

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknillinen tiedekunta

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

BH10A0300 Ympäristötekniikan kandidaatintyö ja seminaari

VESIJALANJÄLKI EKOTEHOKKUUDEN MITTARINA

Water footprint; an indicator of eco-efficiency

Työn tarkastaja: Professori, KTT, Lassi Linnanen

Työn ohjaaja: Tutkijakoulutettava, DI, Juha Kortelainen

Lappeenrannassa 26.04.2009

Minna Tolvanen

SISÄLLYSLUETTELO

KÄSITELUETTELO	2
1 JOHDANTO	3
2 EKOTEHOKKUUS	4
2.1 Ekotehokkuus ja liiketoiminta	5
2.2 Ekotehokkuuden mittareita	7
2.2.1 Elinkaariajattelu ja -arviointi	7
2.2.2 Ekologinen selkäreppu ja MIPS	8
2.2.3 Kulutuksen mittaus	9
2.2.4 Ekologinen jalanjälki	9
3 VESIJALANJÄLKI	10
3.1 Kansalliset vesijalanjäljet	13
3.1.1 Sisäinen vesijalanjälki	14
3.1.2 Ulkoinen vesijalanjälki	15
3.1.3 Kansallisen vesijalanjäljen vähennyskeinot	16
3.2 Tuotteiden vesijalanjäljet	17
3.2.1 Vihreä vesijalanjälki	18
3.2.2 Sininen vesijalanjälki	18
3.2.3 Harmaa vesijalanjälki	20
3.3 Vesisäästöt ja -häviöt	20
3.3.1 Kansalliset vesisäästöt ja -häviöt	21
3.3.2 Globaalit vesisäästöt ja -häviöt	23
4 RUOKAVALIOVERTAILU	25
4.1 Normaaliruokavalio	26
4.2 Kasvisruokavalio	30
4.3 Tulosten tarkastelu	33
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	34
6 YHTEENVETO	36
LÄHDELUETTELO	38

LIITE I Raaka-aineiden energia-arvoja

LIITE II Raaka-aineiden virtuaalivesisisältöjä

KÄSITELUETTELO

Abioottinen raaka-aine

Kaikki suoraan luonnosta otettu, elottomaan ja uusiutumattomaan luontoon kuuluvat materiaalit

Bioottinen raaka-aine

Kaikki elollisesta luonnosta otetut uusiutuvat, käsittelemättömät luonnon materiaalit

Win-win-tilanne

Yritys hyötyy hyvästä ympäristöasioiden hoidosta. Molemmat siis voitavat sekä ympäristö- että talouspuoli.

Virtuaalivesi

Tuotteen tai palvelun valmistukseen käytetyn veden määrä.

1 JOHDANTO

Vesi on noussut yhdeksi kansainvälisesti tärkeimmistä raaka-aineista ja keskustelunaiheista. Vettä käytetään mm. maanviljelykseen, tavaroiden valmistukseen ja jalostukseen sekä juomana. Vaikka vettä on runsaasti ympäri maapalloa, ei valtamerien suolaista vettä voida käyttää ilman kalliita käsittelyjä kastelu- tai juomavetenä. Makean veden lisääntynyt käyttö aiheuttaa vesipulaa esimerkiksi Afrikan pohjoisosissa ja Lähi-idässä, eikä puhdasta juomavettä löydy kaikkialta maailmasta tarpeeksi. Vettä on jopa veikattu seuraavaksi kansainväliseksi kriisin aiheeksi öljyn jälkeen.

Nykyisin vallalla olevan ideologian mukaan vettä tulisi käyttää säästeliäästi ja kehittää uusia teknologioita, joilla kulutettaisiin vähemmän vettä. Tämänkaltaista toimintaa voidaan mieltää myös ekotehokkuudeksi. Ekotehokkuus on yksi liiketoiminnan ominaisuus, jota on viime vuosina alettu arvostamaan yhä enemmän. Yleensä yrityksen kuva kuluttajille paranee, kun se ottaa huomioon myös ympäristöarvoja. Ekologinen jalanjälki on yksi tapa, jolla ekotehokkuutta voidaan mitata. Ideaa jalostamalla on kehitetty vesijalanjälki, jonka pienentäminen onnistuu ekotehokkailla ratkaisulla.

Tässä kandidaatintyössä perehdytään varsinaisesti vesijalanjälkeen, jonka konseptin Arjen Y. Hoekstra ja Ashok K. Chapagain kehittivät. Vesijalanjäljellä voidaan mitata kuinka paljon vettä tietty tuote tarvitsee valmistukseen tai kuinka paljon tietty kansakunta kuluttaa vettä. Työssä tullaan erittelemään vesijalanjäljen eri ominaisuuksia ja kertomaan sen osa-alueiden koostumuksesta. Koska vesijalanjälki on uusi käsite, ei siitä ole kirjallista tietoa kovin paljon. Tämä kandidaatintyö pohjautuu vesijalanjälkiosuudeltaan Hoekstran ja Chapagainin tietoihin.

Kandidaatintyön caseosassa vertaillaan normaalin ruokavalion ja kasvisruokavalion eroavaisuuksia vesijalanjäljiltään. Jalostetut elintarvikkeet vaativat enemmän vettä kuin jalostamattomat, ja tässä työssä ollaan kiinnostuneita siitä, kuinka paljon ruokavalion valinta käytännössä säästää vesivaroja.

2 EKOTEHOKKUUS

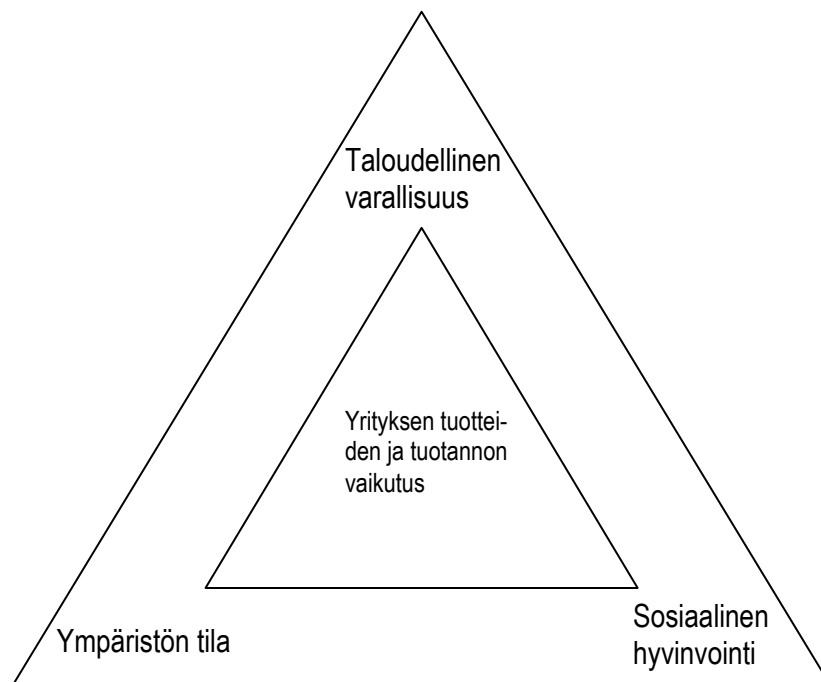
Ekotehokkuudesta puhuttiin ensimmäisen kerran YK:n järjestämässä ympäristö- ja kehityskonferenssissa Rio de Janeirossa vuonna 1992. Sen esitteli World Business for Sustainable Development (WBCSD), joka on kansainvälistä elinkeinoelämää edustava järjestö. Ekotehokkuus voidaan määritellä tehokkuudeksi, jonka avulla inhimilliset tarpeet täytetään ekologisia resursseja käyttäen (Dahlbo 2003, 10). Käytännössä ekotehokkuuden tavoitteena on saada enemmän aikaan vähemmällä raaka-aineilla. Tuotteen tai palvelun ympäristöhaittavaikutuksia pyritään pienentämään koko tuotteen tai palvelun elinkaaren ajalta. Kun onnistutaan saamaan enemmän vähemmällä, tulee kustannus säästöjä ja yrityksen kilpailukyky paranee (Ympäristö 2008). Ekotehokkuutta voidaan laskea tai ilmaista seuraavanlaisen yhtälön avulla

$$\text{ekotehokkuus} = \frac{\text{tuotteiden ja palvelujen arvo}}{\text{toiminnasta aiheutuvat ympäristövaikutukset}} \quad (1)$$

(Dahlbo 2003, 11).

Ekotehokkuus ohjaa organisaatioita ja käytäntöjä kohti kestävästä kehitystä ja sitä voidaan käyttää valvonnan ja raportoinnin työkaluna. (Lehni, 2000, 8). Ekotehokkuuden parantaminen ei kuitenkaan automaattisesti takaa kestävästä kehitystä. Lisäämällä tuotteiden arvoa toiminnan ympäristövaikutuksia kohden, voi silti aiheutua ympäristön kannalta liian suurta haittaa tai peruuttamatonta tuhoa. Luonnonvarojen käytön absoluuttinen vähentäminen on tärkeää, jotta luonnonvarojen ja hyvinvoinnin suhteellinen kasvu olisi mahdollista (Lehni 2000, 10).

Ekotehokkuuden seuraava askel olisi vastuullinen yritystoiminta, jolloin kestävä kehityksen kolme osa-aluetta olisivat tasapainossa (Lehni 2000, 10). Nykyisellään ekotehokkuus keskittyy lähinnä ympäristön tilaan ja taloudelliseen tuottavuuteen, jättäen sosiaalisen hyvinvoinnin pois laskuista. Kuvassa 1 on esitetty kestävä kehityksen kolmio. Mitä enemmän nämä osa-alueet ovat tasapainossa, sitä kestävämpää ja vastuullisempaa yritystoiminta on (Lehni 2000, 4).



Kuva 1. Kestävän kehityksen kolmio (mukaillen Heiskanen 2004, 18)

Vaikka ekotehokkuus on laajalti hyväksytty idea, se ei ole ratkaisu kestävän kehityksen ongelmiin, eikä sitä ole niihin vielä tarkoitettukaan. Ekotehokkuus on eräänlainen porras matkalla kestävään kehitykseen. Sen tarkoituksena on tarjota parempaa elämän laatua ja hyvinvointia kaikille ja samalla rajoittaa luonnon resurssien käyttöä sekä ehkäistä luonnon saastumista (Lehni 2000, 12).

2.1 Ekotehokkuus ja liiketoiminta

Kuten Pasquale Pistorio, Stmicroelectronicsin johtaja, sanoi: ”Ekotehokkuus ja kestävä kehitys eivät ole ilmaisia. Itse asiassa markkinajohtajalle ne ovat enemmän kuin ilmaisia, koska he saavat todellista voittoa ja kilpailuetua niistä” (Lehni 2000, 15). Ekotehokkuus on yhtiöille todella myös kannattavaa toimintaa sekä pitkällä että lyhyellä tähtämellä. Win-win-tilanteita ja uusia innovaatioita syntyy, kun huomioidaan myös ympäristönäkökulmia. Lyhyellä tähtämellä voittoa tulee mm. energia- ja kustannusvirtojen pienentämisestä, ympäristöongelmien ja –onnettomuuksien vähenemisestä sekä asiakkaiden kiinnostuksesta ympäristöystävällisempää tuotetta tai palvelua kohtaan. Pitkällä

tähtämellä yritykset ovat jo valmiiksi varautuneet kiristyiin määräyksiin ja lakeihin, varmistaneet raaka-aineiden ja energian riittävyyden sekä päästörajojen alittumisen. Myös yrityksen maine säilyy hyvänä ajatellen tulevia sijoittajia tai rekrytointia (Lovio, Kuisma 2004, 26–29).

Voidaan sanoa, että ekotehokkaassa liiketoimessa on neljä erilaista kohtaa, joihin tulisi kiinnittää erityisesti huomiota. Ensimmäisenä on uudelleen suunnittelu, jossa käydään läpi raaka-aineiden, päästöjen ym. vähennysmahdollisuudet. Toiseksi prosesseissa tulisi pyrkiä jäteteettömyyttä kohden. Tämä onnistuu mm. kierrättämällä. Omat jätteet voivat olla jollekin muulle arvokasta käyttötavaraa. Näin tapahtuu usein esimerkiksi kemianteollisuudessa. Kolmantena kohtana on suunnitella tuotteet uudelleen, jolloin niistä tulee usein halvempia ja kestävämpiä. Mielestäni vaihtopäinen tiskiharja on tästä oiva esimerkki. Se on tavallinen tiskiharja, johon vaihdetaan vain harjaspää, ja varsi pysyy samana. Näin ollen harjaspäitä voidaan myydä kuluttajille halvemmalla ja kaatopaikkasijoitettavaa jätettä tulee vähemmän. Viimeiseksi kannattaisi miettiä markkinat uudelleen omalle tuotteelle tai palvelulle; tarvitseeko kuluttaja tuotetta vai vain palvelua, kuten autoa tai vain autokyytiä (Lehni 2000, 17).

Liiketoimintaa voidaan ohjata kohti ekotehokkuutta myös valtion taholta. Erilaiset lainsäädännöt ja päästöjen rajoitukset pakottavat yrityksiä kehittämään uudenlaisia ratkaisuja ympäristön hyväksi. Suomessa vapaaehtoisista standardeista on käytössä ISO 14001- järjestelmä sekä EMAS -järjestelmä, joka rajoittuu vain Euroopan alueelle. EMAS- selonteossa tehdään läpinäkyvä raportti suurelle yleisölle ympäristöasioista ja raportilla on ulkopuolinen tarkastaja (Lovio 2000, 124). Vapaaehtoisesta raportoinnista hyvä esimerkki on GRI (Global Reporting Initiative), jonka avulla tehty G3-raportti antaa todella hyvän ja läpinäkyvän kuvan yrityksen kestävästä kehityksestä. (GRI 2008)

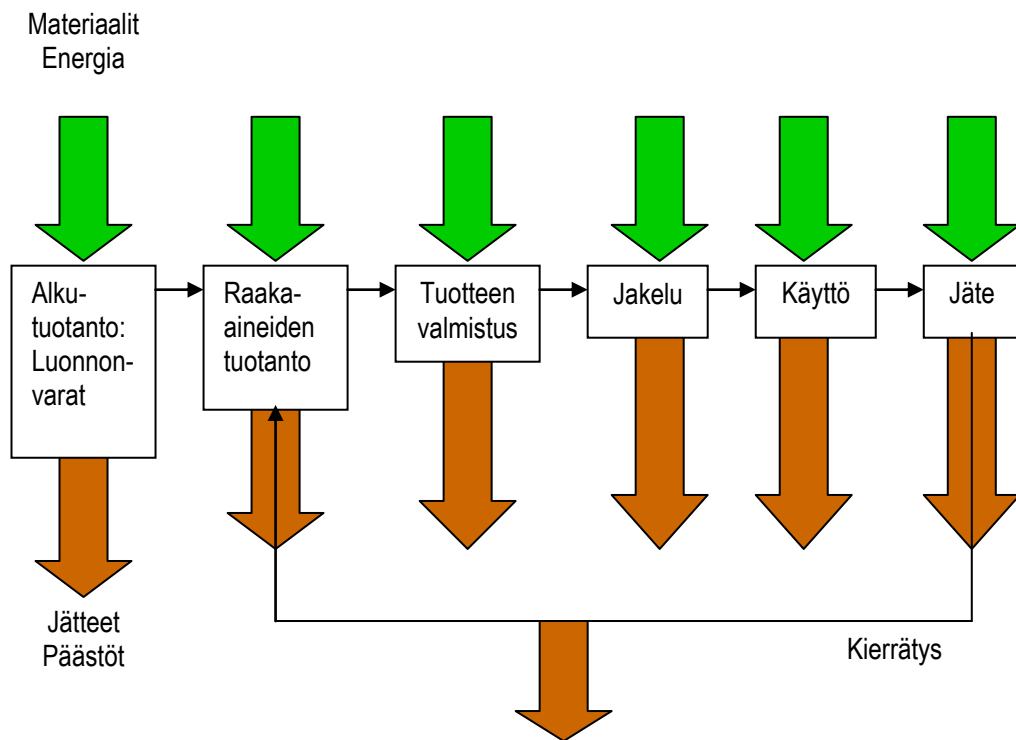
2.2 Ekotehokkuuden mittareita

Ekotehokkuudelle on kehitetty erilaisia mittareita, joilla kaikilla on erilainen laskentatapa. Toiset mittareista ovat absoluuttisia, kuten sähkönkäytön mittaaminen, ja toiset mittarit mittaavat suhteellista kulutusta, kuten MIPS. Tässä kappaleessa esittelen niistä muutamia tärkeimpiä.

2.2.1 Elinkaariajattelu ja -arviointi

Yritysten ja yhteisöjen ekotehokkuutta voidaan parantaa tuotteiden ja palvelujen valmistukseen tarvittavien raaka-aineiden ja käytöstä aiheutuvien ympäristövaikutusten vähentämisellä sekä parantamalla tuotteiden kierrätettävyyttä. Tuotteen tai palvelun ympäristövaikutuksia voidaan tarkastella elinkaariarvioinnin avulla. (Ympäristö 2008)

Elinkaariarvioinnissa tehdään tarkat rajaukset, mitä energia- ja materiaalivirtoja otetaan mukaan tarkasteluun. Muodolliset elinkaariarvioinnit ovat kalliita ja hitaita tehdä, sillä niissä otetaan enemmän eri energia- ja materiaalivirtoja huomioon kuin yleensä yrityksissä tehtävissä tarkasteluissa. Nykyisissä elinkaariarvioinnin standardeissa elinkaariarviointi on jaettu eri osiin. Näitä osia ovat tavoitteen asettaminen ja rajaus, inventaarioanalyysi, vaikutusarviointi ja tulkinta. Tämän tavan suurin etu on systeemin läpinäkyvyys. Kun aihe on rajattu selkeästi, raportista käy selvästi ilmi, mitä kaikkea arviointiin on sisällytetty. Toisaalta mitä useampia energia- ja materiaalivirtoja otetaan tarkastelussa huomioon, sitä moniselitteisempi tuloksesta tulee. Kun tutkimukset menevät ristiin, ei voida varmuudella sanoa, mikä tuote tai palvelu olisi kaikista ympäristöystävällisin. Tällaisessa tapauksessa kuluttajan usko ympäristöystävällisiin tuotteisiin tai palveluihin voi horjua. (Heiskanen 2004, 135–138) Kuvassa 2 on esitelty tuotteen elinkaari.



Kuva 2. Tuotteen elinkaari. Parantamalla kierrätystä tai vähentämällä muita virtoja parannetaan ekotehokkuutta (mukaillen Heureka 2007).

2.2.2 Ekologinen selkäreppu ja MIPS

Ekologinen selkäreppu kuvastaa tuotteen tai palvelun valmistuksen, käytön ja käytöstä poiston materiaalin määrää. Mitä enemmän tuotteen tai palvelun valmistukseen, käyttöön ja käytöstä poistoon kuluu materiaalia, sitä painavampi on sen ekologinen selkäreppu. Ekologinen selkäreppu on siis tuotteen näkymätön materiaalikäyttö, joka ei kuitenkaan ota huomioon hyödykkeen omaa painoa (Luonnonsuojeluliitto).

MIPS puolestaan suhteuttaa ekologisen selkäreppun eli materiaalin käytön tuotteesta tai palvelusta saatuun hyötyyn. MIPS-tarkastelulla voidaan verrata saman tuotteen tai palvelun erilaisia tuotantotapoja ja siirtyä kohti pienempiä MIPS-lukuja. MIPSin käänteis-lukuna saadaan luonnonvaratuottavuus (Ritthoff 2004, 9). MIPS-luku voidaan laskea yhtälöllä 2,

$$\text{MIPS} = \frac{\text{MI}}{\text{S}} = \frac{\text{Tuotteen/palvelun koko elinkaaren aikainen materiaalikulutus}}{\text{Tuotteesta/palvelusta saadun hyödyn määrä}} \quad (2)$$

(Luonnonsuojeluliitto)

Materiaalinkulutus voidaan eritellä viiteen erilaiseen ainekseen: abioottiset raaka-aineet, bioottiset raaka-aineet, maa- ja metsätaloudessa siirretty maaperä, vesi, ilma (Ritthoff 2004, 12)

2.2.3 Kulutuksen mittaus

Yritys voi mitata itseltään monenlaista kulutusta kuten sähkön kulutusta, materiaalien kulutusta, kuljetuskuluja ja monia muita kohteita. Kulutuksen mittaus on absoluuttinen ekotehokkuuden mittari, joka ei ota millään tavalla kulutuksesta saatuja hyötyjä huomioon. Mitä vähemmän näiden kaltaisia kuluja muodostuu tuotannon pysyessä ennallaan, sitä enemmän yrityksen voidaan olettaa tekevän voittoa ja saastuttavan luontoa.

2.2.4 Ekologinen jalanjälki

Ihmiset tarvitsevat itselleen maa- ja vesialueita tuottaakseen, käyttääkseen ja hävittääkseen tarvitsemiaan tuotteita. Ekologinen jalanjälki vertaa tätä maa- ja vesialueiden tarvetta Maan vapaisiin maa- ja vesialueisiin sekä niiden uusiutumiskykyyn. Jalanjäljen ollessa yksi, on kulutus kestävällä pohjalla. Mitä suuremmaksi jalanjälki kasvaa, sitä enemmän luonnonvarat katoavat eivätkä enää uusiudu maapallolla. Esimerkiksi nykyisellään ihmiskunta tarvitsisi 1,3 maapalloa, jotta kulutus olisi kestävä. (GNF World 2008) Ekologista jalanjälkeä kehitettäessä on päädytty uudenlaisiin mittareihin, kuten vesijalanjälkeen ja hiilijalanjälkeen, joka on nykyisellään yli 50 % koko maailman ekologisesta jalanjäljestä. (GNF Carbon 2008)

3 VESIJALANJÄLKI

Vesijalan jälki on uusi tapa mitata ihmisten kulutusta ja pyrkiä vähentämään luonnon raaka-aineiden käyttöä. Se eroaa ekologisesta jalanjäljestä mm. mittaussuureellaan. Ekologista jalanjälkeä mitataan hehtaareissa, kun taas vesijalanjälkeä mitataan litroissa ja kuutiometreissä. Vesijalanjälki otettiin terminä käyttöön vuonna 2002 ja on näin ollen suhteellisen tuore käsite. Se ilmaisee ihmisten veden käytön vaikutusta maailmanlaajuisiin makean veden varoihin. Vesijalanjälkeä voidaan käyttää ilmaisemaan kansakuntien tai yhteisöjen veden käyttöä, maailmanlaajuista veden käyttöä tai tuotteiden tai palvelujen valmistukseen ja käyttöön ilmaisevaa veden käyttöä. Vesijalanjälki ottaa huomioon myös maiden ulkopuolilta tulevat ja maan rajojen ulkopuolelle menevät vesivirrat, joka erottaa sen muista tavoista mitata veden kulutusta (Hoekstra 2008, 3-4).

Vesijalanjälkeä määritettäessä vesivirrat voidaan jakaa tuotteen todelliseen vesisisältöön ja niin sanottuun virtuaalivesisisältöön. Todellinen vesisisältö ilmaisee tuotteen tämän hetkisen veden tilavuuden. Kahvikupillisen todellinen vesisisältö esimerkiksi on 125 millilitraa. Virtuaalivesisisältö puolestaan ilmaisee kuinka paljon tuotteen valmistukseen on käytetty vettä. Taulukosta 1 käy ilmi, että kahvikupillisen valmistukseen tarvitaan keskimäärin 140 litraa virtuaalivettä, joista suurin osa menee kahvipapujen kasvatukseen. Kahvipapujen jalostaminen valmiiksi kahvinporoksi ja valmiin kahvin valmistus lisää vesijalanjälkeä siis häviävän pienen osan verrattuna viljelyyn (Hoekstra 2008, 7-9).

Vesivarat eivät ole jakautuneet tasaisesti maapallolla. Osalla kansakunnista on huomattavasti suuremmat vesivarat kuin toisilla, minkä takia kaikki eivät toteuta kestäväää veden käyttöä. Kuiviin maihin tuodaan enemmän vesisisällöltään suurempia tuotteita kuin viedään. Vähäisten vesivarojen kansakunnissa on vaarana käyttää vesivarat loppuun. Kun kuivan maan järvestä loppuu vesi, siihen ei välttämättä tule uutta vettä tilalle kuten Suomessa (Hoekstra 2008, 31–33).

Taulukko1. Esimerkki tuotteiden globaaleja virtuaalivesisisältöjä (Hoekstra 2008, 15)

Tuote	Tilavuus/paino	Virtuaalivesisisältö litroina
A4 paperi	80 g/m ²	10
Tomaatti	70 g	13
Peruna	100 g	25
Kupillinen teetä	250 ml	35
Leipäpala	30 g	40
Appelsiini	100 g	50
Omena	100 g	70
Lasillinen olutta	250 ml	75
Lasillinen viiniä	125 ml	120
Kananmuna	40 g	135
Kupillinen kahvia	125 ml	140
Perunalastuja	200 g	185
Lasillinen maitoa	200 ml	200
Hampurilainen	150 g	2 400
Kenkäpari	-	8 000

Kansakunnan voidaan sanoa olevan omavarainen veden suhteen, jos sen tarvitsemat tuotteet pystytään tuottamaan oman maan sisältä tulevalla vedellä 100 %:sti. Kansakunnat voivat pyrkiä kohti veden omavaraisuutta, mutta tämän ei pidä olla itseisarvo. Kuten taulukosta 2 käy ilmi, esimerkiksi Suomen omavaraisuus veden suhteen on vain 59 %, mutta silti Suomi ei ole tarvittaessa riippuvainen muista maista veden suhteen. Suomessa veden niukkuus on vain 8 %. Toisaalta Tšekin tasavallassa veden omavaraisuus on 71 %, mutta veden niukkuus 123 %. Veden omavaraisuus lasketaan seuraavalla yhtälöllä

$$\text{Veden omavaraisuus} = \frac{\text{Sisäinen vesijalanjälki}}{\text{Kokonaisvesijalanjälki}} \quad (3)$$

Sisäistä ja kokonaisvesijalanjälkeä käsitellään myöhemmin (Hoekstra 2008, 31–33, 194).

Veden niukkuuden ollessa yli 100 %:a, kyseessä olevan kansakunnan ihmiset kuluttavat ja tarvitsevat tavaroiden valmistamiseen enemmän vettä kuin maan rajojen sisällä on tarjolla. Tämä voidaan mahdollistaa vesisisällöltään korkeiden tuotteiden tuonnilla maahan. Veden niukkuus määritellään kansakunnan vesijalanjäljellä ja veden saatavuudella seuraavalla yhtälöllä

$$\text{Kansakunnan veden niukkuus} = \frac{\text{Kansakunnan vesijalanjälki}}{\text{Kansakunnan veden saatavuus}} \cdot 100\% \quad (4)$$

(Hoekstra 2008, 156).

Taulukko 2. Joidenkin EU-maiden, Norjan, Yhdysvaltojen ja Kiinan vesitilastoja.

Maa	Uusiutuvat kokonaisvesivarat [10 ⁹ m ³ /a]	Sisäinen vesijalanjälki [10 ⁹ m ³ /a]	Ulkoisen vesijalanjälki [10 ⁹ m ³ /a]	Kokonaisjalanjälki [10 ⁹ m ³ /a]	Veden niukkuus [%]	Veden omavaraisuus [%]	Veden tuonti riippuvuus [%]
Suomi	110	5,30	3,63	8,93	8	59	41
Ruotsi	174	6,73	7,64	14,37	8	47	53
Norja	382	2,57	3,99	6,56	2	39	61
Tanska	6,0	3,04	4,64	7,68	128	40	60
Islanti	170	0,14	0,23	0,37	0	38	62
Tšekki	13,2	11,44	4,70	16,15	123	71	29
Saksa	154	59,86	67,09	126,95	82	47	53
Ranska	204	69,10	41,09	110,19	54	63	37
UK	147	21,67	51,40	73,07	50	30	70
USA	3 069	565,82	130,19	696,01	23	81	19
Kiina	2 897	825,94	57,44	883,39	30	93	7

Kansalliseen vesijalanjälkeen vaikuttavat käytännössä neljä eri tekijää: makean veden kulutus, joka on yleensä yhteydessä bruttokansantuotteeseen, kulutustottumukset, esimerkiksi lihansyönti vs. kasvissyönti sekä peseytymiskäytäntö, ilmasto ja kasvuolot, kuten yleinen kosteusprosentti ja kasvukausi, sekä maatalouskäytännöt, joka kertoo vedenkäytön tehokkuudesta. Varsinkin maatalouteen liittyvät asiat ovat ratkaisevassa

asemassa, koska maatalouden osuus vesijalanjäljestä on monissa maissa suurempi kuin teollisuuden tai kotitalouskäytön. Esimerkiksi lihakarjan kasvatus ja lihanjalostus vie enemmän vesivaroja kuin viljakasvien jalostus ruuaksi. (Hoekstra 2008, 61–62).

3.1 Kansalliset vesijalanjäljet

Kansallinen vesijalanjälki antaa tietoa eri maiden vedenkulutuksesta. Se ilmaisee, kuinka paljon tietty kansakunnan sisällä käytetään makeaa vettä. Makeaa vettä kuluu mm. kotitalouksissa, maanviljelyksessä ja teollisuudessa. Varsinkin kotitalouksien vedenkulutus vaihtelee suuresti eri kansakunnissa. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että vedenkulutus lisääntyy bruttokansantuotteen kasvaessa, eli rikkaat kuluttavat enemmän. Rikkaista kansakunnista löytyy toki poikkeuksia. Alankomaiden kotitalousvedenkulutus on 28 m^3 makeaa vettä vuodessa henkilöä kohden, kun taas esimerkiksi Australian kotitalousvedenkulutus on 340 m^3 vuodessa henkilöä kohden. Nämä erot selittyvät lähinnä kulutustottumuksilla (Hoekstra 2008, 16). Kansallista vesijalanjälkeä voidaan arvioida ja laskea seuraavalla yhtälöllä:

$$WF_n = \sum_p^i C[p] \cdot v[p], \quad (5)$$

jossa WF_n = Kansakunnan vesijalanjälki

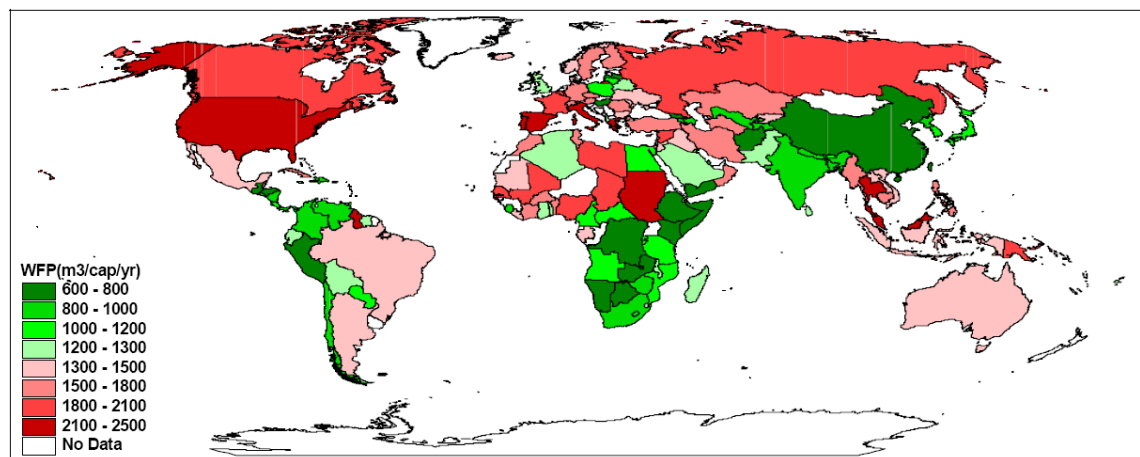
$C[p]$ = Tuotteen p kulutus kansakunnassa [t/vuosi]

$v[p]$ = tuotteen p virtuaalivesisisältö [m^3 /vuosi] (Hoekstra 2008, 154).

Koska tietyn kansakunnan sisällä tapahtuvan maanviljelyn tuotteet sekä teollisuudesta saatavat tuotteet eivät välttämättä jää maan rajojen sisäpuolelle, ja muualta maailmasta tuodaan tuotteita tähän maahan, tarvitsee tässä jakaa vesijalanjälki kahteen osaan; kotimaisten vesivarojen käyttöön sekä tuontiveden käyttöön (Hoekstra 2008, 51–53). Suurimpia vedenvientimaita ovat Yhdysvallat, Kanada, Ranska, Australia, Kiina, Saksa, Brasilia, Alankomaat ja Argentiina. Nämä maat vievät paljon virtuaalivesisisällöltään suuria tuotteita, mm. viljelyskasveja ja lihaa. Suurimpia vedentuontimaita puolestaan ovat Yhdysvallat, Saksa, Japani, Italia, Ranska, Alankomaat, Iso-Britannia ja Kiina.

Näihin maihin taas tuodaan vesisisällöltään suuria tuotteita. Virtuaalivesivirran ollessa kansakunnalle tuontisuhteinen ei siis tarkoita, että maa kärsisi makean veden pulasta. Kun kansakunnalla on paljon virtuaalivesivientiä ja –tuontia, se tarkoittaa että kansakunta tekee paljon kansainvälistä kauppaa. Kansakunta voi esimerkiksi tehdä bisnestä tuotteiden jalostuksella ja jatkoviennillä (Hoekstra 2008, 22–25).

Kansakuntien vesijalanjälkeä laskettaessa ja vertailtaessa on hyvä pitää mielessä mittasuhteet. Jos lasketaan absoluuttista jalanjälkeä, on Intialla kaikkein suurin jalanjälki, 987 miljoonaa m³/vuosi. Intian väkiluku kuitenkin kattaa 17 % kaikista maailman ihmisistä ja väkilukuun suhteutettuna Intian jalanjälki olisi vain 13 % maailman kokonaisvesijalanjäljestä. Yhdysvalloilla on tällä hetkellä väkilukuun suhteutettuna suurin vesijalanjälki, 2 480 m³ vuodessa henkilöä kohden. Kuvassa 3 on osoitettu millä kansakunnalla on keskimääräistä suurempi (punainen) ja millä pienempi (vihreä) vesijalanjälki. Keskimääräinen vesijalanjälki on 1 240 m³ vuodessa henkilöä kohden.



Kuva 3. Eri kansakuntien keskimääräiset vesijalanjäljet [m³/ihminen/vuosi] (Chapagain 2004, 52)

3.1.1 Sisäinen vesijalanjälki

Sisäinen vesijalanjälki tarkoittaa kotimaisten vesivarantojen käyttöä, kun tehdään tuotteita tai palveluja, joita kotimaan asukkaat käyttävät. Se on yhtä kuin kokonaisvedenkulutus kansakunnan talouselämässä pois lukien kansakunnan virtuaaliveden viennin tuot-

teissa ja palveluissa (Hoekstra 2008, 54). Laskennassa voidaan käyttää seuraavaa yhtälöä:

$$WF_i = WU_a + WU_i + WU_d - V_{e,d}, \quad (6)$$

jossa WF_i = Sisäinen vesijalanjälki

WU_a = Maatalouden käyttämä vesi kansakunnan sisällä

WU_i = Teollisuuden käyttämä vesi kansakunnan sisällä

WU_d = Kotitalouksien käyttämä vesi kansakunnan sisällä

$V_{e,d}$ = Virtuaaliveden bruttovienti, koskien kansakunnan sisällä tuotettuja tuotteita ja palveluita (Hoekstra 2008, 155).

3.1.2 Ulkoinen vesijalanjälki

Kansakunnan ulkoinen vesijalanjälki voidaan määritellä tietyksi vesivarantojen tilavuudeksi, joka käytetään maahantuotavien tuotteiden ja palvelujen valmistukseen tuotteita ja palveluita valmistavissa maissa. Se on yhtä kuin virtuaaliveden tuonti kansakuntaan pois lukien virtuaaliveden määrä niistä tuotteista ja palveluista, jotka on ensin tuotu maahan ja sitten viedään edelleen seuraavaan maahan (Hoekstra 2008, 54). Ulkoista vesijalanjälkeä voi laskea yhtälöllä

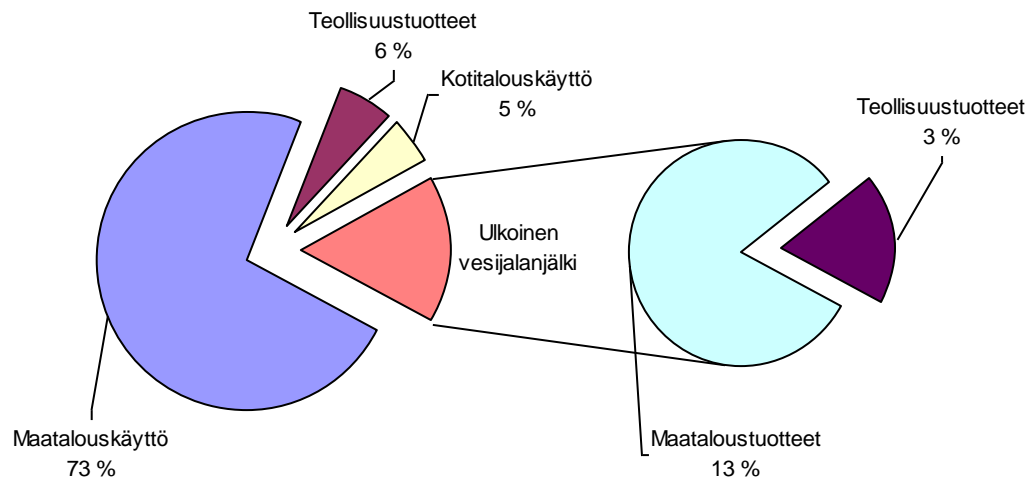
$$WF_e = V_i - V_{e,r}, \quad (7)$$

jossa WF_e = Ulkoinen vesijalanjälki

V_i = Virtuaaliveden tuonti kansakuntaan

$V_{e,r}$ = Maahantuotujen ja maasta poisvietyjen tuotteiden ja palvelujen virtuaalivesisisältö (Hoekstra 2008, 155).

Sekä sisäinen että ulkoinen jalanjälki sisältävät vihreän, sinisen ja harmaan veden kulkukäytön. Näistä lisää myöhemmin. Koko maailman kattavan vesijalanjäljen sisäisen ja ulkoisen vesijalanjäljen kaavio on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Globaalin vesijalanjäljen jakautuminen eri kategorioihin ulkoisessa ja sisäisessä vesijalanjäljessä, Globaalin vesijalanjäljen suuruus on 7 450 Gm³/vuosi (mukaiillen Hoekstra 2008, 58).

3.1.3 Kansallisen vesijalanjäljen vähennyskeinot

Kansallisen vesijalanjäljen pienentämiseen on monia keinoja ja uusia innovaatiota tulee jatkuvasti. Yksi selkeä keino on katkaista talouskasvun ja lisääntyvän vedenkäytön yhdyside. Tämän voi toteuttaa mm. vaihtamalla vanha käytössä oleva tekniikka uuteen vettä säästävään versioon. Monissa maissa on maatalouden saralla paljon parannettavaa mm. sadeveden hyötykäytössä, jolloin voitaisiin vähentää kastelun tarvetta (Hoekstra 2008, 63).

Toinen keino voisi olla muuttamalla käyttäytymistapoja vähemmän vettä kuluttaviin tapoihin. Esimerkiksi lihansyönti suurentaa vesijalanjälkeä kasvissyöntiin verrattuna huomattavan paljon. Tämä tuskin kuitenkaan onnistuu ilman lihan hinnannousua ja tietoisuuden lisäämistä, koska maailmanlaajuinen trendi osoittaa lihansyönnin olevan kasvussa. Toistaiseksi vedenkulutuksesta muodostuvat kustannukset eivät ole mukana hinnoittelussa (Hoekstra 2008, 63).

Kolmas keino kansalliseen vesijalanjäljen pienentämiseen voisi olla tuotannon siirtäminen veden kannalta huonojen tuotantokykyjen alueilta hyvin tuottaville alueille. Sadevedellä tuotetut tuotteet ovat ympäristöystävällisempiä kuin pinta- tai pohjavedellä tuotetut. Tämä lisäisi globaalia vedenkäytön tehokkuutta, mutta lisäisi toisaalta kuivien kansakuntien vesiriippuvuutta muista maista (Hoekstra 2008, 63).

3.2 Tuotteiden vesijalanjäljet

Tuotteiden valmistustavat, materiaalit ja käytetyt resurssit ovat tulleet kuluttajien mielenkiinnon kohteiksi lisääntyneen ympäristötietoisuuden ansiosta. Kuinka paljon tiettyyn tuotteeseen kuluu luonnonvaroja ja voisiko tämän tuotteen korvata ympäristöystävällisemmällä tuotteella, ovat kysymyksiä, jotka kannattaa nykyään esittää itselleen (Hoekstra 2008, 85). Saman tuotteen virtuaalivesisisällöt voivat vaihdella suuresti, riippuen siitä, missä ja miten tuote on valmistettu. Pinta- tai pohjavedellä kasvatetut kasvit voivat tukea kestävämpää kehitystä ja lopulta hävittää sen kansakunnan vesivaroja kuivattamalla esimerkiksi järven kokonaan. Sadevedellä kasvatetut kasvit eivät puolestaan kuluta pinta- tai pohjavesiä, ja on näin ollen kestävämpää kehitystä (Hoekstra 2008, 32).

Tuotteiden virtuaalivesisisältö ei kerro mitään tuotteen käytöstä, käyttöiästä tai käyttäjästä, se kertoo vain kuinka paljon vettä on tarvittu tietyn tuotteen valmistukseen (Hoekstra 2008, 128). Tuotteiden virtuaalivesisisältö voidaan jakaa kolmeen eri osaan: Vihreä vesi, joka on käytännössä kasteluun käytettyä sadevettä, sininen vesi on kasteluun käytettyä pinta- tai pohjavettä ja harmaa vesi on jätevettä (Hoekstra 2008, 105–104). Taulukossa 3 on esitelty valikoitujen, puuvillaa sisältävien tuotteiden virtuaaliveden jakautumista eri vesilajeihin.

Taulukko3. Keskimääräisiä virtuaalivesisisältöjä (Hoekstra 2008, 119).

Tuote	Normaalipaino [g]	Virtuaalivesisisältö [l]			
		Sininen	Vihreä	Harmaa	Koko sisältö
Farkut	1 000	4 900	4 450	2 400	11 800
Yhden hen- gen lakana	900	4 400	4 000	2 150	10 600
T-paita	250	1 230	1 110	600	2 900
Vaippa	75	370	330	180	880
Vanulappu	0,33	1,6	1,5	0,8	4

3.2.1 Vihreä vesijalanjälki

Vihreää vettä voidaan käyttää maataloudessa sekä kotitalouksissa, mutta harvemmin teollisuudessa. Vihreän veden käyttömahdollisuudet vaihtelevat eri maissa suuresti. Kuivissa maissa, joissa vuotuinen sademäärä on pieni, joudutaan vihreän veden käyttö korvaamaan sinisen veden käytöllä. Myös sateiden ajoitus on tärkeää, vihreä vesi saadaan parhaiten käyttöön, jos se sataa kasvukaudella. Muuten sadevesi pitää kerätä, säilöä ja käyttää sopivan hetken tullen. Kotitalouksissa voidaan käyttää sadevedenkeräys menetelmää hyödyksi, esimerkiksi puutarhan kastelussa (Hoekstra 2008, 105–106).

3.2.2 Sininen vesijalanjälki

Jos vihreää vettä, eli sadevettä ei ole tarpeeksi käytettävissä, joudutaan turvautumaan siniseen veteen. Sininen vesi käsittää ns. maasta otetut vedet eli pohja- ja pintavedet. Sinisen veden käyttö ei lisää veden kokonaiskäyttöä vihreään veteen verrattuna, mutta vihreän veden käyttö on ekologisempaa ja sitä tulisi suosia. Sinisen veden käyttö voi olla kestävä, jos maasta ei oteta liikaa vettä (Hoekstra 106).

Sinisen veden käytön vähentäminen tapahtuu yleensä vihreän veden kustannuksella. Globaali jalanjälki voi jopa kasvaa sinisen veden käytön vähentyessä. Otetaan esimerkki taulukosta 4. Riisikasvi tarvitsee Kiinassa keskimäärin vettä 830 mm/kasvukausi ja riisiä saadaan 6,3 tonnia/hehtaari viljelysalaa. Näin ollen riisin virtuaalivesisisällöksi tulee 1 321 m³/tonni. Thaimaassa sen sijaan riisin kasvatukseen tarvitaan 945 mm/kasvukausi mutta riisiä saadaan vain 2,5 tonnia/hehtaari viljelysalaa. Virtuaalivesisisällöksi tulee näin ollen huimat 3 780 m³/tonni. Oletetaan, että Kiinassa riisin kasvatuksessa puolet vedestä tulisi sinisestä vedestä ja Thaimaassa kaikki kasteluun käytettävä vesi olisi vihreää. Näin ollen riisin kasvatuksen siirtäminen Kiinasta Thaimaahan säästäisi sinistä vettä, mutta kuluttaisi enemmän vihreää vettä. Näin pienennettäisiin riisin sinistä vesijalanjälkeä mutta suurennettaisiin kokonaisjalanjälkeä (Hoekstra 2008, 47).

Taulukko 4. Eri maiden riisin kasvatuksen tietoja (Hoekstra 2008, 46)

Kansakunta	Riisikasvin veden tarve [mm/kasvukausi]	Riisin tuotto [tonni/hehtaari]	Virtuaalivesisisältö [m ³ /tonni]
Kiina	830	6,3	1 321
Indonesia	932	4,3	2 150
Iran	1 306	4,1	3 227
Malesia	890	3,0	2 948
Nigeria	1 047	1,5	7 036
Senegal	1 523	2,5	6 021
Thaimaa	945	2,5	3 780
USA	863	6,8	1 275
Maailman keskiarvo	-	3,9	2 291

3.2.3 Harmaa vesijalanjälki

Harmaa vesi muodostuu jätevesivirroista ja laimennukseen tarkoitetuista vesistä, joista tulee ympäristölle haitallisia vesiä. Erilaiset kemikaalit, joita käytetään mm. teollisuudessa ja viljakasvien lannoituksessa lisäävät harmaata vesijalanjälkeä. Myös sinisen veden käytöstä aiheutuvat vesimenetykset, kuten vedenotossa tapahtuva haihtuminen on luokiteltu harmaaksi vedeksi (Hoekstra 2008, 107).

3.3 Vesisäästöt ja -häviöt

Kansainvälisen kaupan avulla voidaan saavuttaa vesisäästöjä tai -häviöitä. Kun kansakuntaan tuodaan jotain tuotetta, jonka tekemiseen on tarvittu vettä, on se konkreettisesti säästänyt omia vesivarojaan maahantuomalla. Toisaalta maahantuojakansakunnan näkökulmasta aiheutui puolestaan konkreettista veden menetystä, josta saatiin rahallista hyvitystä. Globaalin vesisäästön kannalta ajateltuna tietyn maan vesihäviöt tai -säästöt eivät ole merkittäviä. Ainoastaan sillä on merkitystä, kummassa maassa tuote voidaan valmistaa pienemmällä vesijalanjäljellä (Hoekstra 2008, 32).

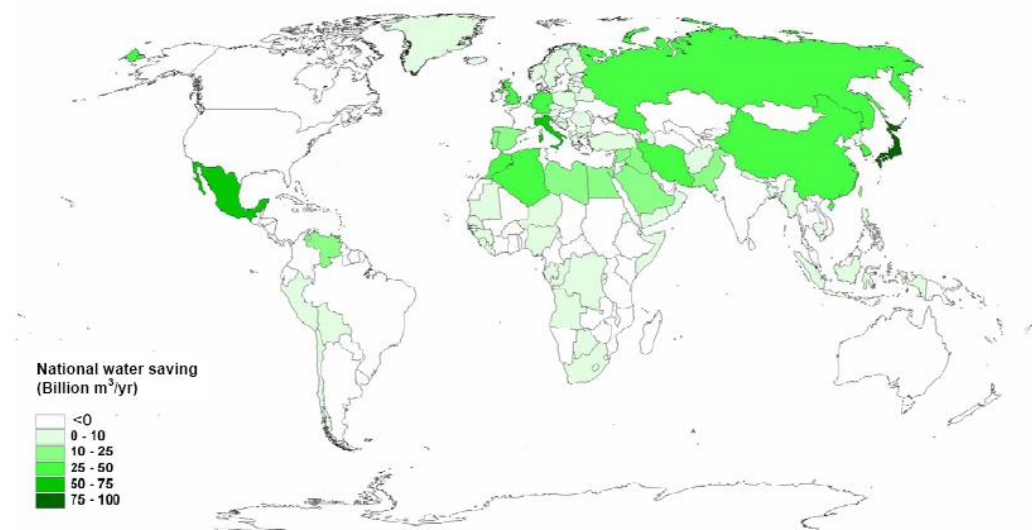
Veden jakautuminen eri tavalla eri puolella maapalloa, veden saatavuus oikeaan aikaan sekä väestötiheys, tekevät vesisäästöt ja -häviöt mahdollisiksi ja melkein pä pakollisiksi. Tuotteita ei välttämättä ole mahdollista valmistaa parhaissa mahdollisissa paikoissa ja näin ollen muodostuu pakosti vesihäviöitä. Toisaalta joitakin tuotteita voi valmistaa helpommin ja enemmän hyvässä, sekä veden kannalta riittoisassa maassa ja viedä sitten kuivempiin maihin, joissa saman tuotteen valmistukseen tarvittaisiin reilusti enemmän vettä. Näin muodostuu vesisäästöjä ja samalla tehostetaan veden käyttöä (Hoekstra 2008, 31–33).

Veden käyttöä voidaan tehostaa – ja näin ollen lisätä vesisäästöjä – kolmella eri tavalla. Paikallisella tasolla kuluttajia voidaan rohkaista vettä säästäviin teknologisiin ratkaisuihin ja lisätä tietoisuutta veden käytön ongelmista. Veden jakamista tehostamalla voi-

daan saavuttaa suuria vesisäästöjä käytännössä priorisoimalla vesi sinne, mistä saadaan paras tuotto vedelle kansakunnan tarpeisiin. Globaalilla tasolla voidaan veden käyttöä tehostaa tuottamalla tuotteet parhaissa mahdollisissa paikoissa ja kaupankäynnillä. Kannattaa kuitenkin myös miettiä, onko globaalien tason toiminta työllisyyden ja muiden asianhaarojen huomioon ottaen järkevää (Hung 2002, 9–10).

3.3.1 Kansalliset vesisäästöt ja -häviöt

Kansainvälisen vesi-intensiivisen kaupan takana on yleensä veden niukkuus tuontimaisessa, hedelmällisen maaperän vähyys tai puuttuminen tuontimaasta kokonaan tai muiden resurssien puute. Tästä syystä kansalliset vesihäviöt ovat vain osittain selitettävissä kansakunnan vedenniukkuudella. Tuontimaalle ei ole tärkeää, minkälaista vettä tuottajamaa on kuluttanut tuotetta valmistaessaan, vaan sille on tärkeää minkälaista vettä tuonnin ansiosta tuontimaa itse säästää. Tuontimaa on myös kiinnostunut siitä, aiheutuuko tuonnista taloudellisia säästöjä vai menetyksiä (Hoekstra 2008, 36). Kuvassa 5 on esitetty kansallisia vesisäästöjä toteuttavia kansakuntia.



Kuva 5. Kansallisia vesisäästöjä toteuttavia kansakuntia (Savenije 2005, 13)

Kansallinen vesisäästö tietystä tuotteesta johtuen voidaan laskea

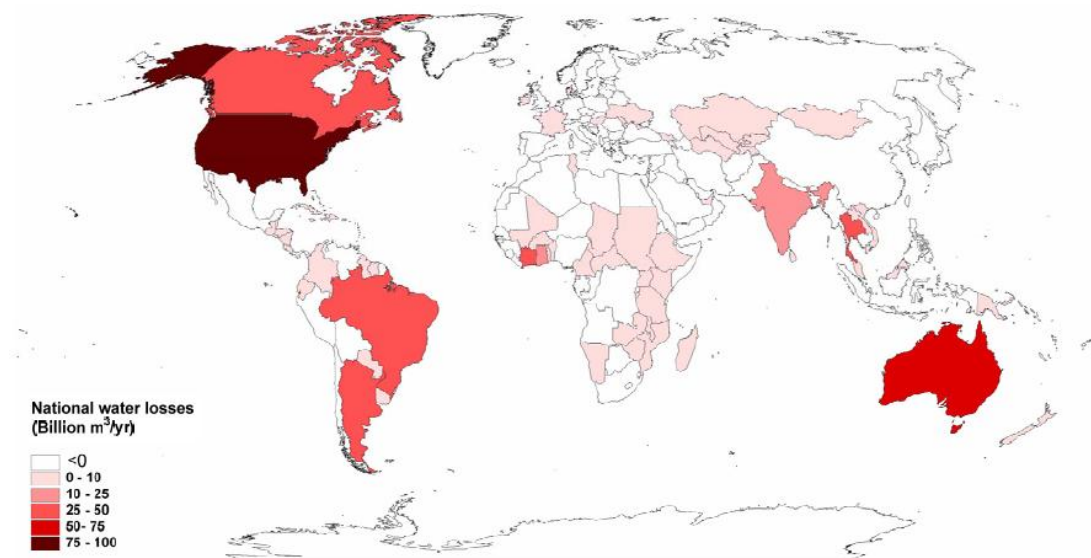
$$\Delta S_n = V_i \cdot T, \quad (8)$$

jossa ΔS_n = Kansallinen vesisäästö [m^3/vuosi]

V_i = Tuodun tuotteen virtuaalivesisisältö tuontimaassa [m^3/tonni]

T = Tuotteen tuontimäärä [tonni/vuosi] (Hoekstra 2008, 35).

Samalla kun tuontimaa saavuttaa vesisäästöjä, aiheutuu vientimaalle vesihäviöitä. Käytännössä kansallinen vesihäviö tarkoittaa sitä, että kansakunnan omat asukkaat eivät voi käyttää vietyä vettä omiin tarkoituksiinsa. Vesihäviö ei ole taloudellista vaan konkreettista vedenhäviämistä kansakunnasta. Useimmiten vesihäviöistä tulee päinvastoin kansakunnalle taloudellista hyötyä. Vientimaalle viennistä voi aiheutua haittaa, jos vientituotteet on kasvatettu tai valmistettu sinisellä vedellä vihreän veden sijaan (Hoekstra 2008, 39–42). Maataloustuotteet aiheuttavat suurimmat vesisäästöt ja –häviöt maailmassa. Kuvassa 6 on esitelty kansallisia vesihäviöitä toteuttavia kansakuntia. Taulukossa 5 on listattu joidenkin maiden kansallisia vesisäästöjä maataloustuotteiden kaupan käynnin pohjalta.



Kuva 6. Kansallisia vesihäviöitä toteuttavia kansakuntia (Savenije 2005, 17)

Kansallinen vesihäviö tietystä tuotteesta johtuen voidaan laskea

$$\Delta S_n = V_e \cdot T, \quad (9)$$

jossa V_e = Viedyn tuotteen virtuaalivesisisältö tuotantomaassa [m^3/tonni]

T = Viedyn tuotteen vientimäärä [tonni/vuosi] (Hoekstra 2008, 35).

Taulukko 5. Kansalliset vesisäästöt ja -häviöt maataloustuotteiden kaupassa

Maa	Bruttosäästö [$10^9 \text{ m}^3/\text{vuosi}$]	Bruttohäviö [$10^9 \text{ m}^3/\text{vuosi}$]	Kokonaissäästö [$10^9 \text{ m}^3/\text{vuosi}$]
Suomi	3,7	1,6	2,2
Ruotsi	6,5	2,8	3,7
Norja	3,3	0,5	2,7
Tanska	9,0	12,1	-3,2
Islanti	0,2	0,1	0,1
Tšekki	5,2	2,9	2,3
Saksa	79,0	45,1	33,9
Ranska	48,1	56,6	-8,5
UK	45,4	12,6	32,9
USA	78,1	169,9	-91,8
Kiina	50,6	23,1	27,5

3.3.2 Globaalit vesisäästöt ja -häviöt

Vientiin meneviin maataloustuotteisiin tarvitaan vettä 1 250 miljoonaa m^3/vuosi . Jos nämä maataloustuotteet tuotettaisiin vientimaissa kotimaisesti, vettä tarvittaisiin kokonaisuudessaan 1 600 miljoonaa m^3/vuosi . Näin ollen kansainvälisen kaupan avulla säästetään globaalisti 350 miljoonaa kuutiota joka vuosi. Vettä siis kulutetaan kansainvälisen kaupan ansiosta maataloustuotteita valmistettaessa 22 % vähemmän. Suurimmat vesisäästöt maataloustuotteiden saralla tapahtuvat Japanin ja USA:n sekä USA:n ja Meksikon välillä (Hoekstra 2008, 42).

Globaaleja vesihäviöitä puolestaan muodostuu, kun tiettyä tuotetta viedään toiseen kansakuntaan, jossa sama tuote olisi voitu valmistaa vähemmällä vesimäärällä. Globaaliin vesihäviön laskentaan ei oteta huomioon, olisiko tuonti kansakunnan muuten järkevää tuottaa tuote itse. Se mittaa vain tuotteen valmistukseen käytettävän veden määrää eri maissa (Hoekstra 2008, 48–49). Globaalit vesisäästöt tai –häviöt voidaan laskea kahden maan välillä, kun tiedetään tietyn tuotteen valmistukseen tarvittavat virtuaalivesisisällöt molemmissa kansakunnissa

$$\Delta S_g = T \cdot V_i - V_e \quad , \quad (10)$$

jossa ΔS_g = Globaali vesi säästö tai –häviö

T = Tuotteen tuontimäärä [tonni/vuosi]

V_i = Tuodun tuotteen virtuaalivesisisältö [m^3 /tonni]

V_e = Viedyn tuotteen virtuaalivesisisältö [m^3 /tonni] (Hoekstra 2008, 35).

4 RUOKAVALIOVERTAILU

Kuten edellä on tullut todettua, lihansyönti kasvattaa yhteisöjen vesijalanjälkeä. Tässä osiossa tutkitaan, kuinka paljon normaali (liha)- ja kasvisruokavaliot poikkeavat virtuaalivesijalanjäljiltään. Lihakarjankasvatus vaatii viljaa, jonka ihmiset voisivat syödä itse, ja lisäksi lihakarja juo elinaikanaan suuria määriä vettä. Myös jatkojalostus vaikuttaa ruoan virtuaalivesisisältöön. Mitä enemmän tuotetta on jalostettu, sitä enemmän siihen on kulutettu vettä.

Päivittäiseksi ravintomääräksi asetetaan viitteellisen päivänsaanti- eli GDA:n (Guideline Daily Amount) energiamäärä, eli 2000 kcal. GDA on Euroopan elintarviketeollisuuden kattojärjestön CIAA:n kehittämä merkintätapa, jolla pyritään yhtenäistämään ravintoaineiden merkitsemistä Euroopassa. Se vastaa normaalipainoisen, kevyttä työtä tekevän ja kohtuullisesti liikkuvan naisen päivittäistä energiantarvetta (GDA). Molempiin ruokavaliioihin luetaan kuuluvaksi aamiainen, päivällinen, välipala, illallinen ja iltapala. Koska todellinen vesimäärä on todella pieni verrattuna virtuaalivesimäärään, ei sitä oteta mukaan tarkasteluissa.

Ihminen ei välttämättä tarvitse lihaa tai muita eläinkunnan tuotteita. Kasvisruokavaliosta on mahdollista saada kaikki tarvittavat ravintoaineet, kunhan ruokavaliioon paneudutaan tarpeeksi huolellisesti. Lihoista saatavat proteiinit voidaan korvata esimerkiksi pavuilla ja muilla palkokasveilla. Kasvissyöjien on syytä huolehtia myös riittävästä kalsiumin ja D-vitamiinin saannista. Hyvin koostettu kasvisruokavalio on usein parempi kuin huonosti koostettu normaaliruokavalio (Ruokatieto).

Kasvisruokavaliota on useita erilaisia. Tässä vertailussa käytetään laktoovovegetaarista ruokavaliota, josta lisää kappaleessa 4.2. Muita kasvisruokavaliota ovat mm. vegaaniruokavalio, jossa ei käytetä eläinperäisiä tuotteita lainkaan sekä laktovegaaninen ruokavalio, jossa ei syödä lihaa kalaa tai kananmunia mutta muita maitotuotteita voi käyttää. Semivegetaarisessa ruokavaliossa puolestaan käytetään kaikkia muita

eläinperäisiä tuotteita paitsi punaista lihaa ja fennovegetaarisisessa ruokavaliossa syödään vain kotimaisia, mieluiten lähellä tuotettuja kasviksia, marjoja ja hedelmiä. Loppujen lopuksi ruokavaliolla ei ole suurempaa merkitystä ihmisten ravitsemukseen, kunhan huolehditaan että perustarpeet tulevat tyydytetyiksi (Ruokatieto).

Ruoka-aineiden virtuaalivesisisällöt vaihtelevat riippuen siitä, missä maassa kyseinen ruoka-aine on kasvatettu tai valmistettu. Vertailussa virtuaalivesisisällöt on laskettu ruoka-aineiden koko maailman keskiarvoista, jolloin ruokavaliota voidaan verrata joka puolella maailmaa, eikä vain Suomessa. Tiedot löytyvät kirjasta Globalization of water, jonka ovat kirjoittaneet Arjen Hoekstra ja Ashok Chapagain.

Myös raaka-aineiden energiasisällöt vaihtelevat riippuen esimerkiksi mistä tietystä leivästä on kyse tai kuka on arvioinut energiasisällön. Tässä vertailussa käytettiin apuna terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen Internet-sivustoa, www.fineli.fi, josta löytyy elintarvikkeiden koostumustietopankki.

4.1 Normaaliruokavalio

Normaaliruokavalion valmistuksessa ei ole otettu huomioon ruoanvalmistuksessa käytettävää rasvaa eikä maustamiseen tarvittavia mausteita. Lisäksi normaaliruokavaliossa käytetään kahvia päivisin sekä teetä iltaisin. Liitteessä I on luetteloitu raaka-aineiden energia-arvoja ja Liitteessä II raaka-aineiden virtuaalivesisisältöjä. Päivittäin juodaan lisäksi kolme litraa vettä, jota ei oteta tarkastelussa huomioon.

Yhden voikilon tekemiseksi tarvitaan 20 litraa maitoa, jonka virtuaalivesisisältö on 1000 l/kg ja yhden kermalitran tekemiseen tarvitaan 10 litraa maitoa (Finfood). Taulukossa 6 on lajiteltu aamupalan, taulukossa 7 päivällisen, taulukossa 8 välipalan, taulukossa 9 illallisen ja taulukossa 10 iltapalan ravinto- ja virtuaalivesisisällöt.

Aamupalalla on suunniteltu nautittavaksi patonkia täytteenen, lasillinen mehua ja kahvia.

Taulukko 6. Aamupalan sisältö

Aamupala			
Tuote	Paino tai Tilavuus [g] tai [l]	Energiasisältö [kcal]	Virtuaalivesisisältö [l]
Patonki	60 g	153,6	80
Voi	10 g	72,5	200
Naudan leikkele	20 g	21,2	310
Juusto	30 g	105	147
Appelsiini mehu	0,2 l	90	170
Kahvi	0,2 l	6,4	224
Yhteensä	-	448,7	1131

Päivällisellä on tarjolla broilerin fileetä kermakastikkeessa, lisukkeena perunoita ja salaattia. Ruuan kanssa syödään leipää ja juomaksi on maitoa. Jälkiruoasta menee kupillinen kahvia.

Salaatissa oletetaan olevan erilaisia vihanneksia. Vihanneksien virtuaalivesisisällön voidaan olettaa olevan 96 l/kg (Vesijalanjälki) ja kermakastikkeen tiedot lasketaan kuohukermasta.

Taulukko 7. Päivällisen sisältö

Päivällinen			
Tuote	Paino tai Tilavuus [g] tai [l]	Energiasisältö [kcal]	Virtuaalivesisisältö [l]
Peruna	120 g	99,6	30
Broilerin filee	150 g	160,5	585
Kermakastike	0,1 l	330	1000
Salaatti	150 g	67,5	14,4
Patonki	60 g	154,6	80
Voi	10 g	72,5	200
Maito	0,2 l	78	200
Kahvi	0,2 l	6,4	224
Yhteensä	-	968,1	2333,4

Välipalana on appelsiini ja taas juodaan kupillinen kahvia.

Taulukko 8. Välipalan sisältö

Välipala			
Tuote	Paino tai Tilavuus [g] tai [l]	Energiasisältö [kcal]	Virtuaalivesisisältö [l]
Appelsiini	120 g	37,2	60
Kahvi	0,2 l	6,4	224
Yhteensä	-	43,6	284

Illalliseksi on varattu juusto-tomaatti-munakas.

Taulukko 9. Illallisen sisältö

Illallinen			
Tuote	Paino tai Tilavuus [g] tai [l]	Energiasisältö [kcal]	Virtuaalivesisisältö [l]
Kananmuna	100 g	126	330
Juusto	70 g	245	343
Tomaatti	140 g	28	26
Yhteensä	-	399	699

Iltaapalana nautitaan vielä yksi omena ja leipä.

Taulukko 10. Iltaapalan sisältö

Iltaapala			
Tuote	Paino tai Tilavuus [g] tai [l]	Energiasisältö [kcal]	Virtuaalivesisisältö [l]
Omena	100 g	29	70
Patonki	30 g	76,8	40
Voi	5 g	36,3	100
Yhteensä	-	142,1	210

Päivittäiseksi energiasisällöksi saadaan näin ollen

$$448,7kcal + 968,1kcal + 43,6kcal + 399kcal + 142,1kcal = 2001,5kcal \approx 2000kcal, \quad (11)$$

kuten oli tarkoituskin.

Päivittäisen virtuaaliveden määräksi ruoassa saadaan

$$1131l + 2333,4l + 284 + 699l + 210l = 4657,4l \approx 4660l. \quad (12)$$

Vuosittain normaaliruokavaliolla ruokailuun kuluu esimerkkilaskelmaa noudattaen

$$4657,4l \cdot 365 = 1699951l \approx 1700m^3 \quad (13)$$

virtuaalivettä.

4.2 Kasvisruokavalio

Kasvisruokavalion valmistuksessa ei ole otettu huomioon ruoanvalmistuksessa käytettävää rasvaa eikä maustamiseen tarvittavia mausteita. Lisäksi kasvisruokavaliossa juodaan teetä kahvin sijaan. Päivittäin juodaan lisäksi kolme litraa vettä, jota ei oteta tarkastelussa huomioon.

Kasvisruokavalio on koostettu poistamalla liha- ja kalatuotteet käytöstä kokonaan ja käyttämällä mahdollisimman vähän muita eläinperäisiä tuotteita, kuten maitotuotteita ja kananmunia. Taulukossa 11 on lajiteltu aamupalan, taulukossa 12 päivällisen, taulukossa 13 välipalan, taulukossa 14 illallisen ja taulukossa 15 iltapalan ravinto- ja virtuaalivesisisällöt.

Aamupalaksi on varattu veteen keitettyä ohrapuuroa ja marjoja, tomaattivoileipä, appelsiinimehua ja teetä. Marjojen oletetaan olevan erilaisia hedelmiä. Hedelmien virtuaalivesisisällön voidaan olettaa olevan 1000 l/kg (Vesijalanjälki). Lisäksi Ohrapuuro laskeaan käyttämällä 90 g ohrahiutaleita.

Taulukko 11. Aamupalan sisältö

Aamupala			
Tuote	Paino tai Tilavuus [g] tai [l]	Energiasisältö [kcal]	Virtuaalivesisisältö [l]
Ohrapuuro	90 g	281,7	126
Marjoja	0,1 l	41	100
Patonki	60 g	153,6	80
Voi	10 g	72,5	200
Tomaatti	70 g	14	13
Appelsiinimehu	0,2 l	90	170
Tee	0,2 l	0,4	28
Yhteensä	-	653,2	717

Päivälliseksi on kasvispihviä kermakastikkeella, lisukkeena perunoita ja salaattia ja ruokajuomaksi maitoa. Ruuan jälkeen nautitaan kupillinen teetä. Kasvispihvit oletetaan koostuvan kasviksista (4/5 osaa, 96 l virtuaalivettä/kg) ja kanamunasta (1/5 osa).

Taulukko 12. Päivällisen sisältö

Päivällinen			
Tuote	Paino tai Tilavuus [g] tai [l]	Energiasisältö [kcal]	Virtuaalivesisisältö [l]
Peruna	120 g	99,6	30
Kasvispihvi	200 g	1252	150,4
Kermakastike	0,1 l	330	1000
Salaatti	170 g	76,5	16,3
Maito	0,2 l	78	200
Tee	0,2 l	0,4	28
Yhteensä	-	836,5	1424,7

Välipalana on tuore appelsiini ja kupillinen teetä.

Taulukko 13. Välipalan sisältö

Välipala			
Tuote	Paino tai Tilavuus [g] tai [l]	Energiasisältö [kcal]	Virtuaalivesisisältö [l]
Appelsiini	120 g	37,2	60
Tee	0,2 l	0,4	28
Yhteensä	-	37,6	88

Illallisella on tarjolla wok-vihannesateria ja omenamehua. Wok-ateriassa oletetaan olevan erilaisia vihanneksia. Vihanneksien virtuaalivesisisällön voidaan olettaa olevan 96 l/kg (Vesijalanjälki).

Taulukko 14. Illallisen sisältö

Illallinen			
Tuote	Paino tai Tilavuus [g] tai [l]	Energiasisältö [kcal]	Virtuaalivesisisältö [l]
Wok-vihanneksia	300 g	357	28,8
Omenamehua	0,2 l	90	190
Yhteensä	-	447	218,8

Illtapalaksi nautitaan omena ja kupillinen teetä.

Taulukko 15. Illtapalan sisältö

Illtapalan			
Tuote	Paino tai Tilavuus [g] tai [l]	Energiasisältö [kcal]	Virtuaalivesisisältö [l]
Omena	100 g	29	70
Teetä	0,2 l	0,4	28
Yhteensä	-	29,4	98

Päivittäiseksi energiasisällöksi saadaan näin ollen

$$653,2kcal + 836,5kcal + 37,6kcal + 447kcal + 29,4kcal = 2003,7kcal \approx 2000kcal, \quad (14)$$

kuten oli tarkoituskin.

Päivittäisen virtuaaliveden määräksi ruoassa saadaan

$$717l + 1424,7l + 88 + 218,8l + 98l = 2546,5l \approx 2550l. \quad (15)$$

Vuosittain kasvisruokavaliota noudattaen ruokailuun kuuluu esimerkkilaskelmaa noudattaen

$$2546,5l \cdot 365 = 929472,5l \approx 929m^3 \quad (16)$$

virtuaalivettä.

4.3 Tulosten tarkastelu

Vaihtamalla normaaliruokavalioista kasvisruokavalioon, yhdeltä ihmiseltä säästyisi vettä vuosittain karkeasti arvioituna noin

$$1700m^3 - 929m^3 = 771m^3, \quad (17)$$

joka voitaisiin ohjata parempaan käyttöön. Varsinkin kuivemmissä kansakunnissa tällaiset vesimäärät tulisivat tarpeeseen, kuten juoma- tai pesuvedeksi.

Laskuissa on laskettu normaaliruokavalio kahvin, ja kasvisruokavalio teen kanssa, jotta niiden vaikutus ruokavalion virtuaalivedenkulutukseen tulisi huomatuksi. Kahvin virtuaalivesisisältö on 224 litraa kahdessa desilitrassa ja teen 28 litraa kahdessa desilitrassa.

Jos ei oteta huomioon ruokavalion kahvin tai teen juonti tottumuksia, saadaan normaali-ruokavalion virtuaalivesisisällöksi

$$4657,4l - 224l \cdot 3 = 3985,4l, \quad (18)$$

ja kasvisruokavalion vesisisällöksi puolestaan

$$2546,5l - 28l \cdot 4 = 2434,5l. \quad (19)$$

Pelkillä ruokavalinnoilla yhden ihmisen ruokavaliossa on

$$3,9854 - 2,4345 \text{ m}^3 \cdot 365 \approx 566m^3 \quad (20)$$

vuosittainen ero virtuaaliveden määrässä.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ekotehokkuudesta puhuttiin ensimmäisen kerran vuonna 1992. Siitä lähtien ekotehokkuus on ollut sekä tärkeä että ajankohtainen puheen- ja käytännön toimien aihe. Vaikka ekotehokkuus- termi kehitettiin alle 20 vuotta sitten, ei ole kuitenkaan enää uusi asia ja siitä löytyy paljon tietoa. Pelkästä ekotehokkuudesta ei kuitenkaan löydy kuin noin 10 vuotta sitten kirjoitettuja kirjoja ja pelkistetyn ekotehokkuuden kultakausi onkin mennyt ohi. Nykyisellään ekotehokkuus on lajiteltu, paloiteltu ja määritelty eri termien ja laskentatapojen kasteihin. Esimerkkinä voisi käyttää mm. MIPSiä tai elinkaariajattelua. Laskentatavat vaihtelevat eri tarkoitukseen kehitetyillä ekotehokkuuden alalajeilla. Tällä hetkellä suuressa suosiossa on ekologisesta jalanjäljestä kehitetty hiilijalanjälki, koska ilmastonlämpenemisen on todettu olevan totisinta totta. Hiilipäästöt (hiilidioksidi ja metaani) ovat kasvihuonekaasuja ja aiheuttavat ilmastonlämpenemistä. Ihmiset ovat nykyään tiedostavampia ympäristöasioissa kuin ennen ja tietävät miten voivat omalta osaltaan vähentää ilmastonmuutosta.

Tässä kandidaatintyössä pääosassa oli ekologisesta jalanjäljestä versioitu vesijalanjälki. Koska vesijalanjälki on käsitteenä uusi, ei siitä ole saatavilla vielä paljoa kirjallisuutta. Hoekstra ja Chapagain ovat olleet suurimman osan vesijalanjälkeä käsittelevien artikkelien ja julkaisujen takana. Vesijalanjäljen tarkastelutapa on toistaiseksi vielä hyvin yksinkertainen eikä siitä ole suuremmin kyseenalaistettu tai versioitu. Yksinkertaisuus ei ole pelkästään hyvästä, sillä esimerkiksi tuotteiden tai kansakuntien vesijalanjälkien laskemiseen on kehitetty vain yksi tapa. Nykyinen laskenta ei ota mitenkään huomioon esimerkiksi veden kuljetuksesta aiheutuvia lisävirtoja virtuaalivedelle. Nykyisessä laskennassa ei myöskään ole otettu huomioon harmaiden vesien virtoja. Harmaille vesille tosin on kehitetty omat laskentakaavansa, joita suositellaan käytettäväksi tulevaisuudessa.

Maailmanlaajuisesti ajateltuna vesijalanjälki on tärkeä ekotehokkuuden mittarina. Tulevaisuuden vesipulat ja veden väärinkäyttö kuivattaa entisestään kuivia kansakuntia ja

siksi on hyvä tietää mitä asialle voidaan tehdä ja kuinka voidaan turvata jokaiselle ihmiselle tarvittavat vesi- ja ruokamäärät. Toisaalta Suomen ja suomalaisten kannalta ajateltuna, ei vesijalanjälki ole kovinkaan suuri asia. Toki kulutus pienenee ja energiaa säästyy, kun kulutetaan vähemmän vettä, mutta absoluuttisen vedenkäytön kannalta Suomen ei tarvitse olla huolissaan. Suomessa vettä riittää suomalaisille ja vientiin aivan eri tavalla kuin esimerkiksi kuivissa Afrikan maissa. Suomen kannattaisi kiinnittää huomiota tilanteeseen mahdollisten kaupankäyntivalttien saavuttamiseksi. Tuhansien järvien maasta ei vesi aivan heti loppu.

Kasvissyöntiin siirtyminen pienentää selvästi yksilön vesijalanjälkeä, todennäköisesti vielä enemmän kuin esimerkkilaskussa. Esimerkeissä käytettiin eri tuotteita hyvin suppeasti ja eineksiä ei ollenkaan. Tämä johtui siitä että, tuotteiden virtuaalivesisisältöjä on laskettu vain tietyille raaka-aineille, ja uusien raaka-aineiden virtuaalivesisisällön määrittäminen olisi laajentanut kandidaatintyötä liikaa. Joidenkin raaka-aineiden, kuten kerman ja voin, kohdalla tehdyt karkeat oletukset kasvattavat ruokavalioiden vesijalanjälkeä kohtuuttoman paljon, ottaen huomioon, että suomalaisen keskiverto kokonaisvesijalanjäljen oletetaan olevan 1727 m^3 vuodessa yhtä ihmistä kohden.

6 YHTEENVETO

Ekotehokkuudessa on tarkoitus saada enemmän tuotteita vähemmillä raaka-aineilla ja energiankulutuksella. Tästä johtuen ekotehokkuuden nimissä tehdään uusia innovaatioita, jotka antavat yrityksille kilpailukykyä ja –etua sekä jopa todellista voittoa säästöinä. Ekotehokkuus ei silti takaa kestävästä kehitystä, jos raaka-aineita käytetään silti liikaa. Yleisesti ottaen pitäisi pyrkiä raaka-aineiden absoluuttisen käytön vähentämiseen. Ekotehokkuudelle on määritelty erilaisia mittareita, joista tässä esiteltiin kulutuksen mittaaminen, joka on absoluuttinen mittaustapa. Lisäksi suhteellisista mittaustavoista esiteltiin Elin-kaariajattelu ja –arviointi, ekologinen selkäreppu, MIPS sekä ekologinen jalanjälki, josta edelleen kehittämällä on saatu aikaan vesijalanjälki.

Vesijalanjälki on eräänlainen raaka-aineiden kulutuksen mittari, joka ilmaisee ihmisten vedenkäyttöä suhteessa maailman makean veden varoihin. Se voidaan jakaa todelliseen ja virtuaalivesisisältöön, joka on todellista vesisisältöä yleensä huomattavasti suurempi. Vesijalanjälkeen vaikuttavat lähinnä makean veden kulutus, ihmisten kulutustottumukset, ilmasto ja kasvuolot sekä maatalouskäytännöt. Nämä voivat joko kasvattaa tai pienentää vesijalanjälkeä.

Vesijalanjälkeä voidaan mitata joko globaalilla tasolla tai kansallisella tasolla. Intressit vedenkulutustapoihin vaihtelevat riippuen siitä, ollaanko vesijalanjäljestä kiinnostuneita kansallisesti vai globaalisti. Kansallinen vesijalanjälki voidaan jakaa sisäiseen ja ulkoiseen vesijalanjälkeen. Sisäinen vesijalanjälki sisältää kansakunnan sisällä kotimaisella vedellä tuotettujen ja maan rajojen sisäpuolella käytettyjen tuotteiden ja palvelujen vesisisällöt. Ulkoinen vesijalanjälki puolestaan kattaa kansakunnan maahantuotujen tuotteiden ja palvelujen käytön, pois lukien uudelleen vientiin menevät tuotteet ja palvelut. Vientituotteiden teko ja jatkojalostus kasvattavat myös sisäistä vesijalanjälkeä.

Tuotteiden vesijalanjälki puolestaan voidaan jakaa vihreään eli sadeveteen, siniseen eli pinta- ja pohjaveteen sekä harmaaseen jäteveteen. Viennin ja tuonnin avulla voidaan

joko vähentää tai lisää tuotteiden vesijalanjälkiä, riippuen monista asioista. Yleisesti ottaen vesijalanjälkeä halutaan pienentää. Tämä puolestaan onnistuu kansallisella tasolla tekniikan parantamisella ja kehittämisellä ja kulutustapojen muutoksella. Kulutustapoja voi muuttaa mm. siirtymällä lihansyöjästä kasvissyöjäksi. Kuten esimerkissä todettiin, karkeasti arvioituna päivittäinen kasvissyönti kuluttaa yhdeltä ihmiseltä noin 2430 litraa virtuaalivettä päivässä, kun lihansyönti puolestaan kuluttaa 3990 litraa päivässä. Lisäksi kahvin juonti suurentaa jalanjälkeä teen juontiin verrattuna huomattavasti. Jos halutaan puolestaan pienentää globaalia vesijalanjälkeä, on unohdettava kansalliset vesijalanjäljet, ja tuotettava tuotteet ja palvelut siellä, missä ne ovat järkevä valmistaa. Veden jakautuminen maapallolla, veden saatavuus kasvukautena ja väestötiheys ratkaisevat yleensä globaalisti parhaan valmistus- tai kasvatuspaikan.

LÄHDELUETTELO

Chapagain A.K., Hoekstra A.Y. 2004. Water footprints of nations. Volume 1: Main Report. Value of water: Research Report Series no 16. [PDF]. UNESCO-IHE. [viitattu 23.2.2009]. Saatavissa: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf>

Dahlbo Helena et al. 2003. Ympäristövaikutusten kuvaaminen ekotehokkuuden arvioinnissa. 1. Painos. Helsinki: Suomen Ympäristökeskus. 38 s. ISBN 952-11-1369-3.

Finfood. Mistä maito tulee. [verkkajulkaisu]. [viitattu 26.3.2009]. Saatavissa: [http://www.finfood.fi/finfood/ffom.nsf/0/d61b38c482a38bb8c225716f001c709d/\\$FILE/ATTTXIQK/Maito_opetuspaketti.doc](http://www.finfood.fi/finfood/ffom.nsf/0/d61b38c482a38bb8c225716f001c709d/$FILE/ATTTXIQK/Maito_opetuspaketti.doc)

GDA – Viitteellinen päiväsaanti. [PDF]. Elintarviketeollisuusliitto. [viitattu 25.3.2009]. Saatavissa: http://www.etl.fi/elintar_teol/Viitteellinen%20p%C3%A4iv%C3%A4saanti%20esite.pdf

Global Footprint Network. World footprint.[verkkajulkaisu]. Päivitetty 30.12.2008. [viitattu 12.2.2009]. Saatavissa: http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/world_footprint/

Global Footprint Network. Carbon footprint. [verkkajulkaisu]. Päivitetty 31.10.2008. [viitattu 12.2.2009]. Saatavissa: http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/carbon_footprint/

Global Reporting Initiative. About GRI. [verkkajulkaisu]. [viitattu 11.2.2009]. Saatavissa: <http://www.globalreporting.org/AboutGRI/>

Heiskanen Eva. 2004. Ympäristö ja liiketoiminta. 1. Painos. Tampere: Gaudeamus Kirja. 326 s. ISBN 951-662-904-0

Heureka. Säästävää kulutusta. [verkkajulkaisu]. Päivitetty 29.5.2007. [viitattu 23.3.2009]. Saatavissa:

http://www.heureka.fi/portal/suomi/nayttelyt/saastavaa_kulutusta/hukkaan_heitetty/

Hoekstra Arjen Y., Chapagain Ashok K. 2008. Globalization of water. 1. Painos. UK: Blackwell publishing Ltd. 146 s. ISBN 978-1-4051-6335-4

Hung P.Q., Hoekstra A.K. 2002. Virtual water trade. A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of water: Research Report Series no 11. [PDF]. UNESCO-IHE. [viitattu 25.2.2009]. Saatavissa:

<http://www.waterfootprint.org/Reports/Report11.pdf>

Lehni Markus. 2000. Eco-efficiency. Creating more value with less impact. 1. Painos. Iso-Britannia: World Business Council for Sustainable Development. 29 s. ISBN 2-940240-17-5

Lovio Raimo. 2004. Ympäristöasioiden hallintajärjestelmät ympäristöjohtamisen työkaluna. Teoksessa: Heiskanen Eva, Ympäristö ja liiketoiminta. Tampere: Gaudeamus Kirja. 123 s. ISBN 951-662-904-0

Lovio Raimo, Kuisma Mika. 2004. Ympäristönsuojelun ja yritystalouden yhteensovittamisen haaste. Teoksessa: Heiskanen Eva, Ympäristö ja liiketoiminta. Tampere: Gaudeamus Kirja. 17 s. ISBN 951-662-904-0

Ritthoff Michael et al. 2004. MIPS-laskenta, tuotteiden ja palveluiden luonnonvaratuottavuus. 1. Painos. Suomen luonnonsuojeluliitto. 37 s. ISBN 952-9693-28-1

Ruokatieto. Oppimateriaali. [verkkajulkaisu]. [viitattu 27.3.2009]. Saatavissa:

<http://www.ruokatieto.fi/finfood/ffom.nsf/0/35253ED121CE5B25C225657D002604A1?opendocument&ryhma=2>

Savenije H.H.G., Chapagain A.K., Hoekstra A.Y. 2005. Saving water through global trade. Value of water: Research Report Series no. 17. [PDF]. UNESCO-IHE. [viitattu 26.2.2009]. Saatavissa: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report17.pdf>

Suomen luonnonsuojeluliitto. Ekologinen selkäreppu ja MIPS. [verkkojulkaisu]. [viitattu 12.2.2009]. Saatavissa: <http://www.sll.fi/luontojaymparisto/kestava/mips>

Suomen ympäristökeskus. Ekotehokkuus. [verkkojulkaisu]. Päivitetty 31.7.2008. [viitattu 10.2.2009]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=180&lan=fi>

Vesijalanjalki.org. Peruslaskuri. [verkkojulkaisu]. Päivitetty 5.11.2007. [viitattu 26.3.2009]. Saatavissa: <http://akva.tky.fi/vesijalanjalki/peruslaskuri2.php>

LIITE I Raaka-aineiden energia-arvoja

Raaka-aine	Energia-arvo [kcal/100g]
Appelsiini, kuorineen	31
Appelsiinitäysmehu	45
Broilerin nahaton filee	107
Juusto, keskiarvo	350
Kahvi	3,2
Kananmuna	126
Kasvispihvi	126
Kerma, kuohu	330
Leipä (patonki)	256
Maito, 15 %	39
Marja, keskiarvo	41
Naudanlihaleikkele	106
Ohrapuuro, hiutale	313
Omena	29
Omenatäysmehu	45
Peruna, kuorineen	83
Salaatti, salaattipöytä, ei kastiketta	45
Tee	0,2
Voi	725
Wok-vihannekset	119

Lähde: Terveystietokeskus ja Hyvinvoinninlaitos, www.fineli.fi – elintarvikkeiden koostumustietopankki.

LIITE II Raaka-aineiden virtuaalivesisisältöjä

Raaka-aine	Virtuaalivesisisältö [l/kg] tai [l/l]
Appelsiini, kuorineen	500
Appelsiinitäysmehu	850
Broilerin nahaton filee	3 900
Juusto, keskiarvo	4 900
Kahvi	1 120
Kananmuna	3 300
Kasvispihvi	752
Kerma, kuohu	10 000
Leipä (patonki)	1 333
Maito, 15 %	1 000
Marja, keskiarvo	1 000
Naudanlihaleikkele	15 500
Ohrapuuro, hiutale	1 400
Omena	700
Omenatäysmehu	950
Peruna, kuorineen	250
Salaatti, salaattipöytä, ei kastiketta	96
Tee	140
Voi	20 000
Wok-vihannekset	96

Lähde: Globalization of water, kirjoittanut Arjen Hoekstra ja Ashok Chapagain sekä www.vesijalanjalki.org:n peruslaskuri.