

EAKR-hanke
Teolliset symbioosit materiaalikehitys ja Malli-Y analyysi
Pohjois-Savo



Raportti

Elinkaariklinikka: Iso-Kallan Panimo Oy – Oluen valmistuksen, pakkaamisen (pullo ja muovitynnyri) ja kuljetusten ilmastovaikutukset

Raportti on Iso-Kallan Panimo Oy:n luvalla vapaasti jaettavissa

Yrityksen nimi

Iso-Kallan Panimo Oy

Arvioinnin suorittajat

Jaakko Karvonen ja Anne Holma

Elinkaariklinikan päivämäärä

25.10.2018



S Y K E



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



NAVITAS
YRITYSPALVELUT



Iisalmen
TEOLLISUUSKYLÄ Oy



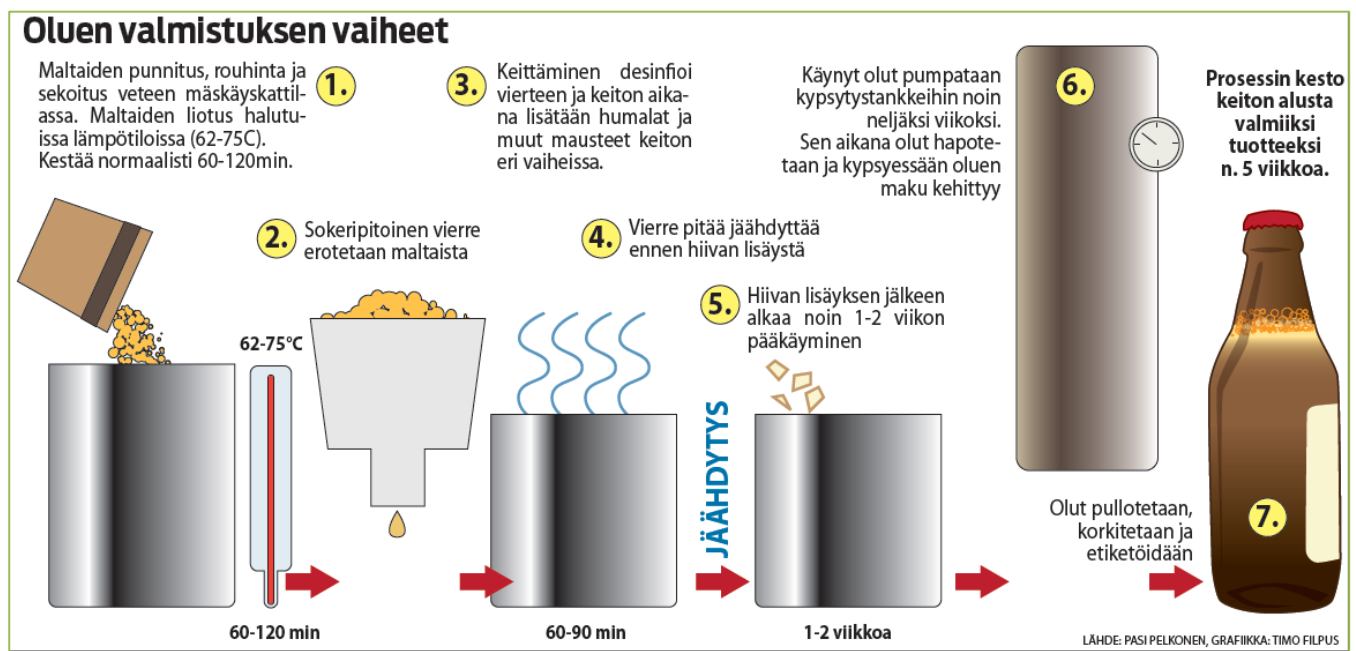
SAVONIA
AMMATTIKORKEAKOULU

1 Johdanto

Tämän yksinkertaistetun elinkaariarvioinnin (elinkaariklinikan) suorittivat Suomen ympäristökeskus (SYKE) ja Iso-Kallan Panimo Oy. Arviointi on osa hanketta ”Teolliset symbioosit materiaalikehitys ja Malli-Y analyysi Pohjois-Savo (2017–2019)”. Hankkeen rahoittajia ovat Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR), jonka rahoittavana kansallisena viranomaisena Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, kuntarahoitus (Kuopio, Iisalmi, Varkaus ja Suonenjoki) sekä hankkeen toteuttajat: Navitas Kehitys Oy, Iisalmen teollisuuskylä Oy, Savonia-Ammattikorkeakoulu Oy ja SYKE.

Iso-Kallan Panimo Oy (tästä eteenpäin Panimo) on vuonna 2013 perustettu pienpanimo. Tuotekorissaan Panimolla on sekä erityyppisiä suodattamattomia täysmallasoluita että limonadeja, ja sen tuotantotilat sijaitsevat Kuopiossa (oluet) ja Pielavedellä (limonadit). Päätuote ovat oluet, joita tuotetaan kuukausitasolla noin viidestä seitsemään lajia, ja vuositasolla noin 30:tä erilaista. Oluisiin käytetään pääasiassa kotimaisia ohramaltaita. Humalat ja hiivat tuodaan ulkomailta. Oluentuotannon vuosikapasiteetti on tällä hetkellä noin 100 000 litraa. Panimo tavoittelee oluen tuotantokapasiteetin kolminkertaistamista sekä väkevien alkoholijuomien (Viski, GIN, Vodka) tislauksen aloittamista.

Arvioinnin kohteeksi valittiin oluen valmistamisen ja kauppoihin tai ravintoloihin toimittamisen aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt. Lisäksi vertailtiin oluen jakelussa käytettävien muovitynnyrien ja lasipullojen kasvihuonekaasupäästöjä. Tutkijat Jaakko Karvonen ja Anne Holma olivat vastuussa arvioinnin toteuttamisesta. Panimon puolesta arviointiin osallistui panimon perustajajäsen, hallituksen puheenjohtaja Marko Pietikäinen.



Kuva 1. Oluen valmistuksen prosessikaavio. Lähde Pasi Pelkonen, Graf. Timo Filpus.

2 Arviointi

Elinkaariklinikan tavoitteena oli arvioida mallasohrasta käytetyn oluen valmistuksessa syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä yksinkertaistetun elinkaariarvioinnin (streamlined LCA) kautta. Selvityksessä huomioitiin kasvihuonekaasupäästöt alkaen raaka-aineiden tuotannosta ja tuonnista Panimolle ja päättyen oluen toimittamiseen kuluttajille, sisältäen myös syntyvät jäte- tai sivuvirrat.

Arvioinnissa keskityttiin kasvihuonekaasupäästöihin, eli ilmastomuutokseen liittyviin vaikutuksiin (jatkossa ilmastovaikutukset). Elinkaariklinikan aikana käytiin prosessin materiaalitietoja läpi ja arviointi suoritettiin näiden lähtötietojen (taulukot 1-3) avulla.

Arvioinnin *toiminnalliseksi yksiköksi* määritettiin **kolmanneslitra (0,33 l) olutta asiakkaille toimitettuna** vaihtoehtoisesti joko **a) lasipullossa** tai **b) 30 litran muovitynnyrissä**.

Iso-Kallan Panimo panee useita erilaisia oluita, mutta tuotannon pääpiirteet säilyvät lähes muuttumattomina tuotteiden välillä. Tämän vuoksi tuloksia voi pelata yhtiön kaikkiin olutlajeihin.

Taulukko 1. Kolmanneslitran olutta valmistamiseen tarvittavat raaka-aineet ja niiden kuljetusmatkat, sekä sähköenergia.

Resurssi	Määrä per 0,33 l olutta	Alkuperä	Kuljetus, kg*km		Huomiot
			Rekka, 76 t täysperävaunu-yhdistelmä ¹	Konttialus ² 2000 TEU*	
Ohramalla	100 g	Suomi, Viking Malt	28,6		Kotimainen mallasohra
Humala	1,67 g	Amerikka	0,645	14,38	Huomioidaan vain kuljetukset, ei tuotantoa
Hiiva	0,17 g	Belgia	0,0645	0,459	Tietokantojen ulkopuolinen lähde ³
Vesi	1 l	Hanavesi	-	-	
Hiilihappo	0,67 g	Nastolasta	0,195	-	Mallinnettu nesteytettyä hiilidioksidina
Muut Resurssit					
Sähkö	0,1467 kWh	Tavallinen, ei "vihreä" sähkö			Suomen keskimääräisen päästökertoimen mukaisena ⁴
Hapan pesuaine	0,00033 l				Ecolabin tuotteet, mutta jäljiteltiin
Emäs pesuaine	0,00033 l		-	-	Kiilto Clean Oy:n "reseptejä" ⁵ ja ⁶ . Kuljetuksia ei huomioitu

* twenty foot equivalent unit eli tavallinen kontti

¹ VTT:n lipasto tietokannan mukaan, <http://lipasto.vtt.fi>. Päästöt 70 % kuormalla (viitattu 22.1.2018).

² http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/vesiliikenne/tavara_vesi.htm (Viitattu 3.9.2018). Muokattu käsittämään vain yhdensuuntaisen matkan jakamalla päästö kahdella, 2000 TEU, 32 482 DWT alus.

³ http://s8773e385c005cdf1.jimcontent.com/download/version/0/module/11531047823/name/20120327155707_Yeast_Carbon_Footprint_https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto_suomessa/co2-laskentaohje_energian kulutuksen_hiilidioksidipaastojen_laskentaan/co2-paastokertoimet (Viitattu 26.4.2018).

⁵ <http://www.kiiltoclean.com/en/products/f-33-stoc/>

⁶ <http://www.kiiltoclean.com/en/products/f-10-hype/>

Taulukko 2. Kolmanneslitraan olutta tarvittavat pakkaus- ja muut tarvikkeet sekä materiaalien kuljetus tehtaalle ja tuotteiden toimitus kuluttajille. Vaihtoehtoina lasipullo ja muovitynnyri.

Vaihtoehdot	Tarvike	Paino	Alkuperä	Kuljetus, kg * km		Huomioita
				Rekka ¹	Laiva ²	
Lasipullossa	Lasipullo	280 g	Saksa, Steinbach am Wald	108,36	369,21	Tietokannan mukaan 65 % kierrätettyä lasia.
	Korkki	2,3 g	Hämeenlinna	0,759		Messinkiä
	Tarra	5 g	Lempäälä	1,52		Sis. tarranauhan
	Lavan huppu	0,94 g (3kg / 3200 pulloa)	Pullon mukana	108,36	369,21	PVC -muovinen huppu
	Kuljetukset asiakkaille (ravintoloihin, kauppoihin tai keskusvarastolle)	610 g	Turku, Tampere ja Helsinki	228,98		Täysperävaunu- yhdistelmä. Kolmen päämarkkinan keskiarvoetaisyys
	Pahvilaatikko	10 g	Oulainen	2,6		250 g laatikko, 25 pulloa per laatikko

Muovitynnyrissä	Tynnyri, 30 l vetoisuus	11 g / 0,33 l	Belgia	4,3	30,6	PET-muovia, 1 kg painoinen tynnyri
	Tarra	0,056 g / 0,33 l	Lempäälä	0,017		Sis. tarranauhan
	Kuljetukset asiakkaille (ravintoloihin)	344 g	Turku, Tampere ja Helsinki	136,89		Täysperävaunu- yhdistelmä. Kolmen päämarkkinan keskiarvoetaisyys

Taulukko 3. Oluen valmistamisesta ja toimituksesta (0,33 l) syntyvät jäte- ja sivuvirrat. Kuljetus on mallinnettu 40 t kuorma-autolla¹.

Jäte/sivuvirrat	Määrä per 0,33 l olutta	Kuljetus, 40 t kuorma-auto, kg*km	Käsittelypaikka ja tapa ⁷	Huomioita
Mäski	200 g	1,8	Gasum Oy, biokaasulaitos, Kuopio --> sähköä, lämpöä ja lannoitteita	Märkää, siksi painavampaa kuin käytetty mallas
Pahvi	5 g	1,88	Imatralle kierrätykseen	Kuitukierrätys Oy osakkaita lähinnä oleva kartonkitehdas. Määrä- ja tiheystieto saatu Panimolta
Energiajäte	8 g	0,568	Riikinnevan voimalaitos	Määrä laskettu tiheydellä 80 kg/m ³ , viitteet ^{8 ja 9}
Muovijäte	11 g	3,778	Ekokem, Riihimäki Kierrätys tai poltto	Arvioinnissa kaikki tynnyrit palautuvat panimolle ja päätyvät kierrätettäväksi. Todellisuudessa osa tynnyreistä saattaa päätyä poltettavaksi.

Rajaukset

Tarkasteltu systeemi alkaa raaka-aineena käytetyn mallasohran viljelystä ja pakkaustarvikkeiden valmistamisesta ja niiden tuonnista Panimolle. Systeemi päättyy tuotteen saapumiseen jakelupisteisiinsä kauppoihin ja/tai ravintoloihin. Humalan tuotannosta aiheutuvia päästöjä ei huomioitu. Kuopion alueella käytetyt muovitynnyrit palautuvat panimolle, ja sitä kautta muovinkierrätykseen. Muualla Suomesta niiden käsittelystä vastaavat ravintolat. Tässä arvioinnissa kaikkien muovitynnyrien oletetaan palautuvan Panimolle ja kohdistuvan siten Panimon päästöjä lisääväksi muovijätteeksi, mikä yliarvioi Panimon jätemäärää. Tosiasiassa Panimolle palautuu noin 10 tynnyriä viikossa. Toisaalta tynnyrit päätyvät mahdollisesti polttoon, ja näiden mahdollisuuksien ero esitetään tuloksissa. Laskettaessa 100 000 litran vuosikapasiteetilla ja käytettäessä ainoastaan muovitynnyreitä, vastaisi se noin 15 % kaikista käytetyistä tynnyreistä. Osuus on kuitenkin riippuvainen siitä, paljonko oluesta kulloinkin pullotetaan ja paljonko käytetään tynnyreitä. Sen sijaan lasipullojen palautus ja kierrätys eivät kohdistu panimon rasitteeksi ja pantillisina pulloina niiden voi olettaa palautuvan kauppojen palautusautomaattien kautta kierrätykseen. Käytettyä lämpöenergiaa ei huomioitu, koska sitä ei voitu eritellä kyseiselle kiinteistön osalle.

Laskenta

Arvioitava prosessi mallinnettiin openLCA-ohjelmistolla (GreenDelta, versio 1.7.0, ympäristövaikutusten arviointimenetelmänä oli ReCiPe-keskipistemallinnus). Arvioinnissa käytettiin yritykseltä saatuja materiaali- ja muita tuotantotietoja (taulukko 1-3) sekä elinkaari-inventaariotietoja (life cycle inventory LCI) Ecoinventin¹⁰ (versio 3.4) ja Agri-footprintin¹¹ tietokannoista. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n tuottaman tie- ja vesiliikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmien (LIPASTO ja MEERI¹²) tietoja käytettiin apuna kuljetusten mallinnuksessa. Muut arvioinnin tukena käytetyt tietolähteet on mainittu erikseen raportin alaviitteissä tai taulukoissa.

⁷ Konsultoitu Jätekuukko Oy:tä, Teija Forssman, 26.10.2018.

⁸ http://www.petrarajatevertailu.fi/phj/jatteen_maara_ ja_laskenta.pdf

⁹ <https://kiertokaari.fi/kotitaloudet/jatelaskuri/>

¹⁰ <https://www.ecoinvent.org/>

¹¹ <http://www.agri-footprint.com/>

¹² <http://lipasto.vtt.fi/> (viitattu 27.9.2018)

Yksinkertaistetun LCA-arvioinnin myötä tarkastelussa keskityttiin ilmastovaikutuksiin. Tulokset on esitetty hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂-ekv.) eli kaikkien ilmastomuutokseen vaikuttavien kasvihuonekaasupäästöjen (esim. hiilidioksidi, metaani, dityypimonoksidi) yhteismitallistettuna summana. Kullakin kasvihuonekaasulla on oma lämmityspotentiaalikerroin (global warming potential eli GWP-kerroin), joka huomioi kaasujen viipymääjat ilmakehässä sekä kaasujen lämpösäteilyn läpäisyominaisuudet ilmakehässä. Kasvihuonekaasun määrä suhteutetaan hiilidioksidin lämmitysvaikutukseen tietyllä ajanjaksolla (yleensä 100 vuotta). Esimerkiksi metaanin GWP-kerroin sadan vuoden ajalta kumulatiivisesti laskettuna on 28, eli metaanin lämmitysvaikutus on 28-kertainen hiilidioksidiin verrattuna¹³.

3 Ilmastovaikutukset

Arvioinnin tulokset on esitetty kuvissa 2–7 alkaen kokonaisuudesta ja jatkuen tarkempaan tarkasteluun vaikutusten suuruusjärjestyksessä.

Kuvassa 2 on esitetty lasipulloon tai muovitynnnyriin pakatun olutannoksen (0,33 l) tuotannon kasvihuonekaasupäästöt. Lasipulloon pakattuna 0,33 l olutta aiheuttaa noin 0,41 kg CO₂-ekv. ilmastovaikutukset. Tämä vastaa lähes kahden kilometrin henkilöautolla ajoa Suomessa¹⁴. Tilavuudeltaan 30 litran muovitynnnyriin pakattuna yhden 0,33 l annoksen ilmastovaikutukset ovat puolestaan 0,15 kg CO₂-ekv., eli lasipulloa käytettäessä ilmastovaikutukset ovat 2,7-kertaiset muovitynnnyriin verrattuna.

Lasipullon pakkaustarvikkeet aiheuttavat noin 0,30 kg CO₂-ekv. eli noin 74,8 %, ja oluen valmistaminen (sis. sähkön ja raaka-aineet) 15,8 % ilmastovaikutuksista. Muovitynnnyriä käytettäessä ilmastovaikutukset jakautuvat tasaisemmin, sillä oluen valmistaminen aiheuttaa 0,06 kg CO₂-ekv. ja muovitynnnyri (valmistus, tuonti ja tarrat) 0,05 kg CO₂-ekv., eli 42,8 % ja 32,4 % kaikista vaihtoehdon ilmastovaikutuksista. Jäte- tai sivuvirrat aiheuttavat lasipulloa käytettäessä noin 7,3 % ja muovitynnnyriä käytettäessä 21,4 % tuotantoketjunsä ilmastovaikutuksista.

Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	Olut Muovitynnnyristä vs Lasipullost, Summaries	0.55501	kg CO2 eq
73.05%	Olut lasipullossa, 0.33 l, Summary	0.40543	kg CO2 eq
> 54.67%	Lasipullo, korkki, tarrat, laatikot ja lavan suojahuppu	0.30341	kg CO2 eq
> 11.56%	Oluen valmistaminen	0.06415	kg CO2 eq
> 05.33%	Jäte-tai sivuvirrat lasipulloille	0.02958	kg CO2 eq
> 01.40%	Vienti kuluttajalle	0.00775	kg CO2 eq
> 00.06%	Hapan pesuaine	0.00034	kg CO2 eq
> 00.04%	Emäs pesuaine	0.00020	kg CO2 eq
26.95%	Olut muovitynnnyrissä, per 0,33 l Summary	0.14958	kg CO2 eq
11.56%	Oluen valmistaminen	0.06415	kg CO2 eq
> 08.73%	Muovitynnnyri ja tarrat	0.04844	kg CO2 eq
> 05.78%	Jäte-tai sivuvirrat muovitynnnyreille	0.03210	kg CO2 eq
00.78%	Vienti kuluttajalle	0.00435	kg CO2 eq
00.06%	Hapan pesuaine	0.00034	kg CO2 eq
00.04%	Emäs pesuaine	0.00020	kg CO2 eq

Kuva 2. Oluen tuotannon ja pakkaamisen lasipulloon tai 30 l muovitynnnyriin ilmastovaikutukset 0,33 litraa kohti.

¹³ Myhre, G. ym. 2013. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. Julk.: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M, Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A, Xia, Y, Bex, V. & Midgley, P.M. (eds). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge University Press. S. 659-740. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wq1/>, viitattu 9.2.2018.

¹⁴ Henkilöauton aiheuttamat päästöt keskimäärin 209,9 g CO₂ ekv./km, ajossa syntyvien päästöjen lisäksi myös polttoaineen ja auton valmistus on huomioitu (tarkempi laskelma saatavilla pyynnöstä).

Lasinen olutpullo tarvitseena aiheuttaa noin kuusinkertaiset ilmastopäästöt muovitynnnyriin verrattuna (kuvat 3 ja 4). Eroa selittää pullon ja tynnyrin massat: 0,33 l lasipullo painaa 280 g ja muovitynnnyri 11 grammaa per 0,33 l osuus. Lasipullon paino on siis noin 25,5-kertainen muovitynnnyriin verrattuna. Painoyksikköä kohden lasipullon valmistus aiheuttaa pienemmät ilmastovaikutukset kuin muovin valmistus, mutta se ei riitä kompensoimaan suurta massaeroa. Päästökseen samaan ilmastovaikutustasoon muovitynnnyrin kanssa lasipullo saisi painaa noin 50 grammaa, mikä ei ole realistista. Riippumatta siitä, valitaanko muovitynnnyri vai lasipullo, ovat itse tynnyri (muovigranulaatit ja muovaus) tai lasipullo ylivoimaisesti suurimmat päästöjen aiheuttajat kaikista pakkaustarvikkeista.

Contribution	Process	Amount	Unit
▲ 100.00%	Lasipullo, korkki, tarrat, laatikot ja lavan suojahuppu	0.30341	kg CO2 eq
> 86.55%	packaging glass production, white packaging glass, white Cutoff, U - RER w/o CH+DE	0.26260	kg CO2 eq
> 03.50%	brass production brass Cutoff, U - RoW	0.01062	kg CO2 eq
> 02.84%	corrugated board box production corrugated board box Cutoff, U - RER	0.00861	kg CO2 eq
> 02.60%	Tarrateippi - Paperitarra + muoviasta	0.00789	kg CO2 eq
> 02.29%	Transport, sea freight, Cargo Ship, 2000 TEU, 32482 DWT, [Meeri FI]	0.00694	kg CO2 eq
> 01.27%	Transport, full trailer, 76 t, 70% load (EURO5), FI	0.00385	kg CO2 eq
> 00.96%	Lavan huppu	0.00291	kg CO2 eq

Kuva 3. Lasipullon (0,33 l), pullonkorkin, tarrojen ja lavan kuljetushupun, sekä niiden kuljettamisten aiheuttamat ilmastovaikutukset.

Contribution	Process	Amount	Unit
▲ 100.00%	Muovitynnnyri ja tarrat	0.04843	kg CO2 eq
75.58%	polyethylene terephthalate production, granulate, bottle grade, alloc. default, S - RoW	0.03661	kg CO2 eq
> 22.75%	blow moulding production blow moulding Cutoff, U - RER	0.01102	kg CO2 eq
> 01.18%	Transport, sea freight, Cargo Ship, 2000 TEU, 32482 DWT, [Meeri FI]	0.00057	kg CO2 eq
> 00.30%	Transport, full trailer, 76 t, 70% load (EURO5), FI	0.00015	kg CO2 eq
> 00.18%	Tarrateippi - Paperitarra + muoviasta	8.76272E-5	kg CO2 eq

Kuva 4. Muovitynnnyrin (30 litraa), ja tarrojen valmistamisen, sekä niiden kuljettamisten aiheuttamat ilmastovaikutukset 0,33 l osuuteen jaettuna. Muovitynnnyri käsittää sekä granulaattien valmistamisen että muotoiluprosessin.

Oluen valmistuksen suurin ilmastopäästöjen aiheuttaja on ohran viljely ja kuivaus vastaten 58,8 % oluen valmistamisen ilmastopäästöistä (kuva 5). Näistä päästöistä viljely aiheuttaa 97 % (koneiden päästöt 27 %, lannoitteiden valmistus 22,5 %, siemenet 3,8 %, ja muut, pääasiassa lannoitteiden hajoaminen maasa, 46,7 %) ja viljan kuivaus 3 %. Oluen valmistaminen vaatii myös sähköenergiaa, jonka osuus on 37,5 % tuotantoon liittyvistä päästöistä. Kaukolämpöä ei voitu eritellä kiinteistöstä Panimoa koskevaksi, mutta alueen kaukolämpö tuotetaan puulla ja turpeella 52:48 sekoitesuhteella, eli se lisää Panimon todellisia ilmastovaikutuksia. Kuljetukset ja muut oluttarpeet (hiilidioksidi, hiiva, vesi) aiheuttavat yhteensä 3,7 % oluen valmistamisen päästöistä.

Contribution	Process	Amount	Unit
▲ 100.00%	Oluen valmistaminen	0.06415	kg CO2 eq
58.77%	Barley grain at farm_mass alloc. [FI] AGF-datab.	0.03770	kg CO2 eq
37.50%	Electricity production, Finland	0.02405	kg CO2 eq
> 01.56%	Transport, full trailer, 76 t, 70% load (EURO5), FI	0.00100	kg CO2 eq
> 00.89%	carbon dioxide production, liquid carbon dioxide, liquid Cutoff, U - RER	0.00057	kg CO2 eq
> 00.65%	tap water production, underground water with chemical treatment tap water Cutoff, U - Europe without Switzerland	0.00042	kg CO2 eq
> 00.43%	Transport, sea freight, Cargo Ship, 2000 TEU, 32482 DWT, [Meeri FI]	0.00028	kg CO2 eq
00.19%	Hiiva, tuore, puristettu	0.00012	kg CO2 eq

Kuva 5. Oluen 0,33 l valmistamiseen tarvittavien tuotantopanosten ilmastovaikutukset.

Jätteiden käsittelyn vaikutukset kokonaisuudesta olivat lasipulloa käytettäessä noin 7,3 % ja muovitynnyriä käytettäessä 21,4 % tuotantoketjujensa ilmastovaikutuksista. Merkittävin tekijä on mäski (kuvat 6 ja 7), mutta niiden käsittelyn päästöt ovat maltilliset, ja todellisuudessa sen hyödyntäminen energiaksi, lannoitteeksi ja kaasuksi tekee siitä varsin hyödyllisen sivuvirran. Tässä analysissä ei kuitenkaan arvioitu laajemmin mäskin hyötyjä jatkokäytössä. Lasipulloja käytettäessä lavan polyvinylikloridinen suojahappu aiheuttaa 3,8 % lisäpäästöjä. Muovitynnyreitä käytettäessä tynnyrijätteen käsittely kierrättäen aiheuttaa 10,6 % (kuva 7), tai polttaen¹⁵ 41,5 % jätehuollon päästöistä (kuva 8). Kokonaisuudessaan jätehuollon päästöt ovat muovitynnyreitä kierrätettäessä noin 10 %, ja tynnyrit poltettaessa 66 % lasipullotapausta suuremmat. Huomaa kuitenkin, ettei lasipullon kierrättämistä kohdistettu Panimon aiheuttamaksi, ja että todellisuudessa tynnyreistä vain Kuopion alueella käytetyt palautuvat Panimolle lisäjäte-eräksi.

Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	Jäte-tai sivuvirrat lasipulloille	0.02958	kg CO2 eq
> 81.00%	treatment of biowaste by anaerobic digestion biowaste Cutoff, U - CH	0.02396	kg CO2 eq
14.12%	treatment of municipal solid waste, incineration municipal solid waste Cutoff, S - FI	0.00418	kg CO2 eq
> 03.77%	treatment of waste polyvinylchloride product, collection for final disposal waste polyvinylchloride product Cutoff, U - Europe without Switzerland	0.00111	kg CO2 eq
> 00.74%	Transport, semi trailer, 40 t, 70 % load (EURO5), FI	0.00022	kg CO2 eq
> 00.37%	treatment of waste paperboard, sorting plant waste paperboard Cutoff, U - Europe without Switzerland	0.00011	kg CO2 eq

Kuva 6. Jäte- ja sivuvirtojen käsittelyjen ja kuljetusten päästöt 0,33 l kohti käytettäessä lasipulloa.

Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	Jäte-tai sivuvirrat muovitynnyreille	0.03210	kg CO2 eq
> 74.64%	treatment of biowaste by anaerobic digestion biowaste Cutoff, U - CH	0.02396	kg CO2 eq
> 13.01%	treatment of municipal solid waste, incineration municipal solid waste Cutoff, U - FI	0.00418	kg CO2 eq
> 10.63%	treatment of waste polyethylene terephthalate, for recycling, unsorted, sorting waste polyethylene terephthalate, for recycling, sorted Cutoff, U - Europe without Switzerland	0.00341	kg CO2 eq
> 01.37%	Transport, semi trailer, 40 t, 70 % load (EURO5), FI	0.00044	kg CO2 eq
> 00.34%	treatment of waste paperboard, sorting plant waste paperboard Cutoff, U - Europe without Switzerland	0.00011	kg CO2 eq

Kuva 7. Jäte- ja sivuvirtojen käsittelyjen ja kuljetusten päästöt 0,33 l kohti käytettäessä muovitynnyriä kun tynnyrimuovi kierrätetään.

Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	Jäte-tai sivuvirrat muovitynnyreille (poltto)	0.04907	kg CO2 eq
> 48.84%	treatment of biowaste by anaerobic digestion biowaste Cutoff, U - CH	0.02396	kg CO2 eq
41.53%	Muovin poltto	0.02038	kg CO2 eq
> 08.51%	treatment of municipal solid waste, incineration municipal solid waste Cutoff, U - FI	0.00418	kg CO2 eq
> 00.90%	Transport, semi trailer, 40 t, 70 % load (EURO5), FI	0.00044	kg CO2 eq
> 00.22%	treatment of waste paperboard, sorting plant waste paperboard Cutoff, U - Europe without Switzerland	0.00011	kg CO2 eq

Kuva 8. Jäte- ja sivuvirtojen käsittelyjen ja kuljetusten päästöt 0,33 l kohti käytettäessä muovitynnyriä kun tynnyrimuovi poltetaan.

¹⁵ <http://www.tilastokeskus.fi/polttoaineluokitus>. Muovin E = 25 GJ/t, päästö 74,1 t CO₂ ekv./TJ = 1,8525 kg CO₂-ekv./kg-muovia.

4 Yhteenveto tuloksista ja toimenpide-ehdotukset

Tulosten mukaan tehokkain tapa vähentää kasvihuonekaasupäästöjä on lasipullojen vaihto muovisiin pulloihin tai muovitynnyreihin. Tämä tulos pitää siitäkin huolimatta, että muovin kierrätys huomioitiin panimon taakaksi, mutta lasin kierrätystä ei. Tulos ei muutu vaikka muovi ohjautuisi polttoon. Muovitynnyrien polttaminen lisää kasvihuonekaasupäästöjä noin 12 % verrattuna kierrättämiseen, joten kierrätyksellä on merkittävä vaikutus. Lisäksi tietokannan mukaan lasipullon valmistamiseen arvioitiin käytettävän 65 % kierrätettyä lasia. Suomessa kierrätyslasin osuus saattaa olla suurempi ja lasipullon päästöt siten pienemmät kuin tässä on arvioitu.

Pohjoismaisten alkoholimonopoliin tilaamassa tutkimuksessa¹⁶ todetaan, että ilmastoajatellen muovinen pullo olisi merkittävästi parempi. Lasipullon käyttö johtuu selvityksen mukaan perinteistä, sekä siitä, että kuluttajat suosivat lasipulloja. Arvioijat eivät ota kuitenkaan kantaa siihen, onko markkinoilla sellaisia muovisia pullolaatuja tarjolla, joissa oluen säilyvyys olisi lasipullon veroista. Muovisia tynnyreitä Panimo käyttää jo osana ravintoloihin jakelua. Muoveihin liittyy kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi muita ympäristöllisiä näkökulmia, joten paremmuus muovin ja lasin välillä on useimmiten riippuvainen eri vaikutusten arvottamisesta. Biomuovista ja biohajoavaa olutpulloa on suunniteltu vähentämään joitain perinteiseen muoviin liittyviä ongelmia¹⁷. Sen lanseeraamisesta markkinoille ei tietyvästi ole vielä kuitenkaan tiedotettu, eivätkä ne kukaan ole ongelmattomia. Lasipulloa tuskin voi ainakaan mainittavasti keventää ilmastovaikutuksien vähentämiseksi.

Niin sanotun vihreän sähkön ostaminen on mahdollisuus vähentää Panimon aiheuttamia suorita kasvihuonekaasupäästöjä. Nyt Panimo käyttää niin sanottua tavallista sähköä, minkä päästökerroin on 164 g CO₂-ekv. / kWh⁴, kun taas uusiutuvaa sähköä pidetään päästöttömänä¹⁸. Näin sähköntoimittajan valinnalla voitaisiin vähentää jopa 37,5 % oluen valmistamisen ilmastopäästöistä.

Koko ketjua ajatellen sähkön vaikutus on suhteellisesti suurempi muovisia tynnyreitä kuin lasipulloja käytettäessä, ollen 3,7 % tai 16,1 % kokonaispäästöistä riippuen siitä, käytetäänkö lasipulloa vai muovitynnyriä. Kaukolämpöä ei huomioitu arvioinnissa. Voidaan kuitenkin mainita, että Savon Voima tuottaa lähes puolet tuottamastaan lämmöstä turpeella, mikä lasketaan fossiiliseksi polttoaineeksi. Siten se vaikuttaa osaltaan myös Panimon todellisiin ilmastovaikutuksiin.

Hintavertailun¹⁹ mukaan kuluttajahinnoiltaan 100 % uusiutuva sähkö on ajanjaksolla 1/17–7/18 ollut noin 0,04 senttiä / kWh tavanomaista kalliimpaa. Kulutuksella 440 kWh / 1000 l olutta tämä tarkoittaisi noin 5,87 sentin kustannusta tuhatta olutlitraa kohden. Yrityksen maksama hinta saattaa erota kuluttajahinnasta, ja markkinamuutokset voivat vaikuttaa sähkön hintoihin merkittävästikin.

Mäskäys eli maitaiden keittäminen kuluttaa valtaosan tarvittavasta sähköenergiasta. Sitä ajatellen keitto-/mäskäysastian suunnittelu energiaa säästäväksi ja lämpöä varaavaksi voisi vähentää sekä ilmastovaikutuksia että yrityksen energiakuluja. Lisäksi mäski jäähdytetään kylmävesikierralla, joten jäähdytysveden sitoutuvan lämpöenergian hyödyntämisen mahdollistaminen esimerkiksi tilojen lämmitykseen tai uuden mäskäysveden esilämmitykseen kannattanee arvioida samalla kun Panimo pohtii laajentamista suurempiin tiloihin.

¹⁶

http://www.vinbudin.is/Portaldata/1/Resources/um_atvr/umhverfid/Environmental_impacts_of_alcoholic_beverages_as_distributed_by_the_Nordic_Alcohol_Monopolies_2014_final_report_20161230_3.pdf

¹⁷ <https://carlsberggroup.com/newsroom/carlsberg-and-partners-to-develop-biodegradable-wood-fiber-bottle/>

¹⁸ Vihreän sähkö ei todellisuudessa ole täysin päästötöntä. Ks. esim. Raadal et al. 2011. Life cycle greenhouse gas (GHG) emissions from the generation of wind and hydro power. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15:7 pp. 3417 – 3422

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.05.001>

¹⁹ sahkovertailu.fi (vertailu toteutettu 28.8.2018). Markkinahinnat 1/17 – 7/18 välillä vihreä sähkö +0.04 eurosenttiä per kWh vrt. ”normisähkö”.

Huomio! Arvioinnin tulokset perustuvat yrityksen toimittamiin inventaariotietoihin arvioitavasta prosessista. Raportti on tarkoitettu käytettäväksi tutkimus- ja tuotekehitystehtäviin ja yrityksen päätöksenteon tueksi. Raporttia ei saa käyttää markkinointitarkoituksiin tai suoraan kommunikointiin kuluttajien kanssa, sillä näitä tarkoituksia varten tulee tehdä ISO-standardin mukainen, yksityiskohtaisempi elinkaariarviointi.



S Y K E



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



FISS
Teolliset symbioosit –
toimintamalli Suomessa



NAVITAS
YRITYSPALVELUT



Iisalmen
TEOLLISUUSKYLÄ Oy



SAVONIA
AMMATTIKORKEAKOULU