavarat	Loppu- jätteet	Varanto- jen netto- lisäys	Vienti	Päästöt ilmaan	Vesi- höyry	Päästöt vesiin	Haja- käyttö	Korjuu- tähde		
41 003	173	0	365	24 444	31 969	184	0	0	98 137	98 137
49 360	0	0	653	357	128	19	15	23 078	73 609	73 609
8 501	3	0	225	1 406	3	5	0	436	10 579	10 579
88 035	11 207	0	1 728	213	77	1	0	25 164	126 424	126 424
6 970	92	0	660	544	2 447	1	0	0	10 713	10 713
35	8	0	73	89	46	0	0	0	251	251
14 361	58	0	5 176	1 255	8 486	1	0	0	29 335	29 335
17 329	1 372	0	14 187	23 985	26 111	209	0	0	83 195	83 195
439	12	0	146	39	34	0	0	0	669	669
7 606	41	0	5 117	3 436	1 307	1	0	0	17 508	17 508
6 632	1 760	0	2 887	1 391	805	5	0	0	13 479	13 479
321	10	0	254	64	50	0	0	0	700	700
11 366	197	0	499	1 980	979	0	0	2 308	17 328	17 328
7 069	927	0	3 691	5 249	1 077	1	0	0	18 015	18 015
872	16	0	320	200	115	0	0	0	1 523	1 523
398	57	0	407	117	53	0	0	0	1 031	1 031
209	50	0	233	36	23	0	0	0	551	551
116	18	0	161	68	26	0	0	0	390	390
197	9	0	84	40	46	0	0	0	375	375
1 117	79	0	3	4	2	0	0	0	1 205	1 205
509	355	0	1	25 212	12 212	1	0	0	38 290	38 290
29 123	1 258	0	0	1 197	278	0	0	8 500	40 355	40 355
76 579	11	0	0	1 096	254	0	0	25 000	102 940	102 940
0	321	0	0	1 184	492	0	0	0	1 997	1 997
555	185	0	0	107	48	0	0	0	894	894
0	52	0	0	10 092	3 732	0	677	0	14 553	14 553
0	15	0	0	1 751	762	0	0	0	2 528	2 528
0	200	0	0	794	271	0	30	0	1 292	1 292
3 128	16	0	140	183	29	53	0	0	3 550	3 550
0	207	0	0	282	112	0	30	0	631	631
371 827	18 711	0	37 009	106 816	91 972	480	752	84 486	712 052	712 052
0	1 438	101	0	13 811	10 016	13	143	0	25 521	25 521
0	1 440	104 302	0	0	0	0	0	0	105 742	105 742
0	0	-442	0	0	0	0	0	0	-442	-442
0	0	17 826	0	362	0	0	0	0	18 189	18 189
0	2 877	121 788	0	14 173	10 016	13	143	0	149 010	149 010
0	0	0	866	0	0	0	0	0	866	866
0	0	0	7 543	-1 213	-475	0	0	0	5 855	5 855
371 827	21 589	121 788	45 417	119 776	101 513	492	895	84 486	867 783	867 783

Talouden sisään tulevan aineen määrä on yhteensä 390 Gkg. Tästä 36 % on raaka-aineita kotimaan luonnosta, 16 % on tuontipanoksia sekä 38 % on ilmaa ja vettä. Sisään tulevan aineen määrästä lähes kolmannes, 31 %, jää talouden sisään varantojen nettomuutokseksi ja runsaat kaksi kolmasosaa virtaa talouden läpi kotimaan luontoon tai ulkomaille. Viennin osuus taloudesta ulos tulevan aineen määrästä on 13 %. Ilmapäästöjen osuus on 34 % ja vesihöyryn liki yhtä paljon, 29 %. Ilmapäästöt muodostuvat valtaosin hiilidioksidista, jonka osuus ilmapäästöistä on 87 %. Ilmapäästöihin on sisällytetty myös viljelykasvien erittämä happi, jonka osuus ilmapäästöistä on 12 %. Siten muiden ilmapäästöjen osuus jää noin yhteen prosenttiin. Päästöt vesiin ja hajakäyttö jäävät molemmat määrältään alle yhden Gkg:n.

Korjuutähteiden osuus, 86 Gkg, on vajaat kolmannes kotimaisten raaka-aineiden käytöstä. Sen sijaan ulkomaille jäävät tuonin välilliset panokset, 175 Gkg, ovat lähes kolminkertaiset itse tuontipanoksiin verrattuna.

Yhteenvetotaulukon 3.1 avulla on hyvä käydä läpi eräät ainevirtatilinpäiden erityiserät.

Raaka-aineiden otto kotimaan luonnosta sijoittuu keskeisesti alkutuotannon toimialoille 1 – 4, mutta myös mineraalituotteiden valmistukseen, 13, sekä maa- ja vesirakentamiseen, 23. Maa-, riista- ja kalatalouden raaka-aineet koostuvat luonnosta suoraan otettavista tuotteista, kuten keräilytuotteista sekä riista- ja kalansaaliista. Myös proteuraat on luettu luonnon suoriksi tuotteiksi, vaikka porojen rehusyöttö onkin jo melko laajaa. Varsinaisessa maataloudessa viljelymaan negatiivinen ainetase on tulkittu maa-aineen otoksi luonnosta. Metsätalouden raaka-aineotto koostuu raaka-puusta sekä metsätähdehakeesta. Metsätalouden

korjuutähde on hakkuutähdettä, joka on oletettu 45 prosentiksi korjatun raakapuun massasta.

Energiamineraalien kaivun raaka-aineissa tilastoituun tuotetun poltto- ja kasvuturpeen määrään on lisätty turvetuotannon hiilidioksidipäästöinä tapahtuva tuotantohävikki. Turvetuotannon korjuutähde sisältää pintamaan ja -kasvuston poiston. Muun mineraalien kaivun raaka-aineet koostuvat kaivostoiminnan hyötykivestä sekä soran, murskeen ja rakennuskiven sekä muun maa-aineen otosta. Korjuutähteet muodostuvat maanpoistomassoista ja sivukivestä.

Suomen teollisuustilastossa vuolukivilouhokset sekä mitä ilmeisimmin osa soran ja hiekan otosta on kirjautunut mineraalituotteiden valmistuksen toimipaikkojen yhteyteen. Sen vuoksi näiden louhintamäärät ja niihin liittyvät korjuutähteet on siirretty mineraalituotteiden valmistukseen, vaikka ne sellaisenaan kuuluisivatkin mineraalien kaivun luonteenomaiseen toimintaan.

Maa- ja vesirakennustoiminnassa rakennusmaan kaivussa syntyy myös mursketta ja muita rakennuskäyttöön kelpollisia maa-aineksia, jotka on laskettu rakennustoiminnan suoraksi raaka-aineiden otoksi luonnosta. Rakennustoiminnassa tehdään kuitenkin myös suuret määrät maansiirtoja, joiden massa jää käyttämättä. Nämä käyttämättömät maansiirrot muodostavat rakennustoiminnan korjuutähteen.

Hajakäyttöä luontoon esiintyy kahdella toimialalla ja kotitalouksien kulutuksen tuloksena. Metsätalouden hajakäyttö sisältää metsien lannoituksen. Kuljetus ja tietoliikenne toimialalla hajakäyttö muodostuu maanteiden hiekoituksesta ja suolauksesta. Kotitalouksien hajakäyttö on luettu kotikompostointi, polton tuhkat sekä piha- ja puutarhalannoitteet.

3.2 Materiaalipanos ja luonnonvarojen käyttö

Talouden toimialojen ja loppukäytön materiaalipanokset on esitetty taulukossa 3.2. Materiaalipanokset on koottu kahdeksi kokonaistunnusluvuksi, suoriksi materiaalipanoksiksi sekä luonnonvarojen käytön suoriksi osuuksiksi.

Suora materiaalipanos kertoo toimialan ja loppukäytön ryhmän käyttämien materiaalien välittömän kokonaismassan. Toimialojen ja loppukäytön ryhmien suorien materiaalipanosten laskeminen yhteen sisältää kuitenkin talouden sisällä kiertävien kotimaisten tavaroiden useankertaista laskentaa, joten suorien materiaalipanosten summat on asetettu sulkeisiin. Koko talouteen tuleva suora materiaalipanosaadaan kotimaisten raaka-aineiden ja tuontitavaroiden summana, joka on yhteensä 233 000 Mkg, hieman alle 40 % suorien materiaalipanosten summasta. Toimialoit-

aisia suoria materiaalipanoksia voidaan käyttää kuitenkin toimialojen materiaali-intensiteetin mittaamiseen.

Talouden luonnonvarojen kokonaiskäyttö muodostuu raaka-aineista kotimaan luonnosta, kotimaisista korjuutähteistä, tuontitavaroista ja tuonnin välillisistä panoksista, jotka koostuvat tuontitavaroiden valmistamiseen ulkomailla käytetyistä, mutta tuontitavaroiden massaan sisältymättömistä luonnonvaroista. Taulukossa 3.2 sarake Luonnonvarojen käytön suora osuus ilmaisee kunkin toimialan ja loppukäytön erän antaman välittömän lisän luonnonvarojen kokonaiskäyttöön siten, että sarake summautuu koko talouden luonnonvarojen kokonaiskäyttöön. Toimialakohtaisen materiaalipanoksiin sisältyvän luonnonvarojen kokonaiskäytön tunnusluvusta siinä jää kuitenkin puuttumaan kotimaisten tavaranosten välillinen luonnonvarojen käyttö, joka saadaan esiin panos-tuotoslaskelmilla luvussa 4.

Taulukko 3.2. Materiaalipanokset toimialoittain ja loppukäytön ryhmittäin, miljoonaa kg

Toimialat		Koti- maiset tavarat	Raaka- aineet kotimaan luonnosta	Kotimaan korjuu- tähde	Tuonti- tavarat	Tuonnin välilliset panokset	Suora materiaali- panos	Luonnon varojen käytön suora osuus
		1	2	3	4	5	1+2+4	2+3+4+5
1	Maa-, riista- ja kalatalous	37 871	867	0	989	630	39 727	2 486
2	Metsätalous	50	50 032	23 078	77	20	50 158	73 207
3	Energiamineraalien kaivu	6	9 366	436	4	4	9 377	9 811
4	Muu mineraalien kaivu	73	100 915	25 164	49	30	101 037	126 157
5	Elintarvikkeiden valmistus	7 694	0	0	1 471	1 543	9 165	3 014
6	Tekstiilien ja vaatteiden valm.	51	0	0	99	1 027	151	1 127
7	Puutavaran ja puutuotteiden valm.	25 994	0	0	2 351	1 910	28 345	4 262
8	Massan, paperin jne. valmistus	51 656	0	0	12 594	17 908	64 250	30 502
9	Kustantaminen ja painaminen	455	0	0	172	285	627	457
10	Koksin, öljytuotteiden jne. valm.	876	0	0	13 368	4 134	14 245	17 502
11	Kemikaalien ja kem.tuott. valm.	4 936	0	0	3 415	14 590	8 351	18 005
12	Kumi- ja muovituotteiden valm.	308	0	0	306	2 065	615	2 371
13	Mineraalituotteiden valmistus	8 369	3 124	2 308	2 056	2 745	13 548	10 232
14	Metallien jalostus	7 443	65	0	6 289	55 301	13 796	61 654
15	Metallituotteiden valmistus	820	0	0	473	3 965	1 293	4 438
16	Koneiden ja laitteiden valmistus	464	0	0	458	3 352	922	3 810
17	Sähkötekniisten tuotteiden valm.	251	0	0	259	13 275	510	13 533
18	Kulkuneuvojen valmistus	184	0	0	145	1 243	329	1 388
19	Muu valmistus	267	0	0	71	580	338	652
20	Kierrätys	1 152	0	0	42	1	1 194	43
21	Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	9 396	0	0	5 760	8 078	15 156	13 838
22	Talonrakentaminen	29 690	0	8 500	1 409	3 173	31 099	13 082
23	Maa- ja vesirakentaminen	63 374	13 200	25 000	626	1 146	77 200	39 972
24	Tukku- ja vähittäiskauppa	571	0	0	148	121	719	269
25	Majoitus- ja ravitsemistoiminta	664	0	0	117	176	781	293
26	Kuljetus ja tietoliikenne	2 848	0	0	1 019	360	3 867	1 379
27	Asuminen	834	0	0	163	35	996	198
28	Julkiset palvelut	423	0	0	202	318	625	520
29	Ympäristön huolto	29	0	0	16	1	45	16
30	Muut palvelut	197	0	0	150	410	348	560
Tuotantotoiminta yhteensä		256 947	177 568	84 486	54 298	138 426	(488 814)	454 777
Kotitalouksien kulutus		8 572	0	0	1 779	33 586	10 351	35 365
Pääomanmuodostus		105 470	0	0	271	3 083	105 742	3 355
Varastojen muutokset		838	0	0	-1 279	-9 160	-442	-10 439
Yhteensä		371 827	177 568	84 486	55 069	165 935	(604 465)	483 058

3.3 Jätevirrat

Suomen jätelain soveltamisessa ja jätetilastoinnissa noudatetaan laajaa jätetulkintaa, jossa jätteeksi luetaan myös suoraan hyödynnettäväksi menevät tuotantojäännökset. Myös tuotantolaitoksen itsensä, useimmiten energialähteenä hyödyntämät tuotantojäännökset luetaan jätteeksi ellei kyse ole jatkuvatoimisesta suljetusta prosessista, kuten on laita erityisesti mustalipeän käsittelyssä.

Ainevirtatilinpidon yleisissä taulukoissa esitetään erillisinä vain kaatopaikoille suoraan tai jätehuollon käsittelyyn menevät loppujätteet. Hyötyjätteet sisältyvät tuotevirtoihin, mutta laskentatason tuotteittaisista tarjonta- ja käyttötaulukoista jätteet voidaan ottaa erilleen jätelistan avulla, ks. liite 1, taulukko 3.

Taulukossa 3.3. on esitetty laajan jätemäärittelyn mukaiset jätevirrat. Taulukon tarjontapuolen alimmalla rivillä on esitetty kotimainen jätekertymä yhteensä. Jätekertrymä saadaan jätteiden kokonaistarjonnasta, kun siitä poistetaan korjauseerinä jätteiden tuonti sekä kierrätys- ja ympäristöhuolto toimialojen jätteistä tuotettujen jätteiden aiheuttama kaksinkertainen laskenta.

Kotimaiseksi jätekertymäksi muodostuu yhteensä 138 miljoonaa tonnia. Tilastokeskuksen jätetilastossa (Tilastokeskus 2002, 20) jätekertymäksi on saatu hieman vajaa 130 miljoonaa tonnia. Ero johtuu pääosin kahdesta osatekijästä. Jätetilasto sisältää mineraalien kaivun jätteinä sivukiven ja rikastushiekan. Ainevirtatilinpidossa mineraalien kaivun korjuutähteisiin on sisällytetty lisäksi maanpoistomassat. Toiseksi jätetilastossa energiahyötykäyttö on yhteensä 5,2 miljoonaa tonnia kun se ainevirtatilinpidossa on lähes 9 miljoonaa tonnia. Suurin ero jätteiden energiakäytössä johtuu teollisuuden puutähteistä. Ainevirtatilinpidossa määrät on saatu energiatilastoista, kun taas jätetilastossa ne perustuvat teollisuuden VAHTI rekisteriin ilmoittamiin määriin.

Ainevirtatilinpidossa kaatopaikat sisältävät teollisuuden ja yhdyskuntien kaatopaikkojen lisäksi kaivostoiminnan rikastushiekka-altaat. Kun rikastushiekkakertymä, 11,2 miljoonaa tonnia, vähennetään kaato-

paikkojen kokonaiskertymästä, saadaan teollisuuden ja yhdyskuntien kaatopaikkakertymäksi 7 miljoonaa tonnia. Jätetilastossa teollisuuden ja yhdyskuntien kaatopaikkakertymä on yhteensä 6,8 miljoonaa tonnia.

Ainevirtatilinpidossa palvelutoimialojen ja kotitalouksien jätekertymät on johdettu niiden panoskäytöstä käsin. Kun näiden jätekertymästä vähennetään kotitalouksien takapihoilla käsittelemä jäte, yhteiskertymäksi muodostuu 2,4 miljoonaa tonnia, joka on yhtä suuri kuin jätetilaston yhdyskuntajätteen kertymä. Jätetilaston yhdyskuntajäte-käsite sisältää kuitenkin myös teollisuudesta yhdyskuntien jätehuollon piiriin tulevan yhdyskuntajätteen ja toisaalta ei sisällä esimerkiksi henkilöautoromua, joka ainevirtatilinpidossa sisältyy kotitalouksien jätteisiin.

Taulukossa 3.3 ympäristön huollon toimiala on jaettu laskentatason mukaisesti kahteen alatoimialaan, viemäri- ja jätevesihuoltoon sekä jätehuoltoon. Ainevirtatilinpidossa tilinpitorakenteen yksinkertaistamiseksi yhdyskuntien viemäriverkkoon sijoitettu jäte, joka tulee lähinnä palvelutoimialoilta ja kotitalouksilta, on myös laskettu loppujätteeksi. Viemäri- ja jätevesihuolto on käyttänyt siten loppujätettä 263 tuhatta tonnia. Siitä jätevesilietteenä, joka mitataan 15 % kosteudessa, on saatu talteen 183 tuhatta tonnia, josta hyötykäyttöön on saatu 179 tuhatta tonnia. Jätevesihuollon päästöinä vesistöön on mennyt 53 tuhatta tonnia, loppuosa muuntuu vedenpuhdistamoilla ja lietteen kompostoinnissa kaasuksi, joista osa otetaan talteen biokaasuna energiakäyttöön.

Jätevirtojen suurimpia yksittäisiä eriä korjuutähteiden lisäksi on maatalouden tuottamat hyötyjätteet, 22,6 miljoonaa tonnia. Tästä suurin osa, 22,58 miljoonaa tonnia on lantaa. Lannasta puolestaan suurin osa on lietelantaa, jonka kosteuspitoisuus on yli 90 %. Kuiva-aineena lannan määrä on 2,3 miljoonaa tonnia. Myös teollisuuden loppujätteissä on liete-eriä, joiden vesipitoisuus on yli 90 %. Niinpä massan ja paperin valmistuksen loppujätteiden keskimääräinen kosteuspitoisuus on hieman yli 50 %. Veden

Taulukko 3.3. Jätevirrat toimialoittain vuonna 1999, miljoonaa kg

	Tarjonta			Käyttö				
	Korjuu- tähteet	Hyöty- jätteet	Loppu- jätteet	Aineena	Energiana	Loppu- jätteet	Haja- käyttö	Korjuu- tähteet
1 Maa-, riista- ja kalatalous	0	22 600	173	22 608	0	0	0	0
2 Metsätalous	23 078	0	0	0	0	0	0	23 078
3 Energiamineraalien kaivu	436	0	3	0	0	0	0	436
4 Muu mineraalien kaivu	25 164	0	11 207	0	0	0	0	25 164
5 Elintarvikkeiden valmistus	0	272	96	325	7	0	0	0
6 Tekstiilien ja vaatteiden valm.	0	0	8	2	0	0	0	0
7 Puutavaran ja puutuotteiden valm.	0	5 406	58	24	936	0	0	0
8 Massan, paperin jne. valmistus	0	1 978	1 372	614	4 476	0	0	0
9 Kustantaminen ja painaminen	0	9	12	0	0	0	0	0
10 Kocsin, öljytuotteiden jne. valm.	0	0	41	0	0	0	0	0
11 Kemikaalien ja kem.tuott. valm.	0	222	1 760	27	86	0	0	0
12 Kumi- ja muovituotteiden valm.	0	1	10	6	0	0	0	0
13 Mineraalituotteiden valmistus	2 308	81	197	541	8	0	0	2 308
14 Metallien jalostus	0	1 141	927	1 149	0	0	0	0
15 Metallituotteiden valmistus	0	16	16	1	0	0	0	0
16 Koneiden ja laitteiden valmistus	0	14	57	5	0	0	0	0
17 Sähkötekniisten tuotteiden valm.	0	2	50	0	0	0	0	0
18 Kulkuneuvojen valmistus	0	24	18	0	0	0	0	0
19 Muu valmistus	0	4	9	2	9	0	0	0
20 Kierrätys	0	100	79	1 192	0	0	0	0
21 Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	0	510	355	0	3 465	0	0	0
22 Talonrakentaminen	8 500	0	1 258	0	0	0	0	8 500
23 Maa- ja vesirakentaminen	25 000	0	11	744	0	0	0	25 000
24 Tukku- ja vähittäiskauppa	0	0	321	0	0	0	0	0
25 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	0	0	185	0	0	0	0	0
26 Kuljetus ja tietoliikenne	0	0	52	0	0	0	0	0
27 Asuminen	0	0	15	0	0	0	0	0
28 Julkiset palvelut	0	0	200	0	0	0	0	0
29a Viemäri- ja jätevesihuolto	0	179	14	0	0	263	0	0
29b Jätehuolto	0	3 013	2	0	0	3 105	0	0
30 Muut palvelut	0	0	207	0	0	0	0	0
Tuotantotoiminta yhteensä	84 486	35 575	18 715	27 241	8 987	3 368	0	84 486
Tuonti	0	929	13	0	0	0	0	0
Kotitalouksien kulutus	0	103	1 438	0	0	0	103	0
Kiinteän pääoman muodostus	0	0	1 440	0	0	0	0	0
Varastojen muutokset	0	0	0	-157	0	0	0	0
Kaatopaikkojen kertymät	0	0	0	0	0	18 193	0	0
Vienti	0	0	0	433	0	44	0	0
Yhteensä	84 486	36 607	21 605	27 517	8 987	21 605	103	84 486
Korjauserät	0	-4 222	-108					
Kotimainen jätekertymä	84 486	32 385	21 497					

merkittävä osuus joissakin jäte-erissä tekee eri jätevirtojen vertailtavuuden ongelmalliseksi. Ongelmallisuutta lisää vielä se, että VAHTI rekisterissä jotkut suuretkin teolli-

suden jäteliete-erät on kuitenkin ilmoitettu kuiva-ainemäärinä. Jätteiden vähentämiseksi hyvin tehokasta olisikin kuivata ne ennen jäterekisteriin ilmoittamista.

Tuotantotoiminnan jätteiden muodostuksen ja hyötykäytön analysoimiseksi voidaan kehittää tunnuslukuja sekä tarjontapuolelta että käyttöpuolelta. Tarjontapuolella tunnuslukuna voisi olla tuotettujen jätteiden suhde päätuotteisiin (ts. tuotetut tuotteet ilman hyötyjätteitä) ja käyttöpuolella hyötyjätteiden osuus tuotepanoksista (hyötyjätteet mukaan lukien). Tunnusluvut on esitetty taulukossa 3.4.

Vertailussa on muistettava jätteiden vesipitoisuusongelma. Maataloudessa lanta aiheuttaa sen että jätteiden suhde varsinaiseen tuotokseen muodostuu korkeaksi, tosin myös käyttöpuolella hyötyjätteen osuus panoksista on korkea. Tuotantotoiminnassa yhteensä tuotettujen jätteiden tuotesuhdeksi saadaan 15 % ja jätteiden panososuudeksi 13 %.

Taulukko 3.4. Jätetunnuslukuja toimialoittain

Toimiala	Tuotettujen jätteiden suhde päätuotteisiin, %	Hyötyjätteiden osuus tuotepanoksista, %
1 Maa-, riista- ja kalatalous	121,3	58,2
2 Metsätalous	0,0	0,0
3 Energiamineraalien kaivu	0,0	0,0
4 Muu mineraalien kaivu	12,5	0,0
5 Elintarvikkeiden valmistus	5,0	3,6
6 Tekstiilien ja vaatteiden valm.	7,9	1,2
7 Puutavaran ja puutuotteiden valm.	38,7	3,4
8 Massan, paperin jne. valmistus	18,6	9,7
9 Kustantaminen ja painaminen	3,7	0,0
10 Koksen, öljytuotteiden jne. valm.	0,3	0,0
11 Kemikaalien ja kem.tuott. valm.	21,3	1,4
12 Kumi- ja muovituotteiden valm.	2,1	0,9
13 Mineraalituotteiden valmistus	2,4	5,3
14 Metallien jalostus	21,5	8,4
15 Metallituotteiden valmistus	2,7	0,1
16 Koneiden ja laitteiden valmistus	9,0	0,6
17 Sähkötekniisten tuotteiden valm.	11,9	0,0
18 Kulkuneuvojen valmistus	16,5	0,0
19 Muu valmistus	4,8	3,5
20 Kierrätys	17,5	99,8
21 Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto		22,9
22 Talonrakentaminen	4,3	0,0
23 Maa- ja vesirakentaminen	0,0	1,2
24 Tukku- ja vähittäiskauppa		0,0
25 Majointus- ja ravitsemistoiminta	33,4	0,0
26 Kuljetus ja tietoliikenne		0,0
27 Asuminen		0,0
28 Julkiset palvelut		0,0
29 Ympäristön huolto		100,0
30 Muut palvelut		0,0
Tuotantotoiminta yhteensä	15,0	13,2

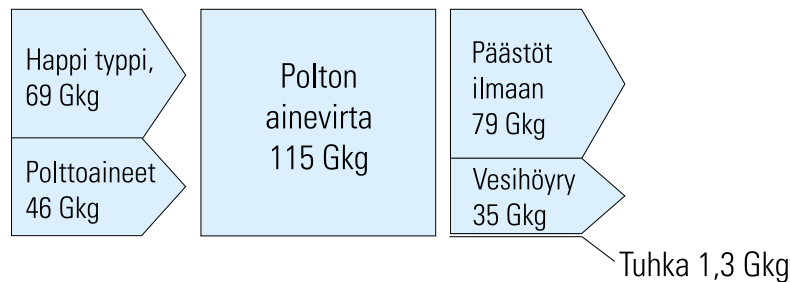
3.4 Polton ainevirrat sekä energiankulutus

Polttoaineiden polton ainevirrat on esitetty taulukossa 3.5. Taulukko noudattaa ainevirtojen yhteenvetotaulukon 3.1. rakennetta, joten polton ainevirrat voidaan ottaa niistä myös erilleen. Polttoaineita käytettiin vuonna 1999 Suomen alueella yhteensä 46 miljoonaa tonnia. Poltossa sitoutui happea ja hivenen myös typpeä yhteensä 69 miljoonaa tonnia.

Päästöjä ilmaan syntyi 79 miljoonaa tonnia ja vesihöyryä 35 miljoonaa tonnia. Tuhkaa muodostui 1,3 miljoonaa tonnia, joista noin puoli miljoonaa tonnia hyödynnettiin maa- ja vesirakentamisessa.

Polton kokonaisvirrat on havainnollistettu myös kuviossa 3.2.

Kuvio 3.2. Polttoaineiden polton kokonaisainevirrat vuonna 1999



Polttoaineiden suurin käyttäjä oli massan ja paperin valmistus, noin 18 miljoonaa tonnia, kun sähkö-, lämpö- ja vesihuollon toimiala käytti puolestaan 15 miljoonaa tonnia.

Polttoaineiden osuus toimialojen ja kotitalouksien tuotepanoksista on esitetty taulukossa 3.6. Polttoaineet kattavat lähes kaiken tuotepanoskäytön sähkö- kaasu- ja vesihuollossa sekä asumisessa. Myös kuljetusliikenteessä ja metsätaloudessa polttoaineiden panososuus on korkea, yli 80 %. Kotitalouksien kulutuksen tuotepanoksista polttoaineiden osuus on lähes puolet. Kotitalouksien kuluttamien polttoaineiden massasta lähes puolet on puuta ja runsaat kolmannes moottoribensiiniä.

Ainevirtatilinpäädössä toimialoittainen ja kotitalouksien polttoainekulutus estimoitiin ensin energiayksiköissä energialähteittäin,

jolloin energiatilastojen tiedot olivat suoremmin käytettävissä hyväksi ja polton aine-taseet voitiin laskea yhdenmukaisella tavalla. Energiayksiköissä mitattuna polttoainekulutus myös laajennettiin koko energiankulutuksen kattavaksi, kun aineettomat energialähteet - vesivoima, tuulivoima, teollisuuden reaktiolämpö, tuontisähkö sekä sekundäärinä sähkö sekä kauko- ja prosessilämpö – voitiin liittää tarkasteluun mukaan. Energiayksiköissä mitattu energiankulutus tarjoaa myös sinänsä tärkeää lisätietoa talouden fyysisistä ominaisuuksista. Polttoainelaskelmissa polttoaineet ja muut energialajit on jaoteltu melko hienojakoisesti 44 lajiin, jotta massamuunnos ja polton ainetaselaskelmat voitiin tehdä mahdollisimman tarkasti.

Energiayksiköissä mitattu toimialojen ja kotitalouksien energiankulutus sekä kansainvälisen liikenteen korjaus on esitetty Taulukot osion taulukossa 7.

Polton ainetaseiden laskennan johdonmukaisuuden säilyttämiseksi tehtiin muutos teräksen valmistuksen energiatilastoissa käytettäviin laskentamenetelmiin. Ainevirtatilinpidoissa masuunikuona ja -öljy on käsitelty raaka-aineena, mutta niiden nettolämpöarvo on tulkittu aineettomaksi energialähteeksi, masuunin reaktiolämmöksi, jolloin terästeollisuuden yleinen energiatase pysyy energiatilaston mukaisena.

Energiatilastoissa maan energiankulutus esitetään yleensä ilman kansainvälistä liikennettä. Ainevirtatilinpidon talouden toiminnallisessa rajauksessa maan kuljetusyritysten kaikki toiminnot sisältyvät ainevirtoihin ja siten myös taulukossa 7 kuljetusliikenteen toimialan energiankulutukseen sisältyy suomalaisten yritysten polttoainekulutus kansainvälisessä liikenteessä. Taulukon alaosassa se vähennetään Ulkomaat rivillä erillisenä korjauksena pois, jotta yhteys energiatilastojen käyttämään laskentamenettelyyn olisi nähtävissä. Ulkomaat rivillä lisätään myös sähkön nettotuonti aineettomana energialähteenä.

Taulukossa 3.7. on esitetty energian kulutus energian pääryhmittäin sekä johdettu primäärienergian kulutus. Aineettomia energialähteitä ovat sähkö-, kaas- ja vesihuollossa lähinnä vesi- ja tuulivoima, teollisuudessa prosessilämpö sekä maataloudessa, asumisessa ja kotitalouksissa maalämpö. Energialähteet yhteensä antaa primäärienergian suoran käytön. Kuitenkin sähkön ja kaukolämmön tuotantoon Sähkö-, kaas- ja vesihuollon toimialalla kuluu primäärienergiasta runsaat 40 %. Nettosähkön ja nettolämmön sarakkeilla sähkön ja lämmön nettokulutus on määritelty ostetun ja myydyn energian erotuksena. Sähkön ja lämmön

nettotuottajilla nettosähkö- ja lämpö ilmenevät negatiivisina. Teollisuudessa öljyn jalostus ja metallien jalostus ovat lämmön nettotuottajia, öljyn jalostus on lisäksi sähkön nettotuottaja.

Nettosähkö ja -lämpö summautuvat määritelmänsä mukaisesti nolnaan, kun nettosähkön taseeseen on lisätty negatiivisena myös sähkön nettotuonti. Sekundaarienergiana nettosähköä ja -lämpöä ei voi suoraan summata energialähteiden käyttöön, vaan ne on ensin muunnettava primääriseksi. Primäärimuunnon ongelmana on, että Suomessa suuri osa sähköstä ja lämmöstä tuotetaan yhteistuotantona – vuonna 1999 sähköstä 37 % ja kaukolämmöstä peräti 73 %. Yhteistuotantolaitosten energialähteiden kohdentamisessa on käytetty ns. hyödynjakomenetelmää, jossa yhteistuotantolaitoksissa saavutettu energian muunnon tehostumishyöty verrattuna sähkön ja lämmön erillistuotannon muuntotehokkuuteen on jaettu sähkölle ja lämmölle erillistuotannon polttoaineiden kulutuksen mukaisissa suhteissa. Kun laskelmiin lisätään erillistuotetun sähkön ja lämmön muuntosuhteet sekä jakeluhäviöt, saadaan sähkön primäärienergian kokonaiskertoimeksi 2,42 ja lämmön kertoimeksi 0,97. Laskelmat on esitetty yksityiskohtaisemmin muistiossa Mäenpää (2003). Taulukossa 3.6 primäärienergia on laskettu lisäämällä energialähteiden käyttöön muuntokertoimilla kerrotut nettosähkön ja -lämmön kulutukset. Primäärienergian kulutuksen kokonaissumma pysyy samana kuin energialähteiden kokonaiskulutus, koska primaarienergiaksi muunnettu nettosähkö ja -lämpö vain kohdentavat uudelleen sähkön ja lämmön tuotantoon käytetyt energialähteet. Sähkö-, kaas- ja vesihuollon toimialalle jää uudelleenkohdennuksen jälkeenkin jonkin verran omissa toiminnassa kuluvaa primäärienergiaa.

Taulukko 3.5. Polttoaineiden polton ainevirrat 1999, miljoonaa kg

Toimialat		PANOKSET						
		Kotimaan luonnosta				Ulko- mailta	Taloudesta	
		Korjuu- tähde	Raaka- aineet	Vesi	Ilma (O, N)		Tuonti	Koti- mais tavarat
1	Maa-, riista- ja kalatalous	0	0	0	2 495	421	548	0
2	Metsätalous	0	0	0	371	66	40	0
3	Energiamineraalien kaivu	0	0	0	6	1	2	0
4	Muu mineraalien kaivu	0	0	0	223	40	27	0
5	Elintarvikkeiden valmistus	0	0	0	523	94	129	0
6	Tekstiilien ja vaatteiden valm.	0	0	0	100	19	10	0
7	Puutavaran ja puutuotteiden valm.	0	0	0	988	88	931	0
8	Massan, paperin jne. valmistus	0	0	0	18 894	1 146	16 821	0
9	Kustantaminen ja painaminen	0	0	0	37	4	7	0
10	Koksin, öljytuotteiden jne. valm.	0	0	0	3 126	489	730	0
11	Kemikaalien ja kem.tuott. valm.	0	0	0	995	184	302	0
12	Kumi- ja muovituotteiden valm.	0	0	0	70	13	7	0
13	Mineraalituotteiden valmistus	0	0	0	939	268	80	0
14	Metallien jalostus	0	0	0	2 182	120	3 533	0
15	Metallituotteiden valmistus	0	0	2	227	46	15	0
16	Koneiden ja laitteiden valmistus	0	0	0	109	18	14	0
17	Sähkötekniisten tuotteiden valm.	0	0	8	33	6	4	0
18	Kulkuneuvojen valmistus	0	0	0	61	10	8	0
19	Muu valmistus	0	0	0	37	5	13	0
20	Kierrätys	0	0	6	5	1	1	0
21	Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	0	0	1	23 120	5 739	9 309	0
22	Talonrakentaminen	0	0	0	753	63	154	0
23	Maa- ja vesirakentaminen	0	0	0	737	141	70	0
24	Tukku- ja vähittäiskauppa	0	0	0	1 275	84	286	0
25	Majoitus- ja ravitsemistoiminta	0	0	0	113	21	21	0
26	Kuljetus ja tietoliikenne	0	0	0	10 606	967	2 151	0
27	Asuminen	0	0	0	1 514	163	834	0
28	Julkiset palvelut	0	0	0	667	110	173	0
29	Ympäristön huolto	0	0	0	35	2	27	0
30	Muut palvelut	0	0	0	282	49	63	0
Tuotantotoiminta yhteensä		0	0	0	70 524	10 367	36 307	0
1	Kotitalouksien kulutus	0	0	0	11 857	794	4 258	0
2	Pääomanmuodostus	0	0	0	0	0	0	0
3	Varastojen muutokset	0	0	0	0	0	0	0
4	Kaatopaikkojen kertymät	0	0	0	0	0	0	0
5	Kotimainen loppukäyttö yhteensä	0	0	0	0	0	0	0
6	Tuonnin vienti	0	0	0	0	0	0	0
7	Kansainväliset siirrot, netto	0	0	0	-1 483	-208	-243	0
8	Yhteensä	0	0	0	69 041	10 189	36 064	0

TUOTOKSET										YHTEENSÄ	
Talouden käyttöön			Ulko- maille	Kotimaan luontoon					PANOS	TUOTOS	
Tuotetut tavarat	Loppu- jätteet	Varanto- jen netto- lisäys		Vienti	Päästöt ilmaan	Vesi- höyry	Pääs- töt ve- siin	Haja- käyttö			Korjuu- tähde
0	9	0	0	2 498	958	0	0	0	3 464	3 464	
0	0	0	0	352	126	0	0	0	477	477	
0	0	0	0	6	3	0	0	0	8	8	
0	1	0	0	213	77	0	0	0	290	290	
5	0	0	0	507	235	0	0	0	746	746	
0	0	0	0	89	40	0	0	0	129	129	
0	16	0	0	1 230	760	0	0	0	2 007	2 007	
20	369	0	0	23 966	12	0	0	0	36 860	36 860	
0	0	0	0	33	14	0	0	0	48	48	
0	3	0	0	3 221	1 120	0	0	0	4 344	4 344	
0	18	0	0	1 065	399	0	0	0	1 481	1 481	
0	0	0	0	63	26	0	0	0	90	90	
7	13	0	0	924	342	0	0	0	1 286	1 286	
0	4	0	0	5 232	600	0	0	0	5 836	5 836	
0	0	0	0	178	110	0	0	0	288	288	
0	0	0	0	98	43	0	0	0	141	141	
0	0	0	0	28	14	0	0	0	42	42	
0	0	0	0	57	22	0	0	0	79	79	
0	0	0	0	37	18	0	0	0	55	55	
0	0	0	0	4	2	0	0	0	7	7	
445	326	0	0	25 191	12	0	0	0	38 168	38 168	
0	0	0	0	695	275	0	0	0	970	970	
0	0	0	0	698	251	0	0	0	948	948	
0	1	0	0	1 155	489	0	0	0	1 645	1 645	
0	0	0	0	107	47	0	0	0	155	155	
0	7	0	0	10 086	3 652	0	0	0	13 745	13 745	
0	15	0	0	1 751	744	0	0	0	2 510	2 510	
0	4	0	0	678	268	0	0	0	950	950	
20	-20	0	0	44	20	0	0	0	64	64	
0	1	0	0	281	111	0	0	0	393	393	
497	769	0	0	80 487	35	0	0	0	117 229	117 229	
0	0		0	12 255	4 607	0	0	0	16 910	16 910	
0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	-2	0	0	-1 475	-457	0	0	0	-1 934	-1 934	
497	767	0	0	79 012	35 018	0	0	0	115 295	115 295	

Taulukko 3.6. Polttoaineiden käytön osuus tuotepanoksista, kotimaiset ja tuonti-panokset yhdessä, miljoonaa kg ja prosenttia

Toimialat	Polttoaineet	Tuotepanokset	Polttoaineiden osuus, %
1 Maa-, riista- ja kalatalous	969	38 860	2,5
2 Metsätalous	106	126	84,1
3 Energiamineraalien kaivu	3	10	25,6
4 Muu mineraalien kaivu	67	122	55
5 Elintarvikkeiden valmistus	223	9 165	2,4
6 Tekstiilien ja vaatteiden valm.	29	151	19,3
7 Puutavaran ja puutuotteiden valm.	1 019	28 345	3,6
8 Massan, paperin jne. valmistus	17 966	64 250	28
9 Kustantaminen ja painaminen	11	627	1,7
10 Koksin, öljytuotteiden jne. valm.	1 219	14 245	8,6
11 Kemikaalien ja kem.tuott. valm.	485	8 351	5,8
12 Kumi- ja muovituotteiden valm.	20	615	3,3
13 Mineraalituotteiden valmistus	348	10 424	3,3
14 Metallien jalostus	3 654	13 732	26,6
15 Metallituotteiden valmistus	61	1 293	4,7
16 Koneiden ja laitteiden valmistus	32	922	3,5
17 Sähkötekniisten tuotteiden valm.	9	510	1,8
18 Kulkuneuvojen valmistus	18	329	5,5
19 Muu valmistus	18	338	5,4
20 Kierrätys	1	1 194	0,1
21 Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	15 049	15 156	99,3
22 Talonrakentaminen	216	31 099	0,7
23 Maa- ja vesirakentaminen	212	64 000	0,3
24 Tukku- ja vähittäiskauppa	370	719	51,4
25 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	42	781	5,4
26 Kuljetus ja tietoliikenne	3 139	3 867	81,2
27 Asuminen	996	996	100
28 Julkiset palvelut	283	625	45,3
29 Ympäristön huolto	29	45	64,1
30 Muut palvelut	111	348	32
Tuotantotoiminta yhteensä	46 704	311 245	15
Kotitalouksien kulutus	5 053	10 351	48,8

Taulukko 3.7. Energian kulutus toimialoittain ja kotitalouksissa 1999, terajoulea

Toimialat	Poltto- aineet	Aineettomat energialäh- teet	Energialäh- teet yhteensä	Netto- sähkö	Netto- lämpö	Primääri- energia
1 Maa-, riista- ja kalatalous	30 670	470	31 140	3 000	360	38 749
2 Metsätalous	4 530	0	4 530	0	0	4 530
3 Energiamineraalien kaivu	70	0	70	35	10	165
4 Muu mineraalien kaivu	2 801	0	2 801	1 877	60	7 402
5 Elintarvikkeiden valmistus	6 526	0	6 526	5 594	5 939	25 828
6 Tekst. ja vaatteiden valm.	1 253	0	1 253	935	184	3 695
7 Puutavaran ja puutuott.valm.	11 997	0	11 997	5 088	5 456	29 606
8 Massan, paperin jne. valm.	236 278	4 539	240 817	49 747	13 375	374 190
9 Kustant. ja painaminen	460	0	460	1 435	552	4 468
10 Kaksin, öljytuott. jne. valm.	45 752	0	45 752	-316	-12 348	33 001
11 Kemik. ja kem.tuott. valm.	13 088	4 187	17 275	13 486	8 199	57 871
12 Kumi- ja muovituott. valm.	872	0	872	2 636	926	8 149
13 Mineraalituotteiden valm.	11 868	0	11 868	3 216	30	19 679
14 Metallien jalostus	29 56	34 954	64 515	15 075	-1 624	99 421
15 Metallituotteiden valmistus	2 829	0	2 829	2 021	538	8 243
16 Koneiden ja laitteiden valm.	1 362	0	1 362	2 571	1 973	9 499
17 Sähkötekniisten tuott. valm.	414	0	414	2 591	1 163	7 813
18 Kulkuneuvojen valmistus	760	0	760	1 189	993	4 600
19 Muu valmistus	462	0	462	816	294	2 723
20 Kierrätys	64	0	64	46	6	181
21 Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	522 762	41 851	564 613	-186 290	-115 185	1 970
22 Talonrakentaminen	9 103	0	9 103	799	0	11 037
23 Maa- ja vesirakentaminen	8 988	0	8 988	0	0	8 988
24 Tukku- ja vähittäiskauppa	15 514	0	15 514	10 561	7 533	48 384
25 Majoitus- ja ravitsemistoim.	1 409	0	1 409	4 782	1 901	14 826
26 Kuljetus ja tietoliikenne	131 246	0	131 246	4 771	2 070	144 801
27 Asuminen	18 680	10	18 690	13 756	54 364	104 756
28 Julkiset palvelut	8 326	0	8 326	13 284	13 729	53 802
29 Ympäristön huolto	730	0	730	728	317	2 798
30 Muut palvelut	3 522	0	3 522	12 770	8 146	42 333
Kotitaloudet	146 289	1 240	147 529	53 844	1 040	278 840
Suomen talous yhteensä	1 268 187	87 25	1 355 438	40 046	0	1 452 350
Ulkomaat	-65 502	40 046	-25 456	-40 046	0	-122 368
Yhteensä	1 202 684	127 297	1 329 982	0	0	1 329 982

3.5 Päästöt ilmaan

Päästöt ilmaan käsitellään ainevirtatilinpidon yleisissä taulukoissa yhteenlaskettuna. Ympäristökuormitusanalyysissä on kuitenkin yleensä tärkeää päästölajeittainen tieto, jolloin eri päästöryhmiä kuten kasvihuonekaasut, happamoittavat päästöt, voidaan tarkastella osaryhminä ja painottaa niitä yhteen erilaisilla ekvivalenttikuormituskertoimilla. Sen vuoksi ilmapäästöt esitetään päästölajeittain erikseen Taulukot osion taulukossa 6. Hiilidioksidipäästöt esitetään taulukossa jaoteltuna edelleen mineraalisen ja bioottisen alkuperän mukaan, jotta kasvihuonekaasuihin sisällytettävät mineraaliset hiilidioksidipäästöt pysyvät erillisinä.

Ilmapäästöt voidaan jakaa myös energiaperäisiin ja muihin päästöihin, kuten on tehty taulukossa 3.8.

Kokonaisuudessaan energiaperäisten päästöjen osuus on runsaat kolme neljäsosaa kaikista päästöistä ilmaan.

Muiden päästöjen osuus on korkea maataloudessa, energiamineraalien kaivussa, mineraalituotteiden valmistuksessa, rakentamisessa ja ympäristön huollossa. Maataloudessa muita ilmapäästöjä ovat etenkin kasvien yhteyksessä vapautuva happi, kotieläinten hiilidioksidi- ja metaanipäästöt sekä viljelysmaan mineralisaatiossa vapautuva hiilidioksidi. Energiamineraalien kaivussa muut päästöt muodostuvat turvetuotantosoiilla sekä turveaumoissa vapautuvasta hiilidioksidista. Mineraalituotteiden valmistuksessa kyse on lähinnä kalkin

polton vapautuvasta hiilidioksidista. Rakentamisen muut päästöt koostuvat bitumista haihtuvasta hiilidioksidista sekä hitsaus- ja räjähdysainekaasuista. Ympäristöhuollossa muita päästöjä ovat jätteenpolton päästöt sekä jätevesipuhdistamojen metaanipäästöt.

Taulukot osion taulukon 6 alaosassa on esitetty kansainvälisen liikenteen päästöjen ja kaukokulkeumien korjauserät, joiden avulla Suomen talouden päästöistä päästään Suomen maantieteelliselle alueelle kohdistuviin päästöihin. Päästötilastoissa yleensä, myös Kioton sopimuksen mukaisissa kasvihuonekaasupäästöjen seurannassa, noudatetaan kuitenkin kolmatta rajausta: talouden päästöt ilman kansainvälistä liikennettä. Tällöin talouden päästöistä on vähennettävä paitsi kotimaisten kuljetusyritysten päästöt kotimaan alueen ulkopuolella, niin myös kuljetusyritysten ulkomaanliikenteen päästöt kotimaan rajojen sisäpuolella. Näin lasketut päästöt on esitetty taulukossa 3.9, jossa myös saatuja päästölukuja verrataan tilastoissa esitettyihin päästölukuihin.

Päästöjen erot ainevirtatilinpidon ja tilastojen välillä johtuvat siitä, että laskennan lähtökohdat ovat olleet erilaiset. Bioperäisissä hiilidioksidipäästöissä ainevirtatilinpidon huomattavasti suurempi määrä johtuu siitä, että kansallisen kasvihuonekaasuintentaarion yhteydessä lasketaan vain biomassan polton hiilidioksidipäästöt kun taas ainevirtatilinpidossa kaikki hiilidioksidipäästöt on laskettava.

Taulukko 3.8. Ilmapäästöjen jakautuminen polttoaineperäisiin ja muihin päästöihin 1999, miljoonaa kg ja prosenttia

Toimialat	Polttoaine- peräiset	Muut	Yhteensä	Polttoaineiden osuus, %
1 Maa-, riista- ja kalatalous	2 498	21 946	24 444	10,2
2 Metsätalous	352	5	357	98,6
3 Energiamineraalien kaivu	6	1 400	1 406	0,4
4 Muu mineraalien kaivu	213	0	213	100
5 Elintarvikkeiden valmistus	507	37	544	93,2
6 Tekstiilien ja vaatteiden valm.	89	0	89	100,0
7 Puutavaran ja puutuotteiden valm.	1 230	24	1 255	98,1
8 Massan, paperin jne. valmistus	23 966	19	23 985	99,9
9 Kustantaminen ja painaminen	33	6	39	85,6
10 Kaksin, öljytuotteiden jne. valm.	3 221	214	3 436	93,8
11 Kemikaalien ja kem.tuott. valm.	1 065	326	1 391	76,5
12 Kumi- ja muovituotteiden valm.	63	1	64	99,1
13 Mineraalituotteiden valmistus	924	1 056	1 980	46,7
14 Metallien jalostus	5 232	18	5 249	99,7
15 Metallituotteiden valmistus	178	22	200	89,1
16 Koneiden ja laitteiden valmistus	98	19	117	83,9
17 Sähkötekniisten tuotteiden valm.	28	8	36	77,7
18 Kulkuneuvojen valmistus	57	11	68	83,2
19 Muu valmistus	37	2	40	94,3
20 Kierrätys	4	0	4	100
21 Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	25 191	21	25 212	99,9
22 Talonrakentaminen	695	502	1 197	58,1
23 Maa- ja vesirakentaminen	698	399	1 096	63,6
24 Tukku- ja vähittäiskauppa	1 155	29	1 184	97,5
25 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	107	0	107	100,0
26 Kuljetus ja tietoliikenne	10 086	6	10 092	99,9
27 Asuminen	1 751	0	1 751	100,0
28 Julkiset palvelut	678	116	794	85,4
29 Ympäristön huolto	44	139	183	24,0
30 Muut palvelut	281	1	282	99,6
Kotitaloudet	12 255	1 556	13 811	88,7
Kaatopaikat	0	352	352	0,0
Yhteensä	92 742	28 237	120 979	76,7

Taulukko 3.9. Suomen talouden ilmapäästöt päästölajeittain, kansainvälisen liikenteen osuuden poisto sekä vertailu päästötalastoihin, miljoonaa kg

Päästölaji	Suomen talous	Kansainvälinen liikenne	Yhteensä	Päästötilastot	Viite
CO ₂ -min	68 431	-4 972	63 459	64 073	/1/
CH ₄	265	0	264	269	/1/
N ₂ O	24	-1	23	25	/1/
SO ₂	96	-14	82	85	/1/
NO _x	313	-82	232	248	/1/
NH ₃	49	0	49	49	/2/
CO	499	-13	486	545	/1/
NMVOC	216	-36	180	178	/1/
Hiukkaset	50	-5	45	48	/3/
CO ₂ -bio	36 458	0	36 458	28 987	/1/

/1/ Ministry of the Environment (2002). National Inventory report, Finland's report on the greenhouse gas emission inventory to the European Commission

/2/ Suomen ympäristökeskus

/3/ Tilastokeskus (2002a). Energiatilastot 2001.

3.6 Kotitalouksien kulutus

Kotitalouksien kulutustavaroiden hankinnat ja kulutuksen tuloksena olevat jätteet on esitetty pääryhmittäin taulukossa 3.10. Taulukossa elintarvikkeet sisältävät myös ravitsemisliikkeissä nautitut ateriat ja juomat. Jätteet sisältävät paitsi ympäristöhuollon piiriin menevät kiinteät ja viemärijätteet 1438 Mkg, myös kotipihakäsittelyn 103 Mkg sekä kotitalouksien hajapäästöt vesiin, 13 Mkg. Elintarvikkeiden biojätteet sisältävät sekä ruoantähteet että ulosteet.

Kulutustavaroiden hankinnoista polttoaineet muodostavat lähes puolet. Polttoaineiden massasta puun osuus on edelleen noin puolet. Energiayksikköinä mitattuna

puun osuus polttoaineista on kuitenkin vain viidennes. Elintarvikkeiden osuus on vajaa 40 %. Muiden kulutustavaroiden osuudeksi muodostuu 10 % ja ei-kierrätettävien pakkausten osuudeksi jää runsas prosentti.

Kulutetuista tavaroista jää jätteitä vain 15 %. Polttoaineista tuhkaksi jää vain vajaa prosentti. Elintarvikkeista jää ruoantähteitä ja aineenvaihdunnan ulosteita noin 10 %, josta ulosteiden osuus 15 % kosteudessa mitattuna on noin kolmannes. Kestokulutustavaroiden hankinnasta noin kaksi kolmasosaa on poistettavien tavaroiden korvaamista uusilla, kolmasosa on tavaravarannon kasvattamista. Lyhytikäiset tavarat samoin kuin ei-kierrätettävät pakkaukset menevät kokonaan jätteiksi.

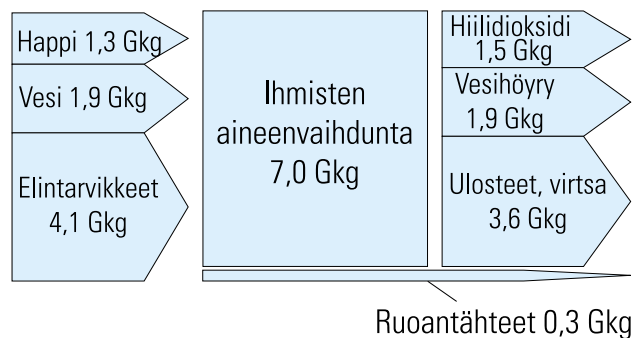
Taulukko 3.10. Kotitalouksien kulutustavaroiden hankinta ja kulutuksen jätteet, miljoonaa kg

Hankinta	Jätteet		
Polttoaineet	5 053	48	Tuhka
Elintarvikkeet	4 134	442	Biojäte
Kestokulutustavarat	272	172	Romu
Lyhytikäiset tavarat	755	755	Sekajäte
Ei-kierrätettävät pakkaukset	136	136	Pakkajäte
Yhteensä	10 351	1 553	Yhteensä

Kotitalouksien aineenvaihdunnan kokonaisvirrat on esitetty kuviossa 3.3. Kuviossa ulosteet ja virtsa on mitattu täydessä kosteudessaan. Ainevirtatilinpidoissa ne on

muunnettu 15 % kosteuspitoisuuteen, vastaamaan jätevesipuhdistamojen jätevesilietteen mittaustapaa, ja ylimäärävesi on siirretty vesihöyryyn.

Kuvio 3.3. Kotitalouksien biologisen aineenvaihdunnan kokonaisvirrat



3.7 Pääomanmuodostus

Pääomanmuodostuksen ainetaseet pääomatarvalajeittain on esitetty taulukossa 3.11. Talonrakennuksien poistuma on saatu talonrakennusten purkujätteinä. Pääomakantaa lukeutuvien autojen ja liikkuvien työkoneiden investoinnit ja poistuma on saatu ajoneuvorekisterin ensirekisteröityjen ja rekisteristä poistuneiden moottoriajoneuvojen omamassoina. Muiden koneiden ja laitteiden poistuma, noin kaksi kolmasosaa investoinneista, perustuu arvioon. Maa- ja vesirakennuksille arviota poistumasta ei ole saatu.

Maa- ja vesirakennusten poistuman arvioimatta jääminen on ainevirtatilinpidon ehkä suurin ongelma, erityisesti koska sillä on keskeinen vaikutus talouden fyysisten varantojen nettomuutokseen.

Varmaankin osa uusista maa- ja vesirakennuksista tehdään vanhojen rakenteiden

päälle, jolloin vanhat rakenteet poistuvat ja niiden ainekset saattavat sisältyä maa- ja vesirakennustoiminnan ylijäämämaihin tai myös rakenteisiin käytettynä, rakennusalueelta otettuna maa-aineksena. Toisaalta vähenevän väestön haja-asutusalueilla vanhat rakenteet jäävät usein olemaan käyttämättöminä, ympäröivään luontoon vähitellen sulautuen, hajakäyttönä taloudesta luontoon siirtyvänä. Haja-asutusalueiden tyhjilleen jäävät talonrakennukset voivat käyttäytyä samoin. Ongelmana tällöin on myös rajankäynti, mihin asti käyttämätön rakennus tai rakenne katsotaan talouteen vielä kuuluvaksi ja milloin luontoon sulautuneeksi. – Erikoistapauksina ovat vielä luontoon jo muinoin sulautuneet, mutta arvokkaina löytöinä esiin kaivetut arkeologiset rakenteet.

Taulukko 3.11. Pääomanmuodostuksen ainetase, miljoonaa kg

	Investoinnit	Poistuma (jätteet)	Varantojen nettomuutos
Talonrakennukset	29 123	1 070	28 053
Maa- ja vesirakennukset	75 902	0	75 902
Autot ja liikkuvat työkonet	137	45	92
Muut koneet ja laitteet	444	280	164
Pääomanmuodostus yhteensä	105 742	1 440	104 302

3.8 Tilinpidon systeemirajojen muutoksen vaikutukset

Materiaalivirtatilinpidossa (MFA, European commission 2001) vakiintuneet systeemirajat poikkeavat kahdessa tapauksessa tässä työssä noudatetuista SEEA:n mukaisista rajauksista. Materiaalitilinpidossa viljelysmaa ja kaatopaikat katsotaan luontoon kuuluviksi, kun SEEA:ssa ne sisällytetään talouteen.

Viljelysmaan sisällyttäminen luontoon merkitsee, että myös viljelykasvien kasvu on luonnonprosessi ja siten kasvisato on raaka-ainepanos luonnosta talouteen. Vastavasti viljelysmaahan asetetut siemenet, lannoitteet ja maanparannusaineet kirjautuvat hajakäytöksi luontoon. Kasvien ilmasta sitoma happi, peltomaan kulumisen samoin kuin lannoitteiden ja peltomaan mineralisaation aiheuttamat ilmapäästöt ovat nyt luonnon sisäisiä ainevirtoja ja jäävät siten tilinpidon ulkopuolelle.

Kun kaatopaikat luetaan luontoon kuuluviksi, loppujätteiden ainevirtakategoria olisi siirrettävä talouden sisäisestä kategoriasta taloudesta luontoon meneväksi kategoriaksi. Samalla kaatopaikkojen kertymien kategoria jäisi kokonaan pois ja samalla myös kaatopaikkojen ilmapäästöt muuttuisivat luonnon sisäisiksi prosesseiksi.

Taulukossa 3.12 on verrattu ainevirtatilinpidon ja materiaalivirtatilinpidon mukai-

sia kasvinviljelyn ja loppujätteiden ainevirtoja siten, että taulukon rivien ainevirtaryhmät noudattavat yhteenvetotaulukon 3.1. sarakkeita, kuitenkin lisätynä uudella kategorialla "kaatopaikkajäte".

Yhteenvetotaulukko 3.1 voidaan muuntaa MFA:n mukaiseksi vähentämällä kasvinviljelyn erotussarake maatalous toimialan rivistä, poistamalla kaatopaikkojen kertymät rivi, poistamalla talouden sisäiset loppujätesarakkeet ja siirtämällä niiden erotus luontoon meneväksi kaatopaikkajäte kategoriaksi.

Materiaalivirtatilinpidon rajaustapojen perusteluina on että viljelysmaa samoin kuin kaatopaikat – varsinkin ennen nykyisiä eristettyjä ja tarkoin valvottuja kaatopaikkoja – ovat luonnosta heikosti erottuvia, eikä niiden ainevirtoja kyetä kontrolloimaan. Erityisesti viljelykasvisadon määrittely luonnonvarapanokseksi helpottaa luonnonvarojen käytön aikasarjojen kokoamisesta, koska satomäärät on yleisesti tilastoituja, kun taas ainevirtatilinpidon mukainen peltomaan kulumisen edellyttää verraten työllästä ravinnetasapainon laskentaa.

Materiaalivirtatilinpidon rajausten puutteina on, että ne ovat ristiriidassa kansantalouden tilinpidon rajauksiin, ja erityisesti että niissä ilmapäästöjä, jotka yleensä katsotaan ihmisen toiminnan tuottamiksi, rajautuu luonnon sisäisiksi ainevirroiksi ja jää siten tilinpidosta pois.

Taulukko 3.12. Kasvinviljelyn ja kaatopaikkojen kertymien ainevirrat ainevirtatilinpidon (PFA) ja materiaalivirtatilinpidon (MFA) systeemirajauksilla, miljoonaa kg

	Kasvinviljely			Kaatopaikkojen kertymät			Yhteensä		
	PFA	MFA	Erotus	PFA	MFA	Erotus	PFA	MFA	Erotus
PANOS	44 725	40 118	4 607	18 189		18 189	62 914	40 118	22 796
Korjuutähde									
Raaka-aineet	720	15 350	-14 630				720	15 350	-14 630
Vesi									
Ilma (O, N)	19 238		19 238				19 238	0	19 238
Tuonti									
Kotimaiset tavarat	24 768	24 768	0				24 768	24 768	0
Loppujätteet				18 189	18 189	0	18 189	18 189	0
TUOTOS	44 725	40 118	4 607	18 189		18 189	62 914	40 118	22 796
Tuotetut tavarat	15 350	15 350	0				15 350	15 350	0
Loppujätteet				17 826		17 826	17 826	0	17 826
Varantojen nettolisäys									
Vienti									
Päästöt ilmaan	18 019		18 019	362		362	18 382	0	18 382
Vesihöyry	11 179		11 179				11 179	0	11 179
Päästöt vesiin	177		177				177	0	177
Kaatopaikkajäte							0	42 957	-42 957
Hajakäyttö		24 768	-24 768		18 189	-18 189			

4 Ainevirroista talouden ympäristökuormitukseen

4.1 Talouden ja ympäristökuormituksen mittaluvut

Kansantalouden tilinpidossa tuotannon toimialoittaisen taloudellisen toiminnan keskeisiä mittalukuja ovat tuotos ja arvonlisäys.

- Tuotos perushintaan on toimialan tuottamien tuotteiden arvo tehtaan portilla ennen tuoteveroja ja tukipalkkioita.
- Toimialan arvonlisäys saadaan, kun tuotoksen arvosta vähennetään sen tuottamisessa käytettyjen välituotteiden arvo. Arvonlisäys mittaa siten, mitä toimiala itse on lisännyt tuotteiden arvoon.

Talouden kokonaistoiminnan mittaajana on bruttokansantuote markkinahintaan, joka saadaan toimialojen arvonlisäysten summasta, kun siihen lisätään tuoteverot vähennettynä tuotetukipalkkioilla. Bruttokansantuote saadaan myös tuotteiden loppukäytön kautta seuraavasti:

$$\text{BKT} = C + G + I + (E - M),$$

missä C = yksityiset kulutusmenot, eli kotitalouksien kulutusmenot lisättyinä yksityisten voittoa tavoittelemattomien yhteisöjen kulutusmenoilla, G = julkiset kulutusmenot, I = pääoman bruttomuodostus sisältäen kiinteät investoinnit ja varastojen muutokset, E = viennin arvo ja M = tuonnin arvo.

Kansantuotteen erät voidaan järjestää myös huoltotaseeksi seuraavasti:

$$\text{BKT} + M = C + G + I + E,$$

missä taseen vasen puoli antaa lopputuotteiden tarjonnan kokonaisarvon ja oikea puoli tuotteiden loppukäytön rakenteen.

Talouden ympäristökuormitusta voidaan analysoida toimialatasolla, eli miten ympäristökuormitus jakautuu toimialojen kesken suhteessa niiden aikaansaamaan taloudelliseen arvoon, ja toisaalta talouden

kokonaistasolla, eli miten talouden aiheuttama ympäristön kuormitus jakautuu kotimaisen tuotannon ja tuonnin ympäristökuormitukseen ja edelleen miten se jakautuu loppukäytön erien eli yksityisen ja julkisen kulutuksen, pääomanmuodostuksen sekä viennin sisältämien tuotteiden tuottamisen aiheuttamaan kuormitukseen.

Ympäristökuormitus jaetaan kahteen pääryhmään, panostekijöihin ja tuotostekijöihin:

Panostekijät

Ainepanos

Primäärienergia

Tuotostekijät

Loppujäte

Kasvihuonekaasupäästöt

Happamoittavat päästöt

Alailmakehän otsonia muodostavat

päästöt

Vesistöjä rehevöittävät päästöt.

Osatekijöiden sisällöt ja mittaluvut ovat seuraavat:

Ainepanos mitataan toimialatasolla toimialan luonnosta ottamien raaka-aineiden sekä välituotteiden suorana ainepanoksena. Tuotteiden ja kansantuotteen erien kokonaisainepanoksen laskennassa käytetään kuitenkin vain talouden ulkoisia ainepanoksia, kotimaan luonnosta otettavien raaka-aineiden ja korjuutähteiden sekä tuonnin suorien ainepanosten ja välillisten ainepanosten summaa. Ainepanokset mitataan massana, miljoonina kilogrammoina, Mkg.

Primäärienergia mitataan käytettyjen polttoaineiden tehollisena lämpöarvona sekä ulkopuolelta hankitun sähkön ja lämmön tuottamiseen käytettyjen energialähteiden energia-arvona. Mittayksikkönä on terajoule, TJ.

Loppujäte on tuotettujen suoraan kaatopaikalle tai jätehuoltoon menevien jätteiden määrä. Loppujäte mitataan massana, miljoonina kilogrammoina, Mkg.

Kasvihuonekaasupäästöt muodostuvat mineraaliperäisen hiilidioksidin, metaanin ja dityppioksidin päästöistä ilmaan. Ne lasketaan kasvihuonevaikutuksiltaan hiilidioksidiekvivalentteina määrinä, jolloin metaanin painokerroin on 21 ja dityppioksidin 310. Yksikkönä on miljoonaa kilogrammaa hiilidioksidiekvivalenttina, Mkg CO₂ ekv.

Happamoittavat päästöt muodostuvat rikkidioksidin, typen oksidien ja ammoniakin päästöistä ilmaan. Ne mitataan happamoittamisvaikutuksiltaan rikkidioksidin kanssa ekvivalentteina määrinä, jolloin typen oksidien painokerroin on 0,4 ja ammoniakin 1,6.

Alailmakehän otsoni vaikuttaa haitallisesti kasvustoon. Alailmakehän otsonia muodostavia päästöjä ovat metaani, typen oksidit, hiilimonoksidi, ja ei-metaanisethiilivedyt. Päästöjen vaikutusta otsonin muodostukseen mitataan POCP-arvoilla (Photochemical Ozone Creation Potential), jossa päästöjen painoarvo metaanilla on 0,003, typen oksideilla 0,727, hiilimonoksidilla 0,064, ja ei-metaanisilla hiilivedyillä 0,209.

Vesistöjä rehevöittävät päästöt muodostuvat fosforin ja typen päästöistä vesiin sekä typen oksidien ja ammoniakin vesistöläskehäistä. Rehevöittävät päästöt mitataan

fosforiekvivalentteina (PO₄) määrinä, jolloin yleisinä painokertoimina on kokonaisytyppi 0,42, kokonaisfosfori 3,06, typen oksidit 0,008 ja ammoniakki 0,023. Lisäksi kokonaisfosforille ja -tyypelle käytetään leville käyttökelpoisen fosfori- ja typpiosuuden vaihtelun huomioonottavia toimialakohtaisia korjauskertoimia.

Kaikki ympäristökuormitustekijöiden ainesosat, sähköä ja lämpöä lukuun ottamatta voidaan poimia ainevirtatilinpidosta. Primäärienergiassa ja päästöissä ainesosat lasketaan vain yhteen erilaisilla kertoimilla painotettuna. Päästöjen painokertoimet perustuvat Suomen ympäristökeskuksen elinkaariarvioinneissa käyttämiin kertoimiin (Seppälä 1999).

Taloudelliset ja ympäristökuormitusten mittaluvut on koottu taulukkoon 4.1. Toimialojen alapuolella on esitetty lopputuotekäyttöön sisältyvät ympäristökuormituserät. Solut ovat tyhjiä siellä, missä ympäristökuormituserää ei loogisesti esiinny. Julkiset kulutusmenot koostuvat palvelujen hankinnoista, ja siten ne eivät sisällä lainkaan suoria ympäristökuormitustekijöitä. Loppukäytön taloudellisen arvon mittareina ovat menot markkinahintaan, ja ne on jätetty taulukosta pois, mutta otetaan käyttöön luvussa 4.4.

Taulukko 4.1. Talouden ja ympäristökuormituksen toimialoittaiset mittaluvut

		Tuotos	Arvon- lisäys	Suora aine- panos	Primääri- energia	Loppujäte
		Me	Me	Mkg	TJ	Mkg
1	Maa-, riista- ja kalatalous	4 120	1 534	39 727	38 749	173
2	Metsätalous	2 931	2 316	50 158	4 530	0
3	Energiamineraalien kaivu	261	97	9 377	165	3
4	Muu mineraalien kaivu	605	191	101 037	7 402	11 207
5	Elintarvikkeiden valmistus	8 266	1 936	9 165	25 823	96
6	Tekstiilien ja vaatteiden valmistus	1 489	592	151	3 694	8
7	Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	4 908	1 262	28 345	29 602	58
8	Massan, paperin jne. valmistus	13 453	4 234	64 250	374 179	1 372
9	Kustantaminen ja painaminen	3 900	1 568	627	4 468	12
10	Koksin, öljytuotteiden jne. valmistus	2 533	175	14 245	33 011	41
11	Kemikaalien ja kem.tuott. valmistus	4 612	1 639	8 351	57 864	1 760
12	Kumi- ja muovituotteiden valmistus	2 192	935	615	8 149	10
13	Mineraalituotteiden valmistus	2 004	824	13 548	19 679	197
14	Metallien jalostus	5 229	976	13 796	99 422	927
15	Metallituotteiden valmistus	3 938	1 597	1 293	8 243	16
16	Koneiden ja laitteiden valmistus	8 735	2 753	922	9 497	57
17	Sähkötekniisten tuotteiden valmistus	18 482	6 108	510	7 812	50
18	Kulkuneuvojen valmistus	2 952	936	329	4 600	18
19	Muu valmistus	1 461	583	338	2 723	9
20	Kierrätys	96	19	1 194	181	79
21	Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	4 214	2 199	15 156	2 062	355
22	Talonrakentaminen	11 498	4 768	31 099	11 037	1 258
23	Maa- ja vesirakentaminen	3 614	1 343	77 200	8 988	11
24	Tukku- ja vähittäiskauppa	19 888	11 133	719	48 378	321
25	Majoitus- ja ravitsemistoiminta	4 095	1 514	781	14 825	185
26	Kuljetus ja tietoliikenne	17 914	10 925	3 867	144 800	52
27	Asuminen	13 090	9 202	996	104 712	15
28	Julkiset palvelut	28 595	19 056	625	53 791	200
29	Ympäristön huolto	862	486	3 401	2 798	16
30	Muut palvelut	26 942	15 268	348	42 326	207
Kotitalouksien kulutusmenot				10 351	278 840	1 438
Julkisyhteisöjen kulutusmenot						
Pääomanmuodostus				123 489		1 070
Vienti				37 875		370
Yhteensä		222 880	106 171	663 884	1 452 350	21 593

KHK päästöt Mkg	Happam. päästöt 1000 kg	Alailma- kehän otsoni 1000 kg	Rehevöi- tyminen 1000 kg
CO ₂ ekv	SO ₂ ekv	POCP ekv	PO ₄ ekv
11 834	91 504	19 471	19 328
387	2 522	4 514	724
1 406	9	9	138
216	542	253	8
675	1 208	855	51
90	160	116	8
634	1 288	3 021	23
4 586	23 635	22 212	1 355
33	70	1 280	1
3 424	7 964	10 537	59
2 524	11 883	6 509	184
64	178	266	7
1 963	1 834	1 374	14
5 237	12 145	3 677	223
187	162	684	25
105	173	444	2
28	56	379	1
57	170	644	1
27	47	535	1
4	4	6	0
21 582	43 917	25 840	284
772	3 501	8 664	65
1 015	5 305	9 425	93
1 153	3 247	5 686	54
92	88	131	1
10 209	64 095	102 058	1 004
710	823	3 151	11
530	640	902	6
2 507	81	411	4 929
239	242	605	2
9 132	20 753	72 138	1 818
81 423	298 246	305 797	30 421

4.2 Toimialojen ympäristökuormitus

Toimialojen ympäristökuormituksen vertailuun taulukossa 4.2 on esitetty arvonlisäyksen ja ympäristökuormituksen prosenttija-kaumat. Toimialoja, joissa ympäristökuormitustekijöiden osuus on yleisimmin suurempi kuin toimialan arvonlisäysosuus ovat Maa-, riista- ja kalatalous, Muu mineraalien kaivu, Massan ja paperin valmistus, Kemikaalien valmistus, Mineraalituotteiden valmistus, Metallien jalostus sekä Sähkö-, kaasu-, ja vesihuolto. Vaikka Sähkötekniisten tuotteiden valmistus arvonlisäysosuus on lähes 6 prosenttia, sen kaikkien ympäristökuormitustekijöiden osuudet jäävät alle prosentin.

Yksittäisistä kuormitustekijöistä suoran ainepanoksen osuus on korkein Pääomanmuodostuksessa, Maa- ja vesirakennustoiminnassa ja sen jälkeen Muussa mineraalien kaivussa. Ainepanoksiin sisältyvä kaksinkertainen laskenta näkyy siinä, että sama sora on kaikissa näissä kolmessa toiminnassa suurin ainepanostekijä.

Myös Massan ja paperin valmistuksen, Metsätalouden sekä Maa-, riista- ja kalatalouden ainepanosuus on verraten korkea. Primäärienergiasta Massan ja paperin valmistuksen osuus on runsas neljännes. Kotitalouksien osuus on vajaa viidennes, mutta jos siihen lisätään myös asumisen välituotekäyttöön luettava energiankulutus (lähinnä vuokriin ja vuokranvastikkeisiin sisältyvä lämmitysenergia), osuus nousee niinkään runsaaseen neljännekseen. Kuljetus- ja tietoliikenteen osuus on 10 prosenttia. Sähkö-, kaasu- ja vesihuollon toimialan primäärienergian kulutus jää pieneksi, koska sähkön ja kaukolämmön primäärienergia, mukaan

lukien siirtohäviöiden osuus, on siirretty sähkön ja lämmön käyttäjille. Siten sähkö-, kaasu- ja vesihuollon toimialalle jää vain ns. omakäytön primäärienergia.

Loppujätteistä yli puolet muodostuu mineraalien kaivussa, lähinnä rikastehiekkana. Kotitalouksien jätteiden osuus lähes viidenneksen. Tehdasteollisuudessa suurimmat jätemäärät syntyvät Kemikaalien valmistuksessa, 8 %, Massan ja paperin valmistuksessa, 6 % sekä Metallien jalostuksessa, 4%.

Kasvihuonekaasupäästöistä runsas neljännes syntyy Sähkö-, kaasu- ja vesihuollon toimialalla, 14 % Maa-, riista- ja kalataloudessa, 12 % Kuljetus- ja tietoliikenteessä, 11 % kotitalouksien kulutuksessa, runsaat 6 % Metallien jalostuksessa ja vajaat 6 % Massan ja paperin valmistuksessa.

Happamoittavista päästöistä 31 % syntyy Maa-, riista- ja kalataloudessa, 22 % Kuljetus- ja tietoliikenteessä, 15 % Sähkö-, kaasu- ja vesihuollossa, 7 % kotitalouksien kulutuksessa.

Alailmakehän otsonia muodostavista päästöistä Kuljetus- ja tietoliikenteen osuus on kolmannes, kotitalouksien kulutuksen lähes neljännes, Sähkö-, kaasu- ja vesihuollon runsaat 8 %, Massan ja paperin valmistuksen lähes 8 % sekä Maa-, riista- ja kalatalouden runsaat 6 %.

Rehevöittävässä päästöissä Maa-, riista- ja kalatalouden osuus on lähes kaksi kolmasosaa ja Ympäristöhuollon, joka sisältää myös yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot, 16 %. Kotitalouksien suora osuus rehevöitymisestä on 6 %.

Taulukkoon 4.3 on laskettu toimialojen ympäristökuormitukset toimialan arvonlisäystä kohti, eli toimialojen kuormitusintensiteetit. Kuormitusintensiteetit on esitetty myös kuvioissa 4.1 – 4.7 kuormitusintensiteetin suuruuden mukaan järjestettynä.

Taulukko 4.2. Arvonlisäyksen ja ympäristökuormitustekijöiden jakauma toimialoittain ja loppukäytön erittäin, %

	Arvon- lisäys	Suora aine- panos	Pri- määri- energia	Loppu- jäte	KHK päästöt	Hap- pam. päästöt	Ala- ilmak. otsoni	Rehe- vöitymi- nen
1 Maa-, riista- ja kalatalous	1,4	6,0	2,7	0,8	14,5	30,7	6,4	63,5
2 Metsätalous	2,2	7,6	0,3	0,0	0,5	0,8	1,5	2,4
3 Energiamineraalien kaivu	0,1	1,4	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,5
4 Muu mineraalien kaivu	0,2	15,2	0,5	51,9	0,3	0,2	0,1	0,0
5 Elintarvikkeiden valmistus	1,8	1,4	1,8	0,4	0,8	0,4	0,3	0,2
6 Tekstiilien ja vaatteiden valm.	0,6	0,0	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
7 Puutavaran ja puutuott. valm	1,2	4,3	2,0	0,3	0,8	0,4	1,0	0,1
8 Massan, paperin jne. valm	4,0	9,7	25,8	6,4	5,6	7,9	7,3	4,5
9 Kustantaminen ja painaminen	1,5	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0
10 Koksen, öljytuotteiden jne. valm.	0,2	2,1	2,3	0,2	4,2	2,7	3,4	0,2
11 Kemikaalien ja kem.tuott. valm.	1,5	1,3	4,0	8,2	3,1	4,0	2,1	0,6
12 Kumi- ja muovituotteiden valm.	0,9	0,1	0,6	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0
13 Mineraalituotteiden valmistus	0,8	2,0	1,4	0,9	2,4	0,6	0,4	0,0
14 Metallien jalostus	0,9	2,1	6,8	4,3	6,4	4,1	1,2	0,7
15 Metallituotteiden valmistus	1,5	0,2	0,6	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
16 Koneiden ja laitteiden valm	2,6	0,1	0,7	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0
17 Sähkötekniisten tuott. valm	5,8	0,1	0,5	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0
18 Kulkuneuvojen valmistus	0,9	0,0	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0
19 Muu valmistus	0,5	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
20 Kierrätys	0,0	0,2	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
21 Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	2,1	2,3	0,1	1,6	26,5	14,7	8,4	0,9
22 Talonrakentaminen	4,5	4,7	0,8	5,8	0,9	1,2	2,8	0,2
23 Maa- ja vesirakentaminen	1,3	11,6	0,6	0,1	1,2	1,8	3,1	0,3
24 Tukku- ja vähittäiskauppa	10,5	0,1	3,3	1,5	1,4	1,1	1,9	0,2
25 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	1,4	0,1	1,0	0,9	0,1	0,0	0,0	0,0
26 Kuljetus ja tietoliikenne	10,3	0,6	10,0	0,2	12,5	21,5	33,4	3,3
27 Asuminen	8,7	0,2	7,2	0,1	0,9	0,3	1,0	0,0
28 Julkiset palvelut	17,9	0,1	3,7	0,9	0,7	0,2	0,3	0,0
29 Ympäristön huolto	0,5	0,5	0,2	0,1	3,1	0,0	0,1	16,2
30 Muut palvelut	14,4	0,1	2,9	1,0	0,3	0,1	0,2	0,0
Kotitalouksien kulutusmenot		1,6	19,2	6,7	11,2	7,0	23,6	6,0
Julkisyhteisöjen kulutusmenot								
Pääomanmuodostus		18,6		5,0				
Vienti		5,7		1,7				
Yhteensä	100	100	100	100	100	100	100	100

Taulukko 4.3. Ympäristökuormitustekijät arvonlisäyksikköä kohti eli kuormitus-intensiteetit toimialoittain Suomessa vuonna 1999

	Suora aine- panos	Pri- määri- energia	Lop- pu- jäte	KHK päästöt	Happam. päästöt	Alailmak. otsoni	Rehe- vöitymi- nen
	Kg/€	MJ/€	Kg/€	Kg/€	g/€	g/€	g/€
1 Maa-, riista- ja kalatalous	25,9	25,3	0,1	7,7	59,6	12,7	12,6
2 Metsätalous	21,7	2,0	0,0	0,2	1,1	1,9	0,3
3 Energiamineraalien kaivu	96,4	1,7	0,0	14,5	0,1	0,1	1,4
4 Muu mineraalien kaivu	530,1	38,8	58,8	1,1	2,8	1,3	0,0
5 Elintarvikkeiden valmistus	4,7	13,3	0,0	0,3	0,6	0,4	0,0
6 Tekstiilien ja vaatteiden valm.	0,3	6,2	0,0	0,2	0,3	0,2	0,0
7 Puutavaran ja puutuott. valm	22,5	23,5	0,0	0,5	1,0	2,4	0,0
8 Massan, paperin jne. valm	15,2	88,4	0,3	1,1	5,6	5,2	0,3
9 Kustantaminen ja painaminen	0,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0
10 Koxsin, öljytuotteiden jne. valm.	81,4	188,6	0,2	19,6	45,5	60,2	0,3
11 Kemikaalien ja kem.tuott. valm.	5,1	35,3	1,1	1,5	7,3	4,0	0,1
12 Kumi- ja muovituotteiden valm.	0,7	8,7	0,0	0,1	0,2	0,3	0,0
13 Mineraalituotteiden valmistus	16,4	23,9	0,2	2,4	2,2	1,7	0,0
14 Metallien jalostus	14,1	101,8	0,9	5,4	12,4	3,8	0,2
15 Metallituotteiden valmistus	0,8	5,2	0,0	0,1	0,1	0,4	0,0
16 Koneiden ja laitteiden valm	0,3	3,5	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0
17 Sähkötekniisten tuott. valm	0,1	1,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
18 Kulkuneuvojen valmistus	0,4	4,9	0,0	0,1	0,2	0,7	0,0
19 Muu valmistus	0,6	4,7	0,0	0,0	0,1	0,9	0,0
20 Kierrätys	61,3	9,3	4,0	0,2	0,2	0,3	0,0
21 Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	6,9	0,9	0,2	9,8	20,0	11,8	0,1
22 Talonrakentaminen	6,5	2,3	0,3	0,2	0,7	1,8	0,0
23 Maa- ja vesirakentaminen	57,5	6,7	0,0	0,8	4,0	7,0	0,1
24 Tukku- ja vähittäiskauppa	0,1	4,3	0,0	0,1	0,3	0,5	0,0
25 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	0,5	9,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
26 Kuljetus ja tietoliikenne	0,4	13,3	0,0	0,9	5,9	9,3	0,1
27 Asuminen	0,1	11,4	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0
28 Julkiset palvelut	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29 Ympäristön huolto	7,0	5,8	0,0	5,2	0,2	0,8	10,1
30 Muut palvelut	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Yhteensä	4,6	11,1	0,2	0,7	2,6	2,2	0,3

Kuvio 4.1 Suora ainepanos arvonlisäyksikköä kohti toimialoittain Suomessa vuonna 1999, kg/€ (Muun mineraalien kaivun pylväs katkaistu)



Kuvio 4.2 Primäärienergian kulutus arvonlisäyksikköä kohti toimialoittain Suomessa vuonna 1999, MJ/€



Kuvio 4.3. Loppujäte arvonlisäyksikköä kohti toimialoittain Suomessa vuonna 1999, kg/€, (Muun mineraalien kaivun pylväs on katkaistu)



Kuvio 4.4. Kasvihuonekaasupäästöt arvonlisäyksikköä kohti toimialoittain Suomessa vuonna 1999, kg CO₂ ekv/€



Kuvio 4.5. Happamoittavat päästöt arvonlisäyksikköä kohti toimialoittain Suomessa vuonna 1999, g SO₂ ekv /€



Kuvio 4.6. Alailmakehän otsonia tuhoavat päästöt arvonlisäyksikköä kohti toimialoittain Suomessa vuonna 1999, g POCP ekv /€



Kuvio 4.7. Rehevöittävät päästöt arvonlisäyksikköä kohti toimialoittain Suomessa vuonna 1999, g PO₄ ekv /€



4.3 Tuotteiden ympäristökuormitus

Tuotteen ympäristökuormituksella tarkoitetaan tässä tuotteen koko valmistusketjussa - "kehdosta tehtaan lähtöportille" - syntyviä ympäristökuormituksia. Toimialoittaisessa tarkastelussa toimialan tuotos on toimialan tuottamien tuotteiden arvo. Tuotteiden valmistuksen kokonaisympäristökuormitus saadaan, kun tuottavan toimialan ympäristökuormitukseen lisätään toimialojen välituotteiden valmistusketjun ympäristökuormitukset. Toimialatasolla tuotteiden koko valmistusketjun ympäristökuormitus voidaan laskea panos-tuotosmallin avulla.

Panos-tuotos malli kuvaa tuotteiden virran kotimaisesta tuotannosta ja tuonnista toimialojen välituotekäyttöön ja loppukäyttöön. Panos-tuotos mallin peruserätykset ovat seuraavat. Lähtökohtana on panos-tuotos rakennemalli:

$$1) \quad \mathbf{q} = \mathbf{Aq} + \mathbf{f},$$

missä \mathbf{q} on tuotteiden tuotosvektori toimialoittain, \mathbf{A} on toimiala x toimiala panoskerrointen matriisi, jonka kukin sarake kertoo, kuinka paljon vastaava toimiala käyttää eri toimialojen tuotteita välituotepanoksinaan tuotosyksikköä kohti, ja \mathbf{f} on tuotteiden loppukäytön vektori, joka voidaan myös hajottaa matriisiksi, jonka sarakkeina on tuotteiden loppukäytön erät, yksityiset ja julkiset kulutusmenot, pääomanmuodostus sekä vienti. Rakennemuodon ratkaisuna saadaan

$$2) \quad \mathbf{q} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{f} = \mathbf{Bf},$$

missä $\mathbf{B} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$, on Leontjefin käänteismatriisi, jonka kukin sarake kertoo, kuinka paljon vastaavan toimialan tuotosyksikköön on tarvittu suoraan ja välillisesti eri toimialojen tuottamia tuotteita.

Tuottavan toimialan välittömät ympäristökuormitukset tuoteyksikköä kohti saadaan, kun taulukossa 4.1 toimialoittaiset ympäristökuormitustekijät jaetaan toimialojen tuotoksilla. Olkoon \mathbf{P} näin saatu

toimiala x ympäristökuormitustekijöiden kerroinmatriisi. Silloin matriisitulo

$$3) \quad \mathbf{B}'\mathbf{P}$$

on matriisi, jonka sarakkeina on ympäristökuormitustekijät ja riveinä kunkin toimialan tuotosyksikön sisältämät välittömät ja välilliset ympäristökuormitukset.

Rakennemuodon (1) tuotevirrat voivat sisältää joko pelkästään kotimaiset tuotteet tai kotimaiset ja tuontituotteet yhdessä. Kotimaisten tuotevirtojen Leontjefin käänteismatriisi antaa matriisitulossa (3) toimialojen tuotosyksikön kotimaiset kokonaisympäristökuormitukset. Kun rakennemuoto sisältää myös tuontituotteiden virrat, matriisitulo antaa tuotosyksikön kotimaahan ja tuonnin välityksellä ulkomaille kohdistuvat ympäristökuormitukset.

Tuotokseen sisältyvät kokonaisympäristökuormitukset voidaan osittaa erotuksina kolmeen komponenttiin:

välitön ympäristökuormitus:

matriisi \mathbf{P} ,

välillinen kotimaasta: matriisierotus

$\mathbf{B}^D\mathbf{P} - \mathbf{P}$, missä \mathbf{B}^D on kotimaisten tuotevirtojen Leontjefin käänteismatriisi, sekä **tuonnin välillinen:** matriisierotus $\mathbf{B}'\mathbf{P} - \mathbf{B}^D\mathbf{P}$, missä \mathbf{B} sisältää sekä kotimaiset että tuontituotteet.

Kun panos-tuotosmalli sisältää vain kotimaan tuotannon kuvauksen ja matriisi \mathbf{P} vain kotimaan toimialoittaiset ympäristökuormituskertoimet, niin erityisesti tuonnin välillisten kuormitusten laskenta edellyttää oletusta, että toimialoittaiset tuotantoteknologiat ovat ulkomailla samat kuin Suomessa, ja että tuotantoteknologiamatriisi \mathbf{A} ja toimialojen suora kuormitusmatriisi \mathbf{P} ovat ulkomailla ja Suomessa samanlaiset. Siten tuonnin välillisten kuormitusten laskenta antaa vain karkeita arvioita.

Panos-tuotosmallin laskentamenetelmä sisältää myös oletuksen, että kaikki saman toimialan tuotteet tuotetaan samalla, toimialan keskimääräisellä tekniikalla. Varsinkin karkealla toimialajalla toimialan tuotos saattaa kuitenkin sisältää hyvin erilaatuisia

ja erilaisin menetelmin tuotettuja tuotteita. Tätä harhaa voidaan vähentää käyttämällä laskennassa mahdollisimman tiheää toimialajakoa, ja yhdistämällä tulokset sopivaan esitysluokitteluun vasta laskennan loppuvaiheessa. Tässä työssä laskenta on tehty 149 toimialan tasolla ja tulokset yhdistetty 30 toimialaan.

Panos-tuotos laskelmat on tehty rahamittaisella panos-tuotostaulukolla, vaikka tässä työssä laadittuja fyysisiä panostuotostaulukoita olisi periaatteessa myös mahdollista käyttää. Fyysisistä panos-tuotostaulukoista puuttuu kuitenkin aineettomien palvelujen virrat ja siten aineettomien palvelujen tuottamisen sisältämät ympäristökuormitukset olisivat jääneet laskennan tavoittamattomiin. Rahamittaiset 149 toimialan vuoden 1999 panos-tuotostaulut on saatu Tilastokeskuksesta.

Taulukoissa 4.4 ja 4.5 sekä kuvioina 4.8 – 4.14 on esitetty kokonaisympäristökuormitukset kuormituslajeittain, toimialoittain 30 toimialan jaolla ja komponenteittain vuonna 1999.

Tuotetarkastelussa mineraalien kaivun toimialojen, Maa- ja vesirakentamisen sekä Metsätalouden luonnonvarojen kokonaiskäyttö tuotosyksikköä kohti ovat korkeimpia. Sen jälkeen tulevat Metallien jalostus, Mineraalituotteiden valmistus sekä Puutavaran sekä puutuotteiden valmistus.

Primäärienergian kokonaiskulutus kohoaa korkeimmiksi Metallien jalostuksessa sekä Massan ja paperin valmistuksessa. Sen jälkeen tulevat Muu mineraalien kaivu, Kemikaalien valmistus ja Mineraalituotteiden valmistus. Myös Maa-, riista- ja kalatalouden energiankulutus on suuri.

Sähköteknisten tuotteiden valmistuksessa sekä luonnonvarojen kokonaiskäyttö että

primäärienergian kokonaiskulutus jäävät tehdeasteollisuuden pienimmiksi, vaikkakin toimialalla välillisen tuonnin osuus on suhteellisen korkea.

Loppujätteiden kokonaissisältö nousee korkeimmaksi Muiden mineraalien kaivussa myös tuotetarkastelussa. Siitä johtuen kohoaa myös Metallien jalostuksen tuonnin välillisten loppujätteiden osuus. Loppujättesisältö on korkea myös Kemikaalien valmistuksen ja Kierrätyksen toimialoilla.

Kasvihuonekaasupäästöt tuotosyksikköä kohti ovat korkeimmat Sähkö- kaas- ja vesihuollossa, Energiamineraalien kaivussa sekä Kaksin ja öljytuotteiden valmistuksessa. Myös Maa-, riista- ja kalataloudessa kasvihuonekaasupäästöt ovat korkeat.

Happamoittavien päästöjen sisältö on selvästi korkein Maa- riista- ja kalataloudessa. Merkittävä osatekijä tässä ovat karjatalouden ammoniakkipäästöt, joiden happamoittamisvaikutus on suuri. Maatalouden happamoittavat päästöt heijastuvat elintarviketeollisuuden tuotteiden korkeina välillisinä happamoittavina päästöinä.

Alailmakehän otsonia muodostavat päästöt tuotosyksikköä kohti ovat suurimmat Maa- ja metsätaloudessa, Kuljetus- ja tietoliikenteessä, Sähkö- kaas- ja vesihuollossa sekä Kaksin ja öljytuotteiden valmistuksessa.

Rehevöittävät kokonaispäästöt ovat korkeimmat Maa-, riista- ja kalatalouden tuotteilla ja Ympäristöhuollossa, joka sisältää yhdyskuntien jäteveden puhdistuksen. Maatalouden suuri rehevöittämisvaikutus välittyy myös elintarviketeollisuuden tuotteiden korkeana välillisenä rehevöittämisvaikutuksena.

Taulukko 4.4. Toimialojen tuotteiden aiheuttamat ympäristökuormitukset: luonnonvarojen käyttö, primäärienergia ja loppujäte tuotoksen euroa kohti vuonna 1999

		Luonnonvarojen käyttö kg/€			
		Välitön	Välillinen koti- maasta	Tuonnin välillinen	Yhteensä
1	Maa-, riista- ja kalatalous	0,2	1,2	1,5	2,9
2	Metsätalous	24,9	1,9	0,2	27,0
3	Energiamineraalien kaivu	37,5	1,0	0,6	39,1
4	Muu mineraalien kaivu	208,3	13,3	2,9	224,5
5	Elintarvikkeiden valmistus	0,0	0,9	1,5	2,4
6	Tekstiilien ja vaatteiden valm.	0,0	0,3	1,3	1,6
7	Puutavaran ja puutuotteiden v.	0,0	10,7	1,4	12,1
8	Massan, paperin jne. valmistus	0,0	4,0	4,1	8,0
9	Kustantaminen ja painaminen	0,0	0,7	0,9	1,7
10	Koksin, öljytuotteiden jne. valm.	0,0	0,3	7,9	8,2
11	Kemikaalien ja kem.tuott. valm.	0,0	5,1	5,6	10,7
12	Kumi- ja muovituotteiden valm.	0,0	1,0	2,2	3,2
13	Mineraalituotteiden valmistus	2,7	8,0	3,9	14,6
14	Metallien jalostus	0,0	3,3	21	24,4
15	Metallituotteiden valmistus	0,0	0,7	3,9	4,6
16	Koneiden ja laitteiden valmistus	0,0	0,4	1,7	2,1
17	Sähköteknisten tuotteiden valm.	0,0	0,4	1,5	1,9
18	Kulkuneuvojen valmistus	0,0	0,4	1,6	2,0
19	Muu valmistus	0,0	1,0	1,5	2,5
20	Kierrätys	0,0	0,8	3,0	3,8
21	Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	0,0	1,9	3,8	5,8
22	Talonrakentaminen	0,7	3,3	1,3	5,3
23	Maa- ja vesirakentaminen	10,6	18,8	1,6	31,0
24	Tukku- ja vähittäiskauppa	0,0	0,4	0,4	0,8
25	Majoitus- ja ravitsemistoiminta	0,0	0,6	0,6	1,2
26	Kuljetus ja tietoliikenne	0,0	0,7	0,5	1,1
27	Asuminen	0,0	0,7	0,4	1,1
28	Julkiset palvelut	0,0	0,3	0,3	0,5
29	Ympäristön huolto	0,0	0,6	0,5	1,1
30	Muut palvelut	0,0	0,4	0,4	0,9
	Keskimäärin	1,2	1,7	1,8	4,7

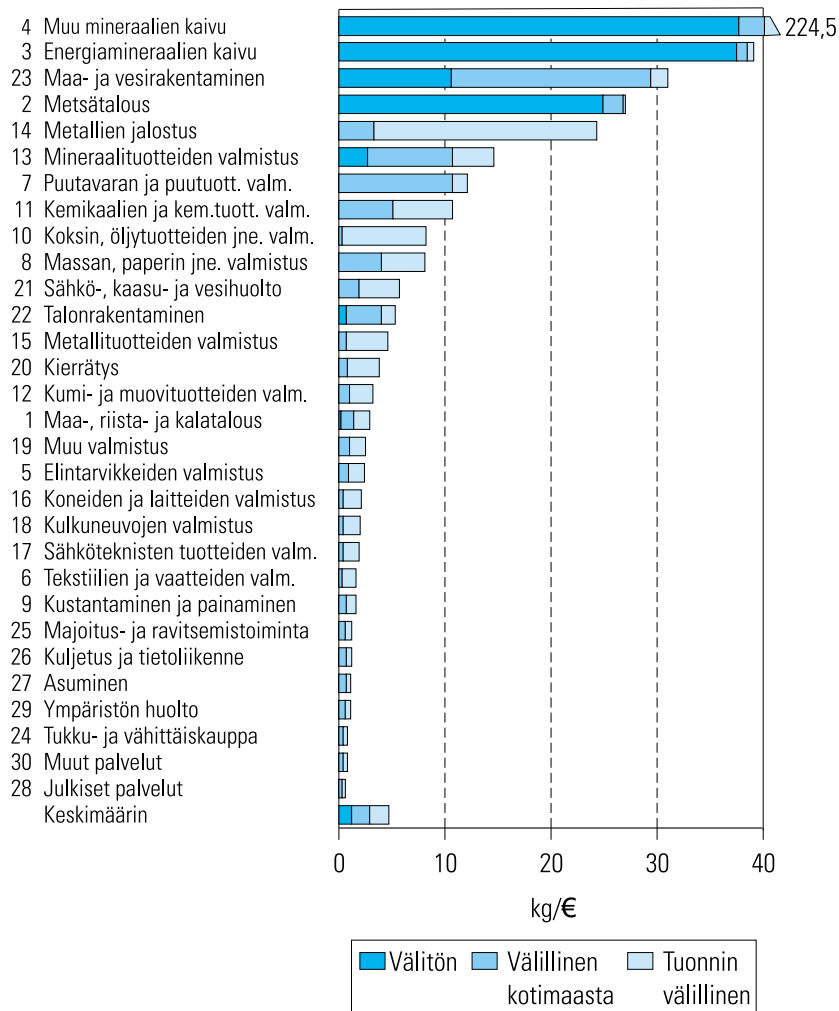
Primäärienergia MJ/€				Loppujäte kg/€			
Välitön	Välillinen kotimaasta	Tuonnin välillinen	Yhteensä	Välitön	Välillinen kotimaasta	Tuonnin vä- lillinen	Yhteensä
9,4	7,9	3,4	20,7	0,04	0,30	0,50	0,83
1,5	1,2	0,5	3,2	0,00	0,01	0,05	0,06
0,6	4,7	2,3	7,7	0,01	0,07	0,27	0,36
12,2	6,6	9,1	28,0	18,52	4,36	9,19	32,07
3,1	9,5	4,9	17,6	0,01	0,20	0,52	0,73
2,5	2,5	8,1	13,1	0,01	0,05	0,51	0,56
6,0	3,7	2,2	11,9	0,01	0,04	0,28	0,34
27,8	13,2	3,9	45,0	0,10	0,23	0,63	0,96
1,1	6,8	3,2	11,1	0,00	0,07	0,35	0,42
13,0	2,6	7,1	22,8	0,02	0,07	0,43	0,52
12,5	6,7	9,8	29,0	0,38	2,24	3,19	5,81
3,7	4,7	9,0	17,5	0,00	0,39	2,02	2,42
9,8	6,9	5,4	22,1	0,10	0,38	1,25	1,73
19,0	13,7	17,1	49,8	0,18	0,57	7,83	8,58
2,1	5,3	8,9	16,2	0,00	0,12	1,98	2,11
1,1	4,0	7,2	12,2	0,01	0,07	1,08	1,16
0,4	2,6	5,5	8,5	0,00	0,06	0,92	0,98
1,6	3,4	6,8	11,7	0,01	0,06	1,05	1,12
1,9	3,4	5,8	11,1	0,01	0,09	1,16	1,25
1,9	5,7	13,6	21,2	0,82	0,19	2,47	3,47
0,5	2,5	1,9	4,9	0,08	0,04	0,15	0,28
1,0	3,9	3,7	8,5	0,11	0,07	0,56	0,74
2,5	5,1	3,4	11,1	0,00	0,10	0,49	0,60
2,4	3,0	1,7	7,1	0,02	0,04	0,21	0,26
3,6	4,3	2,3	10,3	0,05	0,05	0,22	0,32
8,1	2,6	1,9	12,6	0,00	0,02	0,13	0,15
8,0	1,6	0,8	10,4	0,00	0,04	0,13	0,17
1,9	1,7	0,8	4,4	0,01	0,02	0,09	0,12
3,2	3,4	1,7	8,4	0,02	0,08	0,28	0,38
1,6	2,9	1,5	6,0	0,01	0,03	0,19	0,23
5,3	4,2	3,5	13,0	0,08	0,14	0,69	0,91

Taulukko 4.5. Toimialojen tuotteiden aiheuttamat ympäristökuormitukset: päästöt ilmaan ja vesiin tuotoksen euroa kohti vuonna 1999

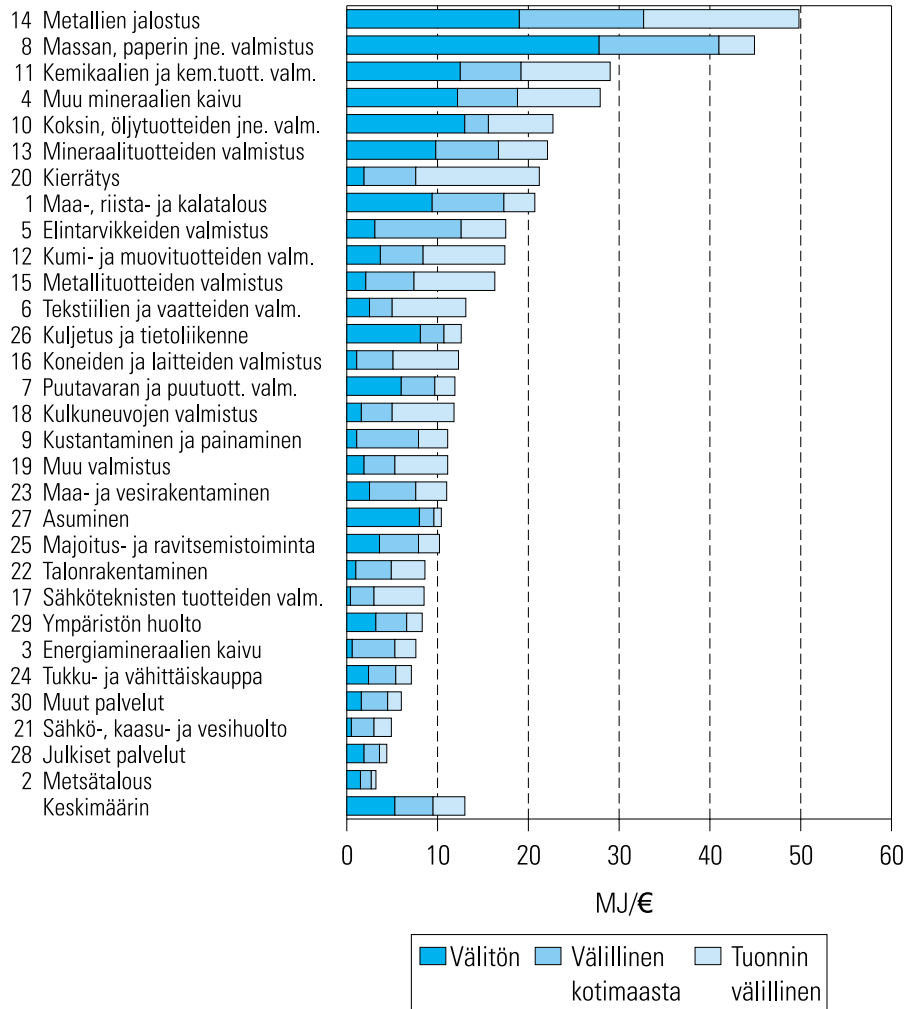
	Kasvihuonekaasupäästöt kg CO ₂ ekv/€				Happamoittavat päästöt g SO ₂ ekv/€			
	Välitön	Välillinen koti- maasta	Tuonnin välillinen	Yhteensä	Välitön	Välillinen koti- maasta	Tuonnin välillinen	Yhteensä
1 Maa-, riista- ja kalatal.	2,87	1,53	0,49	4,89	22,21	9,63	2,12	33,96
2 Metsätalous	0,13	0,13	0,08	0,34	0,86	0,48	0,17	1,51
3 Energiamineraalien kaivu	5,38	0,40	0,24	6,02	0,04	1,26	0,59	1,89
4 Muu mineraalien kaivu	0,36	0,58	0,50	1,44	0,90	1,79	1,24	3,92
5 Elintarvikkeiden valm.	0,08	1,81	0,70	2,59	0,15	11,9	3,39	15,43
6 Tekst. ja vaatt. valm.	0,06	0,26	0,48	0,80	0,11	0,87	1,42	2,40
7 Puutav. ja puutuott. valm.	0,13	0,34	0,21	0,68	0,26	1,17	0,66	2,09
8 Massan, paperin jne. valm.	0,34	0,85	0,40	1,58	1,76	2,37	0,94	5,07
9 Kustant. ja painaminen	0,01	0,31	0,24	0,56	0,02	0,98	0,64	1,63
10 Koksin, öljytuotteiden jne. valmistus	1,35	0,33	4,12	5,81	3,14	0,80	2,10	6,05
11 Kemik. ja kem.tuott. valm.	0,55	0,56	0,80	1,90	2,58	1,64	2,14	6,36
12 Kumi- ja muovituott. valm	0,03	0,36	0,63	1,02	0,08	1,15	2,02	3,25
13 Mineraalituotteiden valm	0,98	0,90	0,58	2,46	0,92	1,58	1,06	3,55
14 Metallien jalostus	1,00	1,01	0,96	2,97	2,32	2,74	2,19	7,25
15 Metallituott. valmistus	0,05	0,39	0,47	0,91	0,04	1,16	1,16	2,36
16 Koneiden ja laitt. valm.	0,01	0,29	0,40	0,70	0,02	0,81	0,99	1,82
17 Sähkötekn. tuott.valm.	0,00	0,21	0,36	0,57	0,00	0,60	1,04	1,64
18 Kulkuneuvojen valmistus	0,02	0,24	0,39	0,65	0,06	0,63	1,00	1,69
19 Muu valmistus	0,02	0,23	0,31	0,56	0,03	0,68	0,91	1,62
20 Kierrätys	0,05	0,38	0,97	1,39	0,04	1,16	2,24	3,44
21 Sähkö-, kaasu- ja vesi-huolto	5,12	0,56	0,56	6,25	10,42	1,14	0,56	12,12
22 Talonrakentaminen	0,07	0,30	0,27	0,64	0,30	0,79	0,67	1,76
23 Maa- ja vesirakentaminen	0,28	0,47	0,36	1,11	1,47	1,19	0,69	3,35
24 Tukku- ja vähittäiskauppa	0,06	0,28	0,18	0,52	0,16	0,87	0,45	1,48
25 Majointus- ja ravits.toim	0,02	0,41	0,28	0,71	0,02	1,83	1,21	3,06
26 Kuljetus ja tietoliikenne	0,57	0,23	0,28	1,08	3,58	0,69	0,86	5,12
27 Asuminen	0,05	0,25	0,09	0,40	0,06	0,56	0,18	0,80
28 Julkiset palvelut	0,02	0,21	0,09	0,31	0,02	0,58	0,23	0,84
29 Ympäristön huolto	2,91	0,42	0,18	3,50	0,09	1,01	0,45	1,56
30 Muut palvelut	0,01	0,26	0,16	0,43	0,01	0,78	0,39	1,18
Keskimäärin	0,32	0,42	0,34	1,08	1,25	1,53	0,85	3,62

Alailmakehän otsoni POCP ekv/€				Rehevöittävät päästöt g P04 ekv/€			
Välitön	Välillinen koti- maasta	Tuonnin välillinen	Yhteensä	Välitön	Välillinen koti- maasta	Tuonnin välillinen	Yhteensä
4,73	2,56	0,75	8,04	4,69	1,84	0,37	6,90
1,54	0,37	0,10	2,01	0,25	0,19	0,03	0,46
0,04	1,25	0,36	1,65	0,53	0,12	0,07	0,73
0,42	1,23	0,75	2,39	0,01	0,13	0,10	0,25
0,10	3,15	1,19	4,44	0,01	2,33	0,62	2,95
0,08	0,54	0,85	1,46	0,01	0,11	0,16	0,28
0,62	1,37	0,65	2,64	0,00	0,13	0,06	0,19
1,65	1,95	0,60	4,20	0,10	0,14	0,09	0,33
0,33	0,94	0,43	1,70	0,00	0,09	0,06	0,15
4,16	0,76	2,15	7,07	0,02	0,03	0,50	0,56
1,41	1,16	1,35	3,91	0,04	0,08	0,12	0,24
0,12	0,81	1,20	2,13	0,00	0,06	0,10	0,17
0,69	1,16	0,73	2,58	0,01	0,08	0,08	0,16
0,70	1,33	1,12	3,16	0,04	0,08	0,11	0,23
0,17	0,68	0,62	1,47	0,01	0,09	0,08	0,17
0,05	0,52	0,58	1,16	0,00	0,07	0,08	0,15
0,02	0,41	0,63	1,06	0,00	0,07	0,09	0,15
0,22	0,49	0,66	1,36	0,00	0,05	0,07	0,12
0,37	0,64	0,66	1,67	0,00	0,06	0,06	0,12
0,07	0,83	1,07	1,96	0,00	0,09	0,11	0,20
6,13	0,70	0,42	7,25	0,07	0,12	0,10	0,28
0,75	0,67	0,45	1,88	0,01	0,07	0,05	0,13
2,61	1,27	0,44	4,32	0,03	0,07	0,06	0,16
0,29	0,68	0,28	1,24	0,00	0,14	0,06	0,20
0,03	0,84	0,48	1,35	0,00	0,29	0,21	0,51
5,70	0,67	1,00	7,37	0,06	0,06	0,06	0,17
0,24	0,44	0,12	0,81	0,00	0,08	0,02	0,10
0,03	0,44	0,15	0,62	0,00	0,08	0,03	0,11
0,48	0,95	0,28	1,70	5,72	0,26	0,05	6,03
0,02	0,62	0,26	0,90	0,00	0,10	0,05	0,15
1,05	0,86	0,53	2,44	0,13	0,21	0,09	0,43

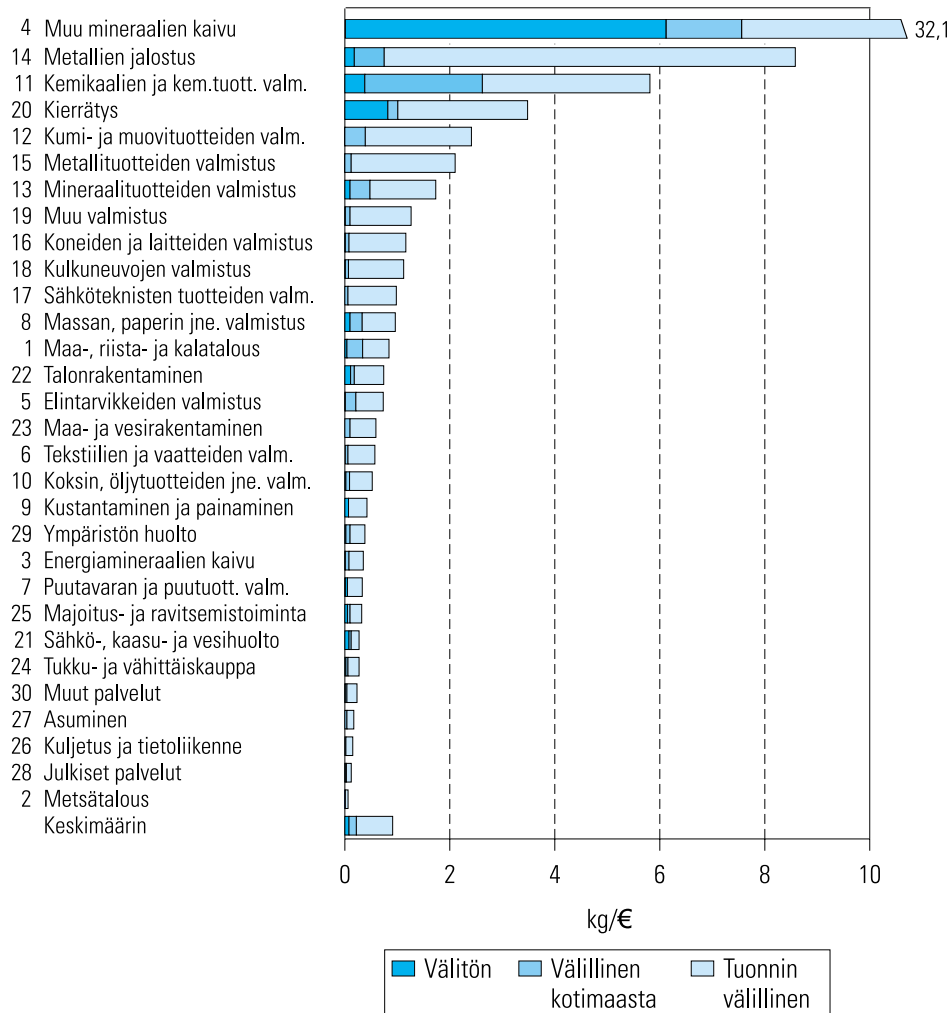
Kuvio 4.8. Luonnonvarojen kokonaiskäyttö tuotosyksikköä kohti toimialoittain Suomessa vuonna 1999, kg/€. (Muun mineraalien kaivun pylväs katkaistu)



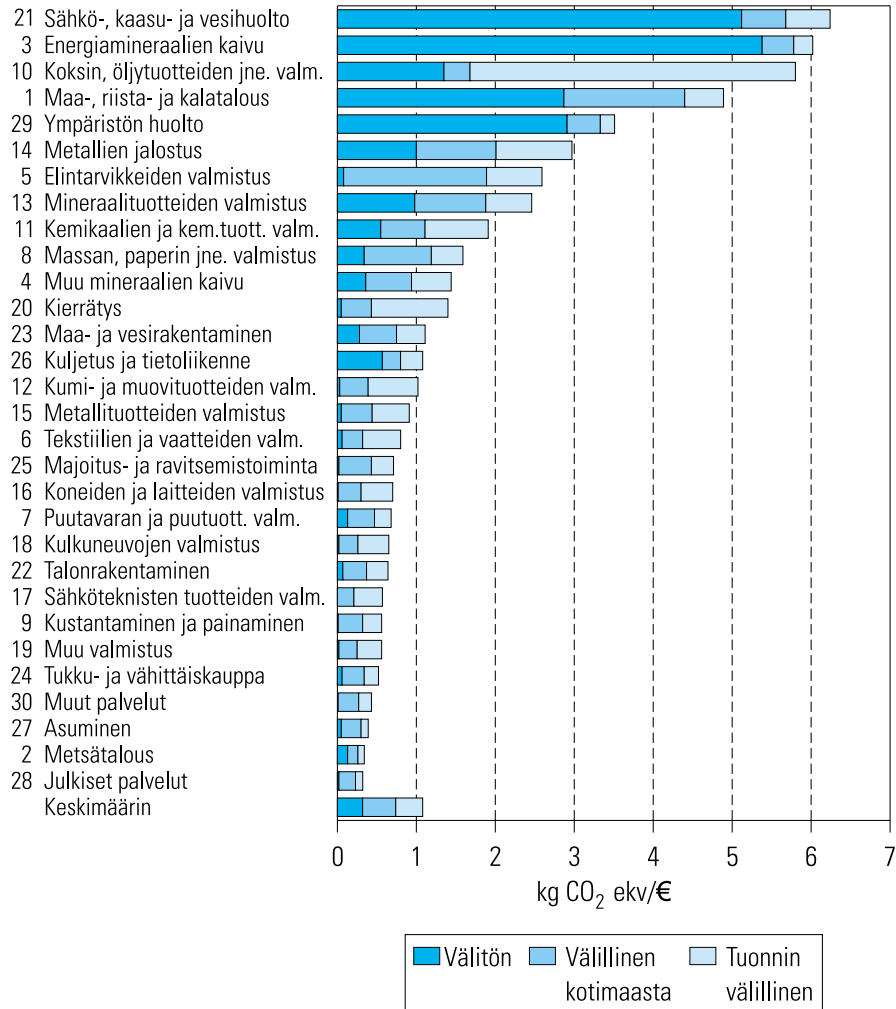
Kuvio 4.9 Primäärienergian kokonaiskäyttö tuotosyksikköä kohti toimialoittain Suomessa vuonna 1999, MJ/€.



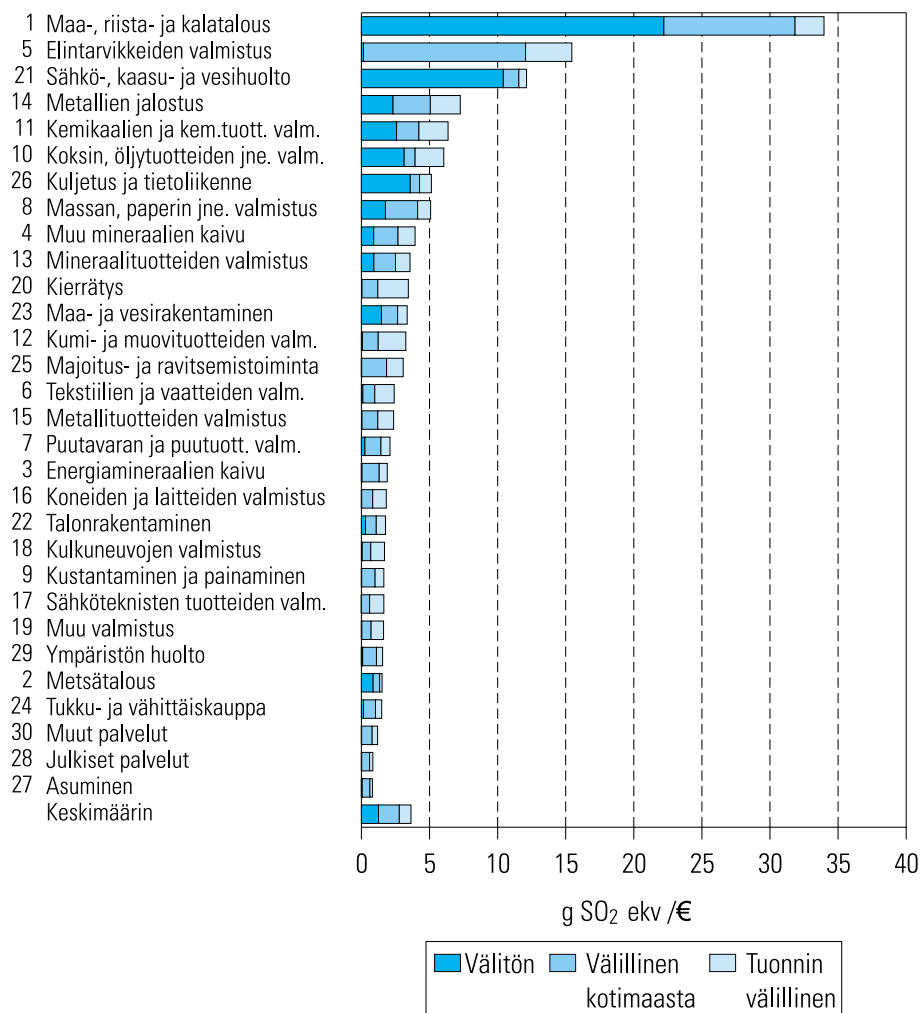
Kuvio 4.10 Loppujätteen kokonaismuodostus tuotosyksikköä kohti toimialoittain Suomessa vuonna 1999, kg/€ (Muun mineraalien kaivun pylväs katkaistu)



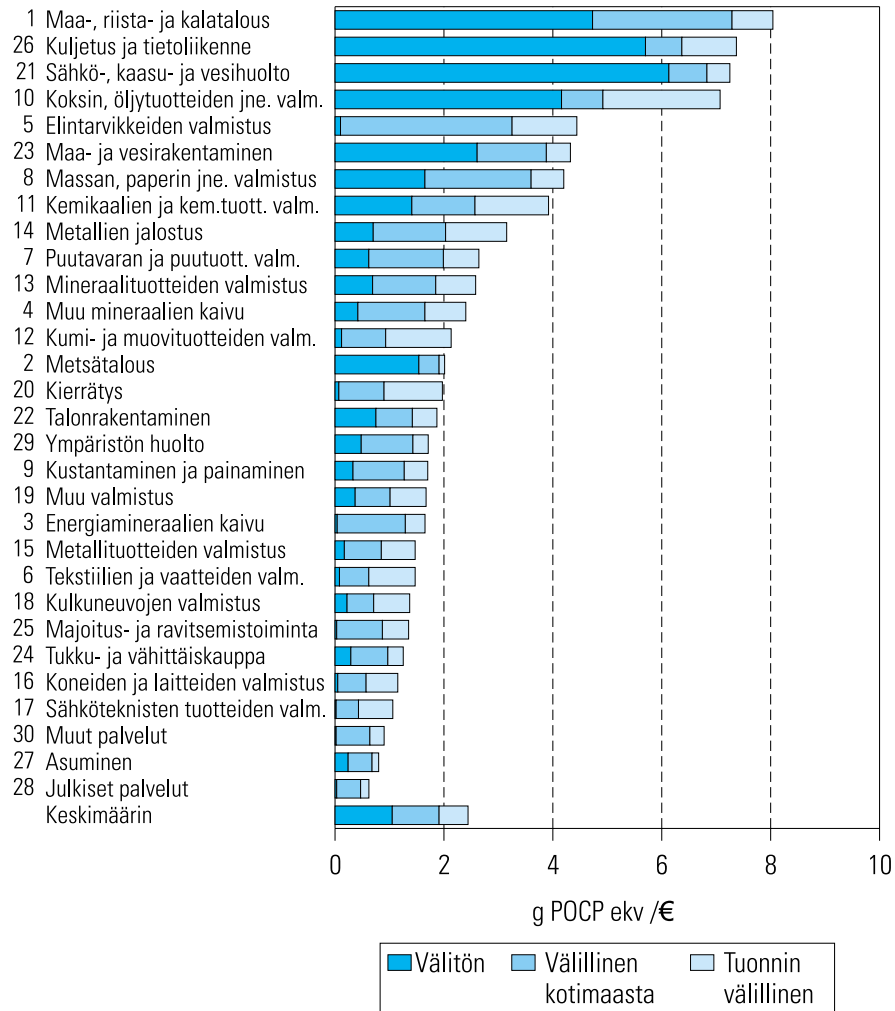
Kuvio 4.11 Kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt tuotosyksikköä kohti toimialoittain Suomessa vuonna 1999, kg CO₂ ekv/€.



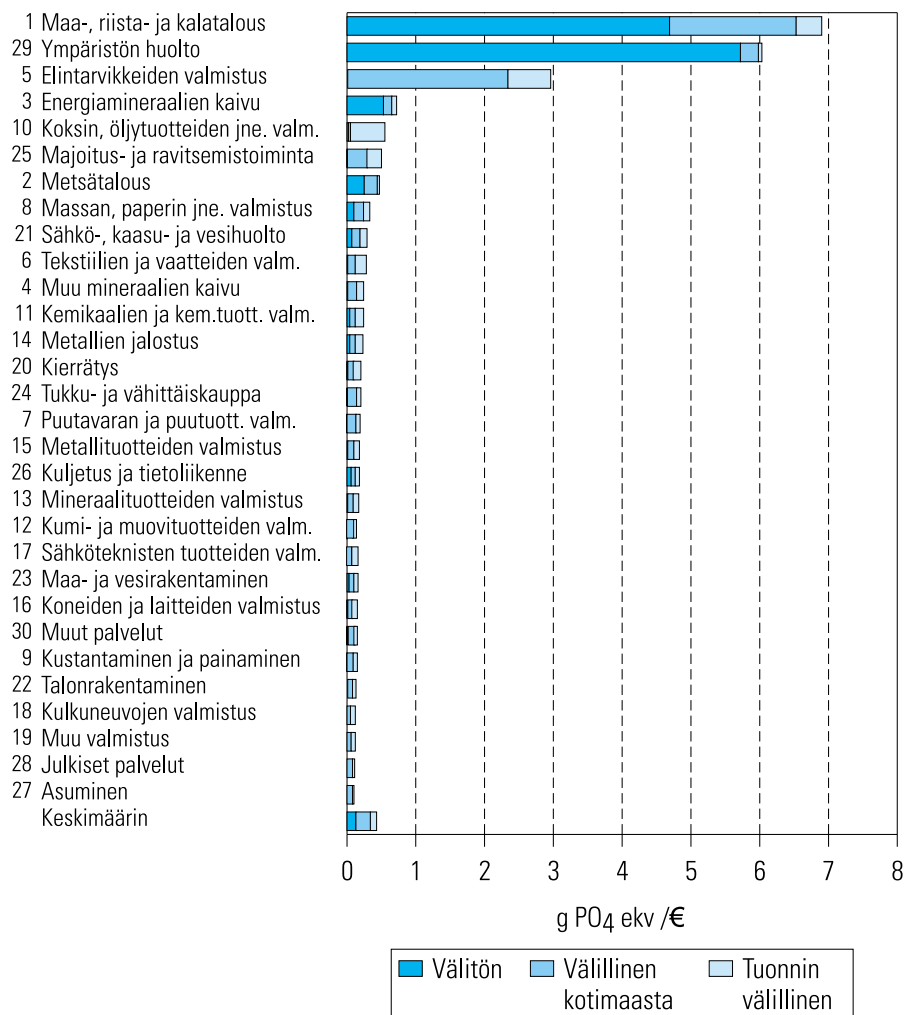
Kuvio 4.12 Happamoittavat kokonaispäästöt tuoteyksikköä kohti toimialoittain Suomessa vuonna 1999, g SO₂ekv/€



Kuvio 4.13 Alailmakehän otsonia muodostavat kokonaispäästöt tuoteyksikköä kohti toimialoittain Suomessa vuonna 1999, g POCP ekv/€.



Kuvio 4.14 Rehevöittävät kokonaispäästöt tuoteyksikköä kohti toimialoittain Suomessa vuonna 1999, g PO₄ekv/€.



4.4. Suomen talouden ympäristökuormitusten kokonaistaseet

Kun tuotteiden ympäristökuormitussisällöt tunnetaan, talouden kokonaiskuormitus voidaan kohdentaa tuotteiden loppukäytön eriin: yksityiseen ja julkiseen kulutukseen, pääomanmuodostukseen ja vientiin. Panos-tuotosmenetelmällä kohdennus tehdään niin, että yhtälöissä (1) ja (2) esiintyvä loppukäytön vektori f ositetaan loppukäytön matriisiksi F , jonka sarakkeina ovat loppukäytön erät ja riveinä kunkin loppukäytön erän käyttämät toimialoitteiset tuotteet.

Silloin loppukäytön erien aiheuttamat ympäristökuormitukset saadaan matriisioperaationa:

4) F'B'P.

Loppukäytön erien ympäristökuormitukset jaettuna kotimaassa ja tuonnin välityksellä ulkomailla aiheutuviin ympäristökuormituksiin on esitetty taulukossa 4.6. Taulukon alkuun on lisäksi kansantalouden tilinpidosta poimittu vastaavien erien markkinahintaiset raha-arvot. Rahavirroissa ensimmäinen sarake, eli kotimaassa tuotettujen tuotteiden arvo summautuu bruttokansantuotteeksi, 120 Mrd euroa vuonna 1999. Samaan lukuun päädyttään, kun Yhteensä sarakkeen loppusummasta vähennetään tuonti yhteensä, mikä noudattaa bruttokansantuotteen yleisempää esitystapaa.

Taulukossa kunkin kuormituserän kotimaan sarakkeen summa on sama kuin taulukossa 4.1 esitetyt toimialoitteiset ja loppukäytön suorat kuormitukset. Siten panos-tuotos menetelmällä ympäristökuormitukset ovat todellakin kohdennettu tyhjentävästi loppukäytön eriin.

Taulukkoon 4.7 talouden rahavirrat ja ympäristökuormitukset on koottu huoltotaseen muotoon. Tarjontapuolella rahavirrat muodostuvat kotimaisesta bruttokansantuotteesta ja tuonnista. Ympäristökuormituksissa vastaavat erät ovat kotimaassa ja tuonnin välityksellä ulkomailla aiheutetut kuormitukset. Käyttöpuolella on loppukäytön erät.

Rahavirtoina tuonnin osuus tarjonnasta on alle neljänneksen. Sen sijaan luonnonvarojen käytössä tuonnin osuus on lähes puolet, 47 %, primäärienergia kulutuksessa 28 %, loppujätteissä peräti 80 % – mineraalien kaivun tuotteiden tuonnista johtuen – ja kasvihuonekaasupäästöissä 38 %.

Viennin osuus käyttöpuolen rahavirroista on 29 %, mutta luonnonvarojen käytön osuus puolet, primäärienergian osuus 46 %, loppujätteiden osuus 64 % ja kasvihuonekaasupäästöjen osuus 42 %.

Tuonnin ja viennin ympäristökuormitusten osuudet ovat poikkeuksetta suurempia kuin niiden osuudet rahavirroista. Keskeisenä syynä tähän on palvelujen vähäinen osuus Suomen ulkomaanvaihdossa: palvelujen osuus Suomen tuonnista oli 20 % vuonna 1999 ja viennistä vain 13 %, kun palvelutoimialojen osuus kotimaan arvonlisäyksestä oli 63 % ja palveluiden osuus yksityisistä kulutusmenoista 50 %.

Taulukko 4.6. Tuotteiden loppukäytön rahavirrat ja ympäristökuormitukset vuonna 1999

	Talouden rahavirrat			Luonnonvarojen käyttö		
	Mrd €			Mrd kg		
	Kotimaasta	Ulkomailta	Yhteensä	Kotimaasta	Ulkomailta	Yhteensä
Kotitalouksien kulutusmenot	51	9	60	36	66	102
Julkiset kulutusmenot	23	3	26	24	8	31
Pääomanmuodostus	16	7	23	101	12	113
Vienti	30	16	45	101	146	248
Yhteensä	120	35	155	262	232	494

	Kasvihuonekaasupäästöt			Happamoittavat päästöt		
	Mrd kg CO ₂ ekv			Mrd kg SO ₂ ekv		
	Kotimaasta	Ulkomailta	Yhteensä	Kotimaasta	Ulkomailta	Yhteensä
Kotitalouksien kulutusmenot	36	17	53	128	58	186
Julkiset kulutusmenot	6	3	9	17	7	25
Pääomanmuodostus	7	7	14	22	19	41
Vienti	32	23	55	131	61	192
Yhteensä	81	50	132	298	145	443

Perinteisessä kansantalouden ympäristökuormituksen tarkasteluissa on keskitytty kansantalouden sisällä syntyviin kuormituksiin, jota voitaisiin kutsua *tuotantolähtöiseksi* tarkastelutavaksi. Viimeaikoina mielenkiinto on kohdistunut ulkomaankaupan välityksellä leviäviin kansantalouden kansainvälisiin ympäristökuormituksiin: kuinka paljon tuonnin välityksellä ympäristökuormitusvaikutuksia kohdistuu muihin maihin ja toisaalta kuinka viennin välityksellä kansantalouden kuormitusta aiheutuu viimekädessä ulkomaiden loppukulutukseen menevästä tuotannosta. Kun kansantalouden omiin ympäristökuormituksiin lisätään tuonnin ulkomailta aiheuttama kuormitus ja siitä vähennetään vientiin menevän tuotannon aiheuttama kuormitus, saadaan kansantalouden kotimaisen loppukäytön – yksityisen ja julkisen kulutuksen sekä pää-

omanmuodostuksen aiheuttama ympäristökuormitus. Tätä voitaisiin kutsua *kulutuslähtöiseksi* tarkastelutavaksi. Kulutuslähtöinen tarkastelutapa ei ole niinkään vaihtoehto tuotantolähtöiselle tarkastelutavalle, vaan pikemmin sitä täydentävä lähestymistapa. Viimeaikoina tämäntyyppistä tarkastelua kasvihuonekaasupäästöjen osalta on tehty muun muassa OECD:ssä (Ahmad & Wyckoff 2003).

Kuviossa 4.15 on esitetty Suomen talouden rahavirtojen ja ympäristökuormitusten kokonaistaseet vuonna 1999. Tarjontapuolen Kotimaa osiot ilmaisevat perinteisen tuotantolähtöisen tarkastelutavan mukaiset luvut. Käyttöpuolen Kotimaisen loppukäytön osiot osoittavat kulutuslähtöisen lähestymistavan mittaluvut. Tuonnin ja viennin osioista ilmenevät kansainvälisen vaihdon suhteet.

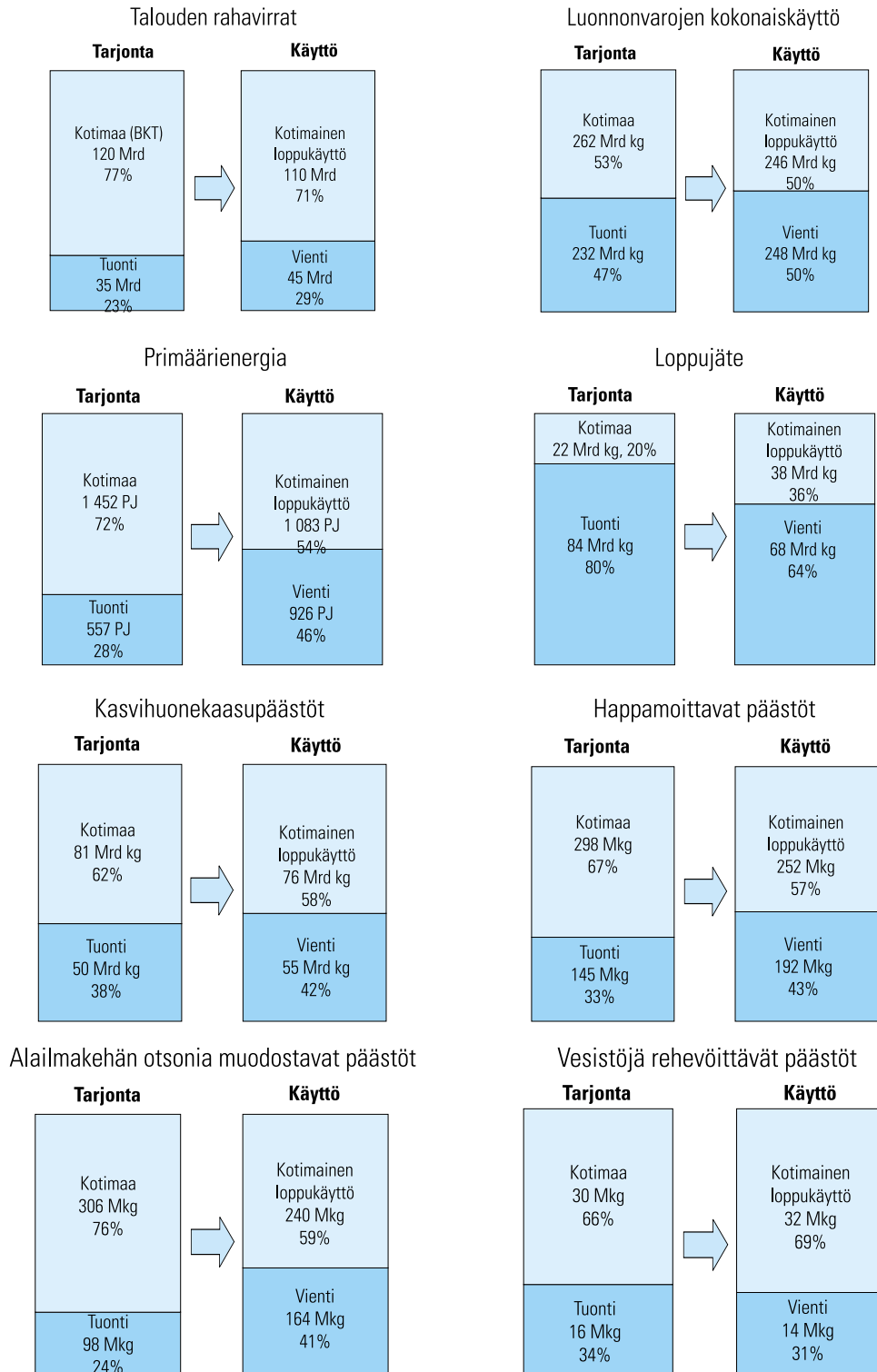
Primäärienergia PJ			Loppujäte Mrd kg		
Kotimaasta	Ulkomailta	Yhteensä	Kotimaasta	Ulkomailta	Yhteensä
630	150	780	4	14	18
93	27	120	1	3	4
79	105	183	3	13	16
650	276	926	13	54	68
1 452	557	2 009	22	84	106

Alailmakehän otsoni Mkg POCP ekv			Rehevöityminen Mkg PO ₄ ekv		
Kotimaasta	Ulkomailta	Yhteensä	Kotimaasta	Ulkomailta	Yhteensä
145	38	183	18	8	25
15	5	19	2	1	3
25	13	38	2	2	3
121	43	164	9	5	14
306	98	404	30	16	46

Taulukko 4.7. Suomen talouden rahavirtojen ja ympäristökuormitusten kokonaistaseet

	Rahavirrat		Luonnonvarojen käyttö		Primäärienergia		Loppujäte	
	Mrd €	%	Mrd kg	%	PJ	%	Mrd kg	%
Tarjonta								
Kotimaa	120	77	262	53	1 452	72	22	20
Tuonti	35	23	232	47	557	28	84	80
Tarjonta yhteensä	155	100	494	100	2 009	100	106	100
Käyttö								
Yksityiset kulutusmenot	60	39	102	21	780	39	18	17
Julkiset kulutusmenot	26	17	31	6	120	6	4	4
Pääomanmuodostus	23	15	113	23	183	9	16	15
Vienti	45	29	248	50	926	46	68	64
Käyttö yhteensä	155	100	494	100	2 009	100	106	100
Kasvihuonekaasut								
	Kasvihuonekaasut		Happamoittavat päästöt		Alailmakehän otsoni		Rehevöityminen	
	Mrd kg	%	Mkg	%	Mkg	%	Mkg	%
Tarjonta								
Kotimaa	81	62	298	67	306	76	30	66
Tuonti	50	38	145	33	98	24	16	34
Tarjonta yhteensä	132	100	443	100	404	100	46	100
Käyttö								
Yksityiset kulutusmenot	53	40	186	42	183	45	25	55
Julkiset kulutusmenot	9	7	25	6	19	5	3	7
Pääomanmuodostus	14	11	41	9	38	9	3	8
Vienti	55	42	192	43	164	41	14	31
Käyttö yhteensä	132	100	443	100	404	100	46	100

Kuvio 4.15 Suomen kansantalouden rahavirtojen ja ympäristökuormitusten kokonaistaseet 1999



Kirjallisuus

- Ahmad, N. & Wyckoff, A. 2003. Carbon dioxide emissions embodied in international trade of goods. OECD STI Working Paper 2003/15. Paris.
- CPA 1998. Commission Regulation (EC) No 1232/98 of 17 June 1998 amending Council Regulation (EEC) No 3696/93 on the statistical classification of products by activity (CPA) in the European Economic Community. Official Journal of the European Communities 22.6.98 L 177/1 – 140.
- CPA 2002. Commission Regulation (EC) No 204/2002 of 19 December 2001 amending Council Regulation (EEC) No 3696/93 on the statistical classification of products by activity (CPA) in the European Economic Community. Official Journal of the European Communities 6.2.2002, L 36/1 – 196.
- European commission 2001. Economy-wide material flow accounts and derived indicators, a methodological guide. Eurostat Theme 2, Economy and finance, Luxembourg.
- Eurostat 1996. Euroopan tilinpitäjärjestelmä, EKT 1995, Euroopan yhteisöjen tilastotoimisto, Luxembourg.
- EWC 1994. Commission Decision 94/3/EC establishing a list of wastes pursuant to Article 1(a) of Council Directive 75/442/EEC on waste, Official Journal of the European Communities No L 5 of 7 January 1994.
- Mäenpää, I. 2003. Tuotteiden energia- ja kasvihuonekaasupäästöjen sisällöt Suomessa vuonna 1999. Thule-instituutti, Oulun yliopisto, julkaisematon muistio 16.10.2003.
- Pedersen, O.G.(1999). Physical Input-Output Tables for Denmark; Products and Materials 1990; Air Emissions 1990-92. Danmarks Statistik.
- Seppälä, J. 1999. Vaikutusten laskenta elinkaariarvioinnissa – vertailtavana DAIA- ja Ekoindikaattorit 95 –menetelmät. Suomen ympäristökeskuksen moniste 172. Helsinki.
- Stahmer, C., Kuhn, M. & Braun, N. (1998) Physical Input-Output Tables for Germany, 1990, German Federal Statistical Office, prepared for DG XI and Eurostat, 2/1998/B/1
- Tilastokeskus 2002. Ympäristötilasto 2002. SVT Ympäristö ja luonnonvarat 2002:3. Helsinki.
- Tilastokeskus 2003a. Kansantalouden tilinpito 1995–2001, Uudistetut taulukot. SVT Kansantalous 2003:2. Helsinki.
- Tilastokeskus 2003b. Talouden rakenne 1995–2000, Tarjonta- ja käyttötaulukot, pannon-tuotos. SVT Kansantalous 2003:4. Helsinki.
- United Nations, European Commission, International Monetary Fund, OECD, World Bank 2003. Integrated Environmental and Economic Accounting 2003. Final draft.

Taulukot

Tarjonta-, käyttö- ja panos-tuotostaulukot	sivu
1. Tarjontataulukko	80
2. Käyttötaulukko	86
3. Kotimaisen tuotannon käyttötaulukko, tuonti peruspanoksina	92
4. Tuonnin käyttötaulukko	98
5. Panos-tuotostaulukko	104
6. Päästöt ilmaan	110
7. Energian kulutus	112

Taulukot 1.–5. jakautuvat kukin kolmelle aukeamalle.

1. Tarjontataulukko 1999, miljoonaa kg

No	Toimialojen tuotos					
	Maa-, riista- ja kalatalous	Metsätalous	Energia- mineraalien kaivu	Muu mineraalien kaivu	Elintarvikkeiden, juomien ja tupakan valmistus	Tekstiilien ja vaatteiden valmistus
Tuotteet (K TTL)	1	2	3	4	5	6
1 Maa-, riista ja kalataloustuotteet	41 352	0	0	0	30	0
2 Metsätaloustuotteet	0	50 013	0	0	0	0
3 Energiamineraalit	0	0	8 726	0	0	0
4 Mineraalien kaivun ja louhinnan muut tuotteet	0	0	0	89 709	110	0
5 Elintarvikkeet, juomat ja tupakka	16	0	0	0	7 437	0
6 Tekstiilit, vaatteet ja nahkatuotteet	0	0	0	0	0	104
7 Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	0	0	0	0	0	0
8 Massa, paperi ja paperituotteet	0	0	0	0	0	0
9 Painotuotteet; ääni-, kuva- ja atk- tallenteet	0	0	0	0	0	0
10 Koksi, öljytuotteet ja ydinpoltoaine	0	0	0	0	0	0
11 Kemikaalit, kemialliset tuotteet ja tekokuidut	0	0	0	0	44	2
12 Kumi- ja muovituotteet	0	0	0	0	0	1
13 Muut ei-metalliset mineraalituotteet	0	0	0	53	0	0
14 Metallien jalostus	0	0	0	0	0	0
15 Metallituotteet poislukien koneet ja laitteet	0	0	0	0	0	1
16 Muualla luokittelemattomat koneet ja laitteet	0	0	0	0	0	0
17 Sähkökoneet ja -laitteet	0	0	0	0	0	0
18 Kulkuneuvot	0	0	0	0	0	0
19 Muut teollisuustuotteet	0	0	0	0	0	0
20 Kierrätysraaka-aineet	0	0	0	0	0	0
21 Sähkö, kaasu ja lämpö; talousvesi	0	0	0	0	0	0
22 Talonrakennustyöt	0	0	0	0	0	0
23 Maa- ja vesirakennustyöt	0	0	0	0	0	0
24 Kauppa	0	0	0	0	0	0
25 Majointus- ja ravitsemispalvelut	0	0	0	0	0	0
26 Kuljetus, varastointi ja tietoliikennepalvelut	0	0	0	0	0	0
27 Asumispalvelut	0	0	0	0	0	0
28 Hallinto, pakollinen sosiaalivakuutus	0	0	0	0	0	0
29 Ympäristöhuoltopalvelut	0	0	0	0	9	0
30 Muut palvelut	0	0	0	0	0	0
Tuotteet yhteensä	41 368	50 013	8 726	89 762	7 629	108
Loppujätteet	173	0	3	11 207	92	8
Päästöt ilmaan	24 444	357	1 406	213	544	89
Vesihöyry	31 969	128	3	77	2 447	46
Päästöt vesiin	184	19	5	1	1	0
Hajakäyttö	0	15	0	0	0	0
Luontoon yhteensä	56 597	518	1 413	290	2 992	135
Varantojen nettomuutos	0	0	0	0	0	0
Yhteensä	98 137	50 531	10 142	101 260	10 713	251
Korjuutähteet	0	23 078	436	25 164	0	0

Puu- tavarin ja -tuotteiden valmistus	Massan ja paperin valmistus	Kustanta- minen ja painaminen	Koksin ja öljy- tuotteiden valmistus	Kemikaalien ja kem. tuotteiden valmistus	Kumi- ja muovi- tuotteiden valmistus	Mineraali- tuotteiden valmistus	Metallien jalostus	Metalli- tuotteiden valmistus	Koneiden ja laitteiden valmistus
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	68	0	0	0	0	0
0	0	0	34	114	0	1 353	7	0	10
0	0	0	0	86	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
19 525	1 432	0	0	0	9	0	0	0	3
0	17 890	17	0	5	29	0	0	0	0
0	11	562	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	12 549	120	0	0	0	0	0
0	11 656	2	14	9 000	1	190	609	0	1
0	0	1	0	0	493	0	0	5	0
0	0	0	0	103	1	10 310	0	0	3
0	0	2	126	23	36	0	10 050	90	11
0	0	0	0	0	0	1	94	987	41
0	0	0	0	0	2	0	0	84	723
0	0	0	0	0	2	0	0	4	3
0	0	0	0	0	0	0	0	14	10
7	2	0	0	0	1	0	0	6	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	525	0	0	0	0	7	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 537	31 516	585	12 724	9 518	575	11 865	10 760	1 192	804
58	1 372	12	41	1 760	10	197	927	16	57
1 255	23 985	39	3 436	1 391	64	1 980	5 249	200	117
8 486	26 111	34	1 307	805	50	979	1 077	115	53
1	209	0	1	5	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 741	50 306	73	4 744	2 201	114	2 959	6 328	315	170
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29 335	83 195	669	17 508	13 479	700	15 021	18 015	1 523	1 031
0	0	0	0	0	0	2 308	0	0	0

1. Tarjontataulukko 1999, miljoonaa kg jatkuu

No	Tuotteet (KTTL)	Toimialojen tuotos					
		Sähkö- teknisten tuotteiden valmistus	Kulku- neuvojen valmistus	Muu valmistus	Kierrätys	Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	Talon- rakenta- minen
		17	18	19	20	21	22
1	Maa-, riista ja kalataloustuotteet	0	0	0	0	0	0
2	Metsätaloustuotteet	0	0	0	0	0	0
3	Energiamineraalit	0	0	0	0	0	0
4	Mineraalien kaivun ja louhinnan muut tuotteet	0	0	0	0	0	0
5	Elintarvikkeet, juomat ja tupakka	0	0	0	0	0	0
6	Tekstiilit, vaatteet ja nahkatuotteet	0	0	0	0	0	0
7	Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	0	0	5	0	0	0
8	Massa, paperi ja paperituotteet	0	0	0	0	0	0
9	Painotuotteet; ääni-, kuva- ja atk- tallenteet	0	0	0	0	0	0
10	Koksi, öljytuotteet ja ydinpolttoaine	0	0	0	0	0	0
11	Kemikaalit, kemialliset tuotteet ja tekokuidut	33	0	0	0	0	0
12	Kumi- ja muovituotteet	2	0	6	0	0	0
13	Muut ei-metalliset mineraalituotteet	0	0	1	0	65	0
14	Metallien jalostus	8	26	0	1 119	0	0
15	Metallituotteet poislukien koneet ja laitteet	12	24	7	0	0	0
16	Muulla luokittelemattomat koneet ja laitteet	4	2	0	0	0	0
17	Sähkökoneet ja -laitteet	381	1	0	0	0	0
18	Kuljetusvälineet	0	224	0	0	0	0
19	Muut teollisuustuotteet	1	0	260	0	0	0
20	Kierrätysraaka-aineet	0	0	0	0	0	0
21	Sähkö, kaasu ja lämpö; talousvesi	0	0	0	0	0	0
22	Talonrakennustyöt	0	0	0	0	0	29 123
23	Maa- ja vesirakennustyöt	0	0	0	0	0	0
24	Kauppa	0	0	0	0	0	0
25	Majoitus- ja ravitsemispalvelut	0	0	0	0	0	0
26	Kuljetus, varastointi ja tietoliikennepalvelut	0	0	0	0	0	0
27	Asumispalvelut	0	0	0	0	0	0
28	Hallinto, pakollinen sosiaalivakuutus	0	0	0	0	0	0
29	Ympäristöhuoltopalvelut	0	0	0	0	445	0
30	Muut palvelut	0	0	0	0	0	0
Tuotteet yhteensä		442	278	280	1 120	510	29 123
Loppujätteet		50	18	9	79	355	1 258
	Päästöt ilmaan	36	68	40	4	25 212	1 197
	Vesihöyry	23	26	46	2	12 212	278
	Päästöt vesiin	0	0	0	0	1	0
	Hajakäyttö	0	0	0	0	0	0
Luontoon yhteensä		60	94	86	7	37 425	1 474
Varantojen nettomuutos		0	0	0	0	0	0
Yhteensä		551	390	375	1 205	38 290	31 855
Korjuutähteet		0	0	0	0	0	8 500

1. Tarjontataulukko 1999, miljoonaa kg jatkuu

No	Loppukäyttö				
	Kotitaloudet, lyhytikäiset kulutus-tavarat	Kotitaloudet, kestävät kulutus-tavarat	Kiinteän pääoman muodostus	Varastojen muutokset	Kaatopaikat ja läjitysalueet
No Tuotteet (K TTL)					
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0
Tuotteet yhteensä	0	0	0	0	0
Loppujätteet	1 266	172	1 440	0	0
Päästöt ilmaan	13 811	0	0	0	362
Vesihöyry	10 016	0	0	0	0
Päästöt vesiin	13	0	0	0	0
Hajakäyttö	143	0	0	0	0
Luontoon yhteensä	23 982	0	0	0	362
Varantojen nettomuutos	0	101	104 302	-442	17 826
Yhteensä	25 249	272	105 742	-442	18 189
Korjuutähteet	0	0	0	0	0

Ulkomaat			Yhteensä
Kotimaan loppukäyttö yhteensä	Tuonti	Siirrot ulkomaille	
0	962	0	42 343
0	10 671	0	60 684
0	17 627	0	26 422
0	9 179	0	100 660
0	1 271	0	8 809
0	132	0	240
0	1 145	0	22 120
0	562	0	19 142
0	24	0	598
0	5 047	0	17 716
0	4 626	0	26 186
0	210	0	719
0	1 079	0	11 680
0	2 181	0	14 485
0	195	0	1 363
0	353	0	1 169
0	196	0	587
0	361	0	611
0	97	0	375
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	29 123
0	0	0	76 579
0	0	0	0
0	0	0	555
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	2 547
0	2	0	2
0	55 922	0	464 714
2 877	13	0	21 601
14 173	2 813	-4025	119 776
10 016	738	-1214	101 513
13	0	0	492
143	0	0	895
24 345	3 551	-5239	222 677
121 788	-19308	1 434	103 914
149 010	40 178	-3804	812 907
0	0	0	84 486

2. Käyttötaulukko 1999, miljoonaa kg

No	Toimialojen käyttö					
	Maa-, riista- ja kalatalous	Metsä- talous	Energia- mineraalien kaivu	Muu mineraalien kaivu	Elintarvikkei- den, juomien ja tupakan valmistus	Tekstiilien ja vaatteiden valmistus
	1	2	3	4	5	6
1 Maa-, riista ja kalataloustuotteet	34 360	0	0	0	6 338	0
2 Metsätaloustuotteet	316	0	0	0	6	0
3 Energiamineraalit	249	0	1	0	108	5
4 Mineraalien kaivun ja louhinnan muut tuotteet	819	0	5	25	75	2
5 Elintarvikkeet, juomat ja tupakka	1 580	0	0	0	2 165	2
6 Tekstiilit, vaatteet ja nahkatuotteet	6	0	0	0	0	27
7 Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	0	0	0	1	23	2
8 Massa, paperi ja paperituotteet	0	0	0	1	122	14
9 Painotuotteet; ääni-, kuva- ja atk- tallenteet	0	0	0	0	0	0
10 Koksi, öljytuotteet ja ydinpoltoaine	606	115	2	67	102	24
11 Kemikaalit, kemialliset tuotteet ja tekokuidut	894	11	1	2	81	70
12 Kumi- ja muovituotteet	2	0	1	0	55	2
13 Muut ei-metalliset mineraalituotteet	4	0	0	25	69	0
14 Metallien jalostus	0	0	0	0	4	0
15 Metallituotteet poislukien koneet ja laitteet	0	0	0	1	15	1
16 Muualla luokittelemattomat koneet ja laitteet	0	0	0	1	0	0
17 Sähkökoneet ja -laitteet	0	0	0	0	0	0
18 Kulkuneuvot	0	0	0	0	0	0
19 Muut teollisuustuotteet	0	0	0	0	0	1
20 Kierrätysraaka-aineet	0	0	0	0	0	0
21 Sähkö, kaasu ja lämpö; talousvesi	0	0	0	0	0	0
22 Talonrakennustyöt	0	0	0	0	0	0
23 Maa- ja vesirakennustyöt	0	0	0	0	0	0
24 Kauppa	0	0	0	0	0	0
25 Majoitus- ja ravitsemispalvelut	0	0	0	0	0	0
26 Kuljetus, varastointi ja tietoliikennepalvelut	0	0	0	0	0	0
27 Asumispalvelut	0	0	0	0	0	0
28 Hallinto, pakollinen sosiaalivakuutus	0	0	0	0	0	0
29 Ympäristöhuoltopalvelut	24	0	0	0	0	0
30 Muut palvelut	0	0	0	0	0	0
Tuotteet yhteensä	38 860	126	10	122	9 165	151
Loppujätteet	0	0	0	0	0	0
Raaka-aineet	867	50 032	9 366	100 915	0	0
Vesi	33 122	0	0	0	1 024	0
Ilma	25 289	373	766	223	524	100
Luonnosta yhteensä	59 277	50 405	10 132	101 138	1 548	100
Yhteensä	98 137	50 531	10 142	101 260	10 713	251
Korjuutähteet	0	23 078	436	25 164	0	0
Tuonnin välilliset panokset	630	20	4	30	1 543	1 027

Puutavaran ja - tuotteiden valmistus	Massan ja paperin valmistus	Kustanta- minen ja painaminen	Koksin ja öljy- tuotteiden valmistus	Kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus	Kumi- ja muovi- tuotteiden valmistus	Mineraali- tuotteiden valmistus	Metallien jalostus	Metalli- tuotteiden valmistus	Koneiden ja laitteiden valmistus
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	0	0	0	7	10	0	0	0	0
25 777	31 130	0	0	0	0	7	0	1	0
6	1 678	0	12 647	328	3	204	71	32	4
0	1 684	0	0	2 750	6	7 814	5 861	2	44
1	220	0	0	79	1	1	0	0	0
0	1	0	0	1	4	3	0	0	0
2 253	9 538	2	0	65	23	44	20	18	66
25	3 951	593	1	104	49	18	2	4	11
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	277	10	635	996	21	168	1 741	31	32
136	15 195	17	628	3 669	425	97	189	29	25
9	17	3	2	17	39	22	1	4	15
54	66	0	0	258	3	1 887	57	23	5
5	4	1	329	27	17	144	5 784	970	462
15	8	0	3	6	11	12	5	175	57
0	0	0	0	0	0	1	1	2	127
0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
0	0	0	0	0	1	0	0	0	63
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	481	0	0	43	0	3	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28 345	64 250	627	14 245	8 351	615	10 424	13 732	1 293	922
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	3 124	65	0	0
0	39	6	0	1 625	15	534	162	2	0
990	18 905	37	3 264	3 504	70	939	4 056	228	109
990	18 944	43	3 264	5 129	85	4 597	4 283	230	109
29 335	83 195	669	17 508	13 479	700	15 021	18 015	1 523	1 031
0	0	0	0	0	0	2 308	0	0	0
1 910	17 908	285	4 134	14 590	2 065	2 745	55 301	3 965	3 352

2. Käyttötaulukko 1999, miljoonaa kg jatkuu

No	Tuotteet	Toimialojen käyttö					
		Sähkö- teknisten tuotteiden valmistus	Kulku- neuvojen valmistus	Muu valmistus	Kierrätys	Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	Talon- rakentaminen
		17	18	19	20	21	22
1	Maa-, riista ja kalataloustuotteet	0	0	0	0	0	0
2	Metsätaloustuotteet	0	0	7	0	184	0
3	Energiamineraalit	3	1	1	0	10 985	0
4	Mineraalien kaivun ja louhinnan muut tuotteet	0	1	0	110	48	21 655
5	Elintarvikkeet, juomat ja tupakka	0	0	2	0	0	0
6	Tekstiilit, vaatteet ja nahkatuotteet	0	1	3	0	0	7
7	Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	25	11	227	0	2 139	2 430
8	Massa, paperi ja paperituotteet	12	0	9	0	0	2
9	Painotuotteet; ääni-, kuva- ja atk- tallenteet	0	0	0	0	0	0
10	Koksi, öljytuotteet ja ydinpoltoaine	9	21	19	1	408	216
11	Kemikaalit, kemialliset tuotteet ja tekokuidut	70	23	13	0	1	444
12	Kumi- ja muovituotteet	48	9	7	0	0	121
13	Muut ei-metalliset mineraalituotteet	5	13	4	0	1	5 472
14	Metallien jalostus	220	139	27	1 082	36	451
15	Metallituotteet poislukien koneet ja laitteet	8	34	6	0	0	103
16	Muulla luokittelemattomat koneet ja laitteet	2	24	0	0	0	65
17	Sähkökoneet ja -laitteet	109	12	0	0	22	33
18	Kulkuneuvot	0	24	0	0	0	0
19	Muut teollisuustuotteet	0	15	12	0	0	99
20	Kierrätysraaka-aineet	0	0	0	0	0	0
21	Sähkö, kaasu ja lämpö; talousvesi	0	0	0	0	0	0
22	Talonrakennustyöt	0	0	0	0	0	0
23	Maa- ja vesirakennustyöt	0	0	0	0	0	0
24	Kauppa	0	0	0	0	0	0
25	Majoitus- ja ravitsemispalvelut	0	0	0	0	0	0
26	Kuljetus, varastointi ja tietoliikennepalvelut	0	0	0	0	0	0
27	Asumispalvelut	0	0	0	0	0	0
28	Hallinto, pakollinen sosiaalivakuutus	0	0	0	0	0	0
29	Ympäristöhuoltopalvelut	0	0	0	0	1 333	0
30	Muut palvelut	0	0	0	0	0	0
Tuotteet yhteensä		510	329	338	1 194	15 156	31 099
Loppujätteet		0	0	0	0	0	0
	Raaka-aineet	0	0	0	0	0	0
	Vesi	8	0	0	6	1	0
	Ilma	33	61	37	5	23 134	756
Luonnosta yhteensä		42	61	37	11	23 134	756
Yhteensä		551	390	375	1 205	38 290	31 855
Korjuutähteet		0	0	0	0	0	8 500
Tuonnin välilliset panokset		13 275	1 243	580	1	8 078	3 173

Maa- ja vesi- rakentaminen	Tukku- ja vähittäis- kauppa	Majoitus- ja ravitsemis- toiminta	Kuljetus ja tietoliikenne	Asuntojen omistus ja vuokraus	Julkinen hallinto	Ympäristön huolto	Muut palvelut	TOIMIALAT YHTEENSÄ
23	24	25	26	27	28	29	30	
5	38	127	0	0	2	2	2	40 891
0	3	14	4	797	122	4	37	58 411
456	22	5	1	17	4	0	4	26 835
57 539	0	1	0	0	0	1	0	98 443
0	169	575	0	0	0	0	0	4 796
0	5	0	0	0	2	0	0	60
4	0	0	0	0	0	0	0	16 891
0	2	7	1	0	45	0	14	4 988
0	54	0	5	0	46	0	48	154
320	345	24	3 134	183	156	3	70	9 795
321	36	6	0	0	208	0	129	22 720
14	26	0	27	0	1	0	0	443
3 224	0	15	0	0	7	0	2	11 196
831	4	0	6	0	0	0	0	10 542
620	1	0	0	0	8	0	2	1 091
0	1	0	2	0	3	0	0	230
29	3	0	1	0	8	0	12	239
0	1	0	10	0	0	0	6	105
0	10	7	0	0	12	0	19	176
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	677	0	0	0	0	677
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
637	0	0	0	0	0	22	0	2 547
0	0	0	0	0	0	0	1	2
64 000	719	781	3 867	996	625	32	348	311 233
0	0	0	0	0	0	3 368	0	3 368
13 200	0	0	0	0	0	0	0	177 568
0	0	0	0	0	0	0	0	36 544
740	1 278	113	10 686	1 532	670	105	283	98 810
13 940	1 278	113	10 686	1 532	670	105	283	312 922
77 940	1 997	894	14 553	2 528	1 295	3 506	631	627 523
25 000	0	0	0	0	0	0	0	84 486
1 146	121	176	360	35	318	1	410	138 426

2. Käyttötaulukko 1999, miljoonaa kg jatkuu

No	Loppukäyttö					Loppu- käyttö yhteensä	
	Kotitaloudet, lyhytikäiset kulutus- tavarat	Kotitaloudet, kestävät kulutus- tavarat	Kiinteän pääoman muodostus	Varastojen muutokset	Kaato- paikat ja läjitys- alueet		
1	Maa-, riista ja kalataloustuotteet	842	0	0	239	0	1 081
2	Metsätaloustuotteet	2 339	0	0	-719	0	1 620
3	Energiamineraalit	44	0	0	-697	0	-653
4	Mineraalien kaivun ja louhinnan muut tuotteet	5	0	0	420	0	425
5	Elintarvikkeet, juomat ja tupakka	2 927	0	0	426	0	3 353
6	Tekstiilit, vaatteet ja nahkatuotteet	87	13	0	2	0	103
7	Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	0	0	0	-37	0	-37
8	Massa, paperi ja paperituotteet	53	0	0	-76	0	-22
9	Painotuotteet; ääni-, kuva- ja atk- tallenteet	285	0	0	20	0	304
10	Koksi, öljytuotteet ja ydinpoltoaine	2 670	0	0	-19	0	2 651
11	Kemikaalit, kemialliset tuotteet ja tekokuidut	155	0	0	76	0	231
12	Kumi- ja muovituotteet	46	0	2	8	0	56
13	Muut ei-metalliset mineraalituotteet	11	10	0	-15	0	6
14	Metallien jalostus	0	0	0	-19	0	-19
15	Metallituotteet poislukien koneet ja laitteet	14	0	11	-19	0	6
16	Muulla luokittelemattomat koneet ja laitteet	2	33	456	12	0	503
17	Sähkökoneet ja -laitteet	9	53	74	-25	0	111
18	Kulkuneuvot	3	87	174	-22	0	243
19	Muut teollisuustuotteet	33	75	0	3	0	111
20	Kierrätysraaka-aineet	0	0	0	0	0	0
21	Sähkö, kaasu ja lämpö; talousvesi	0	0	0	0	0	0
22	Talonrakennustyöt	0	0	29 123	0	0	29 123
23	Maa- ja vesirakennustyöt	0	0	75 902	0	0	75 902
24	Kauppa	0	0	0	0	0	0
25	Majoitus- ja ravitsemispalvelut	555	0	0	0	0	555
26	Kuljetus, varastointi ja tietoliikennepalvelut	0	0	0	0	0	0
27	Asumispalvelut	0	0	0	0	0	0
28	Hallinto, pakollinen sosiaalivakuutus	0	0	0	0	0	0
29	Ympäristöhuoltopalvelut	0	0	0	0	0	0
30	Muut palvelut	0	0	0	0	0	0
Tuotteet yhteensä		10 079	272	105 742	-442	0	115 651
Loppujätteet		0	0	0	0	18 189	18 189
	Raaka-aineet	0	0	0	0	0	0
	Vesi	1 863	0	0	0	0	1 863
	Ilma	13 307	0	0	0	0	13 307
Luonnosta yhteensä		15 170	0	0	0	0	15 170
Yhteensä		25 249	272	105 742	-442	18 189	149 010
Korjuutätteet		0	0	0	0	0	0
Tuonnin välilliset panokset		6 651	26 935	3 083	-9160	0	27 509

Ulkomaat		Yhteensä
Vienti	Siirrot ulkomaille	

371	0	42 343
654	0	60 684
240	0	26 422
1 791	0	100 660
660	0	8 809
78	0	240
5 267	0	22 120
14 177	0	19 142
139	0	598
5 270	0	17 716
3 234	0	26 186
220	0	719
478	0	11 680
3 963	0	14 485
266	0	1 363
436	0	1 169
236	0	587
263	0	611
88	0	375
0	0	0
0	0	0
0	0	29 123
0	0	76 579
0	0	0
0	0	555
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	2 547
0	0	2
37 830	0	464 714
44	0	21 601
0	0	177 568
0	0	38 407
2 304	-3804	110 616
2 304	-3804	326 591
40 178	-3804	812 907
0	0	84 486
10 052	0	175 987

3. Kotimaisen tuotannon käyttötaulukko 1999, tuonti peruspanoksina, miljoonaa kg

No	Tuotteet	Toimialojen käyttö					6
		Maa-, riista- ja kalatalous	Metsä- talous	Energia- mineraalien kaivu	Muu mineraalien kaivu	Elintarvik- keiden, juomien ja tupakan valmistus	
		1	2	3	4	5	
1	Maa-, riista ja kalataloustuotteet	34 267	0	0	0	5 721	0
2	Metsätaloustuotteet	306	0	0	0	6	0
3	Energiamineraalit	237	0	1	0	75	0
4	Mineraalien kaivun ja louhinnan muut tuotteet	512	0	3	25	27	0
5	Elintarvikkeet, juomat ja tupakka	1 558	0	0	0	1 557	1
6	Tekstiilit, vaatteet ja nahkatuotteet	2	0	0	0	0	4
7	Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	0	0	0	1	19	2
8	Massa, paperi ja paperituotteet	0	0	0	1	114	7
9	Painotuotteet; ääni-, kuva- ja atk- tallenteet	0	0	0	0	0	0
10	Koksi, öljytuotteet ja ydinpolttoaine	206	40	1	27	41	10
11	Kemikaalit, kemialliset tuotteet ja tekokuidut	756	10	0	1	36	25
12	Kumi- ja muovituotteet	1	0	1	0	40	1
13	Muut ei-metalliset mineraalituotteet	4	0	0	18	42	0
14	Metallien jalostus	0	0	0	0	4	0
15	Metallituotteet poislukien koneet ja laitteet	0	0	0	0	12	0
16	Muulla luokittelemattomat koneet ja laitteet	0	0	0	0	0	0
17	Sähkökoneet ja -laitteet	0	0	0	0	0	0
18	Kulkuneuvot	0	0	0	0	0	0
19	Muut teollisuustuotteet	0	0	0	0	0	0
20	Kierrätysraaka-aineet	0	0	0	0	0	0
21	Sähkö, kaasu ja lämpö; talousvesi	0	0	0	0	0	0
22	Talonrakennustyöt	0	0	0	0	0	0
23	Maa- ja vesirakennustyöt	0	0	0	0	0	0
24	Kauppa	0	0	0	0	0	0
25	Majoitus- ja ravitsemispalvelut	0	0	0	0	0	0
26	Kuljetus, varastointi ja tietoliikennepalvelut	0	0	0	0	0	0
27	Asumispalvelut	0	0	0	0	0	0
28	Hallinto, pakollinen sosiaalivakuutus	0	0	0	0	0	0
29	Ympäristönhuoltopalvelut	24	0	0	0	0	0
30	Muut palvelut	0	0	0	0	0	0
Tuotteet yhteensä		37 871	50	6	73	7 694	51
Tuonti		989	77	4	49	1 471	99
Loppujätteet		0	0	0	0	0	0
	Raaka-aineet	867	50 032	9 366	100 915	0	0
	Vesi	33 122	0	0	0	1 024	0
	Ilma	25 289	373	766	223	524	100
Luonnosta yhteensä		59 277	50 405	10 132	101 138	1 548	100
Yhteensä		98 137	50 531	10 142	101 260	10 713	251
	Korjuutähteet	0	23 078	436	25 164	0	0
	Tuonin välilliset panokset	630	20	4	30	1 543	1 027

3. Kotimaisen tuotannon käyttötaulukko 1999, tuonti peruspanoksina, miljoonaa kg jatkuu

No	Tuotteet	Toimialojen käyttö					Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto
		Koneiden ja laitteiden valmistus	Sähkö- teknisten tuotteiden valmistus	Kulku- neuvojen valmistus	Muu valmistus	Kierrätys	
		16	17	18	19	20	21
1	Maa-, riista ja kalataloustuotteet	0	0	0	0	0	0
2	Metsätaloustuotteet	0	0	0	5	0	178
3	Energiamineraalit	0	0	0	0	0	5 619
4	Mineraalien kaivun ja louhinnan muut tuotteet	44	0	1	0	110	31
5	Elintarvikkeet, juomat ja tupakka	0	0	0	2	0	0
6	Tekstiilit, vaatteet ja nahkatuotteet	0	0	0	0	0	0
7	Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	53	21	7	204	0	2 029
8	Massa, paperi ja paperituotteet	10	11	0	7	0	0
9	Painotuotteet; ääni-, kuva- ja atk- tallenteet	0	0	0	0	0	0
10	Koksi, öljytuotteet ja ydinpoltoaine	15	4	9	7	1	151
11	Kemikaalit, kemialliset tuotteet ja tekokuidut	18	35	17	7	0	1
12	Kumi- ja muovituotteet	7	26	5	5	0	0
13	Muut ei-metalliset mineraalituotteet	4	3	9	2	0	1
14	Metallien jalostus	238	85	79	17	1 041	36
15	Metallituotteet poislukien koneet ja laitteet	36	4	27	4	0	0
16	Muulla luokittelemattomat koneet ja laitteet	27	1	14	0	0	0
17	Sähkökoneet ja -laitteet	5	61	3	0	0	19
18	Kulkuneuvot	5	0	1	0	0	0
19	Muut teollisuustuotteet	0	0	11	7	0	0
20	Kierrätysraaka-aineet	0	0	0	0	0	0
21	Sähkö, kaasu ja lämpö; talousvesi	0	0	0	0	0	0
22	Talonrakennustyöt	0	0	0	0	0	0
23	Maa- ja vesirakennustyöt	0	0	0	0	0	0
24	Kauppa	0	0	0	0	0	0
25	Majoitus- ja ravitsemispalvelut	0	0	0	0	0	0
26	Kuljetus, varastointi ja tietoliikennepalvelut	0	0	0	0	0	0
27	Asumispalvelut	0	0	0	0	0	0
28	Hallinto, pakollinen sosiaalivakuutus	0	0	0	0	0	0
29	Ympäristöhuoltopalvelut	0	0	0	0	0	1 333
30	Muut palvelut	0	0	0	0	0	0
Tuotteet yhteensä		464	251	184	267	1 152	9 396
Tuonti		458	259	145	71	42	5 760
Loppujätteet		0	0	0	0	0	0
	Raaka-aineet	0	0	0	0	0	0
	Vesi	0	8	0	0	6	1
	Ilma	109	33	61	37	5	23 134
Luonnosta yhteensä		109	42	61	37	11	23 134
Yhteensä		1 031	551	390	375	1 205	38 290
Korjuutähteet		0	0	0	0	0	0
Tuonin välilliset panokset		3 352	13 275	1 243	580	1	8 078

Talon- rakentam- inen	Maa- ja vesi- rakenta- minen	Tukku- ja vähittäis- kauppa	Majoitus- ja ravitsemis- toiminta	Kuljetus ja tietoliikenne	Asuminen	Julkinen hallinto	Ympäristön huolto	Muut palvelut	Toimialat yhteensä
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	4	32	120	0	0	1	2	1	40 152
0	0	3	13	4	770	118	4	36	47 778
0	456	0	0	0	3	2	0	4	7 488
21 583	57 231	0	0	0	0	0	1	0	89 709
0	0	147	502	0	0	0	0	0	3 941
1	0	1	0	0	0	0	0	0	9
1 885	4	0	0	0	0	0	0	0	15 826
0	0	1	6	1	0	24	0	13	4 303
0	0	43	0	4	0	45	0	44	136
154	129	283	8	2 147	61	52	1	23	5 684
439	294	32	2	0	0	161	0	58	18 209
88	11	19	0	8	0	0	0	0	282
5 142	3 209	0	8	0	0	4	0	1	10 174
184	793	4	0	6	0	0	0	0	8 769
71	587	0	0	0	0	5	0	1	906
32	0	0	0	1	0	2	0	0	79
20	19	1	0	0	0	1	0	4	135
0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
88	0	6	5	0	0	7	0	11	136
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	677	0	0	0	0	677
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	637	0	0	0	0	0	22	0	2 547
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29 690	63 374	571	664	2 848	834	423	29	197	256 947
1 409	626	148	117	1 019	163	202	16	150	54 298
0	0	0	0	0	0	0	3 356	0	3 356
0	13 200	0	0	0	0	0	0	0	177 568
0	0	0	0	0	0	0	0	0	36 544
756	740	1 278	113	10 686	1 532	670	105	283	98 810
756	13 940	1 278	113	10 686	1 532	670	105	283	312 922
31 855	77 940	1 997	894	14 553	2 528	1 295	3 506	631	627 523
8 500	25 000	0	0	0	0	0	0	0	84 486
3 173	1 146	121	176	360	35	318	1	410	138 426

3. Kotimaisen tuotannon käyttötaulukko 1999, tuonti peruspanoksina, miljoonaa kg jatkuu

No	Loppukäyttö					
	Kotitaloudet, lyhytikäiset kulutus- tavarat	Kotitaloudet, kestävät kulutus- tavarat	Kiinteän pääoman muodostus	Varastojen muutokset	Kaato- paikat ja läjitys- alueet	Loppu- käyttö yhteensä
	32	33	34	35	36	37
1 Maa-, riista ja kalataloustuotteet	688	0	0	178	0	866
2 Metsätaloustuotteet	2 260	0	0	-679	0	1 582
3 Energiamineraalit	35	0	0	1 032	0	1 067
4 Mineraalien kaivun ja louhinnan muut tuotteet	0	0	0	-11	0	-11
5 Elintarvikkeet, juomat ja tupakka	2 516	0	0	424	0	2 940
6 Tekstiilit, vaatteet ja nahkatuotteet	15	2	0	8	0	25
7 Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	0	0	0	-33	0	-33
8 Massa, paperi ja paperituotteet	47	0	0	75	0	123
9 Painotuotteet; ääni-, kuva- ja atk- tallenteet	280	0	0	18	0	298
10 Koksi, öljytuotteet ja ydinpolttoaine	1 963	0	0	-178	0	1 786
11 Kemikaalit, kemialliset tuotteet ja tekokuidut	82	0	0	122	0	205
12 Kumi- ja muovituotteet	19	0	1	-7	0	13
13 Muut ei-metalliset mineraalituotteet	6	5	0	-62	0	-51
14 Metallien jalostus	0	0	0	-2	0	-2
15 Metallituotteet poislukien koneet ja laitteet	3	0	11	-16	0	-3
16 Muualla luokittelemattomat koneet ja laitteet	2	0	325	11	0	337
17 Sähkökoneet ja -laitteet	3	26	34	-24	0	39
18 Kulkuneuvot	2	11	75	-22	0	65
19 Muut teollisuustuotteet	12	42	0	3	0	56
20 Kierätyksraaka-aineet	0	0	0	0	0	0
21 Sähkö, kaasu ja lämpö; talousvesi	0	0	0	0	0	0
22 Talonrakennustyöt	0	0	29 123	0	0	29 123
23 Maa- ja vesirakennustyöt	0	0	75 902	0	0	75 902
24 Kauppa	0	0	0	0	0	0
25 Majointus- ja ravitsemispalvelut	555	0	0	0	0	555
26 Kuljetus, varastointi ja tietoliikennepalvelut	0	0	0	0	0	0
27 Asumispalvelut	0	0	0	0	0	0
28 Hallinto, pakollinen sosiaalivakuutus	0	0	0	0	0	0
29 Ympäristöhuoltopalvelut	0	0	0	0	0	0
30 Muut palvelut	0	0	0	0	0	0
Tuotteet yhteensä	8 488	84	105 470	838	0	114 880
Tuonti	1 591	188	271	-1279	0	771
Loppujätteet	0	0	0	0	18 189	18 189
Raaka-aineet	0	0	0	0	0	0
Vesi	1 863	0	0	0	0	1 863
Ilma	13 307	0	0	0	0	13 307
Luonnosta yhteensä	15 170	0	0	0	0	15 170
Yhteensä	25 249	272	105 742	-442	18 189	149 010
Korjuutähteet	0	0	0	0	0	0
Tuonnin välilliset panokset	6 651	26 935	3 083	-9160	0	27 509

Ulkomaat		Yhteensä
Vienti	Siirrot ulkomailta	

38	39	40
364	0	41 381
653	0	50 013
240	0	8 794
1 782	0	91 480
658	0	7 539
74	0	108
5 182	0	20 975
14 155	0	18 580
139	0	573
5 199	0	12 669
3 146	0	21 560
214	0	509
478	0	10 601
3 538	0	12 305
264	0	1 168
400	0	816
216	0	390
178	0	250
86	0	278
0	0	0
0	0	0
0	0	29 123
0	0	76 579
0	0	0
0	0	555
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	2 547
0	0	0
36 965	0	408 792
866	0	55 935
44	0	21 589
0	0	177 568
0	0	38 407
2 304	-3804	110 616
2 304	-3804	326 591
40 178	-3804	812 907
0	0	84 486
10 052	0	175 987

4. Tuonnin käyttötaulukko 1999, miljoonaa kg

No	Tuotteet	Toimialojen käyttö					
		Maa-, riista- ja kalatalous	Metsä- talous	Energia- mineraalien kaivu	Muu mineraalien kaivu	Elintarvikkei- den, juomien ja tupakan valmistus	Tekstiilien ja vaatteiden valmistus
		1	2	3	4	5	6
1	Maa-, riista ja kalataloustuotteet	92	0	0	0	617	0
2	Metsätaloustuotteet	11	0	0	0	1	0
3	Energiamineraalit	12	0	0	0	32	5
4	Mineraalien kaivun ja louhinnan muut tuotteet	307	0	2	0	48	2
5	Elintarvikkeet, juomat ja tupakka	22	0	0	0	608	1
6	Tekstiilit, vaatteet ja nahkatuotteet	4	0	0	0	0	23
7	Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	0	0	0	0	4	0
8	Massa, paperi ja paperituotteet	0	0	0	0	8	7
9	Painotuotteet; ääni-, kuva- ja atk- tallenteet	0	0	0	0	0	0
10	Koksi, öljytuotteet ja ydinpoltoaine	400	75	1	40	61	14
11	Kemikaalit, kemialliset tuotteet ja tekokuidut	138	2	1	0	46	45
12	Kumi- ja muovituotteet	1	0	0	0	15	1
13	Muut ei-metalliset mineraalituotteet	1	0	0	7	27	0
14	Metallien jalostus	0	0	0	0	0	0
15	Metallituotteet poislukien koneet ja laitteet	0	0	0	0	3	0
16	Muulla luokittelemattomat koneet ja laitteet	0	0	0	1	0	0
17	Sähkökoneet ja -laitteet	0	0	0	0	0	0
18	Kulkuneuvot	0	0	0	0	0	0
19	Muut teollisuustuotteet	0	0	0	0	0	0
20	Kierrätysraaka-aineet	0	0	0	0	0	0
21	Sähkö, kaasu ja lämpö; talousvesi	0	0	0	0	0	0
22	Talonrakennustyöt	0	0	0	0	0	0
23	Maa- ja vesirakennustyöt	0	0	0	0	0	0
24	Kauppa	0	0	0	0	0	0
25	Majoitus- ja ravitsemispalvelut	0	0	0	0	0	0
26	Kuljetus, varastointi ja tietoliikennepalvelut	0	0	0	0	0	0
27	Asumispalvelut	0	0	0	0	0	0
28	Hallinto, pakollinen sosiaalivakuutus	0	0	0	0	0	0
29	Ympäristöhuoltopalvelut	0	0	0	0	0	0
30	Muut palvelut	0	0	0	0	0	0
Tuotteet yhteensä		989	77	4	49	1 471	99
Loppujätteet		0	0	0	0	0	0
	Raaka-aineet	0	0	0	0	0	0
	Vesi	0	0	0	0	0	0
	Ilma	0	0	0	0	0	0
Luonnosta yhteensä		0	0	0	0	0	0
Yhteensä		989	77	4	49	1 471	99
Tuonnin välilliset panokset		630	20	4	30	1 543	1 027

4. Tuonnin käyttötaulukko 1999, miljoonaa kg jatkuu

No	Tuotteet	Toimialojen käyttö					
		Sähkö- teknisten tuotteiden valmistus	Kulku- neuvojen valmistus	Muu valmistus	Kierrätys	Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	Talon- rakentaminen
		17	18	19	20	21	22
1	Maa-, riista ja kalataloustuotteet	0	0	0	0	0	0
2	Metsätaloustuotteet	0	0	2	0	6	0
3	Energiamineraalit	3	1	1	0	5 366	0
4	Mineraalien kaivun ja louhinnan muut tuotteet	0	0	0	0	17	72
5	Elintarvikkeet, juomat ja tupakka	0	0	0	0	0	0
6	Tekstiilit, vaatteet ja nahkatuotteet	0	1	3	0	0	6
7	Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	4	4	23	0	110	544
8	Massa, paperi ja paperituotteet	1	0	2	0	0	2
9	Painotuotteet; ääni-, kuva- ja atk- tallenteet	0	0	0	0	0	0
10	Koksi, öljytuotteet ja ydinpolttoaine	4	12	12	1	257	63
11	Kemikaalit, kemialliset tuotteet ja tekokuidut	34	6	7	0	0	5
12	Kumi- ja muovituotteet	22	5	2	0	0	33
13	Muut ei-metalliset mineraalituotteet	2	4	2	0	0	329
14	Metallien jalostus	134	60	11	41	0	267
15	Metallituotteet poislukien koneet ja laitteet	4	6	2	0	0	32
16	Muulla luokittelemattomat koneet ja laitteet	1	11	0	0	0	32
17	Sähkökoneet ja -laitteet	48	9	0	0	3	12
18	Kulkuneuvot	0	23	0	0	0	0
19	Muut teollisuustuotteet	0	4	5	0	0	11
20	Kierrätysraaka-aineet	0	0	0	0	0	0
21	Sähkö, kaasu ja lämpö; talousvesi	0	0	0	0	0	0
22	Talonrakennustyöt	0	0	0	0	0	0
23	Maa- ja vesirakennustyöt	0	0	0	0	0	0
24	Kauppa	0	0	0	0	0	0
25	Majoitus- ja ravitsemispalvelut	0	0	0	0	0	0
26	Kuljetus, varastointi ja tietoliikennepalvelut	0	0	0	0	0	0
27	Asumispalvelut	0	0	0	0	0	0
28	Hallinto, pakollinen sosiaalivakuutus	0	0	0	0	0	0
29	Ympäristöhuoltopalvelut	0	0	0	0	0	0
30	Muut palvelut	0	0	0	0	0	0
Tuotteet yhteensä		259	145	71	42	5 760	1 409
Loppujätteet		0	0	0	0	0	0
	Raaka-aineet	0	0	0	0	0	0
	Vesi	0	0	0	0	0	0
	Ilma	0	0	0	0	0	0
Luonnosta yhteensä		0	0	0	0	0	0
Yhteensä		259	145	71	42	5 760	1 409
Tuonnin välilliset panokset		13 275	1 243	580	1	8 078	3 173

Maa- ja vesi- rakentaminen	Tukku- ja vähittäis- kauppa	Majoitus- ja ravitsemis- toiminta	Kuljetus ja tietoliikenne	Asuminen	Julkinen hallinto	Ympäristön huolto	Muut palvelut	Toimialat yhteensä
23	24	25	26	27	28	29	30	
1	6	7	0	0	0	1	0	739
0	0	0	0	27	4	0	1	10 633
0	22	5	1	14	2	0	1	19 347
308	0	1	0	0	0	0	0	8 734
0	22	73	0	0	0	0	0	855
0	5	0	0	0	2	0	0	50
0	0	0	0	0	0	0	0	1 065
0	0	1	0	0	22	0	1	685
0	11	0	1	0	2	0	4	18
191	62	16	986	122	104	2	47	4 111
26	4	4	0	0	46	0	70	4 511
3	7	0	19	0	1	0	0	160
15	0	7	0	0	3	0	1	1 022
38	0	0	0	0	0	0	0	1 773
33	1	0	0	0	3	0	1	185
0	1	0	1	0	1	0	0	152
10	2	0	0	0	6	0	8	104
0	1	0	10	0	0	0	6	99
0	4	3	0	0	5	0	8	40
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	2
626	148	117	1 019	163	202	3	150	54 285
0	0	0	0	0	0	13	0	13
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
626	148	117	1 019	163	202	16	150	54 298
1 146	121	176	360	35	318	1	410	138 426

4. Tuonnin käyttötaulukko 1999, miljoonaa kg, jatkuu

No	Loppukäyttö					Loppu- käyttö yhteensä	
	Kotitaloudet, lyhytikäiset kulutus- tavarat	Kotitaloudet, kestävät kulutus- tavarat	Kiinteän pääoman muodostus	Varastojen muutokset	Kaato- paikat ja läjitys- alueet		
1	Maa-, riista ja kalataloustuotteet	154	0	0	61	0	215
2	Metsätaloustuotteet	79	0	0	-40	0	38
3	Energiamineraalit	9	0	0	-1729	0	-1720
4	Mineraalien kaivun ja louhinnan muut tuotteet	5	0	0	431	0	436
5	Elintarvikkeet, juomat ja tupakka	411	0	0	2	0	413
6	Tekstiilit, vaatteet ja nahkatuotteet	72	12	0	-6	0	77
7	Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	0	0	0	-4	0	-4
8	Massa, paperi ja paperituotteet	6	0	0	-151	0	-145
9	Painotuotteet; ääni-, kuva- ja atk- tallenteet	5	0	0	2	0	7
10	Koksi, öljytuotteet ja ydinpolttoaine	707	0	0	158	0	865
11	Kemikaalit, kemialliset tuotteet ja tekokuidut	73	0	0	-46	0	26
12	Kumi- ja muovituotteet	27	0	1	16	0	44
13	Muut ei-metalliset mineraalituotteet	5	5	0	47	0	57
14	Metallien jalostus	0	0	0	-17	0	-17
15	Metallituotteet poislukien koneet ja laitteet	11	0	0	-2	0	9
16	Muulla luokittelemattomat koneet ja laitteet	1	34	130	1	0	165
17	Sähkökoneet ja -laitteet	6	28	40	-1	0	73
18	Kulkuneuvot	1	77	99	1	0	177
19	Muut teollisuustuotteet	21	33	0	1	0	55
20	Kierrätysraaka-aineet	0	0	0	0	0	0
21	Sähkö, kaasu ja lämpö; talousvesi	0	0	0	0	0	0
22	Talonrakennustyöt	0	0	0	0	0	0
23	Maa- ja vesirakennustyöt	0	0	0	0	0	0
24	Kauppa	0	0	0	0	0	0
25	Majoitus- ja ravitsemispalvelut	0	0	0	0	0	0
26	Kuljetus, varastointi ja tietoliikennepalvelut	0	0	0	0	0	0
27	Asumispalvelut	0	0	0	0	0	0
28	Hallinto, pakollinen sosiaalivakuutus	0	0	0	0	0	0
29	Ympäristöhuoltopalvelut	0	0	0	0	0	0
30	Muut palvelut	0	0	0	0	0	0
Tuotteet yhteensä		1 591	188	271	-1279	0	771
Loppujätteet		0	0	0	0	0	0
	Raaka-aineet	0	0	0	0	0	0
	Vesi	0	0	0	0	0	0
	Ilma	0	0	0	0	0	0
Luonnosta yhteensä		0	0	0	0	0	0
Yhteensä		1 591	188	271	-1279	0	771
Tuonnin välilliset panokset		6 651	26 935	3 083	-9160	0	27 509

5. Panos-tuotostaulukko 1999, miljoonaa kg

No Toimialat	Toimialojen käyttö					
	Maa-, riista- ja kalatalous	Metsätalous	Energia-mineraalien kaivu	Muu mineraalien kaivu	Elintarvikkeiden, juomien ja tupakan valmistus	Tekstiilien ja vaatteiden valmistus
	1	2	3	4	5	6
1 Maa-, riista- ja kalatalous	34 265	0	0	0	5 739	0
2 Metsätalous	306	0	0	0	6	0
3 Energiamineraalien kaivu	221	0	1	0	75	0
4 Muu mineraalien kaivu	488	0	3	24	26	0
5 Elintarvikkeiden valmistus	1 560	0	0	0	1 499	1
6 Tekstiilien ja vaatteiden valm.	2	0	0	0	0	4
7 Puutavaran ja -tuotteiden valm.	0	0	0	1	18	2
8 Massan, paperin jne. valmistus	0	0	0	1	111	7
9 Kustantaminen ja painaminen	0	0	0	0	3	0
10 Koksin, öljytuotteiden jne. valm.	206	40	1	27	41	10
11 Kemikaalien ja kem.tuott. valm.	769	10	0	1	70	23
12 Kumi- ja muovituotteiden valm.	1	0	1	0	44	2
13 Mineraalituotteiden valmistus	27	0	0	19	43	0
14 Metallien jalostus	2	0	0	0	5	0
15 Metallituotteiden valmistus	0	0	0	0	13	1
16 Koneiden ja laitteiden valmistus	0	0	0	0	0	0
17 Sähkötekniisten tuotteiden valm.	0	0	0	0	0	0
18 Kulkuneuvojen valmistus	0	0	0	0	0	0
19 Muu valmistus	0	0	0	0	2	0
20 Kierrätys	0	0	0	0	0	0
21 Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	0	0	0	0	0	0
22 Talonrakentaminen	0	0	0	0	0	0
23 Maa- ja vesirakentaminen	0	0	0	0	0	0
24 Tukku- ja vähittäiskauppa	0	0	0	0	0	0
25 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	0	0	0	0	0	0
26 Kuljetus ja tietoliikenne	0	0	0	0	0	0
27 Asuminen	0	0	0	0	0	0
28 Julkiset palvelut	0	0	0	0	0	0
29 Ympäristön huolto	24	0	0	0	0	1
30 Muut palvelut	0	0	0	0	0	0
Kotimaiset tuotteet yhteensä	37 871	50	6	73	7 694	51
Kotitaloudet, lyhytikäiset kulutustavarat	0	0	0	0	0	0
Kotitaloudet, kestävät kulutustavarat	0	0	0	0	0	0
Kiinteän pääoman muodostus	0	0	0	0	0	0
Varastojen muutokset	0	0	0	0	0	0
Kaatopaikat ja läjitysalueet	0	0	0	0	0	0
Kotimainen loppukäyttö yhteensä	0	0	0	0	0	0
Tuonti	989	77	4	49	1 471	99
Vienti	0	0	0	0	0	0
Loppujätteet	0	0	0	0	0	0
Raaka-aineet	867	50 032	9 366	100 915	0	0
Vesi	33 122	0	0	0	1 024	0
Ilma	25 289	373	766	223	524	100
Luonnosta yhteensä	59 277	50 405	10 132	101 138	1 548	100
Yhteensä	97 148	50 454	10 138	101 211	9 242	152

Puutavaran ja -tuotteiden valmistus	Massan ja paperin valmistus	Kustantaminen ja painaminen	Koksin ja öljytuotteiden valmistus	Kemikaalien ja kem. tuotteiden valmistus	Kumi- ja muovituotteiden valmistus	Mineraalituotteiden valmistus	Metallien jalostus	Metallituotteiden valmistus	Koneiden ja laitteiden valmistus
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
23 722	22 607	0	0	0	0	7	0	1	0
0	949	0	0	139	0	0	0	0	0
0	521	0	0	1 929	4	6 277	993	1	44
2	108	0	5	50	1	47	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1 932	8 530	1	0	51	21	35	16	16	53
199	15 651	434	20	211	25	14	2	4	10
0	11	1	0	0	1	1	0	0	0
23	103	7	425	621	7	88	1 157	16	15
57	2 407	10	100	1 427	203	218	133	19	16
9	16	2	1	12	24	12	1	4	8
37	71	0	0	255	3	1 326	68	13	5
2	101	0	318	211	8	24	4 115	619	228
10	5	0	2	6	6	8	12	113	49
0	0	0	0	0	0	5	4	8	22
1	5	0	5	0	1	1	3	1	5
0	0	0	0	1	0	0	22	2	6
1	3	0	0	1	0	0	0	2	0
0	0	0	0	2	0	92	216	1	0
0	0	0	0	0	0	84	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	569	0	0	17	4	129	700	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25 994	51 656	455	876	4 936	308	8 369	7 443	820	464
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 351	12 594	172	13 368	3 415	306	2 056	6 289	473	458
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	3 124	65	0	0
0	39	6	0	1 625	15	534	162	2	0
990	18 905	37	3 264	3 504	70	939	4 056	228	109
990	18 944	43	3 264	5 129	85	4 597	4 283	230	109
26 984	70 601	498	4 140	10 064	393	12 965	11 726	1 050	573

5. Panos-tuotostaulukko 1999, miljoonaa kg *jatkuu*

No	Toimialat	Toimialojen käyttö						
		Sähkö- teknisten tuotteiden valmistus	Kulku- neuvojen valmistus	Muu valmistus	Kierrätys	Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	Talon- rakenta- minen	Maa- ja vesi- rakenta- minen
		17	18	19	20	21	22	23
1	Maa-, riista- ja kalatalous	0	0	0	0	0	0	4
2	Metsätalous	0	0	5	0	178	0	0
3	Energiamineraalien kaivu	0	0	0	0	5 619	0	420
4	Muu mineraalien kaivu	0	1	0	0	29	21 410	56 281
5	Elintarvikkeiden valmistus	1	0	2	31	0	2	40
6	Tekstiilien ja vaatteiden valm.	0	0	0	0	0	2	0
7	Puutavaran ja -tuotteiden valm.	21	7	200	0	1 603	1 885	4
8	Massan, paperin jne. valmistus	10	0	9	0	425	0	20
9	Kustantaminen ja painaminen	0	0	0	0	0	0	0
10	Koksin, öljytuotteiden jne. valm.	4	9	7	1	151	154	129
11	Kemikaalien ja kem.tuott. valm.	33	16	7	28	1	378	335
12	Kumi- ja muovituotteiden valm.	26	5	7	0	0	93	11
13	Mineraalituotteiden valmistus	4	11	2	6	3	5 373	4 085
14	Metallien jalostus	72	71	15	934	36	173	78
15	Metallituotteiden valmistus	15	25	5	1	0	75	467
16	Koneiden ja laitteiden valmistus	1	15	0	3	0	37	25
17	Sähköteknisten tuotteiden valm.	63	4	0	0	19	22	25
18	Kulkuneuvojen valmistus	0	1	0	3	0	1	16
19	Muu valmistus	0	11	6	0	1	86	5
20	Kierrätys	0	8	0	11	0	0	786
21	Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	0	0	0	0	0	0	445
22	Talonrakentaminen	0	0	0	0	0	0	0
23	Maa- ja vesirakentaminen	0	0	0	0	0	0	0
24	Tukku- ja vähittäiskauppa	0	0	0	0	0	0	0
25	Majoitus- ja ravitsemistoiminta	0	0	0	0	0	0	0
26	Kuljetus ja tietoliikenne	0	0	0	0	0	0	0
27	Asuminen	0	0	0	0	0	0	0
28	Julkiset palvelut	0	0	0	0	0	0	0
29	Ympäristön huolto	0	0	0	133	1 333	0	197
30	Muut palvelut	0	0	0	0	0	0	0
Kotimaiset tuotteet yhteensä		251	184	267	1 152	9 396	29 690	63 374
	Kotitaloudet, lyhytikäiset kulutustavarat	0	0	0	0	0	0	0
	Kotitaloudet, kestävät kulutustavarat	0	0	0	0	0	0	0
	Kiinteän pääoman muodostus	0	0	0	0	0	0	0
	Varastojen muutokset	0	0	0	0	0	0	0
	Kaatopaikat ja läjitysalueet	0	0	0	0	0	0	0
Kotimainen loppukäyttö yhteensä		0	0	0	0	0	0	0
	Tuonti	259	145	71	42	5 760	1 409	626
	Vienti	0	0	0	0	0	0	0
Loppujätteet		0	0	0	0	0	0	0
	Raaka-aineet	0	0	0	0	0	0	13 200
	Vesi	8	0	0	6	1	0	0
	Ilma	33	61	37	5	23 134	756	740
Luonnosta yhteensä		42	61	37	11	23 134	756	13 940
Yhteensä		293	245	304	1 163	32 530	30 446	77 314

Tukku- ja vähittäiskauppa	Majoitus- ja ravitsemistoiminta	Kuljetus ja tietoliikenne	Asuminen	Julkinen hallinto	Ympäristön huolto	Muut palvelut	Toimialat yhteensä
24	25	26	27	28	29	30	
32	118	0	0	1	2	1	40 165
3	13	4	770	118	4	36	47 778
0	0	0	3	2	0	4	7 436
0	0	0	0	0	1	0	88 031
148	504	0	0	2	0	2	4 004
1	0	0	0	0	0	0	11
0	0	0	0	0	0	0	14 397
2	7	1	0	24	0	14	17 199
42	0	4	0	44	0	44	153
283	8	2 147	61	52	1	23	5 817
27	2	0	0	142	0	53	6 483
17	0	8	0	1	0	0	306
4	8	0	0	20	0	1	11 384
4	0	5	0	0	0	0	7 022
1	0	0	0	5	0	1	819
0	0	1	0	2	0	0	125
1	0	0	0	3	0	7	167
0	0	0	0	0	0	0	52
6	4	0	0	6	0	10	146
0	0	0	0	0	0	0	1 117
0	0	0	0	0	0	0	529
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	677	0	0	0	0	677
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	22	0	3 129
0	0	0	0	0	0	0	0
571	664	2 848	834	423	29	197	256 947
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
148	117	1 019	163	202	16	150	54 298
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	3 356	0	3 356
0	0	0	0	0	0	0	177 568
0	0	0	0	0	0	0	36 544
1 278	113	10 686	1 532	670	105	283	98 810
1 278	113	10 686	1 532	670	105	283	312 922
1 849	777	13 535	2 366	1 093	3 490	480	573 225

5. Panos-tuotostaulukko 1999, miljoonaa kg jatkuu

No Toimialat	Loppukäyttö					
	Kotitaloudet, lyhytikäiset kulutus-tavarat	Kotitaloudet, kestävät kulutus-tavarat	Kiinteän pääoman muodostus	Varastojen muutokset	Kaato-paikat ja läjitys-alueet	Loppu-käyttö yhteensä
1 Maa-, riista- ja kalatalous	682	0	0	156	0	838
2 Metsätalous	2 260	0	0	-679	0	1 582
3 Energiamineraalien kaivu	35	0	0	1 031	0	1 066
4 Muu mineraalien kaivu	0	0	0	3	0	3
5 Elintarvikkeiden valmistus	2 522	0	0	443	0	2 965
6 Tekstiilien ja vaatteiden valm.	15	2	0	7	0	24
7 Puutavaran ja -tuotteiden valm.	0	1	0	-38	0	-36
8 Massan, paperin jne. valmistus	50	0	0	80	0	130
9 Kustantaminen ja painaminen	280	0	0	6	0	286
10 Koksin, öljytuotteiden jne. valm.	1 963	0	0	-174	0	1 789
11 Kemikaalien ja kem.tuott. valm.	80	0	0	69	0	149
12 Kumi- ja muovituotteiden valm.	18	1	2	-7	0	15
13 Mineraalituotteiden valmistus	6	5	0	-29	0	-18
14 Metallien jalostus	0	0	0	47	0	47
15 Metallituotteiden valmistus	3	2	68	-20	0	53
16 Koneiden ja laitteiden valmistus	2	0	268	3	0	272
17 Sähkötekniisten tuotteiden valm.	3	26	35	-22	0	41
18 Kulkuneuvojen valmistus	2	10	73	-21	0	64
19 Muu valmistus	12	37	0	2	0	51
20 Kierrätys	0	0	0	0	0	0
21 Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	0	0	0	-20	0	-20
22 Talonrakentaminen	0	0	29 123	0	0	29 123
23 Maa- ja vesirakentaminen	0	0	75 902	0	0	75 902
24 Tukku- ja vähittäiskauppa	0	0	0	0	0	0
25 Majointus- ja ravitsemistoiminta	555	0	0	0	0	555
26 Kuljetus ja tietoliikenne	0	0	0	0	0	0
27 Asuminen	0	0	0	0	0	0
28 Julkiset palvelut	0	0	0	0	0	0
29 Ympäristön huolto	0	0	0	0	0	0
30 Muut palvelut	0	0	0	0	0	0
Kotimaiset tuotteet yhteensä	8 488	84	105 470	838	0	114 880
Kotitaloudet, lyhytikäiset kulutustavarat	0	0	0	0	0	0
Kotitaloudet, kestävät kulutustavarat	0	0	0	0	0	0
Kiinteän pääoman muodostus	0	0	0	0	0	0
Varastojen muutokset	0	0	0	0	0	0
Kaatopaikat ja läjitysalueet	0	0	0	0	0	0
Kotimainen loppukäyttö yhteensä	0	0	0	0	0	0
Tuonti	1 591	188	271	-1279	0	771
Vienti	0	0	0	0	0	0
Loppujätteet	0	0	0	0	18 189	18 189
Raaka-aineet	0	0	0	0	0	0
Vesi	1 863	0	0	0	0	1 863
Ilma	13 307	0	0	0	0	13 307
Luonnosta yhteensä	15 170	0	0	0	0	15 170
Yhteensä	23 658	84	105 470	838	18 189	148 239

Ulkomaat		Tuotteet		Luontoon				Varannot		Yhteensä
Vienti	Siirrot ulkomaille	Yhteensä	Loppu- jätteet	Päästöt ilmaan	Vesihöyry	Päästöt vesiin	Haja- käyttö	Luontoon yhteensä	Varantojen netto- muutos	
365	0	41 368	173	24 444	31 969	184	0	56 597	0	98 137
653	0	50 013	0	357	128	19	15	518	0	50 531
225	0	8 726	3	1 406	3	5	0	1 413	0	10 142
1 728	0	89 762	11 207	213	77	1	0	290	0	101 260
660	0	7 629	92	544	2 447	1	0	2 992	0	10 713
73	0	108	8	89	46	0	0	135	0	251
5 176	0	19 537	58	1 255	8 486	1	0	9 741	0	29 335
14 187	0	31 516	1 372	23 985	26 111	209	0	50 306	0	83 195
146	0	585	12	39	34	0	0	73	0	669
5 117	0	12 724	41	3 436	1 307	1	0	4 744	0	17 508
2 887	0	9 518	1 760	1 391	805	5	0	2 201	0	13 479
254	0	575	10	64	50	0	0	114	0	700
499	0	11 865	197	1 980	979	0	0	2 959	0	15 021
3 691	0	10 760	927	5 249	1 077	1	0	6 328	0	18 015
320	0	1 192	16	200	115	0	0	315	0	1 523
407	0	804	57	117	53	0	0	170	0	1 031
233	0	442	50	36	23	0	0	60	0	551
161	0	278	18	68	26	0	0	94	0	390
84	0	280	9	40	46	0	0	86	0	375
3	0	1 120	79	4	2	0	0	7	0	1 205
1	0	510	355	25 212	12 212	1	0	37 425	0	38 290
0	0	29 123	1 258	1 197	278	0	0	1 474	0	31 855
0	0	76 579	11	1 096	254	0	0	1 350	0	77 940
0	0	0	321	1 184	492	0	0	1 676	0	1 997
0	0	555	185	107	48	0	0	155	0	894
0	0	0	52	10 092	3 732	0	677	14 501	0	14 553
0	0	0	15	1 751	762	0	0	2 513	0	2 528
0	0	0	200	794	271	0	30	1 095	0	1 295
96	0	3 224	16	183	29	53	0	265	0	3 506
0	0	0	207	282	112	0	30	424	0	631
36 965	0	408 792	18 711	106 816	91 972	480	752	200 019	0	627 523
0	0	0	1 266	13 811	10 016	13	143	23 982	0	25 249
0	0	0	172	0	0	0	0	0	101	272
0	0	0	1 440	0	0	0	0	0	104 302	105 742
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-442	-442
0	0	0	0	362	0	0	0	362	17 826	18 189
0	0	0	2 877	14 173	10 016	13	143	24 345	121 788	149 010
866	0	55 935	0	2 813	738	0	0	0	0	55 935
0	0	0	0	-4025	-1214	0	0	0	0	0
44	0	21 589	0	0	0	0	0	0	0	21 589
0	0	177 568	0	0	0	0	0	0	0	177 568
0	0	38 407	0	0	0	0	0	0	0	38 407
2 304	-3804	110 616	0	0	0	0	0	0	0	110 616
2 304	0	330 396	0	0	0	0	0	0	0	330 396
39 313	0	760 776	19 977	116 601	100 775	492	895	224 002	0	1 004 756

6. Päästöt ilmaan 1999, miljoonaa kg

Toimialat	CO ₂ -min	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	NH ₃	CO
1 Maa-, riista- ja kalatalous	6 122	84	13	2	23	49	15
2 Metsätalous	345	0	0	0	6	0	4
3 Energiamineraalien kaivu	1 406	0	0	0	0	0	0
4 Muu mineraalien kaivu	211	0	0	0	0	0	0
5 Elintarvikkeiden valmistus	491	8	0	1	1	0	1
6 Tekstiilien ja vaatteiden valmistus	88	0	0	0	0	0	0
7 Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	192	19	0	0	2	0	3
8 Massan, paperin jne. valmistus	3 879	18	1	14	26	0	30
9 Kustantaminen ja painaminen	32	0	0	0	0	0	0
10 Koksin, öljytuotteiden jne. valmistus	3 388	0	0	6	4	0	1
11 Kemikaalien ja kem.tuott. valmistus	1 149	1	4	10	6	0	1
12 Kumi- ja muovituotteiden valmistus	63	0	0	0	0	0	0
13 Mineraalituotteiden valmistus	1 950	0	0	1	1	0	1
14 Metallien jalostus	5 220	0	0	10	5	0	1
15 Metallituotteiden valmistus	184	0	0	0	0	0	0
16 Koneiden ja laitteiden valmistus	103	0	0	0	0	0	1
17 Sähkötekniisten tuotteiden valmistus	28	0	0	0	0	0	0
18 Kulkuneuvojen valmistus	56	0	0	0	0	0	0
19 Muu valmistus	27	0	0	0	0	0	0
20 Kierrätys	4	0	0	0	0	0	0
21 Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	20 873	2	2	31	34	0	14
22 Talonrakentaminen	728	0	0	0	8	0	6
23 Maa- ja vesirakentaminen	927	0	0	1	12	0	4
24 Tukku- ja vähittäiskauppa	1 134	0	0	1	7	0	8
25 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	88	0	0	0	0	0	0
26 Kuljetus ja tietoliikenne	9 859	1	1	15	125	0	33
27 Asuminen	618	3	0	0	1	0	13
28 Julkiset palvelut	502	1	0	0	1	0	3
29 Ympäristön huolto	9	9	0	0	0	0	0
30 Muut palvelut	227	0	0	0	0	0	1
Kotitaloudet	8 526	12	1	1	50	0	359
Kaatopaikat	0	106	0	0	0	0	0
Yhteensä	68 431	265	24	96	313	49	499
Ulkomainen liikenne Suomessa	2 180	0	0	6	37	0	6
Suomalainen liikenne ulkomailla	-3616	0	-1	-10	-57	0	-9
Kaukokulkeumat Suomeen	0	0	0	206	297	62	0
Kaukokulkeumat Suomesta	0	0	0	-70	-202	-31	0
Kansainväliset siirrot, netto	-1437	0	0	133	74	31	-3
Suomen luontoon yhteensä	66 995	264	24	228	388	80	497

NMVOC	Hiukkaset	CO ₂ -bio	O ₂ , N ₂	Yhteensä
6	3	4 243	13 882	24 444
1	1	0	0	357
0	0	0	0	1 406
0	0	0	0	213
1	0	42	0	544
0	0	0	0	89
6	2	1 030	0	1 255
7	12	19 999	0	23 985
6	0	0	0	39
35	1	0	0	3 436
11	0	104	105	1 391
1	0	0	0	64
2	0	25	0	1 980
2	3	8	0	5 249
2	0	13	0	200
1	0	12	0	117
1	0	7	0	36
2	0	9	0	68
2	0	10	0	40
0	0	0	0	4
0	8	4 247	0	25 212
11	1	0	442	1 197
3	1	0	147	1 096
1	1	33	0	1 184
0	0	19	0	107
44	9	5	0	10 092
6	2	1 107	0	1 751
1	0	286	0	794
0	0	165	0	183
1	0	52	0	282
61	6	4 794	0	13 811
0	0	247	0	352
216	50	36 458	14 576	120 979
16	2	0	0	2 247
-26	-3	0	0	-3722
0	0	0	0	565
0	0	0	0	-303
-10	-1	0	0	-1213
207	49	36 458	14 576	119 766

7. Energian kulutus Suomessa 1999, terajoulea

Toimialat	Öljy	Maakaasu	Hiili	Ydinpoltto- aine	Turve	Puu metsästä
	1	2	3	4	5	6
1 Maa-, riista- ja kalatalous	25 560	610	0	0	450	4 050
2 Metsätalous	4 530	0	0	0	0	0
3 Energiamineraalien kaivu	53	0	0	0	17	0
4 Muu mineraalien kaivu	2 801	0	0	0	0	0
5 Elintarvikkeiden valmistus	4 167	1 168	292	0	767	50
6 Tekstiilien ja vaatteiden valm.	1 006	243	0	0	0	1
7 Puutavaran ja puutuotteiden valm.	2 292	299	0	0	3	173
8 Massan, paperin jne. valmistus	10 788	30 211	2 897	0	9 703	388
9 Kustantaminen ja painaminen	455	6	0	0	0	0
10 Koksin, öljytuotteiden jne. valm.	154	13 610	18	0	0	0
11 Kemikaalien ja kem.tuott. valm.	5 542	583	2 048	0	1 260	0
12 Kumi- ja muovituotteiden valm.	718	154	0	0	0	0
13 Mineraalituotteiden valmistus	2 871	3 008	4 233	0	0	0
14 Metallien jalostus	5 271	2 291	849	0	0	0
15 Metallituotteiden valmistus	1 266	1 559	0	0	0	0
16 Koneiden ja laitteiden valmistus	1 179	179	0	0	1	4
17 Sähkötekniisten tuotteiden valm.	278	136	0	0	0	0
18 Kulkuneuvojen valmistus	738	22	0	0	0	0
19 Muu valmistus	338	29	0	0	0	1
20 Kierrätys	64	0	0	0	0	0
21 Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	16 809	79 180	94 638	239 940	58 003	1 514
22 Talonrakentaminen	9 103	0	0	0	0	0
23 Maa- ja vesirakentaminen	8 988	0	0	0	0	0
24 Tukku- ja vähittäiskauppa	14 399	1 078	0	0	3	35
25 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	1 003	228	0	0	3	175
26 Kuljetus ja tietoliikenne	131 153	43	0	0	3	48
27 Asuminen	7 760	680	0	0	40	10 200
28 Julkiset palvelut	6 614	123	0	0	22	1 567
29 Ympäristön huolto	113	0	0	0	6	50
30 Muut palvelut	2 978	25	0	0	45	475
Kotitaloudet	115 559	250	100	0	430	29 950
Suomen talous yhteensä	384 549	135 712	105 075	239 940	70 754	48 680
Ulkomaat	-65 502	0	0	0	0	0
Yhteensä	319 047	135 712	105 075	239 940	70 754	48 680

Puujäämät	Muut jäämät	Aineettomat	Yhteensä	Nettosähkö	Nettolämpö
7	8	9	10	11	12
0	0	470	31 140	3 000	360
0	0	0	4 530	0	0
0	0	0	70	35	10
0	0	0	2 801	1 877	60
68	13	0	6 526	5 594	5 939
3	0	0	1 253	935	184
9 229	0	0	11 997	5 088	5 456
181 359	933	4 539	240 817	49 747	13 375
0	0	0	460	1 435	552
0	31 971	0	45 752	-316	-12348
942	2 713	4 187	17 275	13 486	8 199
0	0	0	872	2 636	926
76	1 680	0	11 868	3 216	30
0	21 150	34 954	64 515	15 075	-1624
0	4	0	2 829	2 021	538
0	0	0	1 362	2 571	1 973
0	0	0	414	2 591	1 163
0	0	0	760	1 189	993
94	0	0	462	816	294
0	0	0	64	46	6
21 199	11 479	41 851	564 613	-186290	-115185
0	0	0	9 103	799	0
0	0	0	8 988	0	0
0	0	0	15 514	10 561	7 533
0	0	0	1 409	4 782	1 901
0	0	0	131 246	4 771	2 070
0	0	10	18 690	13 756	54 364
0	0	0	8 326	13 284	13 729
0	562	0	730	728	317
0	0	0	3 522	12 770	8 146
0	0	1 240	147 529	53 844	1 040
212 971	70 505	87 251	1 355 438	40 046	0
0	0	40 046	-65 502	-40 046	0
212 971	70 505	127 297	1 329 982	0	0

Luokituksia

1. Aggregoidut toimialat
2. Aggregoidut tuotteet
3. Jäteluokat
4. Polttoaineet ja muut energialähteet
5. Päästöt ilmaan

1. Aggregoidut toimialat

No	Nimi	TOL95
1	Maa-, riista- ja kalatalous	1,05
2	Metsätalous	2
3	Energiamineraalien kaivu	10, 11, 12
4	Muu mineraalien kaivu	13, 14
5	Elintarvikkeiden valmistus	15, 16
6	Tekstiilien ja vaatteiden valmistus	17,18,19
7	Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	20
8	Massan, paperin ja paperituotteiden valmistus	21
9	Kustantaminen ja painaminen	22
10	Koksin, öljytuotteiden jne. valmistus	23
11	Kemikaalien ja kem.tuott. valmistus	DG
12	Kumi- ja muovituotteiden valmistus	DH
13	Mineraalituotteiden valmistus	26
14	Metallien jalostus	27
15	Metallituotteiden valmistus	28
16	Koneiden ja laitteiden valmistus	29
17	Sähkötekniisten tuotteiden valmistus	DL
18	Kulkuneuvojen valmistus	DM
19	Muu valmistus	36
20	Kierrätys	37
21	Sähkö-, kaas- ja vesihuolto	E
22	Talonrakentaminen	F
23	Maa- ja vesirakentaminen	F
24	Tukku- ja vähittäiskauppa	G
25	Majoitus- ja ravitsemistoiminta	H
26	Kuljetus ja tietoliikenne	I
27	Asuminen	7021
28	Julkiset palvelut	L, M, N
29	Ympäristön huolto	90
30	Muut palvelut	701, 7022, 703, KB, O, P

2. Aggregoidut tuotteet

No	Nimi	CPA
1	Maa-, riista ja kalataloustuotteet	1,05
2	Metsätaloustuotteet	2
3	Energiamineraalit	10, 11, 12
4	Mineraalien kaivun ja louhinnan muut tuotteet	13, 14
5	Elintarvikkeet, juomat ja tupakka	15, 16
6	Tekstiilit, vaatteet ja nahkatuotteet	17,18,19
7	Puutavaran ja puutuotteiden valmistus	20
8	Massa, paperi ja paperituotteet	21
9	Painotuotteet sekä ääni-, kuva- ja atk- tallenteet	22
10	Koksi, öljytuotteet ja ydinpolttoaine	23
11	Kemikaalit, kemialliset tuotteet ja tekokuidut	DG
12	Kumi- ja muovituotteet	DH
13	Muut ei-metalliset mineraalituotteet	26
14	Metallien jalostus	27
15	Metallituotteet poislukien koneet ja laitteet	28
16	Muualla luokittelemattomat koneet ja laitteet	29
17	Sähkökoneet ja -laitteet	DL
18	Kulkuneuvot	DM
19	Muut teollisuustuotteet	36
20	Kierrätysraaka-aineet	37
21	Sähkö, kaasu ja lämpö; talousvesi	E
22	Talonrakennustyöt	F
23	Maa- ja vesirakennustyöt	F
24	Kauppa	G
25	Majoitus- ja ravitsemispalvelut	H
26	Kuljetus, varastointi ja tietoliikennepalvelut	I
27	Asumispalvelut	7021
28	Hallinto, pakollinen sosiaalivakuutus	L, M, N
29	Ympäristöhuoltopalvelut	90
30	Muut palvelut	701,7022,703, KB, O,P

3. Jäteluokat

CPA	Nimike
1511400	Raa'at eläimenosat, syötäväksi kelpaamattomat
1513130	Lihasta valmistetut ihmisravinnoksi kelpaamattomat hienot tai karkeat jauhot ja rakeet; eläinrasvan jätteet
1520180	Kalajätteet
1533300	Kasviaineet ja kasvialkuperää olevat jätteet sekä kasvialkuperää olevat jätetuotteet ja sivutuotteet
1583200	Sokerijuurikasjättemassa, sokeriruokojäte ja muut sokerinvalmistuksen jätteet
1596200	Rankki ja muut panimo- ja polttimejätteet
1600200	Tupakanjätteet
1710600	Silkki-, villa- ja puuvillajätteet
1822400	Käytetyt vaatteet ja muut käytetyt vaateustavarat
2010400	Sahanpuru ja puujäte
2112600	Paperi-, kartonki- ja pahvijäte
2416600	Muovijätteet, -leikkeet ja -romu
2513800	Kumijätteet, -leikkeet ja -romu (ei kuitenkaan kovakumia) sekä jauheet ja rakeet
2615110	Lasimurska ja muut lasijätteet ja -romu; lasimassa
2653100	Kipsi
2710910	Kuona, hehkuhile ja muu raudan tai teräksen valmistuksessa syntyvä jäte
2710920	Rautapohjaiset jätteet ja romu
2742300	Alumiinijätteet ja -romu; tuhka ja jätteet, joissa on pääasiallisesti alumiinia
2743300	Lyijy-, sinkki- ja tinajätteet ja -romu; tuhka ja jätteet, joissa on pääasiallisesti sinkkiä tai lyijyä
2744300	Kuparijätteet ja -romu; tuhka ja jätteet, joissa on pääasiallisesti kuparia
2745300	Muut värimetallit sekä niistä tehdyt tavarat; kermetit; tuhka ja jätteet, joissa on metalleja tai metalliyhdisteitä
2745400	Nikkelijätteet ja -romu; tuhka ja jätteet, joissa on muita metalleja ja metalliyhdisteitä
9901201	Lanta
9914201	Maa- ja kiviainesjätteet
9923201	Jäteöljy
9940101	Tuhka
9990101	Jätevesiliete (yhdyskunnat)
9990102	Jätevesiliete (teollisuus)
9990202	Kierrätyspolttoaineet

4. Polttoaineet ja muut energialähteet

Koodi	CPA	No ¹⁾	Nimike
1111	2320220	8	Jalostamokaasu
1112	2320210	1	Nestekaasu
1121	2320130	1	Teollisuusbenssiini
1122	2320110	1	Moottoribensiini
1123	2320110	1	Lentobensiini
1131	2320140	1	Lentopetroli
1132	2320140	1	Muut petrolit
1133	2320151	1	Dieselöljy
1134	2320159	1	Kevyt polttoöljy, lämmitys
1135	2320159	1	Kevyt polttoöljy, työkoneet
1141	2320170	1	Raskas polttoöljy
1142	2320170	1	Raskas polttoöljy, laivat
1143	2320170	8	Raskasta polttoöljyä vastaavat muut erikoisöljyt
1150	2320320	8	Petroleumkoksi
1160	2320320	8	Jäteöljyt
1190	2320320	1	Muut öljytuotteet
1212	1010100	3	Kivihilli, bituminen
1222	1010100	3	Hiilibriketit
1230	2310100	3	Koksi
1240	4020100	8	Koksikaasu
1250	4020100	8	Masuunikaasu
1310	1110200	2	Maakaasu
2110	1030100	5	Jyrsinturve
2120	1030100	5	Palaturve
3111	212140	6	Halot, pilke, rangat
3112	212140	6	Pienpuuhake
3113	212140	6	Metsätähdehake
3121	2010400	7	Kuori
3122	2010400	7	Sahanpurut, kutterilastut ym. purut
3123	2010400	7	Puutähdehake
3129	2010400	7	Muu puutähde
3130	2414800	7	Puunjalostusteollisuuden jätelimet
3140	9990102	7	Muut puunjalostusteollisuuden sivu- ja jätetuotteet
3150	2010400	7	Purku- ja rakennustoiminnan puutähteet
3160	2010400	7	Jalostetut puupolttoaineet
3210	9990201	8	Biokaasu
3230	9990202	8	Kierrätyspolttoaineet
4110	2330000	4	Ydinpolttoaine
4910	9999999	8	Muut polttoaineena käytetyt sivu- ja jätetuotteet
4920	9999999	9	Aineettomat energialähteet
4990	9999999	8	Muut energialähteet
5100	4010100	11	Sähkö
5210	4030200	12	Kaukolämpö
5220	4030200	12	Teollisuusprosesseihin käytetty lämpö

¹⁾ Numero aggregoidulla polttoaineella Taulukot osion taulukossa 7

5. Päästöt ilmaan

CO ₂ -min	Hiilidioksidi, mineraalisista lähteistä
CH ₄	Metaani
N ₂ O	Typpioksiduuli
SO ₂	Rikkidioksidi
NO _x	Typen oksidit
NH ₃	Ammoniakki
CO	Hiilimonoksidi
NM VOC	Haihtuvat hiilivedyt, muut kuin metaani
Hiukkaset	Hiukkaset
CO ₂ -bio	Hiilidioksidi, biotista alkuperää
O ₂ , N ₂	Happi, typpi

Keskeiset tietolähteet

I **Kotimaisten luonnonvarojen käyttö sekä tuotteiden tuotanto ja käyttö**

Maatalous, poronhoito, keräily, metsästys
Maatalouden perustietolähteenä Maatilatilastollinen vuosikirja (MMM 2001). Poronhoidon, keräilyn ja metsästyksen tilastot: Metsätalastollinen vuosikirja (METLA 2002), taulukot 6.2 ja 6.8. Kotitalouksien kasvimaatuotannon sato: Tilastokeskuksen kulutustutkimuksesta saadut tiedot. Maatalouden välituotekäytön arvioinnissa on hyödynnetty Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) maatilamalleja.

Metsätalous

Metsätalastollinen vuosikirja (METLA 2002)

Kalastus ja kalanviljely

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalansaalis- ja kalanviljelytilastot

Energiamineraalien kaivu

Poltto- ja kasvuturpeen tuotanto: Metsätalastollinen vuosikirja (METLA 2002), taulukko 6.11 sekä polttoturpeen tuotanto ja varastojen muutos: Energiatilastot (Tilastokeskus 2000), taulukko 2.10.

Muiden mineraalien kaivu

Kaivokset: Kauppa- ja teollisuusministeriöstä saadut kaivostilaston yksityiskohtaiset tiedot kaivoksien rikasteiden tuotannosta sekä hyötykiven, sivukiven ja poistomaan määristä. Soran, murskeen, hiekan ja muiden maa-ainesten otto: Suomen ympäristökeskuksen maa-ainesten ottorekisteri (Rintala 2002).

Tehdasteollisuus

Tilastokeskuksesta saadut teollisuustilaston hyödyketilastot TOL95:n 3-numerotason toimialajaolla. Hyödyketilastot sisältävät

tuotteiden sekä arvo- että fyysisten määrien tiedot ja jakaantuvat neljään osaan: hyödykkeiden myynnit, hyödykkeiden ostot, pakkausaineiden hankinta sekä polttoaineiden hankinta ja käyttö.

Koska hyödykkeiden myynneistä ja ostoista puuttuu usein monitoimialaisten yritysten eri toimialoille sijoittuvien toimipaikkojen väliset toimitukset, suuria virtoja on pyritty systemaattisesti tarkistamaan muiden tietolähteiden tiedoilla. Näitä ovat olleet mm. kaivostilaston rikastetuotantotiedot sekä Metsätalastollisen vuosikirjan tiedot raakapuun ja puusivutuotteiden käytöstä metsäteollisuudessa.

Hyödyketilastoissa useiden tuotteiden fyysiset mittayksiköt ovat sellaisia, että niitä ei ole voitu suoraan muuntaa massayksiköksi, esimerkiksi tuotemäärä on ilmoitettu kappalemäärinä tai metreinä, tai fyysinen määrä puuttuu kokonaan. Tällöin yleisenä menettelynä on ollut arvotiedon muuntaminen massayksikköön käyttäen ulkomaankauppatilastosta saatavaa tuotteen tuonnin tai viennin kilogrammahintaa.

Rakentaminen ja palvelut

Rakentamisen ja palvelujen välituotekäyttö on pääasiassa tuotettu laskennallisesti, tarjontaylijäämän menetelmällä.

Kotitalouksien kulutus

Kotitalouksien elintarvikkeiden hankintojen määrätiedot on saatu Tilastokeskuksen vuoden 1998 kotitaloustiedusteluun sisältyneestä erilliskyselystä (Tennilä 2000). Tiedot on tasokorjattu vuoteen 1999 kansantalouden tilinpidon kotitalouksien kulusmenojen kiinteähintaisten aikasarjojen avulla. Samassa kyselyssä kysyttiin myös ravitsemisliikkeissä nautittujen erilaisten aterioiden ja juomien määrät, josta arvioitiin toisaalta kotitalouksien ravitsemis- ja majointustoiminnan toimialalta vastaanottama ainemäärä sekä myös toimialan elintarvikkeiden välituotekäyttö.

Kotitaloustiedustelun tuloksissa alkoholin kulutus tulee tunnetusti systemaattisesti aliarvioiduksi. Alkoholin kulutus sekä kotitalouksien suorina hankintoina että ravintoloissa saatiin STAKESIN päihdetilastoista (STAKES 2000). STAKESIN tilastoista saatiin myös turistialkoholin tuonti ulkomailta.

Kotitalouksien moottoriajoneuvojen hankinta ja poistuma saatiin Tilastokeskuksen liikennetilastoyksikön tekemästä Suomen ajoneuvorekisterin erityispoiminnasta, jossa tulostettiin ajoneuvojen ensirekisteröinnit ja rekisteristä poistumiset vuonna 1999 sekä ajoneuvokanta ja kaupan varastot vuosien 1998 ja 1999 lopussa ajoneuvo- ja omistajaryhmittäin mitattuna ajoneuvojen omamassana.

Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden poistuma-arviot saatiin Suomen elektroniikkateollisuusliiton elektroniikkaromun kertymän arvioinnin laskentajärjestelmästä (SETELI 2003).

Pääomanmuodostus

Kiinteän pääoman bruttomuodostus on arvioitu pääosin laskennallisesti tarjontaylijäämämenetelmällä. Moottoriajoneuvojen, jotka sisältävät myös liikkuvat työkoneet, pääomanmuodostus saatiin kuitenkin ajoneuvorekisterin erityispoiminnasta.

Kiinteän pääoman poistumassa talonrakennusten poistuma saatiin Tilastokeskuksen jätetilaston (Tilastokeskus 2002) purkujätteenä ja moottoriajoneuvojen poistuma ajoneuvorekisterin erityispoiminnasta. Koneille ja laitteille oletettiin poistuman olevan 1/3 bruttomuodostuksesta.

Varastojen muutoksien tiedot saatiin vain muutamille tuoteryhmille. Näitä ovat viljat ja peruna Maatilatilastollisesta vuosikirjasta, raakapuu Metsätalastollisesta vuosikirjasta, eräät polttoaineet Tilastokeskuksen Energiatilastosta sekä ajoneuvojen kaupan varastomuutokset ajoneuvorekisterin erityispoiminnasta.

2 Ulkomaankauppa

Tuotteiden tuonti ja vienti saatiin Tilastokeskuksesta, jossa Tullihallituksen ulkomaankaupan tuotekohtaiset tilastot on

muunnettu kansantalouden tilinpidon tuoteluokitukseen. Tuontiin ja vientiin on lisätty suomalaisten meri- ja ilma-alusten polttoaineostot ulkomailta sekä ulkomaisten meri- ja ilma-alusten polttoaineostot Suomessa kansantalouden tilinpidon vastaavien arvo-erien perusteella. Tuontiin on lisätty turistialkoholin ostot ulkomailta STAKESIN (2000) tilaston perusteella.

3 Polttoaineet ja energiankulutus

Toimialojen ja kotitalouksien polttoainekulutus massayksiköissä on johdettu yhtenäisesti toimialojen ja kotitalouksien energiayksiköissä gigajouleina mitatun energiankulutuksen taseista. Perustietolähteinä ovat olleet Tilastokeskuksen Energiatilastot (Tilastokeskus 2001) ja teollisuuden osalta teollisuustilaston polttoainetilastot TOL95 3-numerotason jaotuksella. Teollisuuden polttoainetilaston tietoja on jossain määrin korjattu Tilastokeskuksen ympäristö ja energia -yksiköltä saadun tiedon pohjalta.

Liikenteen osalta Energiatilastot sisältävät vain kotimaan liikenteen. Kotimaisten ilma-alusten kansainvälisen liikenteen polttoainekulutuksen tieto on saatu Finnair Oy:n ympäristöraportista (Finnair 2000). Merialusten kansainvälisen liikenteen polttoainekulutus on arvioitu kansantalouden tilinpidon bunkrausöljyjen tuonnin ja viennin sekä Energiatilaston Suomen bunkrausöljyjen myynnin perusteella.

Masuunikoksin ja -öljyn käsittelyssä ainevirtatilinpidossa on tehty määrittelyero Energiatilaston laskentatapaan nähden. Energiatilastossa masuunikoksin energia-arvoksi on laskennallisesti määriteltävä masuunikoksin lämpösisällön ja masuunikaa-sun lämpöarvon erotus. Ainevirtatilinpidossa masuunikoksi ja -öljy on käsitelty kokonaisuudessaan raaka-aineena ja niiden nettoenergiasisältö masuunin tuottamaksi aineettomaksi prosessilämmöksi siten, että masuuniprosessin kokonaisenergiatase pysyy samana kuin Energiatilastossa.

Joulemääräisten aineellisten energialähteiden kulutus on muunnettu massamääriksi Energiatilaston muuntokertoimien ja VTT:n polttoaineselvityksen (Alakangas 2000) tietojen avulla.

4 Pakkaukset

Ainevirtatilipidossa pakkausten ainevirrat muodostuvat kertakäyttöpakkauksista ja palautettavien pakkausten kierrosta poistuvia määriä korvaavista pakkauksista. Kierrossa olevat uudelleenkäytettävät pakkaukset voidaan tulkita osaksi kuljetuksen ja varastoinnin pääomakantaa. Tämän pakkausainemäärittelyn mukainen pakkausaineiden käytön data saatiin teollisuustilaston pakkausaineiden hankinnan tilastoista. Pakkausaineiden päätyminen pakattujen tuotteiden käyttäjien jätteiksi johdettiin pakkaavien toimialojen pakattujen tuotteiden käytön mukaan. Tuontituotteille oletettiin samat pakkausainekertoimet kuin mitkä muodostui kotimaisille tuotteille.

5 Jätteet

Teollisuuden jätteiden tuotannon perustietolähteenä on ollut Tilastokeskuksen muokkaamat ja toimialoittain kohdistamat ympäristöhallinnon VAHTI-tietojärjestelmän jätetiedot vuodelta 1999. VAHTI:n jätetiedot on luokiteltu Euroopan jäteluokituksen EWC:n mukaan. VAHTI:n hyötyjätteet muunnettiin ainevirtatilipidon CPA-pohjaiseen tuoteluokitukseen ja lisättiin teollisuustilaston tuotevirtoihin, milloin teollisuustilaston datassa ne olivat pienemmät tai puuttuivat kokonaan. Kaivos- ja kaivannaistoiminnan jätetiedot saatiin KTM:n kaivostilastosta. Täydentävää tietoa erityisjätteistä saatiin myös Suomen ympäristökeskuksen EU:n jätedirektiivien edellyttämien erityisjätteiden seurantaraporteista.

Ainevirtatilipidossa pakkausjätteet saadaan kuitenkin pakkausainevirroista ja tuhka polttoaineiden polton ainetaseista. Siten VAHTI:n jätedatasta poistettiin pakkausjätteet ja tuhkat. Myös joitakin suuriakin jäte-eriä lisättiin ainevirtatilipidon erityistarkastelujen pohjalta.

Palvelutoimialojen jätteet johdettiin olettamalla, että toimialojen muut kuin polttoaine- ja elintarvikepanokset päätyvät loppujätteiksi.

Pääomajätteet koostuvat rakennusten purkujätteistä sekä kone-, laite- ja kuluneuvoromusta. Nämä ovat sama asia kuin pääoman fyysinen poistuma.

Ulkomaankauppatilasto sisältää hyötyjätteiden tuonnin ja viennin. Näiden ulkopuolelle jäävät lähinnä ongelmajätteiden siirrot toisen maan jätteidenkäsittelyyn. Niiden seurantatiedot on saatu Suomen ympäristökeskuksesta (Innala 2001).

6 Päästöt ilmaan

Ilmapäästöjen keskeisinä tietolähteinä oli Suomen kasvihuonekaasuinventaarioiden tiedot (Pipatti 2001, Ministry of the Environment 2002), erityisesti käyttöön saatu inventaariolaskennan yksityiskohtainen Excel-työkirja, sekä Energiatilastojen päästöttilastot (Tilastokeskus 2002a, taulukot 15.1–.4). Lisäksi liikenne- ja työkonepäästöjen estimointiin käytettiin VTT:n LIPASTO laskentajärjestelmän (Mäkelä ym. 2002) tietoja.

Energiaperäiset päästöt kohdistettiin toimialoille osana polttoaineiden polton ainetaseiden yleislaskentaa polttoaineiden kulu- tustietojen ja lähdeaineistosta estimoitujen polttoaineiden päästökertoimien avulla.

Erikseen kohdistettiin toimialoille prosessiperäiset päästöt. Päästöttilastot eivät sisällä ainetasetilipidon edellyttämiä kaikkia päästöjä ilmaan, vaan erityisesti prosessipäästöistä jää suuriakin eriä niiden ulkopuolelle. Esimerkiksi kasvihuonekaasuinventaariot sisältävät vain Kioto-protokollan mukaisten päästöjen seurantatiedot, mutta erityisesti bioottisten prosessien hiilidioksidipäästöt puuttuvat kokonaan. Niinpä inventaariotiedot sisältävät kotieläinten ja kaatopaikkojen metaanipäästöt mutta samojen prosessien synnyttämät paljon suuremmat hiilidioksidipäästöt puuttuvat kokonaan samoin kuin juomien valmistuksen alkoholikäymisen hiilidioksidipäästöt.

Päästötaseiden korjauserissä tarvittavat kansainvälisen liikenteen päästöt Suomen merialueella ja ilmatilassa perustuvat Valti-

on teknisen tutkimuskeskuksen LIPASTO laskentajärjestelmän (Mäkelä ym. 2002) tuloksiin.

Rikki-, typpi- ja ammoniakkipäästöjen kaukokulkeumina on käytetty kansainvälisen EMEP ohjelman laskelmia vuodelle 2000 (EMEP 2003).

7 Päästöt vesiin

Päästöt vesiin toimialoittain perustuu Tilastokeskuksen hankkeessa "Water accounts" (Muukkonen 2003) tuotettuun tietoon sekä lähteeseen Silvo ym. (2002). Vesipäästöjen tärkeimmät osat ainevirtojen kannalta ovat biologinen tai kemiallinen hapenkulutus (BOD₇, COD), kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori. Hapenkulutus ei kuitenkaan ole päästö sinänsä, vaan se mittaa päästöihin sisältävän orgaanisen aineen hajotessaan sitoman hapen, ja siten hapenkulutus on palautettava orgaanisen aineen määräksi.

8 Tuonnin välilliset panokset

Tuonnin välillisten panosten estimoinnissa ainevirtatilinpidon tuontituotteille lähtökohtana oli Wuppertal-instituutista saadut laajan tuoteryhmän kattavat kertoimet (Bringezu 2000). Aiemmin kertoimia on käytetty Suomen luonnonvarojen kokonaiskäytön aikasarjojen estimoinnissa (Mäenpää ym. 2000), jolloin myös joillekin tärkeille tuontituotteille, kuten kivihiili, maakaasu, ilmeniitti ja ydinpolttoaine, välilliset panokset arvioitiin tarkemmin Suomen tuonnin raaka-ainelähteiden mukaan. Myös erälle tuoteryhmille, joista kerroin-arviot puuttivat, kertoimet estimoitiin itse, mm. kalatuotteet, tekstiilituotteet ja eräät kemikaalit.

Lähteet (liite 2)

- Bringezu, S. 2000. Ressourcennutzung in Wirtschaftsräumen. Berlin.
- EMEP 2003. Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe, Part III, Source-receptor relationships. EMEP Reports 1/2003, Norwegian Meteorological Institute.
- Finnair 2000. Ympäristö 2000, Ympäristöraportti ja ympäristönsuojelun tunnusluvut 1999.
- Innala, T. 2001. Jätteiden kansainvälisten siirtojen tilastot. Suomen ympäristökeskus.
- METLA 2002. Metsätilastollinen vuosikirja 2002. SVT Maa- metsä ja kalatalous 2002:45, Vammala.
- Ministry of the Environment (2002). National Inventory report, Finland's report on the greenhouse gas emission inventory to the European Commission, Summary. (15.12.2002).
- MMM 2001. Maatilastollinen vuosikirja 2001. Maa- ja metsätalousministeriö, tietopalvelukeskus, SVT Maa- ja metsätalous 2001:5, Helsinki.
- Muukkonen, J. 2003. Water accounts: The project on water accounts by branches of industry. Statistics Finland, Environment and energy, Final report, January 2003.
- Mäenpää, I., Muukkonen, J. & Pirneskoski, M. 2003. Waste flows in frameworks of physical input-output tables and material flow accounting. Thule Institute, Statistics Finland. Final report 28.2.2003
- Mäenpää, I., A. Juutinen, K. Puustinen, J. Rintala, H. Risku-Norja, S. Veijalainen, and M. Viitanen. 2000a. Luonnonvarojen kokonaiskäyttö Suomessa. Ympäristöministeriö, Suomen ympäristö 428. Helsinki.
- Mäkelä, K., Tuominen, A. & Pääkkönen, E. 2002. Suomen liikenteen päästöjen laskentajärjestelmä LIPASTO 2001. VTT Rakennus- ja yhdyskuntateknikka, tutkimusraportti RTE 3164/02.
- Pipatti, R. 2001. Greenhouse gas emissions and removals in Finland. Technical Research Centre of Finland, VTT Research Notes 2094, Espoo.
- Rintala, J. 2002. Maa-ainesten ottomäärät ja ottamislupatilanne 2000 - maa-ainelain mukaiset ottoalueet. Suomen ympäristö, Luonto ja luonnonvarat, 538, Helsinki.
- SETELI 2003. SER laskentajärjestelmä. Suomen elektroniikkateollisuusliitto, julkaisematon Excel-työkirja 22.1.2003.
- Silvo, K., Hämmäläinen, M-L., Forsius, K. ym. 2002. Päästöt vesiin 1990 – 2000. Vesien-suojelun tavoitteiden väliarviointi. Suomen ympäristökeskus, Monisteita 242. Helsinki.
- STAKES 2000. Päihdetilastollinen vuosikirja 1999. SVT Sosiaaliturva 2000:2. Tilastokeskus 2000. Energiatilastot 1999. SVT Energia 2000:2, Helsinki
- Tennilä, L. 2000. Elintarvikkeiden kulutus kotitalouksissa 1998. Tilastokeskus, SVT, Tulot ja kulutus 2000:18, Helsinki.
- Tilastokeskus 2002a. Energiatilasto 2001. SVT Energia 2002:2, Helsinki
- Tilastokeskus 2002b. Ympäristötilasto 2002. SVT Ympäristö ja luonnonvarat 2002:3. Helsinki.

Laskentamenetelmät

Sisältö

1	Johdanto.....	126
2	Tuotteiden kosteusmuutosten hallinta.....	127
3	Poltto.....	128
4	Päästöt vesiin.....	133
5	Biologinen aineenvaihdunta.....	135
5.1	Johdanto.....	135
5.2	Aineenvaihdunnan peruskemia.....	135
5.3	Kasvinviljelyn ainetaseet.....	143
5.4	Kotieläintalouden ainetaseet.....	147
5.5	Luontaistuotanto ja kalanviljely.....	162
5.6	Väestön aineenvaihdunta.....	163
	Kirjallisuus.....	171

I Johdanto

Seuraavassa esitetään laskentamenetelmät neljälle ongelmaryhmälle: tuotevirtojen kosteusmuutokset, polttoaineiden polton ainetaseet, vesistö päästöjen ainesisällöt sekä viljelykasvien, kotieläinten ja väestön biologisen aineenvaihdunnan taseet. Biologisen

aineenvaihdunnan ainetaseiden eksaktit taseet on käsitelty laajimmin etenkin, koska SEEA 2003 (United Nations ym. 2003, 117) tähdentää niiden tarkan laskennan vaikeuksia.

2 Tuotteiden kosteusmuutosten hallinta

Luonnosta talouteen tulevien tuotteiden kosteuspitoisuus on usein korkea: kasvien 25 – 90 %, puun keskimäärin 45 % ja mineraalien noin 10 %. Perusteellisuudessa, joka prosessoi näitä raaka-aineita, tuotteiden kosteuspitoisuus yleensä vähenee. Tuotevirtojen kuivuminen ilmenee useimmiten haihduntana, jolloin tuotteista poistuva vesi jää havaitsemattomaksi.

Jotkut tuotteet, kuten juomat ja vesihohenteiset maalit sisältävät lisättyä vettä.

Tuotevirtojen ainetaseiden saattamiseksi kuntoon on siten haihdunta ja veden lisäykset sisällytettävä taseisiin.

Ainetaseiden laadinnassa löytyy kuitenkin verraten yksinkertainen menetelmä kosteusmuutosten hallitsemiseksi.

Olkoon m_i tuotteen i kosteuspitoisuus, u_{ij} tuotteen i käyttö toimialalla j ja s_{ij} tuotteen i tarjonta toimialalla j . Silloin

$$w_j = \sum_i m_i s_{ij} - \sum_i m_i u_{ij} = \sum_i m_i (s_{ij} - u_{ij}), \text{ ja}$$

$$|w_j| = \text{vesipanos, jos } w_j > 0$$

$$= \text{vesihöyryn tuotos, jos } w_j < 0.$$

Yhtälö voidaan ilmaista kattavammin matriisimuodossa. Olkoon \mathbf{m} tuotteiden kosteuspitoisuuksien vektori, \mathbf{S} tuote \times toimiala tarjontamatriisi ja \mathbf{U} tuote \times toimiala käyttömatriisi.

Silloin

$$\mathbf{w} = \mathbf{m}'\mathbf{S} - \mathbf{m}'\mathbf{U} = \mathbf{m}'(\mathbf{S} - \mathbf{U}), \text{ missä}$$

$$|w_j| = \text{vesipanos, jos } w_j > 0$$

$$= \text{vesihöyryn tuotos, jos } w_j < 0.$$

Ainevirtatilinpito sisältää 718 aineellista tuotetta. Kosteuspitoisuus on arvioitu 236 tuotteelle, jotka sijoittuvat yleensä jalostusketjun alkupäähän. Pitkälle jalostetuille tuotteille kosteuspitoisuus on yleensä niin alhainen, ettei kosteusmuutoksilla ole merkitystä. Työskentely tuotteittaisten kosteuspitoisuuksien vektorin avulla helpottaa kuitenkin uuden merkittäviä kosteuspitoisuuksia koskevan tiedon syöttämistä laskentajärjestelmään.

Toimialoja, joilla poistuvan vesihöyryn osuus on korkea, ovat metsäteollisuus ja elintarviketeollisuus. Veden lisäys on merkittävää juomien valmistuksessa ja kemian teollisuudessa. Taulukossa 2.1. on esitetty vedenlisäykset sekä poistuva vesi elintarviketeollisuuden ja metsäteollisuuden toimialoilla.

Kosteusmuutosten lisäksi on muistettava, että tuotevirtojen kemiallisissa prosesseissa tuotteiden kuiva-aineeseen usein myös sitoutuu tai siitä poistuu vettä.

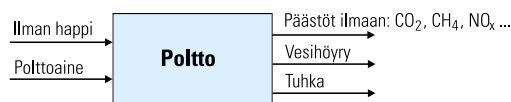
Taulukko 2.1 Lisätyn veden ja poistuvan vesihöyryn osuudet eräillä toimialoilla, %

	Panos			Tuotos		
	Vesi	Tuotteet	Yhteensä	Tuotteet	Vesi	Yhteensä
4 Elintarvikkeiden valmistus	0,7	99,3	100,0	79,0	21,0	100,0
5 Juomien ja tupakan valmistus	56,1	43,9	100,0	99,7	0,3	100,0
7 Puutavaran valmistus	0,0	100,0	100,0	79,7	20,3	100,0
8 Massan ja paperin valmistus	0,0	100,0	100,0	72,2	27,8	100,0

3 Poltto

Poltossa polttoaineiden palavat ainesosat yhdistyvät ilman happeen ja muuntuvat kaasuiksi. Polton synnyttämä lämpö haihduttaa myös polttoaineiden sisältämän kosteuden. Polttoaineen palamattomat ainesosat jäävät tuhkaksi.

Kuvio 3.1. Polton ainevirrat



Polton ainetaseet voitaisiin periaatteessa johtaa polttoaineiden aineskoostumuksesta. Ainevirtatilinpidoissa eroteltujen polttoaineiden aineskoostumus on esitetty taulukossa 3.1. Tietolähteenä on ollut pääasiassa Alakangas (2000).

Täydellisen palamisen oloissa polton ainevirrat voitaisiin laskea täsmällisesti polttoaineen aineskoostumuksesta: alkuaineista hiili C, typpi N ja rikki S hapettuvat hiilidioksidiksi CO_2 , typen oksideiksi NO_x (enimmäkseen NO_2) ja rikkidioksidiksi SO_2 . Vety H hapettuu vedeksi H_2O ja yhdistyy polttoaineen kosteudesta muodostuvaan vesihöyryyn. Tarvittava ulkopuolisen hapen panos saadaan, kun palavien alkuaineiden

hapettumisen kuluttamasta hapesta vähennetään polttoaineen sisältämä happi.

Polttoaineiden palaminen on kuitenkin käytännössä epätäydellistä ja päästöjä myös vähennetään erilaisin piipunpäämenetelmin. Epätäydellisessä palamisessa osa palavista alkuaineista jää tuhkaan, osa hiilestä hapettuu vain hiilimonoksidiksi CO tai vapautuu vetyyn yhdistyneenä metaanina CH_4 . Korkeissa lämpötiloissa myös osa palamisilman typestä hapettuu. Siten esimerkiksi autojen pakokaasujen typpioksidipäästöt ovat korkeat, vaikka liikennepolttoaineet eivät typpeä sisälläkään.

Polttoaineiden käytännön päästökertoimet, jotka on saatu Suomen kasvihuonekaasupäästöjen inventaariosta ja Tilastokeskuksen päästötilastoista (Pipatti 2001, Tilastokeskus 2002) on esitetty taulukossa 3.2. Useimmilla polttoaineilla hiilidioksidin osuus on yli 99 % kokonaispäästöistä. Siten ainevirtojen karkeissa arvioinneissa muut päästöt voitaisiin jättää kokonaan pois. Kuitenkin niiden sisällyttäminen ainevirtataseisiin on hyödyllistä täsmällisen yhteyden säilyttämiseksi päästötilastoihin.

Käytännön päästökertoimilla ulkoisen hapen ja hapettuvan typen panokset polton ainetaseisiin voidaan saada seuraavalla yhtälöllä:

Ilman happi ja typpi = (tuhka + vesihöyry + päästöt ilmaan) – polttoaineen massa.

Taulukko 3.1. Polttoaineiden massa/energia suhde sekä aineskoostumus

Koodi	Polttoaine	kg/ GJ	Aineskoostumus							Yht.
			Kosteus	Tuhka	C	H	O	N	S	
1111	Jalostamokaasu	19,3	0,000	0,000	0,921	0,061	0,008	0,007	0,004	1,000
1112	Nestekaasu	21,6	0,000	0,000	0,798	0,202	0,000	0,000	0,000	1,000
1121	Teollisuusbenssiini	22,8	0,000	0,000	0,855	0,145	0,000	0,000	0,000	1,000
1122	Moottoribensiini	22,8	0,000	0,000	0,870	0,130	0,000	0,000	0,000	1,000
1123	Lentobensiini	23,2	0,000	0,000	0,870	0,130	0,000	0,000	0,000	1,000
1131	Lentopetroli	23,1	0,000	0,000	0,881	0,118	0,000	0,000	0,000	1,000
1132	Muut petrolit	23,2	0,000	0,000	0,841	0,159	0,000	0,000	0,000	1,000
1133	Dieselöljy	24,1	0,000	0,000	0,846	0,151	0,002	0,000	0,000	1,000
1134	Kevyt polttoöljy, lämmitys	23,5	0,000	0,000	0,862	0,135	0,002	0,000	0,001	1,000
1135	Kevyt polttoöljy, työkoneet	23,5	0,000	0,000	0,862	0,134	0,002	0,000	0,002	1,000
1141	Raskas polttoöljy	24,3	0,003	0,000	0,868	0,116	0,003	0,005	0,005	1,000
1142	Raskas polttoöljy, laivat	24,6	0,005	0,000	0,868	0,107	0,010	0,000	0,009	1,000
1143	Muut erikoisöljyt	24,6	0,005	0,000	0,868	0,110	0,010	0,000	0,005	1,000
1150	Petroleumkoksi	28,1	0,000	0,000	0,752	0,100	0,100	0,044	0,004	1,000
1160	Jäteöljyt	24,4	0,000	0,000	0,857	0,126	0,002	0,000	0,015	1,000
1190	Muut öljytuotteet	27,1	0,005	0,000	0,844	0,130	0,012	0,000	0,008	1,000
1212	Kivihili, bituminen	39,7	0,100	0,126	0,657	0,036	0,068	0,010	0,002	1,000
1222	Hiilibriketit	39,7	0,100	0,126	0,657	0,036	0,068	0,010	0,002	1,000
1230	Koksi	34,1	0,000	0,000	0,864	0,055	0,055	0,025	0,001	1,000
1240	Koksikaasu	16,3	0,000	0,000	0,679	0,187	0,077	0,047	0,010	1,000
1250	Masuunikaasu	214,7	0,000	0,000	0,358	0,005	0,636	0,000	0,001	1,000
1310	Maakaasu	20,3	0,000	0,000	0,738	0,244	0,006	0,012	0,000	1,000
2110	Jyrsinturve	98,7	0,500	0,025	0,293	0,024	0,148	0,008	0,001	1,000
2120	Palaturve	81,2	0,400	0,030	0,308	0,035	0,214	0,012	0,001	1,000
3111	Halot, pilke, rangat	78,1	0,225	0,009	0,383	0,046	0,331	0,006	0,000	1,000
3112	Pienpuuhake	121,1	0,500	0,006	0,247	0,030	0,213	0,004	0,000	1,000
3113	Metsätähdehake	122,0	0,500	0,010	0,245	0,029	0,212	0,004	0,000	1,000
3121	Kuori	101,7	0,400	0,012	0,294	0,035	0,254	0,005	0,000	1,000
3122	Sahanpurut, kutterilastut ym. purut	100,1	0,400	0,003	0,299	0,036	0,258	0,005	0,000	1,000
3123	Puutähdehake	102,7	0,400	0,018	0,291	0,035	0,251	0,005	0,000	1,000
3129	Muu puutähde	102,7	0,400	0,018	0,291	0,035	0,251	0,005	0,000	1,000
3130	Puunjalostusteollisuuden jäteliemet	84,2	0,250	0,015	0,355	0,039	0,340	0,000	0,000	1,000
3140	Muut metsäteollisuuden jätetuotteet	84,2	0,250	0,015	0,355	0,039	0,340	0,000	0,000	1,000
3150	Purku- ja rakennustoimin- nan puutähteet	82,2	0,250	0,023	0,364	0,044	0,314	0,006	0,000	1,000
3160	Jalostetut puupolttoaineet	49,8	0,150	0,026	0,412	0,049	0,356	0,007	0,000	1,000
3210	Biokaasu	38,7	0,020	0,000	0,370	0,070	0,432	0,097	0,011	1,000
3230	Kierrätyspolttoaineet	119,4	0,250	0,038	0,356	0,049	0,303	0,003	0,001	1,000
4110	Ydinpolttoaine	0,0	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
4910	Muut sivu- ja jätetuotteet	62,5	0,250	0,050	0,350	0,048	0,298	0,003	0,001	1,000

Taulukko 3.2. Polttoaineiden päästökertoimet, kg/GJ

Koodi	Polttoaine	CO ₂ - min	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	CO	NMVOC	Hiuk- kaset	CO ₂ - bio
1111	Jalostamokaasu	65,0	0,007	0,002	0,138	0,119	0,021	0,000	0,019	0,0
1112	Nestekaasu	63,1	0,004	0,002	0,015	0,107	0,032	0,000	0,000	0,0
1121	Teollisuusbenssiini	72,5	0,090	0,008	0,008	0,197	0,402	0,000	0,000	0,0
1122	Moottoribensiini	72,7	0,030	0,011	0,003	0,520	4,140	0,470	0,002	0,0
1123	Lentobensiini	71,5	0,000	0,000	0,002	0,086	23,946	0,314	0,000	0,0
1131	Lentopetroli	74,4	0,000	0,000	0,019	0,224	0,093	0,027	0,000	0,0
1132	Muut petrolit	71,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
1133	Dieselöljy	74,1	0,004	0,002	0,001	0,605	0,248	0,077	0,060	0,0
1134	Kevyt polttoöljy, lämmitys	74,1	0,007	0,008	0,030	0,090	0,190	0,000	0,015	0,0
1135	Kevyt polttoöljy, työkoneet	75,4	0,004	0,031	0,082	1,300	0,480	0,215	0,137	0,0
1141	Raskas polttoöljy	77,4	0,006	0,003	0,230	0,090	0,032	0,000	0,044	0,0
1142	Raskas polttoöljy, laivat	77,4	0,006	0,003	0,450	1,900	0,032	1,200	0,060	0,0
1143	Muut erikoisöljyt	77,4	0,006	0,003	0,266	0,098	0,032	0,000	0,044	0,0
1150	Petroleumkoksi	77,4	0,006	0,003	0,244	0,090	0,032	0,000	0,000	0,0
1160	Jäteöljyt	77,4	0,004	0,002	0,718	0,170	0,010	0,000	0,000	0,0
1190	Muut öljytuotteet	76,6	0,006	0,003	0,429	0,195	0,032	0,000	0,000	0,0
1212	Kivihili, bituminen	94,6	0,005	0,004	0,162	0,154	0,014	0,000	0,010	0,0
1222	Hiilibriketit	94,6	0,005	0,004	0,162	0,154	0,014	0,000	0,010	0,0
1230	Koksi	108,0	0,007	0,003	0,035	0,244	0,061	0,000	0,000	0,0
1240	Koksikaasu	40,5	0,004	0,001	0,317	0,142	0,034	0,000	0,146	0,0
1250	Masuunikaasu	282,1	0,002	0,001	0,317	0,142	0,039	0,000	0,146	0,0
1310	Maakaasu	56,1	0,005	0,002	0,001	0,058	0,028	0,000	0,000	0,0
2110	Jyrsinturve	106,0	0,009	0,017	0,199	0,160	0,053	0,000	0,013	0,0
2120	Palaturve	106,0	0,010	0,016	0,199	0,160	0,073	0,000	0,013	0,0
3111	Halot, pilke, rangat	0,0	0,300	0,002	0,000	0,061	1,151	0,612	0,160	108,5
3112	Pienpuuhake	0,0	0,046	0,003	0,000	0,098	0,450	0,000	0,160	109,6
3113	Metsätähdehake	0,0	0,032	0,010	0,000	0,133	0,294	0,000	0,160	109,6
3121	Kuori	0,0	0,030	0,012	0,000	0,095	0,225	0,000	0,160	109,6
3122	Sahanpurut, kutterilastut ym. purut	0,0	0,035	0,009	0,000	0,095	0,316	0,000	0,160	109,6
3123	Puutähdehake	0,0	0,033	0,009	0,000	0,095	0,302	0,000	0,160	109,6
3129	Muu puutähde	0,0	0,029	0,012	0,000	0,095	0,223	0,000	0,160	109,6
3130	Puunjalostusteollisuuden jäteliemet	0,0	0,001	0,002	0,057	0,077	0,132	0,000	0,036	110,0
3140	Muut metsäteollisuuden jätetuotteet	0,0	0,004	0,013	0,057	0,077	0,110	0,000	0,036	109,6
3150	Purku- ja rakennustoimin- nan puutähteet	0,0	0,029	0,012	0,000	0,095	0,223	0,000	0,160	109,6
3160	Jalostetut puupolttoaineet	0,0	0,033	0,009	0,000	0,118	0,302	0,000	0,000	109,6
3210	Biokaasu	0,0	0,004	0,004	0,003	0,153	0,013	0,000	0,000	52,5
3230	Kierrätyspolttoaineet	0,0	0,015	0,030	0,000	0,121	0,040	0,000	0,160	157,4
4110	Ydinpolttoaine	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
4910	Muut sivu- ja jätetuotteet	75,5	0,037	0,026	0,004	0,263	0,024	0,000	0,000	0,0

Taulukko 3.3. Polton ainetaseet polttoaineen energiayksikköä kohti, kg/GJ

Koodi	Polttoaine	Panos			Tuotos			
		Polttoaine	Ilma	Yhteensä	Päästöt	Tuhka	Vesihöyry	Yhteensä
1111	Jalostamokaasu	19,3	81,1	100,3	65,3	0,0	35,0	100,3
1112	Nestekaasu	21,6	69,8	91,4	63,3	0,0	28,1	91,4
1121	Teollisuusbenssiini	22,8	76,8	99,7	73,2	0,0	26,5	99,7
1122	Moottoribensiini	22,8	80,9	103,7	77,9	0,0	25,8	103,7
1123	Lentobensiini	23,2	96,7	119,9	95,8	0,0	24,1	119,9
1131	Lentopetrolit	23,1	84,7	107,8	74,8	0,0	33,0	107,8
1132	Muut petrolit	23,2	79,9	103,1	71,5	0,0	31,6	103,1
1133	Dieselöljy	24,1	80,0	104,1	75,1	0,0	29,0	104,1
1134	Kevyt polttoöljy, lämmitys	23,5	79,2	102,7	74,4	0,0	28,3	102,7
1135	Kevyt polttoöljy, työkoneet	23,5	78,3	101,9	77,6	0,0	24,3	101,9
1141	Raskas polttoöljy	24,3	77,0	101,3	77,8	0,0	23,5	101,3
1142	Raskas polttoöljy, laivat	24,6	78,9	103,5	81,1	0,0	22,4	103,5
1143	Muut erikoisöljyt	24,6	75,4	100,1	77,8	0,0	22,2	100,1
1150	Petroleumkoksi	28,1	81,6	109,7	77,8	0,0	31,9	109,7
1160	Jäteöljyt	24,4	82,4	106,8	78,3	0,0	28,5	106,8
1190	Muut öljytuotteet	27,1	59,1	86,2	77,3	0,0	8,9	86,2
1212	Kivihili, bituminen	39,7	77,1	116,8	94,9	5,0	16,9	116,8
1222	Hiilibriketit	39,7	84,0	123,7	94,9	5,0	23,8	123,7
1230	Koksi	34,1	131,6	165,7	108,4	0,0	57,4	165,7
1240	Koksikaasu	16,3	25,6	41,9	41,1	0,0	0,7	41,9
1250	Masuunikaasu	214,7	539,6	754,4	282,7	0,0	471,6	754,4
1310	Maakaasu	20,3	40,4	60,6	56,2	0,0	4,4	60,6
2110	Jyrsinturve	98,7	90,8	189,5	106,5	2,5	80,6	189,5
2120	Palaturve	81,2	93,7	174,9	106,5	2,4	66,0	174,9
3111	Halot, pilke, rangat	78,1	70,0	148,1	110,8	0,7	36,6	148,1
3112	Pienpuuhake	121,1	82,5	203,6	110,4	0,8	92,5	203,6
3113	Metsätähdehake	122,0	89,1	211,1	110,2	1,2	99,7	211,1
3121	Kuori	101,7	83,1	184,8	110,1	1,2	73,4	184,8
3122	Sahanpurut, kutterilastut ym. purut	100,1	81,8	181,9	110,2	0,3	71,4	181,9
3123	Puutähdehake	102,7	82,6	185,4	110,2	1,8	73,3	185,4
3129	Muu puutähde	102,7	86,5	189,2	110,1	1,8	77,3	189,2
3130	Puunjälöstusteollisuuden jätelieimet	84,2	78,1	162,3	110,3	1,3	50,7	162,3
3140	Muut metsäteollisuuden jätetuotteet	84,2	81,1	165,3	109,9	1,3	54,1	165,3
3150	Purku- ja rakennustoiminnan puutähteet	82,2	86,9	169,0	110,1	1,8	57,1	169,0
3160	Jalostetut puupolttoaineet	49,8	100,3	150,1	110,1	1,3	38,7	150,1
3210	Biokaasu	38,7	31,8	70,5	52,6	0,0	17,9	70,5
3230	Kierrätyspolttoaineet	119,4	72,7	192,0	157,8	4,5	29,8	192,0
4110	Ydinpolttoaine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4910	Muut sivu- ja jätetuotteet	62,5	32,0	94,5	75,8	3,1	15,5	94,5

Tuhkan määrä polttoaineen massayksikköä kohti saadaan suoraan taulukon 3.1 Tuhkasarakkeesta. Muodostunut vesihöyry saadaan, kun taulukon Kosteussarakkeen lukuihin lisätään vedyn H hapettumisesta muodostuva vesi. Vedyn määrästä on kuitenkin ensin vähennettävä metaanin ja NMVOC:in muodostumiseen sitoutunut vety. Päästöt ilmaan saadaan taulukosta 3.2.

Taulukossa 3.3 on esitetty muodostuvat polton ainetaseet polttoaineittain polttoaineen energiayksikköä kohti. Toimialoittaiset polton ainetaseet saadaan, kun toimialoittainen energiankulutus polttoaineittain kerrotaan taulukon luvuilla.

Polton ainetaseiden laskentamenettelyn yhtenäisyyden säilyttämiseksi raudan jalostuksen energiataseissa on tehty muutos verrattuna energiatilastojen yleisiin määritelmiin ja laskentamenettelyihin. Raudan jalostuksessa masuuniin syötetään koksia ja öljyä, jotka tuottavat lämpöä rautarikasteen sulattamiseksi ja rautarikasteen hapen sitomiseksi. Happiköyhän polton savukaasut sisältävät palamattomia aineksia kuten

hiilimonoksidia. Siksi savukaasut otetaan talteen edelleen energiantuotannossa hyödynnettävänä masuunikaasuna. Suomen energiatilastoissa masuunikoksi, -öljy ja -kaasu lasketaan kaikki primäärienergiaksi, mutta koksen lämpöarvosta vähennetään masuunikaasun lämpöarvo kaksinkertaisen laskennan välttämiseksi. Lähestymistavassa masuunikoksin ja -öljyn polton ainetaseiden laskenta tulisi poikkeavaksi: niiden päästöt muodostaisivat uuden polttoaineen ja myös niiden tuhka olisi osa laajempaa prosessijäännettä, masuunikuonaa. Sen vuoksi ainevirtatilinpidossa masuunikoksi ja -öljy on luokiteltu raaka-ainekäytöksi ja niiden nettolämpöarvo käsitelty ei-aineellisena energialähteenä, reaktiolämpönä. Siten yksittäisten energialähteiden käsittelymuutoksista huolimatta raudan jalostuksen yleinen energiatase pysyy energiatilastojen mukaisena.

Noin 60 % masuunikaasun massasta on tyyppiä, N₂. Typpimolekyylit ovat hyvin epäaktiivisia eivätkä juurikaan osallistu palamisprosessiin. Sen vuoksi masuunikaasun massasta on vähennetty typen osuus.

4 Päästöt vesiin

Suomen jätevesitilastoista vesistö päästöjen tiedot sisältävät otosmittauksilla arvioidut kokonaistypen (kokN) ja kokonaisfosforin (kokP) määrät. Orgaanisten aineiden päästöjä mitataan epäsuorasti niiden aiheuttaman hapenkulutuksen avulla joko biologisena hapenkulutuksena (BOD₅) tai kemiallisena hapenkulutuksena (COD). Taulukossa 4.1 on esitetty päästödata toimialoittain. Koska kemiallista hapenkulutusta pidetään luotettavampana orgaanisen ainesmäärän osoittimena, taulukossa on esitetty vain COD.

Orgaanisen ainesmäärän estimoinnissa myös COD on ongelmallinen. Karkeassa estimointimenettelyssä on oletettu, että orgaaninen aine muodostuu pelkästään hiilihydraateista (CH₂O)_n joiden hajoamisyyhtälö on CH₂O + O₂ → H₂O + CO₂.

Käyttäen atomipainoja saadaan, että orgaanisen aineksen massa suhteessa sen hajoamisen sitomaan happeen on 0,95. Epäorgaanisen ainesosuuden laskemiseksi mukaan kerroin on korotettu varovaisesti 1,1:een muilla toimialoilla kuin massan ja paperin valmistuksessa. Toimialoille, joille kemiallista hapenkulutusta ei ole tilastoissa laskettu, orgaanisten ja muiden aineiden osuus on arvioitu kokonaistypen päästöistä kertoimella 2,7, joka on keskimääräinen suhde niillä toimialoilla, joista COD on mitattu poislukien kuitenkin massa- ja paperiteollisuus. Vesistö päästöjen kokonaismassan arvio on esitetty taulukon oikeanpuolimmaisessa sarakkeessa. Vesistö päästöestimaatteja on pidettävä alustavina ja melkoisen epäluotettavina.

Taulukko 4.1. Päästöt vesiin jätevesitilastojen mukaan ja estimoitu kokonaismassa, Mkg

Nr	Toimiala	COD	kok N	kok P	Metallit	Kokonaismassa
1	Maa-, riista- ja kalatalous		41 278,0	367,0		183 630
2	Metsätalous		4 192,0	356,0		18 738
3	Energiamineraalien kaivu		11,0	5,0		4 830
4	Muu mineraalien kaivu	647,8	11,5	0,4	44,9	762
5	Elintarvikkeiden valmistus	417,6	88,9	6,5	1,5	610
6	Tekstiilien ja vaatteiden valm.	148,2	18,3	0,3		186
7	Puutavaran ja puutuotteiden valm.	966,3	5,0	3,3		982
8	Massan, paperin jne. valmistus	203 288,8	2 853,2	224,2		209 444
9	Kustantaminen ja painaminen					0
10	Koksin, öljytuotteiden jne. valm.	899,6	49,4	3,1		1 004
11	Kemikaalien ja kem.tuott. valm.	3 867,4	327,7	9,8	198,5	4 940
12	Kumi- ja muovituotteiden valm.	24,2	14,4	0,3		234
13	Mineraalituotteiden valmistus	4,2	7,6	0,5	0,2	20
14	Metallien jalostus	34,7	489,9	1,2	155,5	1 328
15	Metallituotteiden valmistus	9,2	6,6	0,2	9,9	150
16	Koneiden ja laitteiden valmistus	0,2	0,3	0,4	2,3	4
17	Sähkötekniisten tuotteiden valm.	31,4	1,9	0,6	0,7	34
18	Kulkuneuvojen valmistus					0
19	Muu valmistus					0
20	Kierrätys		0,2	0,2	0,1	0
21	Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	527,0	25,4	0,9	1,8	584
26	Talonrakentaminen		2,0	0,3		48
27	Maa- ja vesirakentaminen					0
28	Tukku- ja vähittäiskauppa	0,1	0,4	0,6	0,1	0
29	Majoitus- ja ravitsemistoiminta	2 779,5	12 198,3	259,2		52 624
30	Kuljetus ja tietoliikenne		0,1	0,3		0
	Kotitaloudet		273,0	41,0		12 560
Yhteensä						492 710

5 Biologinen aineenvaihdunta

5.1 Johdanto

Viljelykasvien, kotieläinten ja ihmisväestön biologisen aineenvaihdunnan laskentamenetelmät kehitettiin ensin Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) ja Thule-instituutin yhteishankkeessa "Maatalouden materiaalivirrat ja ekotehokkuus". Laskentamenetelmät on aiemmin julkaistu raportissa Mäenpää & Vanhala (2002). Tuossa työssä laskelmat tehtiin vuodelle 1995 ja ovat nyt päivitetty vuodelle 1999.

Työ perusmotiivina on ollut kehittää laskentamenetelmät, joilla käytettävissä olevista maatalous- ja muun elintarviketuotannon sekä elintarvikekulutuksen tilastotiedoista voidaan laskea biologisen aineenvaihdunnan näkymättömät virrat käyttäen hyväksi sitä – kuten osoittautui - laajaa empiirisen tiedon aineistoa, joka on saavutettu kotieläinten ja ihmisen ravitsemustutkimuksessa.

Ravitsemustutkimuksen keskeisiä rakennuskiviä ovat ravinteet sekä niiden syntetisointi ja poltto elävissä organismeissa. Siten aineenvaihdunnan eksaktien mallien rakentamiseksi ravintoaineiden stoikiometrinen kemia on selvitettävä ensin. Tämä on tehty luvussa 5.2.

5.2 Aineenvaihdunnan peruskemia

Ravintoaineet

Elävien eliöiden ainekoostumus voidaan jakaa ravintoaineisiin:

- Hiilihydraatit
- Proteiinit
- Rasvat
- Alkoholi
- Mineraalit
- Vesi

Neljää ensimmäistä kutsutaan myös energiaravintoaineiksi, koska niiden palaminen on eliöiden energiantuotannon perusta. Energiaravintoaineista alkoholi sisältyy merkittävässä määrin vain ihmisen käyttämään ravintoon. Hiilihydraatit jaetaan ravitsemustutkimuksissa usein edelleen helposti sulaviin hiilihydraatteihin ja vaikeasti sulaviin kuituihin.

Ravintotutkimuksissa on selvitetty sangen kattavasti ihmisen ravintoketjuun sisältyvien kasvi- ja eläintuotteiden ainekoostumukset. Taulukossa 5.2.1 on esitetty näistä eräitä esimerkkejä.

Muna on taulukossa kuorineen ja ilman kuorta esimerkkinä siitä, että tuote voi olla sisällöltään erilainen eläintuotteena ja toisaalta syötynä elintarvikkeena.

Taulukko 5.2.1. Esimerkkejä kasvien ja eläintenkeskimääräisestä ravintoainekoostumuksesta

	Ravintoainekoostumus, % keskimäärin						Yhteensä
	Proteiinit	Rasvat	Hiilihydraatit	Kuitu	Mineraalit	Vesi	
Kasvit							
Peruna	2,1	0,0	18,0	0,7	1,2	78,0	100,0
Vehnä (jyvä)	11,9	1,9	67,7	2,8	1,7	14,0	100,0
Laidunheinä	3,4	0,8	8,8	4,2	1,8	81,0	100,0
Tomaatti	1,0	0,3	3,5	0,7	0,5	94,0	100,0
Puutarhamarjat	0,5	0,6	7,5	1,9	0,5	89,1	100,0
Eläimet							
Nauta	18,0	10,0	0,0	0,0	4,0	68,0	100,0
Sika	12,0	36,0	0,0	0,0	2,6	49,4	100,0
Maito	3,3	4,3	4,3	0,0	0,7	87,4	100,0
Muna (kuorineen)	13,0	10,5	0,0	0,0	10,5	66,0	100,0
Muna (ilman kuorta)	12,1	11,8	0,3	0,0	1,1	74,6	100,0
Ihminen	18,0	18,0	0,0	0,0	4,3	59,7	100,0

Energiaravintoaineet muodostuvat pääasiassa neljästä alkuaineesta: hiilestä (C), vedystä (H), hapestä (O) sekä typestä (N). Tyyppiä sisältyy ainoastaan proteiineihin. Kullekin energiaravintoaineelle on ominaista tietyt yleiset molekyyliarakenteet, joten

vaikka erityisesti proteiineihin ja rasvoihin sisältyy useita erilaisia molekyyliä, niiden alkuainekoostumus on kullakin ravintoaineella verraten samanlainen. Taulukossa 5.2.2 on esitetty energiaravintoaineiden keskimääräiset alkuainejakaumat.

Taulukko 5.2.2 Energiaravintoaineiden keskimääräinen alkuainejakauma, % massayksiköissä (Lähde: Maynard ym. 1979, 63)

Alkuaineet	Hiilihydraatit	Rasvat	Proteiinit	Alkoholi
C	44	77	54	52
H	6	12	7	13
O	50	11	23	35
N			16	
Yhteensä	100	100	100	100

Taulukko 5.2.3 Proteiinin alkuainejakauman vaihteluväli, % (Maynard ym. 1979, 137)

Alkuaineet	Ala	Ylä
C	51,0	55,0
H	6,5	7,3
O	21,5	23,5
N	15,5	18,0
S	0,5	2,0
P	0,0	1,5

Molekyylikoostumuksen vaihteluista johtuen eri lähteistä tulevilla ravintoaineilla on jonkin verran vaihtelua alkuainejakaumassa. Esimerkkinä proteiinien alkuainejakauman vaihteluväli on esitetty taulukossa 5.2.3. Proteiinit sisältävät myös jonkin verran rikkiä (S) ja fosforia (P). Tämän raportin laskelmissa ne on kuitenkin pyöristetty pois niiden vähäisen massaosuuden vuoksi.

Yhteyttämisen ainetaseet

Ravintoaineiden perustuotanto tapahtuu kasvien yhteytyksessä eli fotosynteesissä. Koska yhteyttämisen ainetaseet johdetaan ravintoaineiden alkuainekoostumuksesta käsin, taulukossa 5.2.4. on esitetty muistin virkistämiseksi ravintoaineisiin sisältyvien alkuaineiden atomipainot sekä taulukossa 5.2.5 joidenkin molekyylien painot.

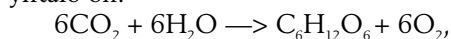
Taulukko 5.2.4
Keskeisten alkuaineiden atomipainot

Nimi	Symboli	Atomipaino
Hiili	C	12
Vety	H	1
Happi	O	16
Typpi	N	14

Taulukko 5.2.5
Keskeisten molekyylien painot

Nimi	Kaava	Molekyylipaino
Hiilidioksidi	CO ₂	44
Vesi	H ₂ O	18
Ilman happi	O ₂	32

Yhteyttämisen ainetaseet voitaisiin johdtaa kemiallisten reaktioyhtälöiden avulla. Esimerkiksi hiilihydraateista tärkeimmän, glukoosin C₆H₁₂O₆, muodostuksen reaktioyhtälö on:



joka atomipainoina on

$$6(12+2 \times 16) + 6(2 \times 1+16) \rightarrow$$

$$\Rightarrow 264 + 108 \rightarrow$$

$$(6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16) + 6(2 \times 16)$$

$$\Rightarrow 180 + 192$$

josta saadaan:

$$1,47 \text{ kg hiilidioksidia} + 0,6 \text{ kg vettä} \rightarrow \\ 1 \text{ kg glukoosia} + 1,07 \text{ kg happea.}$$

Siten yhden glukoosikilon yhteyttäminen kuluttaa hiilidioksidia 1,47 kiloa ja vettä 0,6 kiloa sekä tuottaa happea 1,07 kiloa.

Reaktioyhtälöiden käyttö edellyttää kuitenkin homogeenisia aineita, joiden molekyylikaava tunnetaan. Siten ravintoaineiden yhteyttämisen ainevirrat on johdettu ainetasetaulukoiden avulla, joissa vain ravintoaineen alkuainekoostumus edellytetään tunnetuksi. Menetelmän perusmuoto on Kleiberilta (Kleiber 1987, 83), joka käytti sitä ravintoaineiden palamisen taselaskelmiin.

Taulukossa 5.2.6 hiilihydraattien yhteyttämisen ainetase muodostuu seuraavasti. Aluksi on esitetty hiilihydraattigramman alkuainekoostumus. Alueen Rakennusaineet alla on esitetty yhteyttämiseen käytettyjen hiilidioksidin ja veden sekä yhteytyksessä ilmaan vapautuvan hapen sarakkeet. Sarakkeet on laskettu seuraavasti. Hiilihydraattikilon sisältämä hiili, 0,44 kg, saadaan ilman hiilidioksidista. Koska yhtä hiiliatomia kohti vapautuu kaksi happiatomia, saadaan samalla happea $((2 \times 16)/12) \times 0,44 = 1,17$ kg. Vety, 0,06 kg, saadaan vedestä. Samalla saadaan $(16/(2 \times 1)) \times 0,06 = 0,58$ kg happea. Hiilihydraatit sisältävät puolet painostaan happea. Hiilihydraattiin sitoutuvan hapen sekä kulutetun hiilidioksidin ja veden sisältämän hapen erotus, 1,15 kg, vapautuu ilmaan.

Rasvojen ja proteiinien yhteyttämisen ainetaseet voidaan muodostaa hiilihydraattilaskelmien mukaisesti. Koska rasvojen happipitoisuus on hyvin alhainen, vain 11 prosenttia, rasvakilon yhteyttämisessä vapautuu happea yli kaksinkertainen määrä hiilihydraattikilon verrattuna.

Proteiinien sisältämän tyypen kasvit ottavat maaperästä pääasiassa nitraattina, NO₃.

Taulukkoon 5.2.7 on koottu yhteenvetona ravintoaineiden yhteyttämisen ainetaseet kokonaistaseina.

Taulukko 5.2.6. Ravintoaineiden yhteyttämisen ainetaseet

Hiilihydraatit

	Koostumus kg/kg	Rakennusaineet		
		CO ₂	H ₂ O	O ₂
C	0,44	0,44		
H	0,06		0,06	
O	0,50	1,17	0,48	-1,15
Yhteensä	1,00	1,61	0,54	-1,15

Rasvat

	Koostumus kg/kg	Rakennusaineet		
		CO ₂	H ₂ O	O ₂
C	0,77	0,77		
H	0,12		0,12	
O	0,11	2,05	0,96	-2,90
Yhteensä	1,00	2,82	1,08	-2,90

Proteiinit

	Koostumus kg/kg	Rakennusaineet			
		CO ₂	H ₂ O	NO ₃	O ₂
C	0,54	0,54			
H	0,07		0,07		
O	0,23	1,44	0,56	0,55	-2,2
N	0,16			0,16	
Yhteensä	1,00	1,98	0,63	0,71	-2,32

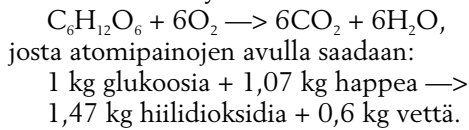
Taulukko 5.2.7. Ravintoaineiden yhteyttämisen ainetaseiden yhdistelmä, kg/kg

	CO ₂	H ₂ O	NO ₃	O ₂	Yhteensä
Hiilihydraatit	1,61	0,54	0,00	-1,15	1,00
Rasvat	2,82	1,08	0,00	-2,90	1,00
Proteiinit	1,98	0,63	0,71	-2,32	1,00

Palamisen ainetaseet

Eläimet käyttävät osan energiaravintoaineista elinkudosten rakentamiseen, mutta suurin osa kuluu energiantuotantoon, palamiseen. Palaminen on yhteyttämisen käänteisreaktio. Palamisessa yhteyttämisen ravintoaineisiin sitoma auringonvalon energia vapautuu eläinten elintoimintoihin, elämään.

Palamisen periaate voidaan esittää glukoosiesimerkillä. Glukoosin palamisen kemiallinen reaktioyhtälö on:



Palamisessa ravintoaine hajoaa hapen avulla takaisin hiilidioksidiksi ja vedeksi.

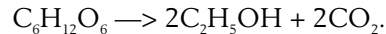
Palamisen ainetaseiden muodostus eri ravintoaineille on esitetty taulukossa 5.2.8. Hiilihydraattien tase muodostuu seuraavasti. Hiilen palaessa hiilidioksidiksi yhtä hiiliatomiä kohti sitoutuu kaksi happiatomiä, eli hiilen 0,44 kiloa kohti happea kuluu $((2 \cdot 16) / 12) \cdot 0,44 = 1,17$ kiloa. Vedyn palaessa vedeksi kahta vetyatomiä kohti sitoutuu yksi happiatomi, eli vedyn 0,06 kiloa kohti happea tarvitaan $(16 / (2 \cdot 1)) \cdot 0,06 = 0,48$ kiloa. Siten palamisessa muodostuvaan hiilidioksidin ja veteen sitoutuu happea yhteensä $1,17 + 0,48 = 1,65$ kg. Osa tästä hapesta, 0,5 kg, saadaan hiilihydraattien itsensä sisältämästä hapesta ja loput, 1,15 kg, tarvitaan ulkopuolelta.

Hiilihydraatteihin verrattuna rasvoilla molekyyliin sitoutuneen hapen osuus on huomattavasti pienempi, ja siten palamiseen tarvittavan ulkopuolisen hapen tarve on yli kaksinkertainen hiilihydraatteihin verrattuna.

Proteiinit sisältävät hiilen, vedyn ja hapen lisäksi myös typpeä. Proteiinien täydell-

lisessä palamisessa muodostuisi hiilidioksidia, vettä ja alkuainetyyppiä (N_2). Eläinten elimistössä proteiinien fysiologinen palaminen ei kuitenkaan ole täydellistä, vaan lopputuloksena on typen sijasta nisäkkäillä ureaa, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ja linnuilla ureahappoa $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$. Siten proteiinien palamisen ainetaseet on muodostettava erikseen nisäkkäille ja linnuille. Taseissa proteiinin alkuaineista vähennetään ensin typen ympärille rakentuvan urean tai ureahapon alkuainemäärät. Hiilidioksidi ja vesi muodostuvat jäljelle jäävästä hiilestä ja vedystä. Ureaa ja ureahappoa muodostuu melko runsaasti, ureaa yli kolmannes ja ureahappoa lähes puolet proteiinin alkupe- räisestä massasta.

Ihmisravitsemukseen lukeutuvalla alkoholilla tarkoitetaan täsmällisemmin etyylialkoholia, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Etyylialkoholi itsessäänkin on hiivasienten aineenvaihduntatuote. Käymisessä hiilihydraatit pilkkoutuvat alkoholiksi ja hiilidioksidiksi, glukoosin avulla ilmaistuna:



Atomipainojen avulla voidaan laskea, että kilosta glukoosia muodostuu 0,51 kiloa alkoholia ja 0,49 kiloa hiilidioksidia. Siten alkoholiteollisuudessa menetetään saatua puhdasta alkoholia kohti lähes yhtä suuri osa ravintoaineiden ainevirrasta hiilidioksidina.

Energia- ravintoaineiden palamisen ainetaseiden yhteenveto on esitetty taulukossa 5.2.9. Taulukossa on proteiinien palamistaseet esitetty myös ns. ureattomana/ureahapottomana proteiineina, joiden alkuainesisällöistä on ensin poistettu urean/ureahapon alkuaineet. Menettely yksinkertaistaa aineenvaihduntalaskelmia.

Taulukko 5.2.8. Energiaravintoaineiden palamisen ainetaseet

Hiihydraatit

	Koostumus kg/kg	Palamistulos		
		CO ₂	H ₂ O	O ₂
C	0,44	0,44		
H	0,06		0,06	
O	0,50	1,17	0,48	-1,15
Yhteensä	1,00	1,61	0,54	-1,15

Rasvat

	Koostumus kg/kg	Palamistulos		
		CO ₂	H ₂ O	O ₂
C	0,77	0,77		
H	0,12		0,12	
O	0,11	2,05	0,96	-2,90
Yhteensä	1,00	2,82	1,08	-2,90

Proteiinit, nisäkkäät

	Koostumus kg/kg	Palamistulos			
		Urea	CO ₂	H ₂ O	O ₂
C	0,54	0,07	0,47		
H	0,07	0,02		0,05	
O	0,23	0,09	1,26	0,38	-1,50
N	0,16	0,16			
Yhteensä	1,00	0,34	1,73	0,42	-1,50

Proteiinit, linnut

	Koostumus kg/kg	Palamistulos			
		Urea happo	CO ₂	H ₂ O	O ₂
C	0,54	0,17	0,37		
H	0,07	0,01		0,06	
O	0,23	0,14	0,98	0,47	-1,36
N	0,16	0,16			
Yhteensä	1,00	0,48	1,35	0,53	-1,36

Alkoholi

	Koostumus kg/kg	Palamistulos		
		CO ₂	H ₂ O	O ₂
C	0,52	0,52		
H	0,13		0,13	
O	0,35	1,39	1,04	-2,08
Yhteensä	1,00	1,91	1,17	-2,08

Taulukko 5.2.9. Ravintoaineiden palamisen ainetaseiden yhdistelmä, kg/kg

	CO ₂	H ₂ O	Urea (happo)	O ₂	Yhteensä
Hiilihydraatit	1,61	0,54		-1,15	1,00
Rasvat	2,82	1,08		-2,90	1,00
Proteiinit, nisäkkäät	1,73	0,42	0,34	-1,50	1,00
Proteiini, ureaton	2,66	0,65		-2,31	1,00
Proteiinit, linnut	1,35	0,53	0,48	-1,36	1,00
Proteiini, ureahapoton	2,60	1,02		-2,62	1,00
Alkoholi	1,91	1,17		-2,08	1,00

Ravintoaineiden energiasisältö

Ravintotutkimuksessa ravintoaineiden bruttoenergialla tarkoitetaan niiden lämpöarvoa täydellisen palamisen oloissa. Ravintoaineiden keskimääräiset bruttoenergiat on esitetty taulukossa 5.2.10 erikseen ihmisten elintarvikkeille ja kotieläinten rehuille.

Taulukko 5.2.10.

Ravintoaineiden keskimääräiset bruttoenergia-arvot elintarvikkeille ja kotieläinten rehuille, MJ/kg (elintarvikkeet: Yki-Järvinen 1999, 258, rehut: Tuori ym. 1996, 8)

	Elintarvikkeet	Rehut
Hiilihydraatit	17,5	17,3
Rasvat	39,3	34,1
Proteiinit	24,0	24,2
Etyylialkoholi	29,6	

Rasvojen energia-arvo on huomattavasti korkeampi kuin muiden ravintoaineiden. Keskeinen syy tähän on, että – kuten taulukosta 5.2.8 ilmeni – rasvat sisältävät vähän happea ja ottavat siten palaessaan suuren osan hapestä ulkopuolelta, kun taas muut ravintoaineet kantavat suuremman happiosuuden sisällään ja tarvitsevat siten palaessaan vähemmän ulkoista happea.

Eläinten ja ihmisen fysiologia ei kykene käyttämään kaikkea syödyn ravinnon bruttoenergiaa. Ruoansulatuselimistössä sulamatta jääneet ravintoaineet poistuvat kehosta ulosteena ja siten ulosteen sisältämien ravintoaineiden energia jää käyttämättä.

tä. Proteiinien epätäydellisessä palamisessa muodostuu ureaa tai ureahappoa, joka poistuu virtsassa ja jonka mukana siten poistuu myös niiden sisältämä energia. Suolistobakteerien ravintoaineiden pilkkomistyö tuottaa metaania, joka poistuu kehosta suolistokaasuina. Urean, ureahapon ja metaanin energia-arvot on esitetty taulukossa 5.2.11.

Taulukko 5.2.11.

Eräiden ravintoeritteiden energia-arvot

	MJ/kg
Urea	10,6
Ureahappo	11,5
Metaani	55,8

Ihmisravitsemuksen tutkimuksessa ravintoaineiden energia-arvot ilmaistaan yleensä ns. fysiologisina energioina (physiological fuel values), jotka mittavat sitä, kuinka suuren osan ravintoaineen bruttoenergiasta ihmisen elimistö kykenee käyttämään hyväksi. – Fysiologinen energia vastaa kotieläinten ravintotutkimuksessa käytettyä muuntokelpoisen eli metabolisen energian käsitettä. – Yksi keskeinen tekijä on ravintoaineen imeytyvyys, eli kuinka suuren osan ravintoaineesta ruoansulatuselimistö kykenee ottamaan kehon käyttöön ja kuinka suuri osa kulkeutuu ruoansulatuselimistön läpi. Toinen tekijä on proteiinin epätäydellinen palaminen.

Taulukossa 5.2.12 on esitetty ravintoaineiden bruttoenergia, imeytyvyys ja fysiologinen energia. Proteiinien bruttoenergiasta on vähennetty lisäksi urean energia.

Taulukko 5.2.12. Bruttoenergia, imeytyvyys ja fysiologinen energia ihmisellä (Yki-Järvinen 1999, 258, Maynard ym. 1978, 199)

	Bruttoenergia	Imeytyvyys	Fysiologinen energia
	kJ/g	%	kJ/g
Hiilihydraatit	17,5	97	16,7
Rasvat	39,3	95	37,6
Proteiinit	24,0 – 5,8	92	16,7

Ravintoaineiden keskimääräiset energiat riippuvat ravintoaineen ajatellusta alakoostumuksesta, ja siten esitetyt luvut vaihtelevat kirjallisuudessa jonkin verran.

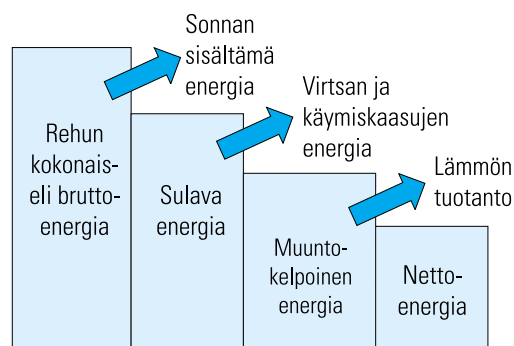
Kotieläinten ruokintatutkimuksissa rehujen ravinto-ominaisuuksia on selvitetty hyvinkin seikkaperäisesti, ks. esim. Maynard ym. 1972 ja Tuori ym. 1996. Ruokintatutkimuksissa rehun bruttoenergian hyödynnettävyys eritellään moniportaisesti, kuten kuviossa 5.2.1. Ruokintatutkimuksissa imeytyvyyden sijasta käytetään termiä sulavuus.

Rehun sisältämästä kokonaisenergiasta sulamaton osuus poistuu sontana. Sonnan mukana poistuu elimistöstä keskimäärin noin neljännes rehun kokonaisenergiasta. Osa sulavan ravintoaineen energiasta poistuu käymiskaasuina ja virtsan mukana. Jäljelle jäävästä muuntokelpoisesta energiasta haihtuu edelleen lämpönä energia, joka kuuluu ravintoaineiden pilkkomiseen ja kudosityhdisteiden rakentamiseen. Jäljelle jäävä nettoenergia on lopulta käytettävissä eläimen kudosten muodostukseen ja elintoihintoihin.

Ravintotutkimuksissa rehuille lasketaan yleensä muuntokelpoinen energia tai nettoenergia.

Vaikka ravintokierto esitetään energiakiertona, vain noin puolet energiavarain- toaineista palaa energiaksi. Neljännes kulkee ruoansulatuselimistön läpi ja neljännes käytetään elimistön ja sen tuotteiden raaka-aineina.

Kuvio 5.2.1. Rehun bruttoenergian jakautuminen



5.3 Kasvinviljelyn ainetaseet

Sato

Suomen kasvinviljelyn kokonaissato tuotteittain vuonna 1999 on esitetty taulukossa 5.3.1. Varsinaisen maatalouden satoihin on lisätty kotitalouksien omaan kulutukseen tarkoitettujen kasvimaatuotannon sadot.

Varsinaisen maatalouden satotiedot on koottu pääosin Maatilatilastollisesta vuosikirjasta. Laidunheinästä on tilastoitu kuitenkin vain pinta-alat ja koristekasvit on tilastoitu osin kappalemäärinä ja osin viljelyaloina. Laidunheinän hehtaarisadoksi on ar-

vioitu 16 000 kg/ha. Koristekasvituotannon muunto tonneiksi on esitetty teoksessa Mäenpää ym. (2000b, 13). Olki sisältää olkien käytön lähinnä kotieläintalouden kuivikeolkenä ja sen määrä on arvioitu karkeasti käytöstä käsin.

Kasvimaatuotannon satoarviot perustuvat Tilastokeskuksen kulutustutkimuksen tuloksiin, ks. myös Mäenpää ym. (2000b, 13).

Taulukko 5.3.1. Suomen kasvinviljelyn kokonaissato 1999, milj. kg

Kasvilaji	Varsinainen maatalous	Kasvimaat	Yhteensä
Vehnä	298		298
Ohra	1 568		1 568
Ruis	24		24
Kaura	990		990
Perunat	706	85	791
Palkokasvit	11	1	12
Rapsin- ja rypsinsemenet	88		88
Sokerijuurikas	1 172		1 172
Olki	500		500
Kuivaheinä	593		593
Säilörehu	6 799		6 799
Muu rehu	321		321
Laidunheinä	1 816		1 816
Koristekasvit	22		22
Tomaatit	36	2	38
Sipulit	16	0	16
Kaalit	35	4	39
Salaatit	4	1	5
Juurekset	62	28	90
Kurkut	44	0	44
Muut kasvikset	39	3	42
Hedelmät ja pähkinät	8	34	42
Puutarhamarjat	12	28	40
Yhteensä	15 164	186	15 350

Kasvituotannon ravinteiden käyttö

Taulukossa 5.3.2 esitetään laskelma kasvituotannon ravinteiden käytöstä.

Ravintoainekoostumuksen sarakkeet ilmaisevat kunkin viljelykasvin hyödynnetyn osan ravintoainejakauman. Sivubiomassakerroin ilmaisee kunkin kasvin arvioidun hyödyntämättömän biomassan (varret, lehdet, juuret) suhteen hyödynnettyjen osien massaan. Taulukon alaosassa on laskettu hyödynnetty sato yhteensä ja sen sisältämät ravintoainemäärät. Sivubiomassakertoimilla sadosta on laskettu hyödyntämätön sivubiomassa, josta on vähennetty käytettyjen olkien määrä. Lisäksi on arvioitu kesantolalla muodostuvan biomassan määrä.

Sadon ravintoainejakaumat kasvilajeittain on saatu rehukasvien osalta lähteestä Tuori ym. (1996) ja ihmisravinnoksi käytettävän sadon osalta Kansanterveyslaitokselta (KTL) saadusta elintarvikkeiden ravintoainetiedosta. Sivubiomassakertoimet löytyvät julkaisusta Mäenpää ym. (2000b) Sivubiomassan ravintoainejakauman on oletettu noudattavan säilörehun jakaamaa. Kesannon biomassatuotoksi on arvioitu 20 000 kg/ha, noin puolet säilörehun hehtaarisadosta sivubiomassoineen. Myös kesannon biomassan ravintoainejakauman on oletettu noudattavan säilörehun jakaamaa.

Taulukko 5.3.2. Suomen kasvinviljelyn kokonaistuotanto vuonna 1999 ja sen jakautuminen ravintoaineisiin

Kasvilaji	Sato Milj. kg	Ravintoainekoostumus, %					Sivubiomassakerroin
		Hiilihydraatit	Rasvat	biomassakerroin	Mineeraalit	Vesi	
Vehnä	298	70.5	1.9	11.9	1.7	14.0	1.40
Ohra	1 568	70.8	1.9	10.8	2.5	14.0	1.40
Ruis	24	71.2	1.7	11.2	1.9	14.0	1.40
Kaura	990	66.6	5.3	11.2	3.1	14.0	1.20
Perunat	791	18.7	0.0	2.1	1.2	78.0	0.25
Palkokasvit	12	11.9	0.4	5.1	0.9	81.7	1.00
Rapsin- ja rypsin siemenet	88	27.6	38.2	21.6	4.6	8.0	3.30
Sokerijuurikas	1 172	20.1	0.0	1.3	1.6	77.0	1.00
Olki	500	74.4	1.7	3.4	5.5	15.0	0.00
Kuivaheinä	593	68.9	1.7	8.3	4.2	17.0	1.00
Säilörehu	6 799	16.2	1.1	3.7	2.1	77.0	1.15
Muu rehu	321	16.2	1.1	3.7	2.1	77.0	1.00
Laidunheinä	1 816	13.0	0.8	3.4	1.8	81.0	1.00
Koristekasvit	22	2.3	0.2	1.1	0.9	95.5	1.00
Tomaatit	38	4.2	0.3	1.0	0.5	94.0	1.00
Sipulit	16	8.8	0.2	1.3	0.5	89.3	1.00
Kaalit	39	5.7	0.2	1.2	0.8	92.2	0.35
Salaatit	5	2.3	0.2	1.1	0.9	95.5	0.35
Juurekset	90	9.7	0.2	1.2	1.0	88.0	1.00
Kurkut	44	4.9	0.1	0.2	0.7	94.0	1.00
Muut kasvikset	42	4.9	0.1	0.2	0.7	94.0	1.00
Hedelmät ja pähkinät	42	13.2	0.3	0.3	0.3	86.0	2.00
Puutarhamarjat	40	9.4	0.6	0.5	0.5	89.1	2.00
Sato yhteensä, milj. kg	15 350	4 601	231	763	343	9 412	
Sivubiomassa, milj. kg	15 987	2 585	173	588	331	12 310	
Kesannon biomassa, milj. kg	4 254	688	46	157	88	3 276	
Yhteensä	35 591	7 874	449	1 508	762	24 998	

Kasvinviljelyn ravintoainetuotanto voidaan muuntaa kasvien käyttämiksi ravinteiksi taulukon 5.2.7 yhteyttämisen yksikköainetaseiden avulla. Muunto on tehty taulukossa 5.3.3. Taulukon riville Ravintoainetaseiden tuotanto on siirretty tiedot taulukon 5.3.2 Yhteensä-riviltä. Energiaravintoainetase on muunnettu ravinteiden käytöksi ja hapen tuotannoksi yhteyttämisen yksikköainetaseiden avulla. Muiden mineraalien kuin typen ja biomassan tuorepainon sisältyvän veden käyttömäärät saadaan suorana siirtona. Taseperiaatteen mukaisesti ravinteiden käyttö vähennettynä tuotetun hapen määrällä on yhtä suuri kuin ravintoainetaseiden tuotanto.

Taulukossa 5.3.4 on esitetty kasvituotannon aineenvaihdunnan kokonaistase miljardeina kiloina. Aineellinen kokonaistase on 49 miljardia kiloa, joka jakautuu ilman hiilidioksidin, veteen ja mineraaleihin.

Kokonaistuotos on eritelty kahdella eri tavoin. Output 1:ssä tuotos on jaettu tuotetun hapen lisäksi sivubiomassaan ja varsinaiseen satoon. Output 2:ssa sivubiomassa ja sato on jaettu tuorepainon sisältämään veteen ja kuiva-aineeseen.

Taseet sisältävät vain biomassaan sitoutuneen veden. Kasvit tarvitsevat kuitenkin huomattavasti suurempia vesimääriä, koska vesi toimii myös ravinteiden kuljettajana. Kasvien veden kokonaistarpeeksi on arvioitu 300 – 500 kiloa tuotettua kasvien maanpäällistä kuiva-ainekiloa kohti (Heinonen ym. 1992, 202).

Taulukot 5.3.2 – 5.3.4 on tuotettu Excel-tilinlaskentana. Siten syöttämällä vain uudet satotiedot taulukkoon 5.3.2 Excelissä, voidaan taselaskelmat tuottaa automaattisesti mille tahansa vuodelle tai vaikkapa maatilalle. Yhtenäinen laskenta jatkuu seuraavaan taulukkoon 5.3.5.

Taulukko 5.3.3. Kasvituotannon ravintetase 1999, Milj. kg

	Hiilihydraatit	Rasvat	Proteiinit	Mineraalit	Vesi	Yhteensä
Ravintoainetaseiden tuotanto	7 874	449	1 508	762	24 998	35 591
Ravinteiden käyttö						
Hiilidioksidi	12 703	1 269	2 985			16 957
Vesi	4 252	485	950		24 998	30 685
Typpi			1 068			1 068
Muut mineraalit				762		762
Happi	-9 081	-1 305	-3 496			-13 882
Ravinteet yhteensä	7 874	449	1 508	762	24 998	35 591

Taulukko 5.3.4. Kasvituotannon aineenvaihdunnan kokonaistaseet 1999, mrd. kg

INPUT	OUTPUT 1	OUTPUT 2
Ilma (CO ₂)	17	Ilma (O ₂) 14
Vesi	31	Sivubiomassa 20
Mineraalit	2	Sato 15
Yhteensä	49	Yhteensä 49

Viljelymaan ainetase

Kun kasvituotannon ainetaseisiin lisätään panospuolella viljelymaahan lisätyt lannoitteet, maanparannusaineet ja muut kasvinviljelyn panokset sekä tuotospuolella muut viljelymaasta poistuvat ainevirrat, saadaan viljelymaan ainetase. Viljelymaan ainetase on esitetty taulukossa 5.3.5. Koska viljelymaassa veden käsittely on erityisen ongelmallista, ainevirtojen tuorepainot on eritelty kuiva-aineksi ja vedeksi.

Viljelymaan ainetaseen panospuolella on ensin kylvetyt siemenet ja kasvituotannon peltoon palautuva sivubiomassa. Sivubiomassa sisältää myös kesannon biomassatuotannon. Koska sivubiomassa on yhtä suurena myös taseen output-puolella, se voitaisiin nettouttaa poisikin, mutta on huomattava, että yhteyttämisen ilmasta sitomasta hiilidioksidista noin puolet sitoutuu output-puolen sivubiomassaan ja siten input-puolelle palautuessaan sivubiomassa tuo viljelymaahan tämän hiililisän. Lannan ja siihen sisältyvän kuivikeoljen määrä saadaan luvun 5 kotieläintalouden ainetaseista. Kuivikeoljet, jotka taulukossa 5.3.2 poistet-

tiin sivubiomassasta, palautuvat tässä peltoon. Peltolannoitteiden määrä on mitattu lannoitteiden kokonaismäärinä. Usein lannoitemäärät on tilastoitu vain puhtaina ravinnemäärinä – typpi, fosfori, kalium, hivenaineet – ks. esim. Maatilatilastollinen vuosikirja 2002, 90. Kuitenkin varsinaiset ravinteet ovat lannoitteissa yhdisteinä (esim. NO_3 , P_2O_5) ja lisäksi lannoitteiden rakeistamiseen käytetään erilaisia sideaineita. Siten ravinteiden osuus lannoitteiden kokonaismäärästä on vain noin kolmannes. Kemira Agro Oy:n omissa tilastoissa on kuitenkin esitetty myös lannoitteiden kokonaismäärät.

Panospuolelle on arvioitu myös happamien laskeumien ja typensidonnan ainemäärät. Sekä laskeumien että typensidonnan laskelmat ovat hyvin karkeita, suuruusluokkia antavia arvioita. Niiden merkitys kokonaisainevirroissa jää kuitenkin hyvin vähäiseksi.

Taulukon 5.3.5 tuotospuolella on aluksi kasvituotannon ainetaseista saadut kasvisato, sivubiomassa sekä yhteyttämässä vapautuva happi. Sen jälkeen on arviot

Taulukko 5.3.5. Viljelymaan ainetase vuonna 1999, milj. kg

INPUT	Tuore paino	Kuiva-aine	Vesi	OUTPUT	Tuore paino	Kuiva-aine	Vesi
Siemenet	308	203	105	Kasvisato	15 350	5 937	9 412
Sivubiomassa	20 241	4 655	15 586	Sivubiomassa	20 241	4 655	15 586
Hiilidioksidi	16 957	16 957	0	Happi	13 882	13 882	0
Happi CO_2 tuotokseen	2 227	2 227	0	Maaperän CO_2	4 116	4 116	0
Lanta ja olki	22 586	2 309	20 277	Maaperän N_2O	12	12	0
Peltolannoitteet	829	746	83	Peltolannoitteiden NH_3	2	2	0
Maanparannuskalkki	819	737	82	Lannan levityksen NH_3	8	8	0
Kasvuturve	200	160	40	Päästöt vesistöihin	177	177	0
Jätevesiliete	24	19	5				
Biosidit	2	2	0				
Laskeumat	43	43	0				
Typensidonta	11	11	0				
Yhteensä	64 247	28 070	36 177	Yhteensä	53 788	28 789	24 998
				Veden haihdunta			11 179
				Viljelymaan nettolisäys		-720	
				Yhteensä		28 070	36 177

viljelymaan ilmapäästöistä. Viljelymaan orgaanisen aineen mineralisaatiosta johtuvien hiilidioksidi- ja typpioksiduulipäästöjen arviot on saatu Suomen kansallisesta kasvihuonekaasupäästöjen inventaariosta (Pipatti 2001, 38). Lannoitteiden ja lannan levityksen ammoniakkipäästöt ovat SYKE:n laskelmia (Grönroos ym. 1998). Ilmapäästöistä vain maaperän hiilidioksidipäästöillä on suurempaa merkitystä kokonaisainevirtojen kannalta.

Yhteensä riviltä nähdään, että tuorepaimoina mitattuna viljelymaahan panoksina tuleva ainemäärä, 64 miljardia kiloa, on huomattavasti suurempi kuin viljelymaan tuottama ainemäärä, 53 miljardia kiloa. Suurimmalta osin tämä johtuu siitä, että pannonsten – erityisesti lannan – mukana peltoon tuleva vesimäärä on suurempi kuin biomassatuotokseen sitoutuvan veden määrä. Koska veden käsittely taseissa on ongelmallista, on mielekkäämpää tarkastella kuiva-ainetasetta. Kuiva-aineena mitattuna tuotokset, 28,8 miljardia kiloa, on hieman suurempi kuin panokset, 28,1 miljardia kiloa. Siten kuiva-aineen nettovähennemäksi muodostuu 0,7 miljardia kiloa.

5.4 Kotieläintalouden ainetaseet

Ainetaseiden muodostuksen yleisperiaatteet

Moderni ravintotutkimus perustuu paljolti energianäkökulmaan (esim. Maynard ym. 1979). Energianäkökulmassa selvitetään eläimen ravintotarve energiaksi muunnettuna. Toisaalta selvitetään rehujen hyödynnettävän energian arvot. Tiedot yhdistämällä voidaan selvittää kuinka paljon eri rehuja tarvitaan eläimen ravintotarpeen tyydyttämiseksi. Toki myös ravintoainekoostumus on tärkeä. Kun myös rehujen kustannukset tiedetään, voidaan selvittää optimaalinen rehukoostumus, joka tyydyttää eläimen kokonaisenergiatarpeen ja on ravintokoostumukseltaan tarkoituksenmukainen.

Kotieläinten kasvihuonekaasupäästöjen arviointiin IPCC (1996) on suosittanut energialähestymistapaa noudattavan mate-

maattisen mallin käyttöä. Tosin malli on kehitetty vain nautakarjalle. Menetelmää on käytetty myös Suomen kansallisen kasvihuonekaasupäästöjen inventaariossa nautakarjan metaanipäästöjen arviointiin (Pipatti 2001, D-4 – D-6).

Tässä tutkimuksessa kotieläinten aineenvaihdon taseiden muodostusta pyrittiin aluksi myös lähestymään energianäkökulmasta. Osoittautui kuitenkin, että silloin, kun rehujen käyttömäärät ja niiden ravintoainekoostumus tunnetaan, voidaan luvun 5.2. palamisen ainetaseilla johtaa aineenvaihdon taseet täsmällisemmin suoraan kuin energian kautta kiertäen. Päinvastoin aineenvaihdon ainetaseista voidaan sitten johtaa luvun 5.2. ravintoaineiden ja eritteiden bruttoenergia-arvojen avulla myös aineenvaihdon energiataaset.

Ainetaseet johdetaan seuraaville tärkeimmille kotieläintyypeille:

- Lypsylehmä
- Lihanauta
- Emakko
- Lihasika
- Munituskana
- Broileri
- Turkiseläin.

Aineenvaihdon taseiden muodostukseen kehitettiin kullekin kotieläintyypille Excel-laskentamalli.

Malliin syötetään eläinpaikkaa kohti laskevat vuotuiset rehumäärät ja eläintuotokset. Nämä tiedot on saatu MTTL:n tilamalleista muiden kuin turkiseläinten osalta. Tilamalleihin sisältyvät myös arviot ruokinnan rehuhävikistä. Eri rehuajien ravintoainekoostumus- ja sulavuustiedot on saatu Tuorin ym. (1996) tutkimuksesta.

Malli laskee rehutiedoista syödyn ja sulavan ravinnon ravintoaineittain. Sulamattomat ravintoaineet poistuvat eläimestä sonnassa. Ruuansulatuksessa osa hiilihydraateista menetetään metaanina. Osa sulavista ravintoaineista sitoutuu eläintuotteisiin: kudoksen kasvuun, maitoon ja kananmuniin. Loppuosa poltetaan energiaksi. Proteiinien tyyppiä palamisjäännös, urea, poistuu virtsassa – kanoilla ureahappo poistuu yhteisulosteissa. Palamisen tarvitsema ulkoinen happi otetaan ja tuottama hiilidioksidi poistetaan eläimen hengityksessä.

Mineraalien sulavuudeksi on oletettu kauttaaltaan 50 prosenttia. Osa sulavista mineraaleista sitoutuu eläintuotteisiin. Mineraalitasapainon periaatteen mukaisesti oletetaan, että loppuosa mineraaleista korvaa eläimen kudossmassan yhdisteiden uudistumisessa hajoavien yhdisteiden mineraalimäärän, joka poistuu virtsassa.

Vesi toimii elimistössä varsinaisten ravintoaineiden sekä solueritteiden yleisenä liuottimena ja kuljettajana sekä lisäksi lämmönsäätelijänä. Erityisesti lämmönsäätelyyn kuuluva vesimäärä voi vaihdella hyvinkin paljon. Veden ainetaseet johdetaan vesitasapainon periaatteella. Veden kokonaisuus muodostuu rehuun sisältyvästä vedestä, arvioidusta juomaveden määrästä sekä ravintoaineiden palamisesta muodostuvasta metabolisesta vedestä. Osa vedestä sitoutuu eläintuotteisiin - osuus on muuten vähäinen, mutta lypsylehmien maidon osalta suuri. Veden poistumista virtsassa ja sonnassa säädellään näiden kuiva-aineosuuden parametreilla. Loppu vedestä poistuu vesihöyrynä uloshengityksessä ja hikoiluna.

Lanta muodostuu ulosteista eli sonnasta ja virtsasta, rehujen ruokintahävikistä, kuivikelannan kuivikeoljesta ja lietelannan pesuvedestä. Lypsylehmien ulosteista osa päättyy suoraan laitumille. Lantamallissa kullekin kotieläintyyppille asetetaan kuivikelannan ja lietelannan osuudet. Kuivikelannan osuudesta johdetaan kuivikeoljen käyttö ja lietelannan osuudesta huuhteluveden käyttö.

Aineenvaihdunnan taseet esitetään eläintyyppikohtaisesti seuraavissa luvuissa. Kuitenkin on sitä ennen syytä käsitellä eräitä yleisiä piirteitä.

Lähtötiedot

Koska kotieläinten pitoajat vaihtelevat 7 viikosta neljään vuoteen, laskentayksikön, jota kohti mitataan, muodostus on osin ongelmallinen, jotta se olisi yleistettävissä koko eläintyyppikantaan. Seuraavassa käytetään käsitettä eläinpaikka, joka määritellään seuraavasti:

Eläinpaikka on kotieläimen yhdelle vuodelle laskettu keskiarvo, joka sisältää myös eläimen uudistamisen.

Valituille kotieläintyypeille eläinpaikka muodostuu seuraavasti.

Lypsylehmä

Lypsylehmää pidetään neljä vuotta, jonka jälkeen se teurastetaan. Lehmä vasikoi keran vuodessa. Lehmäkannan uudistamiseksi joka neljäs vasikka pidetään kasvatettavaksi hiehoksi ja edelleen lehmäksi. Siten yksi lypsylehmän eläinpaikka sisältää yhden lehmän lisäksi hiehon ja $\frac{1}{4}$ vasikan. Lypsylehmäpaikka tuottaa vuodessa maidon lisäksi 50 kilon vasikan, josta $\frac{3}{4}$ vasikkaa toimitetaan lihanaudan kasvatukseen, sekä $\frac{1}{4}$ lypsylehmän elopainona mitattua kudossmassaa, joka toimitetaan teuraaksi ja joka vastaa laskennallisesti hiehon kudossmassan vuosikasvua.

Lihanauta

Lihanauta hankitaan 50 kilon vasikkana ja kasvatetaan 14 kuukaudessa 480 kg elopainoon. Siten vuotta kohti tuotetaan 411 kg elopainoa ja panoksena käytetään 12/14 -osaa eli 43 kiloa vasikkaa.

Emakko

Emakon pitoaika on kolme vuotta. Emakko saa 22 porsasta vuodessa, jotka kasvatetaan emakkotilalla 22 kg painoon. Yksi porsas joka kolmas vuosi jää emakon uusintaan. Emakon päätepaino on 300 kg, joten keskimääräinen emosian kudossmassan kasvu on 100 kg vuodessa, joka samalla on keskimääräinen teurastamoille toimitettujen emakojen massa eläinpaikkaa kohti vuodessa.

Lhasika

Lhasian pitoaika on 4 kuukautta, jona aikana se kasvaa 22 kg porsaasta 108 kg elopainoon. Yksi lihasian eläinpaikka sisältää vuodessa kolme sikaa.

Munituskana

Munituskanan pitoaika on vuosi, jona aikana se munii 18 kg kananmunia. Yksi muna, 60 g, kasvatetaan vuodessa 1,2 kilon kanaksi.

Broileri

Broileri kasvatetaan 60 g:n munasta 1,7 kg:n pääte-elopainoon seitsemässä viikossa. Siten yksi broilerivuosi sisältää seitsemän broileripolvea.

Turkiseläin

Turkiseläimen kierto on yksi vuosi. Poikaset syntyvät kevättalvella ja ne nahotaan noin puolivuotiaana loppuvuodesta, kun ne ovat saaneet talviturkin. Eläinpaikkana on tuotettu nahka, joka sisältää poikasen kasvun lisäksi 1/5 emoa ja siitosuroksen osuuden. Nahottu teurasruho käytetään turkiseläinten rehunsekoittamoissa uudelleen rehuksi. Tämän turkiseläin lasketaan minkin ja siniketun keskiarvona.

Lihatuotokset on mitattu elopainona, elävän eläimen kokonaispainona. Maataloustilastoissa kotieläintalouden lihatuotos ilmaistaan teuraspainoina. Teuraspaino sisältää eläimen ruhon ilman sisälmyksiä, päätä, sorkkia, häntää ja vuotaa. Ainetaseissa elopaino, eli eläimen koko paino on oikeampi käsite, koska koko eläin siirretään teurastamolle, ja teurasjätteet, joita myös jalostetaan monin tavoin eteenpäin, sisältyy teurastamojen ainevirtoihin. Maatalouden elopainotuotosta ei ole kuitenkaan tilastoitu. Ainetaseissa on käytetty seuraavia teuraspainon osuuksia elopainosta:

nauta	48 %
sika	70 %
broileri	70 %.

Vuosittaiset tuotokset eläinpaikkaa kohti on oletettu seuraaviksi:

Lypsylehmä	maito	6 180 kg	(6000 litraa)
	naudanliha	50 kg	($\frac{1}{4}$ lehmän elopainosta*)
	vasikka	50 kg	
Lihanauta	naudanliha	411 kg	(12/14 yhden lihanaudan elopainosta*)
Emakko	porsaat	484 kg	(22 porsasta, á 22 kg)
	sianliha	100 kg	(1/3 emakon elopainosta*)
Lihäsika	sianliha	324 kg	(3 lihasikapolvea)
Munituskana	kananmunat	18 kg	(300 munaa á 60 g)
	kananliha	1,2 kg	(yksi kana, elopainoa*)
Broileri	broilerinliha	12 kg	(7 broileripolvea, á 1,7 kg)
Turkiseläin	turkisinahka	0,4 kg	(minkin nahka 0,12 kg, ketun nahka 0,66 kg)
	teurasruho	4,3 kg	(minkki 1,7 , kettu 8,7, käytetään rehuksi)

* elopaino = täysikasvuisen eläimen paino

Eläintuotteiden ravintoainekoostumukset on esitetty taulukossa 5.4.1.

Taulukko 5.4.1. Kotieläintuotteiden ravintoainekoostumus, prosenttia

	Proteiinit	Rasvat	Hiilihydraatit	Mineraalit	Vesi	Yhteensä
Vasikka	19	3	0	4	74	100
Lehmä	19	12	0	5	64	100
Maito	3	4	4	1	88	100
Lihanauta	18	10	0	4	68	100
Porsas	17	6	0	3	74	100
Lihäsika	12	36	0	3	49	100
Kananmuna	13	11	0	11	66	100
Broileri	22	18	0	3	57	100
Turkisinahka	40	2	0	5	53	100

Rehujen käyttömäärät on esitetty taulukossa 5.4.2. Rehumäärien pohjadata saatiin MTTL:n tilamalleista.

Taulukko 5.4.2 Rehumäärät eläinpaikkaa kohti, kg/vuosi

	Lypsy- lehmä	Liha- nauta	Emakko	Lihasiika	Munitus- kana	Broileri	Turkis- eläin
ohra (1–03)	685	326	554	373	10	0,2	0,0
kaura (1–08)	1 385	0	699	0	10	0,2	0,0
kuivaheinä (19–04)	2 729	0	0	0	0	0,0	0,0
säilörehu (18–30)	10 734	6 834	0	0	0	0,0	0,0
laidun (16–03)	5 126	0	0	0	0	0,0	0,0
Oma rehu yhteensä	20 658	7 160	1 253	373	20	0,3	0,0
valkuaistiiviste (5–34)	864	258	263	0	0	0,0	0,0
kivennäisrehu (5–04)	88	26	0	0	0	0,0	0,0
kasvatusrehu (5–35)	0	47	0	300	0	16,8	0,0
juomarehu (8–30)	0	21	760	0	0	0,0	0,0
munitustiiviste (5–26)	0	0	0	0	17	0,0	0,0
kanakalkki	0	0	0	0	3	0,0	0,0
turkiseläimen rehu	0	0	0	0	0	0	84,5
Ostorehu yhteensä	952	352	1 023	300	20	16,8	84,5

Rehujen ruokintahävikit on oletettu MTTL:n tilamallien mukaisesti kaikilla eläinryhmillä samoiksi. Rehulajeittain hävikit ovat:

Vilja	5 %
Kuivaheinä	15 %
Säilörehu	20 %
Ostorehu	3 %.

Tuori ym. (1996) sisältää hyvin yksityiskohtaisella jaottelulla eri rehulajien ravintoainekoostumuksen ja sulavuuden – esimerkiksi ohra on jaettu viiteen alaryhmään. Ainetaseiden mallintamisessa rehuja käsitellään huomattavasti karkeammalla rehujaot- telulla, ja Tuorin aineistosta on etsitty kunkin rehulajin tyypilliset arvot. Taulukossa 5.4.2. rehunimikkeiden perässä olevat numerokoodit viittaavat Tuori ym:n rehu- koodeihin.

Taulukossa 5.4.3 on esitetty aineistosta lasketut rehujen ravintoainekoostumukset. Kuten ravintotutkimuksissa yleensäkin, hii-

lihydraatit on tässä jaettu edelleen sulaviin hiilihydraatteihin ja vaikeasti sulaviin kui- tuihin.

Taulukossa 5.4.4 on esitetty niinkään Tuori ym:n aineistosta kootut rehujen sula- vuusprosentit eri eläinryhmillä. Saman re- hulajin ravintoarvo vaihtelee eläinlajien välillä, koska ruoansulatuselimistön erilai- suudesta johtuen rehun eri ravinto-aineiden sulavuus vaihtelee. Taulukosta ilmenee, että etenkin rasvojen ja kuitujen sulavuus on hei- kompi sijoilla kuin märehtijöillä. Siipikarjal- la sulavuus on yleisesti heikompi.

Juomaveden määrä eläinpaikkaa kohti on arvioitu seuraavasti:

Lypsylehmä	80 l/vrk	hieho 40 l/vrk
Lihanauta	40 l/vrk	
Emakko	16 l/vrk	
Lihasiika	9 l/vrk	
Munituskana	0,23 l/vrk	
Broileri	0,30 l/vrk	
Turkiseläin	0,03 l/vrk	

Taulukko 5.4.3. Rehujen ravintoainekoostumus, prosenttia

	Proteiinit	Rasvat	Hiilihydraatit	Kuidut	Mineraalit	Vesi	Yhteensä
ohra (1-03)	10,8	1,9	65,9	4,9	2,5	14,0	100,0
kaura (1-08)	11,2	5,2	55,9	10,7	3,1	14,0	100,0
kuivaheinä (19-04)	8,3	1,7	39,8	29,1	4,2	17,0	100,0
säilörehu (18-30)	3,7	1,1	9,5	6,6	2,1	77,0	100,0
laidun (16-03)	3,4	0,8	8,8	4,2	1,8	81,0	100,0
valkuaistiiviste (5-34)	43,9	7,2	27,1	5,2	5,7	11,0	100,0
kivennäisrehu (5-04)	41,4	0,9	27,0	14,4	6,3	10,0	100,0
kasvatusrehu (5-35)	45,8	3,0	28,2	5,1	5,9	12,0	100,0
juomarehu (8-30)	7,0	0,9	13,1	0,1	0,9	78,0	100,0
munitustiiviste (5-26)	34,4	3,9	32,1	11,5	7,1	11,0	100,0
kanakalkki	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	10,0	100,0
turkiseläinten rehu	8,2	9,0	3,8	0,0	9,0	70,0	100,0

Taulukko 5.4.4 Rehujen sulavuusprosentit eri eläinryhmissä, prosenttia

	Proteiinit	Rasvat	Hiilihydraatit	Kuidut
Märehtijät				
ohra (1-03)	72	75	89	30
kaura (1-08)	77	90	76	30
kuivaheinä (19-04)	56	50	61	60
säilörehu (18-30)	74	73	74	75
laidun (16-03)	74	60	80	80
valkuaistiiviste (5-34)	90	83	91	70
kivennäisrehu (5-04)	86	34	60	25
kasvatusrehu (5-35)	90	74	91	70
juomarehu (8-30)	87	72	95	50
Siat				
ohra (1-03)	71	55	89	15
kaura (1-08)	74	82	77	15
valkuaistiiviste (5-34)	88	78	91	60
kasvatusrehu (5-35)	88	63	91	60
juomarehu (8-30)	93	89	96	10
Siipikarja				
ohra (1-03)	64	60	77	0
kaura (1-08)	68	84	63	0
kasvatusrehu (5-35)	87	50	36	0
munitustiiviste (5-26)	80	50	30	0
Turkiseläimet				
turkiseläimen rehu	85	90	78	0

Aineenvaihdunnan taseet

Kotieläinten aineenvaihdunnan taseet esitetään seuraavassa eläinpaikkakohtaisesti. Ensimmäisenä esitettävät lypsylehmän taseet käydään läpi yksityiskohtaisemmin ja tuodaan esiin laskentaperiaatteet. Muiden eläinpaikkatyyppeiden osalta esitetään lähinnä taseiden erityispiirteet.

Lypsylehmä

Lypsylehmän aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 5.4.5.

Syöteriveille syötetään ensin syödyn rehun määrä ravintoaineittain sekä juomaveden määrä. Hengityksessä sisään otettu happi määräytyy käyttöpuolen energiantuotannon kuluttamasta hapesta käsin.

Käyttöpuolella energiaravintoaineiden ja mineraalien sulamaton osa poistuu sontana. Virtsaassa poistuu energiantuotantoon käytetystä proteiinista muodostuva urea sekä solujen uudistumisieritteiden mineraalit. Sonnan ja virtsan vesi määrätään sonnan ja virtsan kuiva-ainepitoisuusparametreilla.

Metaanin tuotos määräytyy hiilihydraattien ja kuidun sulatuksesta. Metaaninmuodostusparametrien arvot on asetettu niin, että ne tuottavat Suomen kasvihuonekaasupäästöinventaarion mukaiset metaanipäästöt (Pipatti 2001, D-4 – D-6). Osa sulaneista ravintoaineista sitoutuu suoraan eläintuotoksiin, maitoon, vasikkoihin ja hiehojen kasvuun. Koska joka neljäs vasikka käytetään uudisvasikkana, eli muunnetaan hiehoksi, on se laskentakonsistenssin vuoksi vähennettävä pois.

Eläintuotoksiin sitoutuneiden ravintoaineiden jälkeen loppuosa ravintoaineista on käytettävissä energiantuotantoon. Energiantuotantorivillä on ensin palamiseen käytettävät energiaravintoaineiden määrät. Energiantuotantoon käytettävissä olevasta proteiinista on vähennetty virtsaan sisältyvä urea, joten kyseessä on ns. ureaton proteiini. Rasvojen energiantuotantoon käytettävissä oleva määrä on negatiivinen. Tämä johtuu siitä, että eläintuotteisiin, tässä tapauksessa erityisesti maitoon, on kulunut enemmän

Taulukko 5.4.5. Lypsylehmän aineenvaihdunnan tase, kg/v

	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Kuidut	Mine- raalit	Vesi	Happi	Hiili- dioksidi	Yhteensä kg/v	Energia MJ/v
Syöte										
Rehu	1 305	312	3 610	1 685	477	11 534			18 922	133 799
Vesi						32 850			32 850	
Hengitys							4 963		4 963	
Yhteensä	1 305	312	3 610	1 685	477	44 384	4 963	0	56 735	133 799
Käyttö										
Sonta	308	81	917	597	238	8 565			10 706	36 397
Virtsa	268				190	7 171			7 628	2 839
Metaani			94	38					132	7 330
Maito	184	252	266	0	40	5 438			6 180	17 637
Vasikka	10	2	0	0	2	37			50	281
Hiehojen kasvu	25	16	0	0	7	85			133	1 152
– 1/4 vasikka	–2	0	0	0	–1	–9			–13	
Energiantuotanto	513	–38	2 333	1 049		–3 151	4 963	–5 670	0	68 162
Uloshengitys, haihdunta						26 249		5 670	31 919	
Yhteensä	1 305	312	3 610	1 685	477	44 384	4 963	0	56 735	133 799

rasvoja kuin ravintoon on sisällynyt. Eläimen elimistössä tämä vaje korvataan muuntamalla hiilihydraatteja rasvoiksi. Palamisen taseissa negatiivinen rasva nettouttaa oikein tämän ravintoainemuunnoksen vaikutuksen poltettavien ravintoaineiden alkuainekoostumukseen sekä myös jouleiksi muunnettuna tuotettuun energiamäärään. Ravintoaineiden palamisen taseilla energiantuotantorivillä lasketaan palamisessa muodostuva vesi ja hiilidioksidi sekä kulutettu happi. Energiantuotannossa muodostuva ns. metabolin vesi yhdistyy vesitasapainoon ja hiilidioksidi poistuu uloshengityksessä. Veden poistuminen uloshengityksessä ja hikoiluna määrätään vesitasapainon jäännöseränä.

Aineenvaihdunnan taseen oikean reunan sarakkeessa ainevirrat on muunnettu myös energiaksi, megajouleiksi. Energiamuunnos on tehty energiavaihteluiden sarakkeilta käyttäen hyväksi luvussa 5.2. esitettyjä energiavaihteluiden ja eritteiden bruttoenergia-arvoja. Energiamuunnossa ei tarvita eläinten ravintotutkimuksissa yleisesti käytettyjä muuntokelpoisen energian ja net-

toenergian käsitteitä, koska näihin käsitteisiin sisältyvät erilaiset energiatappiot tulevat ainetaseessa esille eriteltyjen ainevirtojen kautta. Taseen mukaan eritteissä -sonnassa, virtsassa ja metaanissa - menetetään ravinnon sisältämästä energiasta 35 %, eläintuotteisiin sitoutuu vain 15 %, ja loput 50 % käytetään energiaksi.

Aineenvaihduntataseen tulos voidaan esittää myös pelkistettyinä ulkoisina ainetaseina taulukon 5.4.6. mukaisesti. Taseessa 1 panokset ja tuotokset on esitetty tuotteina, taseessa 2 jaoteltuna tuotesisältöjen kuiva-aineksi, vedeksi ja kaasuksi. Ulkoisten taseiden summa on hieman suurempi kuin aineenvaihdunnan taseen summa, koska uudistamiseen käytetty ¼ vasikka on taseessa siirretty panospuolelle.

Tase 2 osoittaa aineenvaihdunnassa tapahtuvat huomattavat aineen olomuodon muutokset. Tuotoksien kuiva-ainesisältö ja samoin vesisisältö ovat vajaat puolet panoksien kuiva-ainesta ja vedestä. Sen sijaan ilmaan haihtuu kaasuina yli kuusinkertainen määrä sisään otettujen kaasujen määrästä.

Taulukko 5.4.6. Lypsylehmän ulkoiset ainetaseet, kg/v

Tase 1

INPUT	56 748	OUTPUT	56 748
Rehu	18 922	Maito	6 180
1/4 vasikka	13	Vasikka	50
Vesi	32 850	Hieho	133
Happi	4 963	Sonta	10 706
		Virtsa	7 628
		Vesihöyry	26 249
		Hiilidioksidi	5 670
		Metaani	132

Tase 2

INPUT	56 748	OUTPUT	56 748
Kuiva-aine	7 391	Kuiva-aine	3 401
Vesi	44 394	Vesi	21 295
Kaasu	4 963	Kaasu	32 051

Lihanauta

Lihanaudan aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 5.4.7 ja ulkoiset taseet taulukossa 5.4.8. Energiataseen mukaan ravinnon bruttoenergiasta eritteissä menetetään 30 %, tuotteisiin sitoutuu 10 % ja energiantuotantoon käytetään 60 %.

Taulukko 5.4.7. Lihanaudan aineenvaihdunnan tase, kg/v

	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Kuidut	Mine- raalit	Vesi	Happi	Hiili- dioksidi	Yhteensä kg/v	Energia MJ/v
Syöte										
Rehu	377	85	816	396	140	4 305			6 118	32 978
Vesi						14 600			14 600	
Hengitys							1 464		1 464	
Yhteensä	377	85	816	396	140	18 905	1 464	0	22 182	32 978
Käyttö										
Sonta	76	21	168	108	84	1 831			2 289	7 352
Virtsa	80				41	1 895			2 016	846
Metaani			23	10					33	1 813
Lihanauta	74	41	0	0	16	280			411	3 195
– Vasikka	–8	–1	0	0	–2	–32			–43	
Energian- tuotanto	155	24	625	278		–925	1 464	–1 620	0	19 771
Uloshengitys, haihdunta						15 856		1 620	17 476	
Yhteensä	377	85	816	396	140	18 905	1 464	0	22 182	32 978

Taulukko 5.4.8. Lihanaudan ulkoiset ainetaseet, kg/v

<i>Tase 1</i>				<i>Tase 2</i>			
INPUT	22 225	OUTPUT	22 225	INPUT	22 225	OUTPUT	22 225
Rehu	6 118	Liha	411	Kuiva-aine	1 824	Kuiva-aine	710
Vasikka	43	Sonta	2 289	Vesi	18 936	Vesi	4 006
Vesi	14 600	Virtsa	2 016	Kaasut	1 464	Kaasut	17 509
Happi	1 464	Vesihöyry	15 856				
		Hiilidioksidi	1 620				
		Metaani	33				

Emakko

Emakon aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 5.4.9 ja ulkoiset taseet taulukossa 5.4.10. Energiataseen mukaan ravinnon bruttoenergiasta eritteissä menetetään noin neljännes, tuotteisiin sitoutuu vajaa viidesosa ja energiantuotantoon käytetään runsaat puolet.

Taulukko 5.4.9. Emakon aineenvaihdunnan tase, kg/v

	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Kuidut	Mine- raalit	Vesi	Happi	Hiili- dioksidi	Yhteensä kg/v	Energia MJ/v
Syöte										
Rehu	295	69	883	111	55	770			2 182	26 686
Vesi						5 840			5 840	
Hengitys							1 065		1 065	
Yhteensä	295	69	883	111	55	6 610	1 065	0	9 087	26 686
Käyttö										
Sonta	53	15	134	88	27	1 798			2 115	5 640
Virtsa	51				9	2 922			2 982	542
Metaani			15	0					15	856
Porsaiden kudosmassa	82	29	0	0	16	356			484	2 981
Emakon liha (elopaino)	12	36	0	0	3	49			100	1 518
– 1/3 uudis- tusporsas	–1	0	0	0	0	–5			–7	–45
Energian- tuotanto	98	–11	735	22		–657	1 065	–1 251	0	15 150
Uloshengitys, haihdunta						2 147		1 251	3 398	
Yhteensä	295	69	883	111	55	6 610	1 065	0	9 087	26 641

Taulukko 5.4.10. Emakon ulkoiset ainetaseet, kg/v

Tase 1

INPUT	9 094	OUTPUT	9 094
Rehu	2 182	Porsaat	484
1/3 porsas	7	Emakon liha	100
Vesi	5 840	Sonta	2 115
Happi	1 065	Virtsa	2 982
		Vesihöyry	2 147
		Hiilidioksidi	1 251
		Metaani	15

Tase 2

INPUT	9 094	OUTPUT	9 094
Kuiva-aine	1 415	Kuiva-aine	555
Vesi	6 615	Vesi	5 126
Kaasut	1 065	Kaasut	3 413

Lihaska

Lihaskan aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 5.4.11 ja ulkoiset taseet taulukossa 5.4.12. Energiataseen mukaan ravinnon bruttoenergiasta eritteissä menetetään noin neljännes, tuotteisiin sitoutuu lähes 45 % ja energiantuotantoon kuluu 30 %.

Taulukko 5.4.11. Lihaskan aineenvaihdunnan tase, kg/v

	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Kuidut	Mine- raalit	Vesi	Happi	Hiili- dioksidi	Yhteensä kg/v	Energia MJ/v
Syöte										
Rehu	172	15	316	32	26	85			645	10 695
Vesi						3 285			3 285	
Hengitys							208		208	
Yhteensä	172	15	316	32	26	3 370	208	0	4 139	10 695
Käyttö										
Sonta	27	6	33	21	16	411			514	1 799
Virtsa	40				4	1 432			1 476	425
Metaani			6	0					6	326
Lihasiat (elopaino)	39	117	0	0	8	160			324	4 918
–porsaat	–11	–4	0	0	–2	–49			–66	
Energian- tuotanto	77	–104	277	11		–248	208	–222	0	3 227
Uloshengitys, haihdunta						1 664		222	1 885	
Yhteensä	172	15	316	32	26	3 370	208	0	4 139	10 695

Taulukko 5.4.12. Lihaskan ulkoiset ainetaseet, kg/v

<i>Tase 1</i>				<i>Tase 2</i>			
INPUT	4 205	OUTPUT	4 205	INPUT	4 205	OUTPUT	4 205
Porsaat	66	Lihaska	324	Kuiva-aine	578	Kuiva-aine	311
Rehu	645	Sonta	514	Vesi	3 418	Vesi	2 003
Vesi	3 285	Virtsa	1 476	Kaasu	208	Kaasu	1 891
Happi	208	Vesihöyry	1 664				
		Hiilidioksidi	222				
		Metaani	6				

Munituskana

Munituskanan aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 5.4.13 ja ulkoiset taseet taulukossa 5.4.14. Siipikarjan aineenvaihdunnan tase poikkeaa nisäkkäiden aineenvaihdunnasta siinä, että sona ja virtsa erittyvät yhtenäisenä ulosteena, johon myös

proteiinin palamistuloksena muodostuva ureahappo ohjautuu. Energiataseen mukaan ravinnon bruttoenergiasta eritteissä menetetään lähes puolet, tuotteisiin sitoutuu vajaa neljännes ja energiantuotantoon kuluu runsaat neljännes.

Taulukko 5.4.13. Munituskanan aineenvaihdunnan tase, kg/v

	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Kuidut	Mine- raalit	Vesi	Happi	Hiili- dioksidi	Yhteensä kg/v	Energia MJ/v
Syöte										
Rehu	7,6	1,3	16,9	3,3	4,7	4,8			38,6	579,3
Vesi						82,8			82,8	
Hengitys							13,0		13,0	
Yhteensä	7,6	1,3	16,9	3,3	4,7	87,6	13,0	0,0	134,4	579,3
Käyttö										
Uloste	3,5	0,5	7,1	3,3	2,7	44,0			61,1	280,7
Metaani			0,0	0,0					0,0	0,0
Kananmunat	2,3	1,9	0,0	0,0	1,9	11,9			18,0	121,1
Kananliha (elopaino)	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,6			1,2	17,9
–uudistus- poikaset	–0,1	–0,4	0,0	0,0	0,0	–0,6			–1,2	
Energian- tuotanto	1,8	–1,0	9,8	0,0		–8,9	13,0	–14,7	0,0	159,6
Uloshengitys, haihdunta						40,6		14,7	55,2	
Yhteensä	7,6	1,3	16,9	3,3	4,6	87,6	13,0	0,0	134,4	579,3

Taulukko 5.4.14. Munituskanan ulkoiset ainetaseet, kg/v

Tase 1

INPUT	135,6	OUTPUT	135,5
Rehu	38,6	Munat	18,0
Poikaset	1,2	Liha	1,2
Vesi	82,8	Uloste	61,1
Happi	13,0	Vesihöyry	40,6
		Hiilidioksidi	14,7
		Metaani	0,0

Tase 2

INPUT	135,6	OUTPUT	135,5
Kuiva-aine	34,4	Kuiva-aine	23,8
Vesi	88,2	Vesi	56,5
Kaasut	13,0	Kaasut	55,2

Broileri

Broilerin aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 5.4.15 ja ulkoiset taseet taulukossa 5.4.16. Energiataseen mukaan ravinnon bruttoenergiasta eritteissä menetetään runsaat 43 %, tuotteisiin sitoutuu noin puolet ja energiantuotantoon kuluu vain 7 %.

Taulukko 5.4.15. Broilerin aineenvaihdunnan tase, kg/v

	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Kuidut	Mine- raalit	Vesi	Happi	Hiili- dioksidi	Yhteensä kg/v	Energia M/v
Syöte										
Rehu	7,5	0,5	4,8	0,9	1,0	2,0			16,6	295,9
Vesi						109,5			109,5	
Hengitys							2,2		2,2	
Yhteensä	7,5	0,5	4,8	0,9	1,0	111,5	2,2	0,0	128,3	295,9
Käyttö										
Uloste	2,9	0,2	3,1	0,9	0,7	19,7			27,3	143,4
Metaani			0,0	0,0					0,0	0,0
Kananliha	2,7	2,1	0,0	0,0	0,4	6,8			12,0	136,7
–uudistusmunat	–0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	–0,3			–0,4	–2,8
Energiantuotanto	2,0	–1,7	1,7	0,0		–4,2	2,2	0,1	0,0	18,6
Uloshengitys, haihdunta						89,5		–0,1	89,4	
Yhteensä	7,5	0,5	4,8	0,9	1,0	111,5	2,2	0,0	128,3	295,9

Taulukko 5.4.16. Broilerin ulkoiset ainetaseet, kg/v

<i>Tase 1</i>				<i>Tase 2</i>			
INPUT	128,7	OUTPUT	128,7	INPUT	128,7	OUTPUT	128,7
Rehu	16,6	Liha	12,0	Kuiva-aine	14,7	Kuiva-aine	12,8
Munat	0,4	Uloste	27,3	Vesi	111,8	Vesi	26,5
Vesi	109,5	Vesihöyry	89,5	Kaasu	2,2	Kaasu	89,4
Happi	2,2	Hiilidioksidi	–0,1				
		Metaani	0,0				

Turkiseläin

Turkiseläimen aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 5.4.17 ja ulkoiset taseet taulukossa 5.4.18. Taulukot sisältävät myös eläinkannan uudistumisen, koska yhtä teurastettua ja nahoitettua emoa vastaa aina yksi säästetty poikanen. Teurasruho käytetään turkiseläinten rehusekoittamoissa uudelleen rehuksi.

Taulukko 5.4.17. Turkiseläimen aineenvaihdunnan tase, kg/v

	Proteiinit	Rasvat	Hiili- hydraatit	Kuidut	Tuhka	Vesi	Happi	Hiili- dioksidi	Yhteensä kg/v	Energia MJ/v
Syöte										
Rehu	6,7	7,4	3,1	0,0	7,4	57,4			82,0	468
Vesi						12,3			12,3	
Hengitys							25,1		25,1	
Yhteensä	6,7	7,4	3,1	0,0	7,4	69,7	25,1	0,0	119,4	468
Käyttö										
Sonta	1,0	0,7	0,7	0,0	3,7	14,3			20,4	62
Virtsa	1,7				3,6	47,5			52,8	18
Metaani			0,0	0,0					0,0	3
Turkisinahka	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2			0,4	4
Teurasruho	0,5	1,6	0,0	0,0	0,1	2,1			4,3	66
Energiantuotanto	3,3	5,1	2,4	0,0		-15,6	25,1	-20,3	0,0	316
Uloshengitys, haihdunta						21,1		20,3	41,4	
Yhteensä	6,7	7,4	3,1	0,0	7,4	69,7	25,1	0,0	119,4	468

Taulukko 5.4.18. Turkiseläimen ulkoiset ainetaseet, kg/v

<i>Tase 1</i>				<i>Tase 2</i>			
INPUT	119,4	OUTPUT	119,4	INPUT	119,4	OUTPUT	119,4
Rehu	82,0	Turkis	0,4	Kuiva-aine	24,6	Kuiva-aine	13,8
Vesi	12,3	Teurasruho	4,3	Vesi	69,7	Vesi	64,2
Happi	25,1	Sonta	20,4	Kaasu	25,1	Kaasu	41,4
		Virtsa	52,8				
		Vesihöyry	21,1				
		Hiilidioksidi	20,3				
		Metaani	0,0				

Lantataseet

Lannan muodostuksen taseet on esitetty taulukossa 5.4.19. Aluksi on esitetty lähtötiedot, jotka ohjaavat sonnan ja virtsan jakautumista laitumelle, kuivikelantaan ja lietelantaan. Lanta muodostuu panospuolella sonnasta ja virtsasta, rehujen ruokintahävikistä, kuivikelannan oljesta sekä lietelannan huuhteluvedestä.

Tuotospuolella lantamäärästä vähennetään lannan navettakäsittelyn ja varastoinnin aikaiset ammoniakki- ja metaanipäästöt. Lannanmuodostuksen laskentamallissa lannan panostekijät lasketaan ravintoaineittain. Ammoniakkipäästöt johdetaan lannan proteiinin tyyden perusteella Grönroosin (1998) käyttämien päästöparametrien mukaisina. Lannan metaanipäästöt johdetaan lannan ravintoaineiden sisältämän hiilen perusteella siten, että ne ovat mahdollisimman yhdenmukaisia Suomen kasvihuonekaasupäästöjen inventaariossa (Pipatti 2001) saatuihin tuloksiin. Lannan peltolevityksen päästöt on siirretty kasvinviljelyn pelto-taseeseen.

Kotieläintalouden kokonaistaseet

Yhdistämällä aineenvaihdunnan taseet ja lantataseet saadaan taulukon 5.4.20 mukaiset kotieläinten kokonaisainetaseet eläinpaikkaa kohti eläintyypeittäin. Taulukossa 5.4.21 eläinpaikkakohtaiset taseet on korotettu vastaamaan koko Suomen kotieläintalouden tuotantoa vuonna 1999. Korotus on tehty eläinpaikkojen lukumäärällä siten, että eri kotieläintuotteiden tuotanto vastaa maataloustilastojen mukaista vuoden 1999 tuotantoa. Sarakkeelle Vertailu tilastoista on poimittu saatavilla olevia vastaavia lukuja. Lihatuotoksissa teuraspainot on muunnettu elopainoiksi. Tuotospuolella rivit Vasikat, Porsaas ja Kananojat ovat toisen eläinpaikkatyyppin poikastuotantoa toiselle eläinpaikkatyyppille. Koska munituskanojen poikaskasvattamoille ei ole omaa eläinpaikkatyyppiä, broilerituotantoa on käytetty edustamaan myös sitä.

Kotieläintalouden aggregoitu ainetase on esitetty taulukossa 5.4.22.

Taulukko 5.4.19. Lannanmuodostuksen taseet, kg/eläinpaikka/v

	Lypsylehmä	Lihanauta	Emakko	Lihasika	Munituskana	Broileri	Turkiseläin
Lähtötiedot							
Laidunpäiviä/v	120	0	0	0	0	0	0
Kuivikelannan osuus	60 %	60 %	40 %	40 %	100 %	100 %	100 %
Input	34 849	10 890	11862	4 017	62,7	27,8	81,0
Sonta	10 706	2 289	2115	514	61,1	27,3	21,8
Virtsa	7 628	2 016	2982	1 476	0,0		56,5
Rehuhävikki	2 688	1 394	93	28	1,5	0,5	2,7
Olki	827	191	372	0	0,0	0,0	0,0
Huuhteluvesi	13 000	5 000	6300	2 000	0,0	0,0	0,0
Output1	34 849	10 890	11862	4 017	62,7	27,8	81,0
Lanta	34779	10 866	11847	4 009	62,3	27,6	80,6
Ammoniakkipäästöt	50	19	12	8	0,3	0,3	0,3
Metaanipäästöt	20	5	4	1	0,0	0,0	0,0
Output2	34 849	10 890	11862	4 017	62,7	27,8	81,0
Kuiva-aine	4 179	1 055	744	162	18,1	7,8	12,6
Vesi	30 600	9 811	11103	3 846	44,2	19,7	68,0
Kaasut	71	24	15	9	0,3	0,3	0,4

Taulukko 5.4.20. Kotieläinten kokonaisainetaseet, kg/eläinpaikka/v

	Lypsylehmä	Lihanauta	Emakko	Lihäsika	Munituskana	Broileri	Turkiseläin	
Input	73 250	28 767	15 688	6 166	135,9	128,8	121,9	
Rehukasvit	20 658	7 160	1 253	373	20,2	0,3	0,0	
Ostorehu	952	352	1 023	300	19,9	16,8	84,5	
Olki	827	191	372	0	0,0	0,0	0,0	
Vesi (juoma+pesu)	45 850	19 600	12 140	5 285	82,8	109,5	12,3	
Happi	4 963	1 464	900	208	13,0	2,2	25,1	
Output	73 250	28 767	15 688	6 166	135,9	229,1	121,9	
Maito	6 180	0	0	0	0,0	0,0	0,0	
Vasikat	38	-43	0	0	0,0	0,0	0,0	
Lihanauta	133	411	0	0	0,0	0,0	0,0	
Porsaas	0	0	477	-66	0,0	0,0	0,0	
Lihäsika	0	0	234	324	0,0	0,0	0,0	
Kananmunat	0	0	0	0	18,0	-0,4	0,0	
Kananpojat	0	0	0	0	-1,2	0,0	0,0	
Broilerit	0	0	0	0	1,2	12,0	0,0	
Turkisanahka	0	0	0	0	0,0	0,0	0,4	
Teurasruho	0	0	0	0	0,0	0,0	4,3	
Lanta	34 779	10 866	11 397	4 009	62,3	127,9	75,5	
Ammoniakki	50	19	11	8	0,3	0,3	0,3	
Metaani	153	38	19	7	0,0	0,0	0,1	
Hiilidioksidi	5 670	1 620	1 108	222	14,7	-0,1	20,3	
Vesihöyry	26 249	15 856	2 442	1 664	40,6	89,5	21,1	

Taulukko 5.4.21. Suomen kotieläintalouden kokonaisainetase 1999, milj. kg

	Lypsy- lehmä	Liha- nauta	Emakko	Liha- sika	Munitus- kana	Broileri	Turkis- eläin	Yhteensä	Vertailu
Eläinpaikkoja, 1000 kpl	401	330	105	770	3500	7500	3705		
Input	29 373	9 493	1 664	4 748	476	966	482	47 203	
Rehukasvit	8 284	2 363	132	287	71	2	0	11 139	10 029
Ostorehu	382	116	107	231	70	126	333	1 365	1 345
Olki	332	63	39	0	0	0	0	434	500
Vesi (juoma+huuhtelu)	18 386	6 468	1 275	4 069	290	821	49	31 358	
Happi	1 990	483	112	160	45	16	100	2 908	
Output	29 373	9 493	1 664	4 748	476	966	482	47 203	
Maito	2 478	0	0	0	0	0	0	2 478	2 475
Vasikat	15	-14	0	0	0	0	0	1	
Lihanauta	53	136	0	0	0	0	0	189	189
Porsaas	0	0	50	-51	0	0	0	-1	
Lihäsika	0	0	11	249	0	0	0	260	259,8
Kananmunat	0	0	0	0	63	-3	0	60	59
Kananpojat	0	0	0	0	-4	0	0	-4	
Kananliha	0	0	0	0	4	90	0	94	94
Turkisanahat	0	0	0	0	0	0	1	1	
Teurasruhot	0	0	0	0	0	0	16	16	
Lanta	13 946	3 586	1 244	3 087	218	207	299	22 586	20 000
Ammoniakki	20	6	1	6	1	2	1	38	29
Metaani	61	12	2	5	0	0	0	81	84
Hiilidioksidi	2 273	535	131	171	51	-1	81	3 242	
Vesihöyry	10 526	5 232	225	1 281	142	671	84	18 162	

Taulukko 5.4.22 Suomen kotieläintalouden aggregoitu ainetase vuonna 1999, mrd. kg

INPUT	47,2	OUTPUT	47,2
Kuiva-aine	5,3	Kuiva-aine	2,9
Vesi	39,0	Vesi	22,8
Kaasu	2,9	Kaasu	21,5

5.5 Luontaistuotanto ja kalanviljely

Luontaistuotannoksi kutsutaan seuraavassa niitä toimintoja, jotka tuottavat ravintoa suoraan luonnosta. Näitä toimintoja ovat keräily ja metsästys. Myös poron ja mehiläisten hoito luetaan tässä luontaiselinkeinoihin, koska porot ja mehiläiset saavat suuren osan ravinnostaan luonnosta. Porojen rehu-ruokinta on tosin yleistynyt.

Myös kalatalous on kalanviljelyä lukuun ottamatta luonteeltaan luontaistuotantoa, joten se on luontevaa käsitellä muun luontaistuotannon kanssa yhdessä. Vakiintuneen luokittelutavan mukaan se pidetään kuitenkin erillisenä ryhmänä.

Luontaistuotannon ja kalanviljelyn tuotokset ja käytöt vuonna 1999 on esitetty taulukossa 5.5.1.

Saalismäärät on esitetty elopainoina. Saaliiden teuraspaino on oletettu 50 prosentiksi poroilla ja muilla imettäväsillä. Kol-

masosa lintujen ja 15 % kalojen elopainosta on oletettu päätyvän teurasjätteeksi.

Muut käytöt sisältävät porojen ja hirvien turkikset, ammattikalastuksen saaliin käytön turkiseläinten rehuna, vapaa-ajan kalastuksen saaliin käytön lemmikkieläinten ruokana sekä kalanpoikasten käytön kalanviljelyn välituotepanoksena ja kalanistutuksiin luonnonvesiin.

Kalan- ja poikasviljelyn tuotto oli 15,4 miljoonaa kiloa ja kalaviljelyn rehunkulutus oli 19,3 miljoonaa kiloa vuonna 1999. Siten lähes kaksi kolmasosaa kalanrehun ravinnesisällöstä saadaan viljelykalojen elopainon kasvuun.

Ammattikalastuksen saalismäärästä suurin osa menee rehuksi. Siten virkistyskalastuksen osuus ihmisravinnoksi käytettävästä kalasta on lähes puolet.

Teurasjäte sisältää luontaistuotannon jätteet. Porot teurastetaan kuitenkin nykyisin yhä useammin teurastamoissa, jotka kuuluvat elintarviketeollisuuden piiriin.

Taulukko 5.5.1. Luontaistuotannon ja kalatalouden saalismäärät ja käyttö 1999, Mkg

	Saalis	Ihmisruuaksi	Muu käyttö	Tuotteet yhteensä	Teurasjäte
Luontaistuotanto	67,0	55,8	0,9	56,7	10,3
Porot	4,2	2,0	0,3	2,3	1,9
Hunaja	1,9	1,9		1,9	0,0
Metsämarjat	41,0	41,0		41,0	0,0
Metsäsienet	2,2	2,2		2,2	0,0
Metsästys	17,7	8,7	0,6	9,3	8,4
Kalastus ja kalankasvatus	176,2	81,8	81,1	162,9	13,4
Ammattikalastus	112,7	29,1	78,5	107,6	5,1
Virkistyskalastus	48,2	38,8	2,6	41,4	6,7
Kalanviljely	15,4	13,9		13,9	1,5
Poikasviljely	0		0	0,0	0,0
Ravut yms.	0	0		0,0	0
Yhteensä	243,3	137,6	82,0	219,6	23,7

5.6 Väestön aineenvaihdunta

Ravinnon kulutus

Väestön ravinnonkulutuksen pohjadata on käytetty Tilastokeskuksen vuoden 1998 kulutustutkimusta, jossa tavanomaisen markkamääräisten kulutusmenojen lisäksi kysyttiin elintarvikkeiden kulutuksesta myös määrätiedot (Tennilä 2000). Kulutustutkimuksen kysely kohdistetaan satunnaisotoksella valituille kotitalouksille. Kyselyyn osallistuneiden kotitalouksien lukumäärä oli vuoden 1998 kyselyssä 4359. Kun kotitalouksien keskipaino oli 2,16 henkeä, kysely kattoi siten 9400 henkilön kulutuksen.

Kulutustutkimuksessa kotitalouksien hankkimia elintarvikelajeja on 248 kappaletta. Ravintoloissa ja ruokaloissa nautitut ateriat ja juomat on kuitenkin kysytty annosten lukumäärinä. Annoslajeja on 37 kappaletta. Kansanterveyslaitoksen (KTL) FINELI-tietopankissa (FINELI 2001) on laajat tiedot erilaisten ruoka- ja myös juoma-annosten valmistuksen raaka-ainemääristä. FINELI:n avulla ravintola-annokset muunnettiin elintarvikelajien määräksi. Nestemäisten elintarvikkeiden määrät on kulutustutkimuksessa kysytty litroina. Ne muutettiin tässä tutkimuksessa kiloiksi, maitotuotteet muuntokertoimella 1,03 kg/l.

Muun muassa kansantalouden tilinpidon kulutusmenojen aikasarjojen laadinnan yhteydessä on todettu, että kulutustutkimus tuottaa systemaattisesti liian alhaiset kulutusluvut alkoholille. Sen vuoksi tässäkin kulutustutkimuksen alkoholin kulutusluvut korvattiin STAKES:in tuottamilla alkoholin vähittäis- ja anniskelumyyntin tietoihin perustuvilla tilastoilla (STAKES 2000). Määrätiedot on alkoholilajeittain juomalitroina ja puhtaaksi alkoholiksi muunnettuina litroina. STAKES:in tilastoissa on arvioitu myös suomalaisten ulkomailta nauttimat ja ulkomailta tuomat alkoholimäärät. Myös nämä turistialkoholit on lisätty tässä tutkimuksessa alkoholin kulutuslukuihin. Litratiedot on muunnettu kiloiksi käyttäen hyväksi puhtaan alkoholin ominaispainoa, 0,789 kg/l, sekä puhtaan alkoholin osuutta kokonaisjuomamäärästä eri alkoholilajeissa.

Kulutustutkimuksen tiedot on vuodelta 1998. Vuoden 1998 tiedot muunnettiin vuoteen 1999 kansantalouden tilinpidon kotitalouksien kulutusmenojen kiinteähintaisilla aikasarjoilla. Kansantalouden tilinpidon kulutusmenojen aikasarjat sisältävät yksityiskohtaisimmalla tasolla 51 elintarviketuotetta. Kulutustutkimuksen ja kansantalouden tilinpidon tuoteluokitus perustuvat molemmat samaan kansainväliseen tuoteluokitukseen, COICOP:iin (Classification of individual consumption by purpose), kulutustutkimus sen 7-numeroiseen tasoon ja kansantalouden tilinpito 5-numerotasoon.

Alkoholin vuoden 1999 kulutusluvut saatiin suoraan STAKES:in tilastoista (STAKES 2001).

Kotitalouksien elintarvikkeiden hankintamäärät henkeä kohti vuodessa vuonna 1999 on esitetty taulukossa 5.6.1. Elintarvikkeet on yhdistetty 19 tuoteryhmään, jotka on numeroitu juoksevasti.

KTL:n FINELI-tietopankki kattaa hyvin laajan ja yksityiskohtaisen elintarvikevalikoiman energiaravintoaineiden pitoisuustiedot. Tätä tutkimusta varten KTL:lta saatiin runsaat 600 elintarviketta kattava tiedosto, jossa energiaravintoainetiedot on täydennetty mineraali- ja vesipitoisuustiedoilla.

Taulukossa 5.6.2 on esitetty 19 elintarvikeryhmän ravintoainejakaumat ja fysiologiset ominaisenergiat. Ravintoainejakaumat on saatu laskemalla ensin KTL:n ravintoainejakaumista ravintoainesisällöt kotitaloustiedustelun COICOP-tuotteille ja yhdistämällä sitten tuotteet vuoden 1998 osuuksilla. Elintarvikkeiden fysiologiset ominaisenergiat (MJ/kg) on saatu kertomalla energiaravintoaineiden osuudet niiden taulukon 5.2.10 mukaisilla fysiologisen energian sisällöillä.

Jotta elintarvikkeiden hankinnasta päädytään syötyyn ravintomäärään, on vähennettävä erilaiset hävikit. Tätä varten kullekin kulutustutkimuksen elintarvikkeelle on arvioitu ei-syötävän osan osuus. Ei-syötäviä osia ovat muun muassa liha- ja kalatuotteiden luut sekä perunan, hedelmien ja kananmunan kuoret. Erityisen ongelman muodostavat kahvi ja tee, joista yleensä

Taulukko 5.6.1. Kotitalouksien ravinto hankittuina elintarvikkeina Suomessa 1999, Mkg

	Mkg			%		
	Koti	Ravintola	Yhteensä	Koti	Ravintola	Yhteensä
1 Jauhot, muut viljatuotteet	219	36	255	6.1	6.0	6.1
2 Ruoka- ja kahvileipä	206	16	223	5.8	2.8	5.3
3 Naudanliha	13	10	22	0.4	1.6	0.5
4 Sianliha	40	9	48	1.1	1.5	1.2
5 Siipikarjan liha	24	0	25	0.7	0.1	0.6
6 Muu liha	10	0	10	0.3	0.0	0.2
7 Makkara ja muut lihatuotteet	184	11	195	5.2	1.8	4.7
8 Kala ja kalatuotteet	56	19	75	1.6	3.2	1.8
9 Maito ja maitotuotteet	908	102	1 009	25.5	17.1	24.3
10 Munat	36	4	40	1.0	0.7	1.0
11 Rasvat ja öljyt	58	23	81	1.6	3.9	2.0
12 Hedelmät ja marjat	311	1	311	8.7	0.1	7.5
13 Peruna	209	44	253	5.9	7.4	6.1
14 Muut kasvikset	276	55	331	7.7	9.3	8.0
15 Sokeri, hillot, hunaja, makeiset	132	3	135	3.7	0.5	3.3
16 Muut elintarvikkeet	11	1	13	0.3	0.2	0.3
17 Kahvi, tee ja kaakao	43	1	44	1.2	0.2	1.1
18 Muut alkoholittomat juomat	372	119	492	10.4	20.1	11.8
19 Alkoholijuomat	458	140	599	12.9	23.6	14.4
Yhteensä	3 566	595	4 160	100.0	100.0	100.0

vain vähäinen osa uutetaan juomaan. Kuitenkin murukahvit ja –tee liukenevat kokonaisuudessaan juomaan. Tiedot ei-syötävien osien osuuksista saatiin lähteistä Lallukka & Ovaskainen 2001 ja Kansaneläkelaitos 1990. Ei-syötävien osien elintarvikekohtaisen arvioinnin lisäksi oletettiin yleinen 3 prosentin hävikki.

Taulukossa 5.6.3 on esitetty saadut hävikkiosuudet 19 elintarvikeryhmän jaolla, sekä elintarvikkeiden saanti hävikkien jälkeen. Keskimääräiseksi hävikkiosuudeksi muodostuu 7 prosenttia, josta siten 4 prosenttia on ei-syötävien osien osuus.

Valmistetun ruoan osalta saanti kuvaa luotettavammin vain kuiva-aineiden mää-

rää. Sen sijaan vesi on ongelmallisempi. Ruoan kypsennyksessä osa elintarvikkeiden sisältämästä vedestä haihtuu, toisaalta keitot, kahvi ja tee sisältävät lisättyä vettä. Näitä vesipitoisuusmuutoksia ei tässä tutkimuksessa yritetä arvioida, vaan aineenvaihdon taseissa juomaveden määrä asetetaan laskennallisesti siten, että se yhdessä raakojen elintarvikkeiden sisältämän veden kanssa kattaa vesitasapainon tarpeen.

Taulukkoon 5.6.3 on laskettu myös fysiologisen energian saanti, sekä hankinta ja saanti henkeä kohti vuorokaudessa. Elintarvikkeita kuluu siten noin 2 kiloa henkeä kohti vuorokaudessa ja fysiologisen energian saanti on 10,2 megajoulea vuorokaudessa.

Taulukko 5.6.2. Elintarvikkeiden ravintoainejakauma ja fysiologinen energia

	Ravintoainejakauma, %							Yhteensä	Energia MJ/kg
	Hiili- hydraatit	Rasvat	Protei- iinit	Alko- holi	Kuitu	Mine- raalit	Vesi		
1 Jauhot, muut viljatuotteet	47.2	8.1	9.2	0.0	4.4	1.7	29.4	100.0	12.5
2 Ruoka- ja kahvileipä	42.7	4.4	8.6	0.0	6.1	2.3	36.0	100.0	10.2
3 Naudanliha	0.0	8.4	19.3	0.0	0.0	0.9	71.4	100.0	5.8
4 Sianliha	0.1	16.5	17.0	0.0	0.0	1.7	64.7	100.0	7.9
5 Siipikarjan liha	0.2	6.4	21.3	0.0	0.0	0.9	71.2	100.0	4.3
6 Muu liha	0.0	5.5	20.8	0.0	0.0	1.2	72.5	100.0	4.7
7 Makkara ja muut lihatuotteet	4.5	14.3	14.7	0.0	0.2	2.5	63.7	100.0	8.6
8 Kala ja kalatuotteet	2.5	7.2	16.3	0.0	0.1	3.0	70.9	100.0	5.1
9 Maito ja maitotuotteet	4.9	1.3	3.1	0.0	0.0	0.7	90.0	100.0	1.8
10 Munat	0.3	11.8	12.1	0.0	0.0	1.1	74.6	100.0	5.8
11 Rasvat ja öljyt	0.2	76.7	0.6	0.0	0.0	1.1	21.3	100.0	29.0
12 Hedelmät ja marjat	14.0	0.9	0.7	0.0	2.3	0.5	81.5	100.0	2.3
13 Peruna	15.7	0.1	1.7	0.0	1.2	1.1	80.3	100.0	2.5
14 Muut kasvikset	4.9	0.6	1.3	0.0	1.8	0.9	90.5	100.0	1.2
15 Sokeri, hillot, hunaja, makeiset	71.1	5.5	2.2	0.0	0.5	0.7	20.0	100.0	14.3
16 Muut elintarvikkeet	7.6	3.0	1.7	0.0	0.2	52.2	35.3	100.0	2.7
17 Kahvi, tee ja kaakao	42.4	5.7	21.5	0.0	3.7	18.1	8.7	100.0	3.1
18 Muut alkoholittomat juomat	7.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	92.0	100.0	1.3
19 Alkoholijuomat	3.8	0.0	0.3	5.6	0.0	0.1	90.1	100.0	2.3
Keskimäärin	13.2	4.8	4.1	0.9	1.0	1.1	74.9	100.0	4.8

Vertailu muihin tutkimuksiin

Valtion ravitsemusneuvottelukunta (1998, 18) on antanut taulukon 5.6.4 mukaiset energiankulutuksen viitearvot kevyttä työtä tekeville miehille ja naisille sekä taulukon 5.6.5 mukaiset viitearvot lapsille ja nuorille.

Saatu koko väestön keskimääräinen energiansaanti, 10,2 MJ, sopii hyvin näihin energiantarpeen normeihin.

Suomessa Kansanterveyslaitos on tehnyt vuodelta 1997 ravitsemustutkimuksen (Finravinto 1997 –tutkimus, 1998), jossa haastatteluin selvitettiin satunnaisotoksella valitun 1632 suomalaisen miehen ja 1501 suomalaisen naisen edellisen päivän ruoan ja juomien kulutus elintarvikeryhmittäin. Tut-

kimus rajoittui 25 – 64 vuotiaaseen työikäiseen väestöön. Elintarvikekohtaisen ravintoainekoostumustiedon avulla ruuan ja juomien kulutus on muunnettu tutkimuksessa edelleen ravintoaineiden ja energian saanniksi. Tutkimuksessa miesten keskimääräiseksi energiansaanniksi muodostui 9,5 MJ ja naisten energiansaanniksi 6,8 MJ vuorokaudessa, eli aikuisväestölle keskimäärin 8,1 MJ/vrk.

Alhaisten energiansaantilukujen yhtenä syynä on ehkä se, että haastattelut tehtiin arkipäivinä, jolloin viikonloppujen ja juhla-aattojen yleensä arkipäiviä runsaampi ravinnon nauttiminen on jäänyt systemaattisesti pois.

Taulukko 5.6.3. Kotitalouksien ravinnonkulutus syötyinä elintarvikkeina eli saantina vuonna 1995, kg/henkilö ja fysiologisena energiana MJ/henkilö

	Hankinta	Hävikki	Saanti	Energia	Jakauma (%)	
	kg	%	kg	MJ	kg	MJ
1 Jauhot, muut viljatuotteet	49.3	1.5	47.8	594	6.5	16.0
2 Ruoka- ja kahvileipä	43.0	1.3	41.7	426	5.6	11.5
3 Naudanliha	4.3	0.5	3.7	24	0.5	0.6
4 Sianliha	9.4	1.4	8.0	72	1.1	1.9
5 Siipikarjan liha	4.8	1.4	3.3	20	0.4	0.5
6 Muu liha	1.9	0.4	1.6	8	0.2	0.2
7 Makkara ja muut lihatuotteet	37.6	1.2	36.4	313	4.9	8.5
8 Kala ja kalatuotteet	14.5	3.1	11.4	67	1.5	1.8
9 Maito ja maitotuotteet	195.2	5.9	189.3	593	25.5	16.0
10 Munat	7.7	7.7	0.1	0	0.0	0.0
11 Rasvat ja öljyt	15.7	0.5	15.2	429	2.1	11.6
12 Hedelmät ja marjat	60.2	11.8	48.4	133	6.5	3.6
13 Peruna	49.0	7.5	41.5	170	5.6	4.6
14 Muut kasvikset	64.1	5.8	58.2	71	7.9	1.9
15 Sokeri, hillot, hunaja, makeiset	26.2	0.8	25.4	363	3.4	9.8
16 Muut elintarvikkeet	2.4	0.1	2.4	6	0.3	0.2
17 Kahvi, tee ja kaakao	8.5	6.5	2.0	26	0.3	0.7
18 Muut alkoholittomat juomat	95.1	2.9	92.3	123	12.5	3.3
19 Alkoholijuomat	115.8	3.5	112.3	269	15.2	7.2
Yhteensä	804.6	63.6	741.0	3 707	100.0	100.0
Henkilöä kohti päivässä	2.2		2.0	10.2		

Taulukko 5.6.4. Energiantarpeen viitearvot kevyttä työtä tekeville, kohtalaisesti tai vähän liikkuville miehille ja naisille, MJ/vrk

	Säännöllinen liikunta		Ei säännöllistä liikuntaa	
	Miehet	Naiset	Miehet	Naiset
Ikäryhmä				
19 – 30 v	12,4	9,8	10,2	8,1
31 – 60 v	12,1	9,7	10,0	8,0
61 – 75 v	10,9	8,9	8,9	7,3
> 75 v	10,0	8,7	8,2	7,2

Vesitasapaino

Veden käyttö ihmisellä voi vaihdella paljon. Veden käyttöä elimistössä voidaan tarkastella vesitasapainon ylläpidon kannalta. Aikuisen ihmisen tyyppillinen vesitase on esitetty taulukossa 5.6.6.

Väestön kasvu ja uudistuminen

Ravitsemustutkimuksissa aikuisen miehen viitepainona käytetään yleensä 70 kg ja naisen 60 kg (ks. esim. Valtion ravitsemusneuvottelukunta 1998, 18; Yki-Järvinen 1999, 255), jolloin aikuisen ihmisen keskimääräispainoksi saadaan 65 kg. Painot ovat kuitenkin pikemminkin ihannepainoja kuin nyky-Suomen toteutuneita keskimääräisiä painoja. Toisaalta vanhuusiälle on ominaista kudossmassan väheneminen, joten 65 kg painoa voitaneen pitää sopivana ihmisen keskimääräisen päätepainon arviona.

Taulukko 5.6.5

Lasten ja nuorten energiantarpeen viitearvot, MJ/vrk

Ikäryhmä	MJ/vrk
< 1 v	3
1 – 3 v	6
4 – 10 v	7,5
11– 18 v	10

Taulukko 5.6.6. Ihmisen tyyppillinen vuorokautinen vesitase (Nienstedt ym. 1992, 233)

Input	litraa	%	Output	litraa	%
Ruoan vesi	0,9	36	Hikoilu ja muu haihdunta	0,4	16
Juomien vesi	1,3	52	Hengitysilma	0,5	20
Ravintoaineiden palamisvesi	0,3	12	Ulosteen vesi	0,1	4
			Virtsan vesi	1,5	60
Yhteensä	2,5	100	Yhteensä	2,5	100

Vaikka ihmisen kudossmassan kasvu painottuu ensimmäiseen kahteenkymmeneen ikävuoteen, koko väestön tasolle yleistettävässä yksilötason aineenvaihdunnan taseessa kudossmassan keskimääräinen kasvu on jaettava koko yksilön elinajalle. Jos oletetaan ihmisen keskimääräiseksi eliniäksi 80 vuotta ja päätepainoksi 65 kg, yksilön kudossmassan keskimääräiseksi vuosikasvuksi saadaan 0,8 kg vuodessa.

Taulukko 5.6.7.

Suomen väestötase vuonna 1999, 1000 henkeä (Suomen tilastollinen vuosikirja 1999, taulukot 27 ja 57)

	1 000 h	%
Väkiluku 1.1.1999	5 160	100,00
Elävänä syntyneet	58	1,12
Kuolleet	-49	-0,95
Nettomuutto	2	0,04
Väkiluku 31.12.1999	5 171	100,21

Suomen väestötase vuonna 1999 on esitetty taulukossa 5.6.7. Väkiluku kasvoi vain 0,21 % vuodessa ja syntyvyys oli 1,24 %. Kuolleisuus oli 15 % pienempi kuin syntyvyys. Nettomuutto lisäsi väestöä vain 0,04 %.

Kun Suomen keskimääräiseksi väkiluvuksi vuonna 1999 otetaan vuodenvaihteiden keskiarvo, 5 165 tuhatta henkeä, saadaan yksilötason keskimääräisestä kudosmassan vuotuisesta lisäyksestä, 0,8 kg, koko väestön kudosmassan vuosilisäykseksi noin 4 100 tonnia. Väestötasapainossa tämä olisi sama kuin kuolleiden mukana poistuva kudosmassa. Vuonna 1999 kuolleiden 49 000 hengen mukana poistui, mikäli oletetaan päätepainoksi keskimäärin 65 kg, 3 200 tonnia kudosmassaa. Siten kudosmassan kokonaisvuosilisäyksestä 4 100 tonnia jäi 900 tonnia väestön kokonaismassan kasvuun ja 3 200 tonnia väestön uudistumiseen.

Yllä olevat laskelmat ovat karkeita. Ihmisellä kudosmassan kasvun osuus ravinnon kokonaisainevirroista on kuitenkin hyvin pieni: kun yksilötason kudosmassan laskennalliseksi keskimääräiseksi vuosikasvuksi saatiin 0,8 kg, keskimääräinen ravinnonsaanti vuodessa oli taulukon 5.6.3 mukaan 741 kg.

Aineenvaihdunnan taseet

Ihmissen aineenvaihdunnan tase on esitetty taulukossa 5.6.8. Tase on muodostettu samoin periaattein kuin kotieläintenkin taseet. Mittayksikkönä taulukossa on käytetty grammaa/vuorokausi, kuten ravitsemustutkimuksissa yleensä.

Syötepuolella elintarvikkeet on jaettu ruokaan ja juomiin. Maito sisältyy kuitenkin yleisen luokittelukäytännön mukaisesti ruokaan. Ruoan ja juomien sisältämän veden lisäksi syötetään erillinen vesi siten, että ne yhdessä energiantuotannossa muodostuvan veden kanssa summautuvat 2,5 litraan (1 litra vettä = 1 kg).

Käyttöpuolella ulosteiden osuus ravintoaineista on määrätty taulukossa 5.2.12 esitettyjen imeytyvyysprosenttien jäännöksiä. Siten ravinnossa saaduista proteiineista poistuu ulosteissa 8 %, rasvoista 5 % ja hiilihydraateista 3 prosenttia. Alkoholin oletetaan imeytyvän kokonaan ja kuidut kulkeutuvat kokonaan ulosteiksi. Mineraalien imeytyvyys on oletettu paremman tiedon puuttuessa 50 %.

Ihmisravinnon imeytyvyysosuudet ovat huomattavasti korkeammat kuin kotieläinten rehun sulavuusosuudet. Siten myös ulosteen määrä suhteessa syötyyn ravintoon

Taulukko 5.6.8. Ihmissen aineenvaihdunnan tase vuonna 1999, g/vrk

	Proteiiniit	Rasvat	Alkoholi	Hiilihydraatit	Kuidut	Mineeraalit	Vesi	Happi	Hiili-dioksidi	Yhteensä g/vrk
Syöte										
Ruoka	240,0	96,8	81,7	0,0	20,6	21,6	1 003,5			1 464,2
Juomat	33,8	0,4	2,5	17,7	0,2	1,8	509,5			565,8
Vesi							987,1			987,1
Hengitys								700,3		700,3
Yhteensä	273,8	97,2	84,2	17,7	20,8	23,4	2 500,0	700,3	0,0	3 717,5
Käyttö										
Uloste	5,5	4,9	6,7	0,0	20,8	11,7	112,5			162,1
Virtsa						11,6	1 687,4			1 725,4
Metaani	2,7									2,7
Kudosmassan kasvu		0,4	0,4			0,1	1,3			2,2
Energiantuotanto	265,6	92,0	50,6	17,7			-312,9	700,3	-814,0	0,0
Hengitys, hikoilu							1 011,1	0,0	814,0	1 825,1
Yhteensä	273,8	97,2	84,2	17,7	20,8	23,4	2 500,0	700,3	0,0	3 717,5

jää ihmisellä kotieläimiä huomattavasti pienemmäksi. Ihmisravinnon korkea imeytyvyys johtunee eläintuotteiden suuresta osuudesta ja varsinkin ruoan kypsennyksestä.

Virtsan kuiva-aine muodostuu ihmisellä kuten kotieläimilläkin energiantuotantoon käytetyn proteiinin palamisjäätöksenä muodostuvasta ureasta sekä elimistön uudistumisesta poistuvista mineraaleista, joka mineraalitasapainossa on yhtä suuri kuin elimistön käyttöön tulevien uusien mineraalien määrä.

Vaikka ihmisen ruoansulatuksen metaanipäästöistä ei tähän tutkimukseen ole löydetty mitään tietoa, on oletettu, että hiilihydraattien sulatuksessa suolistobakteerit tuottavat metaania prosentin verran hiilihydraattigrammaa kohti. Metaanipäästöt ovat kuitenkin hyvin vähäiset.

Myös väestön uusiutumisesta johdettu kudoksen kasvu jää aineenvaihdunnan kokonaisvirroissa hyvin vähäiseksi.

Korkeasta imeytyvyydestä ja vähäisestä kudossuorituotannosta johtuen valtaosa, 80 % ihmisravinnon kuiva-aineesta kuidut ja mineraalit mukaan lukien, palaa energiantuotannossa.

Veden käytön jakautuminen ulosteen, virtsan ja haihdunnan kesken on säädelty taulukon 5.6.6 vesitasapainon mukaisin osuuksin.

Aineenvaihdunnan tase on muunnettu ulkoisiksi ainetaseiksi taulukossa 5.6.9 ja taulukossa 5.6.10 ne on edelleen korotettu koko Suomen tasolle.

Kudoksen kasvun ja metaanin osuudet jäävät ihmisen ainetaseissa niin pieniksi, että yleisissä ainevirtatarkasteluissa ne voitaisiin myös pyöristää pois.

Taulukko 5.6.9. Ihmisen ulkoiset ainetaseet vuonna 1999, g/vrk

<i>Tase 1</i>				<i>Tase 2</i>			
INPUT	3 717	OUTPUT	7 016	INPUT	3 717	OUTPUT	3 717
Ruoka	1 464	Kudossuora	4	Kuiva-aine	517	Kuiva-aine	89
Juomat	566	Uloste	306	Vesi	2 500	Vesi	1 801
Vesi	987	Virtsa	3 257	Kaasut	700	Kaasut	1 011
Happi	700	Vesihöyry	1 908				
		Hiilidioksidi	1 536				
		Metaani	5				

Taulukko 5.6.10. Suomen väestön ulkoiset ainetaseet vuonna 1999, milj. kg

<i>Tase 1</i>				<i>Tase 2</i>			
INPUT	7 016	OUTPUT	7 016	INPUT	7 016	OUTPUT	7 016
Ruoka	2 764	Kudossuora	4	Kuiva-aine	976	Kuiva-aine	167
Juomat	1 068	Uloste	306	Vesi	4 719	Vesi	3 400
Vesi	1 863	Virtsa	3 257	Kaasut	1 322	Kaasut	3 450
Happi	1 322	Vesihöyry	1 908				
		Hiilidioksidi	1 536				
		Metaani	5				

Ravintojätteet

Ihmisen ravitsemistoiminnan jätteet jakautuvat ruoantähteisiin ja ihmisen eritteisiin. Jätteiden muodostus henkeä kohti ja koko väestön tasolla on esitetty taulukossa 5.6.11. Ruoantähteet on jaettu kiinteisiin ja nestemäisiin. Nestemäiset jätteet on muodostettu vähentämällä juomien jätteistä kahvin ja teen jätteet sekä lisäämällä maitojätteet.

Henkeä kohti ravintojätteitä kertyi 753 kiloa vuodessa, josta 49 kiloa oli kuiva-ainetta.

Jätteiden käsittelyssä kiinteät ruoantähteet päätyvät joko yhdyskunnan sekajätte-

siin tai kompostiin. Nestemäiset ruoantähteet ja eritteet joutuvat yleensä viemäriin.

Vain osa ravintojätteistä muodostuu kotitalouksissa. Ravinnon ainemäärästä noin 14 % nautitaan kodin ulkopuolella ravintoloissa ja ruokaloissa (vrt. taulukko 5.6.1), joten myös tämä osa ruoantähteistä muodostuu ravitsemistoiminnan toimialalla. Ihmisen eritteet joutuvat viemäriin siellä, missä ihminen kulloinkin on: kodissa, työpaikalla, koulussa, ravintolassa, muissa vapaa-ajan toiminnoissa. Jakautumaa voitaneen arvioida ihmisen ajankäyttö-tutkimusten pohjalta.

Taulukko 5.6.11. Ravintojätteiden muodostus vuonna 1999

	Kg/henkilö/vuosi			Koko väestö, milj. kg		
	Yhteensä	Kuiva-aine	Vesi	Yhteensä	Kuiva-aine	Vesi
Ruoantähteet	64	17	46	329	89	240
Kiinteät	51	16	35	263	83	180
Nesteet	13	1	12	66	7	60
Eritteet	689	32	657	3 564	166	3 398
Uloste	59	18	41	306	94	212
Virtsa	630	14	616	3 258	72	3 185
Yhteensä	753	49	703	3 893	255	3 637

Kirjallisuus (liite 3)

Alakangas, Eija 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Research Notes 2045. Espoo

FINELI 2001. Elintarvikkeiden koostumustietopankki, Kansanterveyslaitos, ravitsemusyksikkö, <http://www.ktl.fi/fineli/>, Updated 15.6.2001

NBHI 1998 .Finravinto 1997 –tutkimus. Kansanterveyslaitos, Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B8, Helsinki.

Grönroos, J., Nikander, A., Syri, S., Rekolainen, S. & Ekqvist, M. 1998. Maatalouden ammoniakkipäästöt. Suomen ympäristökeskus, Suomen ympäristö 206, Helsinki.

Heinonen, R., Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. & Kemppainen, E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö. WSOY, Helsinki.

IPCC (1996). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs5c.html>. Toukokuu 2001.

Kansaneläkelaitos 1990. Ruoka-aineiden ravintoainesisältö. Helsinki.

Kemira Agro Oy 1996. Lannoitteiden myynnin jakautuminen maatalousalueittain, Helsinki.

Kleiber, M. 1987. The Fire of Life. An Introduction to Animal Energetics (3rd Ed.). Malabar: Robert E. Krieger.

Lallukka, T. & Ovaskainen, M-L. 2001. Ruokamittoja. Kansanterveyslaitos, Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B3/2001, Helsinki.

Maynard, L., Loosli, J., Hintz, H. & Warner, R. 1979. Animal Nutrition (7th Ed.). New Delhi, McGraw-Hill.

Mäenpää, I. & Vanhala, P. 2002. Biologinen aineenvaihdunta ja elintarviketalouden ainevirrat Suomessa 1995. Teoksessa: Risku-Norja, H. (toim.): Maatalouden materiaalivirrat, ekotehokkuus ja ravinnontuotannon kestävä kilpailukyky, Aineiston ja menetelmän kuvaus. MTT:n selvityksiä 27, 32 – 112..

Valtion ravitsemusneuvottelukunta 1998. Suomalaiset ravitsemussuositukset. Komiteamietintö 1998:7, Helsinki, Maa- ja metsätalousministeriö.

Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Nienstedt I. 1992. Fysiologian ja anatomian perusteet. WSOY, Porvoo.

Pipatti, R. 2001. Greenhouse gas emissions and removals in Finland. Technical Research Center of Finland, VTT Research Notes 2094, Espoo.

STAKES 2000. Päihdetilastollinen vuosikirja 2000. SVT Sosiaaliturva 2000:2.

Suomen tilastollinen vuosikirja 1999. Tilastokeskus, SVT, Hämeenlinna.

Tennilä, L. 2000. Elintarvikkeiden kulutus kotitalouksissa 1998. Statistics Finland, SVT Tulot ja kulutus 2000:18, Helsinki.

Tilastokeskus 2002. Energiatilasto 2001. SVT Energia 2002:2, Helsinki.

Tuori, M., Kaustell, K., Valaja, J., Aimonen, E., Saarisalo, E. & Huhtanen, P. 1996. Rehu-
taulukot and ruokintasuositukset. Märehtijät - siat - siipikarja - turkiseläimet - hevoset.
Helsinki.

United Nations, European Commission, International Monetary Fund, OECD, World Bank
2003. Integrated Environmental and Economic Accounting 2003. Final draft,
<http://unstats.un.org/unsd/environment/seea2003.pdf>

Yki-Järvinen, H. 1999. Energia-aineenvaihdunta ja sen mittaaminen. Teoksessa: Ravitse-
mustiede, toim. Aro, A., Mutanen, M. & Uusitupa, M., Duodecim, Karisto Oy, Hämeenlin-
na, s. 254 – 265.

Valtion ravitsemusneuvottelukunta 1998. Suomalaiset ravitsemussuositukset. Komi-
teamietintö 1998:7, Helsinki, Maa- ja metsätalousministeriö.

Julkaisussa kuvataan Suomen kansantalouden ainevirrat taseina sekä esitetään järjestelmällisesti ainevirtatilinpidon laskentamenetelmä käsitteineen. Pääpiirteissään julkaisussa noudatetaan viime vuosien ahkerassa kansainvälisessä yhteistyössä syntynyttä mallistoa, mutta tilinpidon standardia on täsmennetty ja saatettu käytännöllisemmäksi.

Kansantalouden ainevirtatilinpito kokoaa yhtenäisen kehikon sirpaleiselle yhteiskunnalliselle ympäristötiedolle. Ainevirrat ovat se perusta, johon lähes kaikki ympäristövaikutukset kiteytyvät. Aineidenkäytön tilastointi on välttämätöntä myös, koska laajasti hyväksytty päämäärä EU:n ympäristöpolitiikassa on kasvattaa kansantuotetta ilman luonnonvarojen käytön samansuhteista kasvua.

Ainevirtatilinpitoa voidaan pitää virstanpylväänä siinä jatkumossa, jonka kansantalouden tilinpito vuosikymmeniä sitten aloitti. Kansantalouden tilinpito kuvaa rahavirrat talouselämässä, ainevirtatilinpito samassa kehikossa kansantalouden aineidenkäytön eli 'yhteiskunnan metabolismin'. Ainevirtatilinpito esittää aineiden määrällisen virran luonnosta talouteen, talouden sisällä, kansantalouksien välillä sekä taloudesta takaisin luontoon.

Tämä teos on kansantalouden fysiikkaa, ainetta ja ajatusta. Se sopii opasteeksi ympäristöpolitiikalle sekä talouden ja ympäristön vuorovaikutuksen tutkijoille ja opiskelijoille. Kirjoittaja, dosentti Ilmo Mäenpää on aiheen kansainvälisesti arvostettu tutkija ja auktoriteetti Suomessa.

Tilastokeskus, myyntipalvelu
PL 4C
00022 TILASTOKESKUS
puh. (09) 1734 2011
faksi (09) 1734 2500
myynti@tilastokeskus.fi
www.tilastokeskus.fi

Statistikcentralen, försäljning
PB 4C
00022 STATISTIKCENTRALEN
tfn (09) 1734 2011
fax (09) 1734 2500
myynti@stat.fi
www.stat.fi

Statistics Finland, Sales Services
P.O.Box 4C
FI-00022 STATISTICS FINLAND
Tel. +358 9 1734 2011
Fax +358 9 1734 2500
myynti@stat.fi
www.stat.fi

ISBN 952-467-486-6
Tuotenumero 9543
Hinta CE