

Kauppakassien elinkaarianalyysi

ENGBLOM ILONA, ILONIITTY IIDA, KOKKO MILJA, RUOHONEN HELI
TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Sisällysluettelo

Selvityksen tausta	2
Selvityksen sisältö ja tarkasteltavat tuotteet.....	2
Elinkaariarvioinnin prosessi	2
Systeemin kuvaus	3
Tarkastellut tuotteet ja elinkaaret	3
Banderollikassi (käytetty lippukangas, 100 % polyesteri)	3
Essi-kiertokassi.....	4
Kudottu polypropeenikassi	4
Ei-kudottu polypropeenikassi	6
Kierrätys-PET-muovikassi.....	7
Tuotteiden tarkasteltu elinkaari	8
Muu systeimirajaus.....	8
Aineisto ja menetelmät	9
Vetolujuuskokeet.....	9
Virhearviointi	9
Tulokset	11
Käytetyt lähteet	13

Selvityksen tausta

Selvityksen sisältö ja tarkasteltavat tuotteet

Selvityksen tavoitteena on vertailla viiden eri kauppakassin tuotannon, käytön ja käytöstä poiston aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä tavallisen kuluttajan käytössä. Syntyvät päästöt on muutettu hiilidioksidiekvivalenteiksi ja vertailua on tehty tuotteiden painoon perustuen. Tarkasteltavina tuotteina ovat kierrätetystä banderollikankaasta valmistettu kassi, kierrätysmuovista valmistettu Essi-kassi, kudottu polypropeenikassi, ei-kudottu polypropeenikassi ja kierrätys-PET-muovista valmistettu kassi.

Elinkaariarvioinnin prosessi

Elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, LCA) on työkalu, jonka avulla voidaan selvittää tuotteen, palvelun tai prosessin kuormitus ympäristölle. Arvioinnissa otetaan huomioon koko tarkasteltavan tuotteen elinkaari eli kaikki vaiheet raaka-aineiden tuottamisesta tuotteen hävittämiseen asti. Koko prosessin aikana kuluu vaihtelevasti resursseja ja syntyy erilaisia päästöjä. Parhaimmassa tapauksessa kaikki tuotantoon mukaan tulevat ja siitä poistuvat virrat otetaan huomioon, ja niistä saatavat arvot voidaan muuttaa vertailukelpoisiksi keskenään. Käytännössä näin laajoja analyyseja on kovin työlästä tehdä, jolloin ratkaisuna voi olla tarkastelun rajaaminen esimerkiksi vain hiilidioksidipäästöihin metaanin, raskasmetallien ja veden kulutuksen sijaan.

Suppeastakin elinkaaritarkastelusta voidaan saada selville, mikä prosessin osa kuluttaa eniten ja miten tietyn tuotteen valmistuksen kuluttavuus ympäristölle vertautuu muihin vastaaviin tuotteisiin. Näiden tietojen avulla yritykset voivat kehittää tuotantoprosesseistaan ympäristöystävällisempiä, kunnat ja kansalaiset voivat tehdä kestäviä valintoja, ja kiertotalouden hyödyt tulevat esiin käytännönläheisesti.

Systeemin kuvaus

Tarkastellut tuotteet ja elinkaaret

Banderollikassi (käytetty lippukangas, 100 % polyesteri)



Uudelleenkäytetystä mainoslippukankaasta tehdyn kassin, josta tässä selvityksessä käytetään pääosin nimeä banderollikassi, elinkaari laskettiin alkavaksi siitä, kun käytettyä lippukangasta aletaan työstää eli käytännössä materiaalin pesusta ja leikkaamisesta. Leikkuun hukkaprosentiksi arvioitiin 15 %, koska kankaassa on jonkin verran kohtia, joita ei pysty kasseihin käyttämään.

Konepesun hiilidioksidipäästön arvona käytettiin Guardianin (2010) artikkeliin laskettua kokonaisarvoa koneellista kohden (40°C:n pesuohjelma, rumpukuivaus; Guardian 2010), ja pesu laskettiin tehtävän 10 kg:n koneellisilla hukkaprosentti huomioon ottaen. Ompeluvaiheen hiilijalanjälki laskettiin keskimääräisen ompelukoneen sähkönkulutuksen (mm. Wholesale Solar 2019) mukaan arvioiden yhteen kassiin kuluvaksi ompeluajaksi n. 15 minuuttia. Sähköntuotannon CO₂-päästön arvo perustettiin Energiategollisuuden (2019) raportoiimiin Suomen lukuihin vuosilta 2016–2018.

Myös polyesterilangan valmistuksen CO₂-kuorma laskettiin käyttäen polyesterikankaalle laskettua arvoa (O Ecotextiles 2011) arvioiden langan menekiksi 5 g kassia kohden. Sen CO₂-kuorma on niin pieni, että sillä ei ole merkitystä kokonaisvaikutuksessa. Leikkuujätteelle laskettiin sen jätteenkäsittelystä syntyvä kuorma, kun hukka poltetaan energiaksi.

Käyttöaikanaan kassia arvioitiin omien käyttökokemusten perusteella pestävän 3 kertaa. Pesun kuormituksessa käytettiin samoja lähtötietoja kuin materiaalin pesun. Käytönaikainen pesu vääristi kuitenkin tuloksia sen verran, että sitä ei vertailuissa otettu huomioon, koska muille kasseille vastaavia päästöjä ei laskettu.

Essi-kiertokassi



Essi-kiertokassi sisältää yli 90 % kierrätysmateriaaleja, n. 45 % on RINKI-keräyspisteissä kotitalouksilta kerättyä kuluttajapakkausmuovia. Kassien valmistuksessa syntyvä hukkamateriaali kierrättyy 100-%:sesti uudestaan kassien raaka-aineeksi.

Tässä selvityksessä on käytetty VTT:n laatimaa tutkimusta, jonka mukaan Essi-kassista polttoon menee n. 80 % ja kierrätykseen n. 20 %.

Standardin mukaan kiertokassin on kestävä jopa 15 kg:n paino (<https://www.k-ruoka.fi/artikkelit/pirkka/nain-syntyy-pirkan-essi-kiertokassi>). Suoritetussa vetokokeessa maksimikantokyvyksi saatiin 23 kg, mutta kahvat alkoivat repeytymään hiljalleen 22 kg:n kohdalla.

Kudottu polypropeenikassi



Kassin materiaalin valmistukseen käytetään öljyteollisuuden sivutuotteita, joista jalostetaan propeenit muun muassa krakkaamalla. Öljystä erottelun jälkeen propeeni polymerisoidaan ja rakeistetaan. Rakeeksi asti jalostetun polypropeenin hiilijalanjälkitiedot löytyivät Plastics Europe -selvityksestä vuodelta 2014. PP-muovirakeet kuljetetaan tehtaaseen, jossa ne sulatetaan ja sulaneesta massasta kehrätty lanka kudotaan kankaaksi. PP-kangas leikataan ja ommellaan muotoonsa. Sen jälkeen kassit pakataan ja kuljetetaan myymälöihin. Ompeluun tarvittavan sähkömäärän ja päästöjen laskemiseen käytettiin samaa arvoa kuin banderollikassissa.

Tässä selvityksessä kaikkia kassinvalmistuksen yksittäisiä prosesseja ei voitu tarkastella tietojen löytämisen hankaluuden takia. Saadun hiilijalanjäljen koko on vain arvio, josta on jäänyt pois muiden muassa rakeiden sulatuksesta ja tuotteen pakkaamisesta aiheutuvat päästöt. Leikkuuhukan on arvioitu olevan pienempi kuin tavallisten käsin ommeltujen kassien, sillä nauhasta kudotun kankaan leveyden pystyy ohjelmoimaan koneeseen ja ylimääräisen muovin sulattaa ja käyttää uudelleen. Kierrätetyn muovin määrän aiheuttamaa hyvitystä ei kuitenkaan ole laskettu mukaan, sillä sen määrä neitseellisen raaka-aineen seassa vaihtelee suuresti.

Kudottu polypropeenikassi on erittäin kestävä ja käytöstä riippuen sitä ei välttämättä tarvitse pestä vaan kostealla rätillä pyyhkiminen riittää. Pirkan sivujen mukaan tuotteen kyllä voi pestä ”lyhyellä 30 asteen pesulla ilman rikkoontumisen vaaraa” (Lähde: <https://www.pirkka.fi/niksi/kestokassit-voi-pestä-pesukoneessa>). Pesua ei ole laskettu mukaan tämän tuotteen päästöihin. Mikäli kassia ei halua hygieniat- tai muista syistä käyttää enää ruokaostoksilla, se soveltuu mainiosti myös halkojen, jätteiden tai likaisten pyykkien kantamiseen.

Kudotun PP-kassin heikoimmaksi osaksi vetolujuuskokeessa paljastui sen yläreunan horisontaalinen sauma. Myös kahvat voivat repeytyä irti käytössä. Puhki kulunut tai muuten rikkiäinen tuote kuuluu sekajätteisiin eli se voidaan polttaa. Suomalaisten suunnittelijoiden suunnittelemista Pirkka-kasseista saa myös askarrelltua taulut tai ruokapöydän tabletit niiden upeita kuvia hyödyntäen.

Ei-kudottu polypropeenikassi



Tämän kassin materiaalina käytetään samankaltaisia PP-rakeita kuin edellä kudotun polypropeenikassin kohdalla mainitussa prosessissa eli raaka-aineesta syntyvät päästöt ovat samat, mutta tehtaassa tapahtuva prosessi eroaa hieman edellisestä. Tämä kaava ja siihen liittyvät CO₂-arvot saatiin seuraamalla Hong Kongin polyteknisen yliopiston julkaiseman artikkelin *Carbon Footprint of Production Processes of Polypropylene Nonwoven Shopping Bags* kuvaamaa prosessia. Tuotteen valmistuksessa syntyvä hukka on arvioitu noin viideksi prosentiksi koko materiaalista. Luku on alhainen, sillä PP-muovin pystyy sulattamaan uudelleen ja mahdollisesti käyttämään uudestaan. Uudelleenkäyttöön kelpaamaton muovi menee polttoon.

Asiakkaan käytössä kassi kestää hyvin, vaikka se on pienempi kuin muut tarkasteltavat tuotteet. Sen hajoamiselle altistuvimmat kohdat ovat yläsauma ja kahvat. Tämänkin tuotteen voi pestä pesukoneessa, mikäli se likaantuu, mutta pesua ei ole laskettu mukaan päästöihin. Loppuun käytetty kassi on poltettavaa sekajätettä.

Kierrätys-PET-muovikassi



Kierrätetystä PET-muovista tehdyn kassin tuotannon hiilidioksidipäästöille löydettiin valmiiksi laskettu arvo ulkopuolisesta lähteestä. Lähdetietoja ei tähän raporttiin ole käytettävissä. Lisäksi kassille laskettiin kuljetusten ja jätteenpolton päästöt samoin kuin muillekin tarkastelluille kasseille.

Kierrätys-PET-muovista valmistettuja kesto-ostoskasseja on markkinoilla erilaisia sekä mallin että kierrätetyn materiaalin osuuden raaka-aineista suhteen. Tähän selvitykseen ja vetolujuuskokeisiin valittiin malliltaan perinteistä muovipussia muistuttava yhtenäisistä kappaleista (ei erillisiä kahvoja) valmistettu painoltaan melko kevyt ei-kudottu kassi.

Tuotteiden tarkasteltu elinkaari

Banderolli-kassi (Globe Hope)	Kuljetus	Pesu	Leikkuu *	Ompelu	Käyttö	Energia-hyödynnys								
Essi-kiertokassi (Pirkka)	Kuljetus	Murskaus	Esipesu **	Huuhtelu	Kulvaus	Ekstruuderit	Kuljetus	Puhallus muovikalvoksi	Kuvio-painanta	Rullalle keräys	Käyttö	Kierrätys		
												Energia-hyödynnys		
Kudottu polypropeenikassi (Pirkka)	Raakaöljyn pumppaus	Öljynjalostus	Krakkaus	Propeenin polymerisaatio	Rakeistus	Sulatus	Nauhan pursotus	Kankaan kudonta	Kuvio-painanta	Leikkuu	Ompelu	Kuljetus	Käyttö	Energia-hyödynnys
Ei-kudottu polypropeenikassi (Alko)	Raakaöljyn pumppaus	Öljynjalostus	Krakkaus	Propeenin polymerisaatio	Rakeistus	Sulatus	Kehruu	Kuitujen sidonta	Kuvio-painanta	Leikkuu	Ompelu	Kuljetus	Käyttö	Energia-hyödynnys
Kierrätys PET-muovikassi														
* Leikkuujäte energiahyödynnykseen														
** Esipesun jälkeen vedenkäsittely & puhdistus, josta vesi viemäriin														

Kuvio 1. Tuotteiden elinkaarten systeemirajaukset.

Muu systeemirajaus

Kuljetuksen päästöt laskettiin kaikille tarkastelluille kasseille samaksi materiaalikilogrammaa kohden, jolloin kassikohtaiset hiilidioksidipäästöt eroavat kassien painon mukaan. Kuljetusmatka laskelmissa on 100 km, ja suurin kuljetusten vaikutus näkyy kassien käyttöikänsä suhteutetuissa päästöluvuissa, toisin sanoen siinä missä lippukankaista banderollikassia kuljetetaan vain 100 kilometriä, heikointa Essi-kassia kuljetetaan 11-kertainen määrä, 1100 kilometriä. Ajoneuvoliikenteen päästöt laskettiin täyteen kuormatun puoliperävaunulla varustetun yhdistelmän päästöjen mukaan.

Aineisto ja menetelmät

Vetolujuuskokeet

Vetolujuuskokeiden (ks. erillinen raportti) tuloksia käytettiin elinkaarilaskennassa niin, että ensimmäisen hajoamiskohdan aiheuttanut kuorma kilogrammoina muutettiin kertoimiksi siten, että banderollikassille annettiin kerroin yksi, ja arvioitiin sen perusteella, montako kappaletta kutakin kassia vaaditaan samaan käyttöön kuin mihin riittää yksi banderollikassi. Kullekin kassille arvioidut tuotannon ja käytön hiilidioksidipäästöt kerrottiin lopuksi näillä luvuilla (ks. kuvio 4).

	Banderolli	PP woven	PP non-woven	RPET	Essi	
Maksimivoima	241	83	44	319	23	kg
1. hajoamiskohta	241	83	36	188	22	kg
Myötölujuus	51	25,5	18	71,5	10	kg
Maksimivoima	1	2,9	5,5	0,8	10,5	
1. hajoamiskohta	1	2,9	6,7	1,3	11,0	
Myötölujuus	1	2,0	2,8	0,7	5,1	

myötölujuus = keskiarvo vetolujuuskokeiden arvioidusta haarukasta

Virhearviointi

Lähteinä on käytetty pääasiassa julkisesti saatavilla olevia lähteitä pyrkien kuitenkin mahdollisuuksien mukaan varmistamaan niiden oikeellisuus ja tieteellisyys. Eri vertailtavien kassien luvut on otettu kuljetusta ja jätteenpolttua (pl. Essi-kassi) lukuun ottamatta eri lähteistä, mikä tekee niiden keskinäisestä vertailusta epävarmaa. Lisäksi tässä selvityksessä tulokseksi saatuja CO₂-päästöjä ei tule vertailla vastaaviin muihin elinkaarianalyysihin.

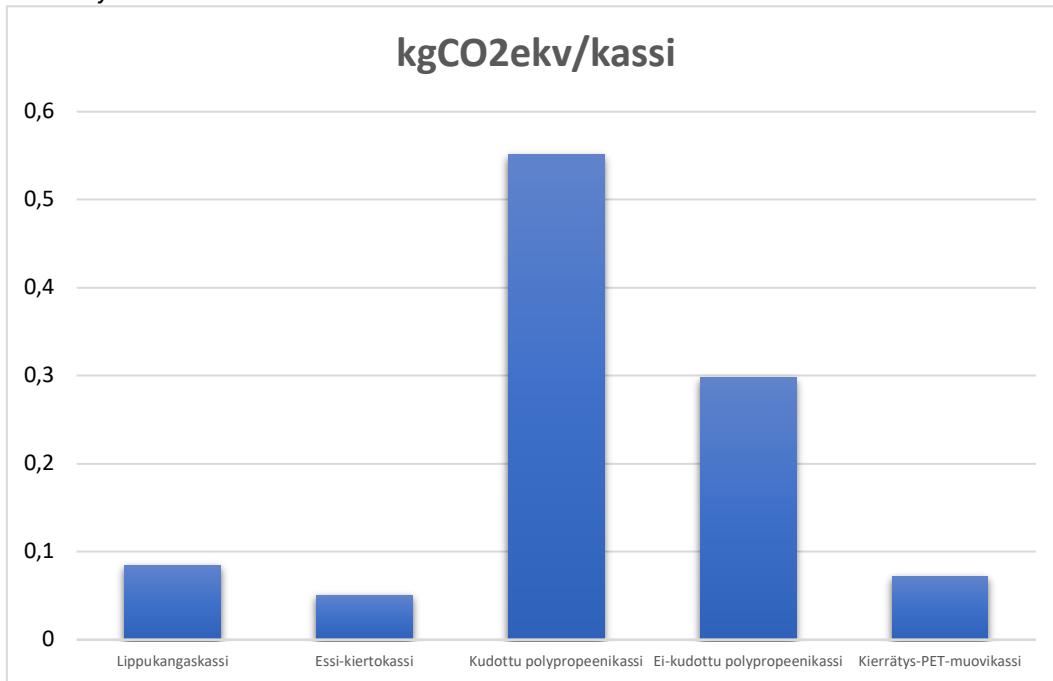
Koska materiaalien ja kassien valmistusprosesseista ei ole saatavilla tarkkaa, kattavaa tietoa, myös kunkin tuotteen tarkasteltava systeimirajaus vaikuttaa lopputulokseen samoin kuin se, miten kierrätetyn tai uudelleenkäytetyn materiaalin alkuperäisen valmistuksen päästöt lasketaan mukaan. Tässä esimerkiksi lippukankaan valmistuksen päästöjä ei ole laskettu kassin valmistuksen päästöiksi, koska kangas on alun perin valmistettu jo eri tarkoitukseen, vaan elinkaaren on katsottu alkavan siitä, kun kangas poistetaan alkuperäisestä käyttötarkoituksestaan. Systeimirajaukset on esitetty kuviossa 1.

Kassien elinkaarenaikaiset hiilidioksidipäästöt laskettiin ensin valmistusmateriaalikilogrammaa kohden muuttaen ne sitten tuotekohtaisiksi kunkin

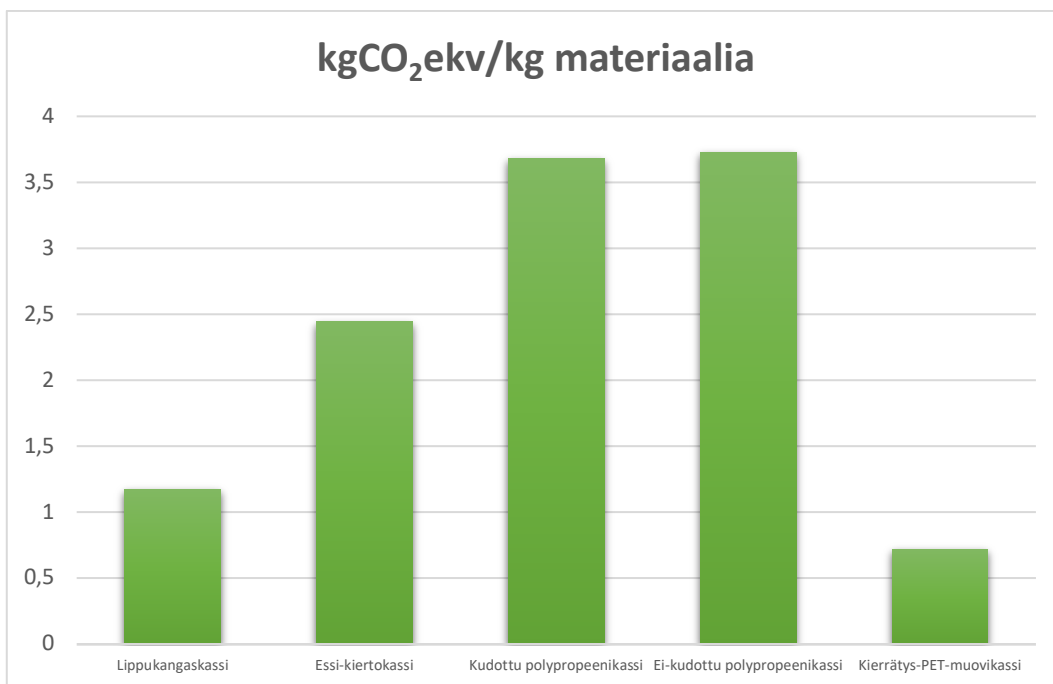
kassin painon mukaan. Tuotteet ovat keveitä, ja ne punnittiin tavallisella keittiövaakalla tai käytettiin kirjallisia lähteitä painon selvittämiseksi, joten painotiedoissa saattaa olla muutaman gramman virheitä suuntaan tai toiseen. Laskentatavan vuoksi raskaimpien kassien kassikohtaiset tuotannon, kuljetuksen ja hävityksen päästöt korostuvat kassikohtaisessa vertailussa erityisesti silloin, kun ei kassien käyttöikää ole otettu huomioon.

Tulokset

Laskentaan rajattujen valmistus- ja hävitysprosessien perusteella vähiten päästöjä aiheuttaa tarkastelluista kasseista painoltaan keveimmän yksittäisen Essi-kiertokassin valmistus kierrätysmainoslippukankaisen ja kierrätys-PET-kassin ollessa myös melko vähäpäästöisiä. Materiaalikilogrammaa kohden pienimmät valmistuspäästöt ovat kierrätys-PET-muovilla.

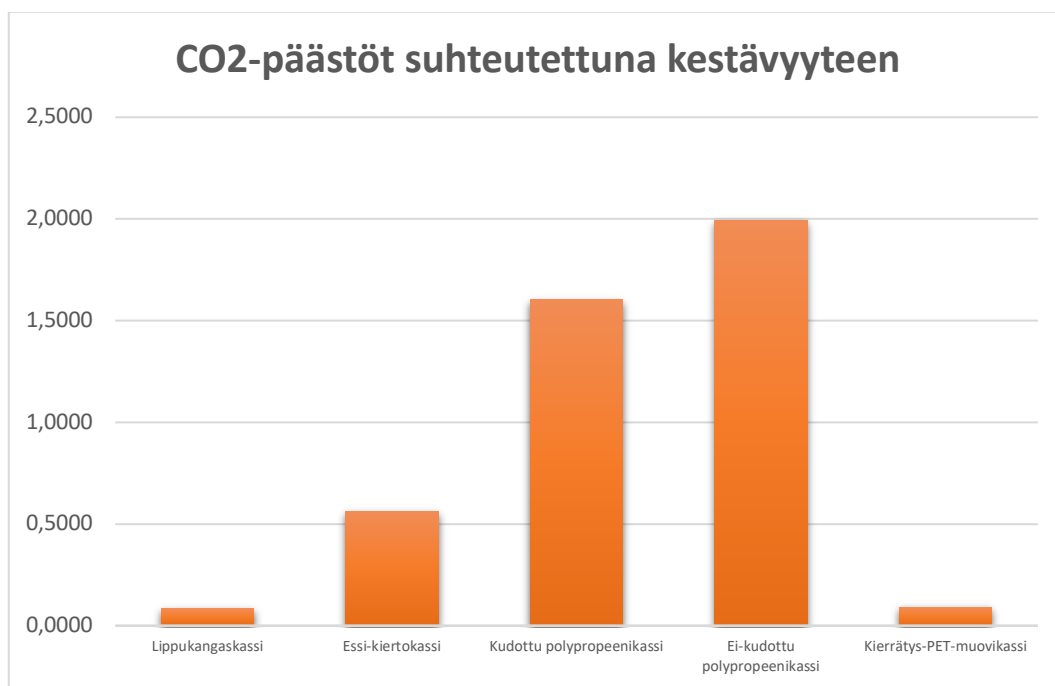


Kuvio 2. Elinkaaren aikaiset hiilidioksidipäästöt yhtä kassia kohden.



Kuvio 3. Elinkaarenaikaiset hiilidioksidipäästöt materiaalikilogrammaa kohden.

Kun kassikohtaiset päästöt suhteutetaan kunkin kassin kestävyysvetolujuuskokeissa niin, että ensimmäisen hajoamiskohtan kuormituksen mukaan arvioidaan, montako kutakin kassia tarvitaan vastaamaan yhtä lippukankaista kassia, kierrätys-PET osoittautuu edelleen melkein yhtä vähän kuormittavaksi vaihtoehdoksi kuin uudelleenkäytetty lippukangas.



Kuvio 4. Yhtä banderollikassia vastaavan kassimäärän elinkaarenaikaiset päästöt.

Käytetyt lähteet

Banderollikassi

materiaalin ja tuotteen pesu	https://www.theguardian.com/environment/green-living-blog/2010/nov/25/carbon-footprint-load-laundry
tuotteen valmistus	https://www.wholesalesolar.com/solar-information/how-to-save-energy/power-table https://energia.fi/files/1414/a_Sahkontuotannon_kk_polttoaineet_joulu.pdf https://oecotextiles.wordpress.com/2011/01/19/estimating-the-carbon-footprint-of-a-fabric/
hukka	määrä arvioitu, energiajätteeksi; lähdetietoja ei saatavilla tähän raporttiin
kuljetus	http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/kapptie.htm

Essi-kiertokassi

materiaalin valmistus	http://www.circoplastics.com/fi/muovigranulaatit/ https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38000/SY2_2009_Ostoskassien.pdf?sequence=1
tuotteen valmistus	https://www.k-ruoka.fi/artikkelit/pirkka/nain-syntyy-pirkan-essi-kiertokassi
hukka	Mahdollinen ylijäämä hyödynnetään kassien teossa
kuljetus	http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/kapptie.htm

Kudottu polypropeenikassi

paino:	https://varuste.net/Varuste.net+Kestokassi?_tu=66177 http://preciseethiopia.com/download/publication/business_opportunities/Profile%20on%20the%20Production%20of%20Woven%20PP%20Bags.pdf
materiaalin valmistus	http://preciseethiopia.com/download/publication/business_opportunities/Profile%20on%20the%20Production%20of%20Woven%20PP%20Bags.pdf
tuotteen valmistus	https://www.youtube.com/watch?v=wtaRMGkifDc

**Ei-kudottu
polypropeenikestok
assi**

<https://www.alko.fi/tuotteet/833100/Kestokassi>

materiaalin
valmistus

<https://www.plasticseurope.org/en/resources/eco-profiles>

tuotteen valmistus

Carbon Footprint of Production Processes of Polypropylene Nonwoven Shopping Bags, Muthu, S. S. Li, Y. Hu, J. Y. Mok, P. Y. Liao, X.

hukka

<https://www.creativemechanisms.com/blog/all-about-polypropylene-pp-plastic>

kuljetus

<http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/kapptie.htm>

Kierrätys-PET-kassi

<https://www.alko.fi/tuotteet/833262/Eko-ostokassi>

Lähdetietoja ei saatavilla tähän raporttiin.