

**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



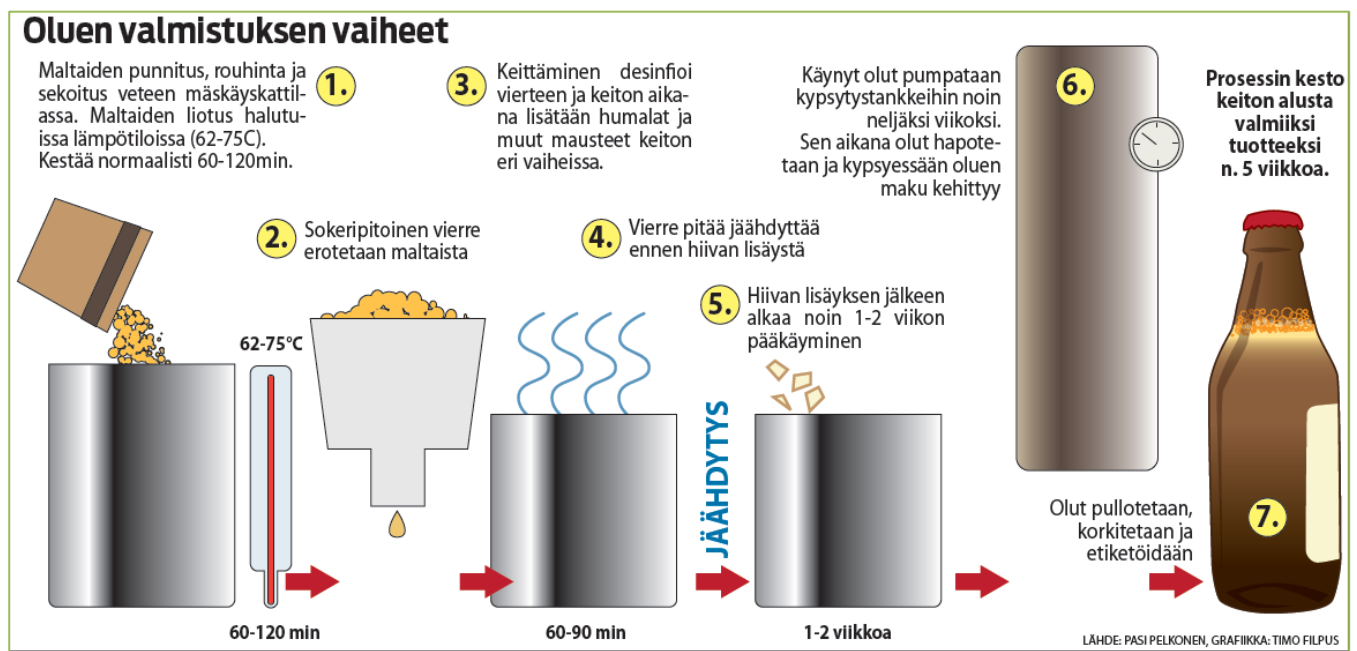
**SAVONIA**  
AMMATTIKORKEAKOULU

# 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 kasviuonekaasupäästöt. Lisäksi vertailtiin oluen jakelussa käytettävien muovitynnyrien ja lasipullojen kasviuonekaasupäästöjä. 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 kasviuonekaasupäästöjä yksinkertaistetun elinkaariarvioinnin (streamlined LCA) kautta. Selvityksessä huomioitiin kasviuonekaasupäästöt alkaan raaka-aineiden tuotannosta ja tuonnista Panimolle ja päättyen oluen toimittamiseen kuluttajille, sisältäen myös syntyvät jäte- tai sivuvirrat.

Arvioinnissa keskityttiin kasviuonekaasupäästöihin, 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 <sup>1</sup> | Konttialus <sup>2</sup> 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 <sup>3</sup>   |
| Vesi                  | 1 l                     | Hanavesi                      | -   | -                                 |   |
| Hiilihappo            | 0,67 g                  | Nastolasta                    | 0,195   | -                                 | Mallinnettu nesteytettyinä hiilidioksidina  |
| <b>Muut Resurssit</b> |                         |                               |   |                                   |   |
| Sähkö                 | 0,1467 kWh              | Tavallinen, ei "vihreä" sähkö |   |                                   | Suomen keskimääräisen päästökertoimen mukaisena <sup>4</sup>                          |
| Hapan pesuaine        | 0,00033 l               |                               |   |                                   | Ecolabin tuotteet, mutta jäljiteltiin   |
| Emäs pesuaine         | 0,00033 l               |                               | -   | -                                 | Kiilto Clean Oy:n "reseptejä" <sup>5</sup> ja <sup>6</sup> . Kuljetuksia ei huomioitu |

\* twenty foot equivalent unit eli tavallinen kontti

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

<sup>2</sup> [http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/vesiliikenne/tavara\\_vesi.htm](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.

<sup>3</sup> [http://s8773e385c005cdf1.jimcontent.com/download/version/0/module/11531047823/name/20120327155707\\_Yeast\\_Carbon\\_Footprint](http://s8773e385c005cdf1.jimcontent.com/download/version/0/module/11531047823/name/20120327155707_Yeast_Carbon_Footprint)  
<sup>4</sup> [https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto\\_suomessa/co2-laskentaohje\\_energian kulutuksen\\_hiilidioksidipaastojen\\_laskentaan/co2-paastokertoimet](https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto_suomessa/co2-laskentaohje_energian kulutuksen_hiilidioksidipaastojen_laskentaan/co2-paastokertoimet) (Viitattu 26.4.2018).

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

<sup>6</sup> <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 <sup>1</sup> | Laiva <sup>2</sup> |   |
| <b>Lasipullossa</b>    | Lasipullo  | 280 g                         | Saksa,<br>Steinbach am<br>Wald   | 108,36             | 369,21             | Tietokannan mukaan<br>65 % kierrätettyä<br>lasia.                         |
|                        | Korkki   | 2,3 g                         | Hämeenlinna                      | 0,759              |                    | Messinkiä   |
|                        | Tarra  | 5 g                           | Lempäälä                         | 1,52               |                    | Sis. tarranauhan  |
|                        | Lavan huppu  | 0,94 g (3kg /<br>3200 pulloa) | Pullon<br>mukana                 | 108,36             | 369,21             | PVC -muovinen<br>huppu  |
|                        | Kuljetukset<br>asiakkaille<br>(ravintoloihin,<br>kauppoihin tai<br>keskusvarastolle) | 610 g                         | Turku,<br>Tampere ja<br>Helsinki | 228,98             |                    | Täysperävaunu-<br>yhdistelmä. Kolmen<br>päämarkkinan<br>keskiarvoetaisyys |
|                        | Pahvilaatikko  | 10 g                          | Oulainen                         | 2,6                |                    | 250 g laatikko, 25<br>pulloa per laatikko                                 |
| -----                  |  |                               |                                  |                    |                    |   |
| <b>Muovitynnyrissä</b> | Tynnyri, 30 l<br>vetoisuus   | 11 g / 0,33 l                 | Belgia                           | 4,3                | 30,6               | PET-muovia, 1 kg<br>painoinen tynnyri                                     |
|                        | Tarra  | 0,056 g /<br>0,33 l           | Lempäälä                         | 0,017              |                    | Sis. tarranauhan  |
|                        | Kuljetukset<br>asiakkaille<br>(ravintoloihin)  | 344 g                         | Turku,<br>Tampere ja<br>Helsinki | 136,89             |                    | Täysperävaunu-<br>yhdistelmä. Kolmen<br>päämarkkinan<br>keskiarvoetaisyys |

**Taulukko 3.** Oluen valmistamisesta ja toimituksesta (0,33 l) syntyvät jäte- ja sivuvirrat. Kuljetus on mallinnettu 40 t kuorma-autolla<sup>1</sup>.

| Jäte/sivuvirrat | Määrä per 0,33 l olutta | Kuljetus, 40 t kuorma-auto, kg*km | Käsittelypaikka ja tapa <sup>7</sup>                                | 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 <sup>3</sup> , viitteet <sup>8 ja 9</sup>   |
| Muovijäte       | 11 g                    | 3,778                             | Ekokem, Riihimäki<br><br>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 muovijätteenä, 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) Ecoinventin<sup>10</sup> (versio 3.4) ja Agri-footprintin<sup>11</sup> tietokannoista. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n tuottaman tie- ja vesiliikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmien (LIPASTO ja MEERI<sup>12</sup>) tietoja käytettiin apuna kuljetusten mallinnuksessa. Muut arvioinnin tukena käytetyt tietolähteet on mainittu erikseen raportin alaviitteissä tai taulukoissa.

<sup>7</sup> Konsultoitu Jätekuukko Oy:tä, Teija Forssman, 26.10.2018.

<sup>8</sup> [http://www.petrarajatevertailu.fi/phj/jatteen\\_maara\\_ ja\\_laskenta.pdf](http://www.petrarajatevertailu.fi/phj/jatteen_maara_ ja_laskenta.pdf)

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

<sup>10</sup> <https://www.ecoinvent.org/>

<sup>11</sup> <http://www.agri-footprint.com/>

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

Yksinkertaistetun LCA-arvioinnin myötä tarkastelussa keskityttiin ilmastovaikutuksiin. Tulokset on esitetty hiilidioksidiekvivalentteina (CO<sub>2</sub>-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 verrattuna<sup>13</sup>.

### 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 CO<sub>2</sub>-ekv. ilmastovaikutukset. Tämä vastaa lähes kahden kilometrin henkilöautolla ajoa Suomessa<sup>14</sup>. Tilavuudeltaan 30 litran muovitynnnyriin pakattuna yhden 0,33 l annoksen ilmastovaikutukset ovat puolestaan 0,15 kg CO<sub>2</sub>-ekv., eli lasipulloa käytettäessä ilmastovaikutukset ovat 2,7-kertaiset muovitynnnyriin verrattuna.

Lasipullon pakkaustarvikkeet aiheuttavat noin 0,30 kg CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-ekv. ja muovitynnnyri (valmistus, tuonti ja tarrat) 0,05 kg CO<sub>2</sub>-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 Muovitynnnyriä 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 suojahappu | 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 muovitynnnyriissä, 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 muovitynnnyrielle                   | 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.

<sup>13</sup> 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.

<sup>14</sup> Henkilöauton aiheuttamat päästöt keskimäärin 209,9 g CO<sub>2</sub> ekv./km, ajossa syntyvien päästöjen lisäksi myös polttoaineen ja auton valmistus on huomioitu (tarkempi laskelma saatavilla pyynnöstä).

Lasinen olutpullo tarvitseena aiheuttaa noin kuusinkertaiset ilmastopäästöt muovitynnyn verrattuna (kuvat 3 ja 4). Eroa selittää pullon ja tynnyrin massat: 0,33 l lasipullo painaa 280 g ja muovitynnyn 11 grammaa per 0,33 l osuus. Lasipullon paino on siis noin 25,5-kertainen muovitynnyn verrattuna. Painoyksikköä kohden lasipullon valmistus aiheuttaa pienemmät ilmastovaikutukset kuin muovin valmistus, mutta se ei riitä kompensoimaan suurta massaeroa. Päästökseen samaan ilmastovaikutustasoon muovitynnyn kanssa lasipullo saisi painaa noin 50 grammaa, mikä ei ole realistista. Riippumatta siitä, valitaanko muovitynnyn 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 + muoviastausta  | 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%    | Muovitynnyn 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 + muoviastausta   | 8.76272E-5 | kg CO2 eq |

**Kuva 4.** Muovitynnyn (30 litraa), ja tarrojen valmistamisen, sekä niiden kuljettamisten aiheuttamat ilmastovaikutukset 0,33 l osuuteen jaettuna. Muovitynnyn 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 muovitynnäriä käytettäessä 21,4 % tuotantoketjijensa 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. Muovitynnäriä käytettäessä tynnyrijätteen käsittely kierrättäen aiheuttaa 10,6 % (kuva 7), tai polttaen<sup>15</sup> 41,5 % jätehuollon päästöistä (kuva 8). Kokonaisuudessaan jätehuollon päästöt ovat muovitynnäriä kierrätettäessä noin 10 %, ja tynnyrit polttaessa 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 muovitynnäreille   | 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 muovitynnäriä kun tynnyrimuovi kierrätetään.

| Contribution | Process  | Amount  | Unit      |
|--------------|--|---------|-----------|
| ▲ 100.00%    | Jäte-tai sivuvirrat muovitynnäreille (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 muovitynnäriä kun tynnyrimuovi poltetaan.

<sup>15</sup> <http://www.tilastokeskus.fi/polttoaineluokitus>. Muovin E = 25 GJ/t, päästö 74,1 t CO<sub>2</sub> ekv./TJ = 1,8525 kg CO<sub>2</sub>-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 tutkimuksessa<sup>16</sup> 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 ongelmia<sup>17</sup>. 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 suoraa kasvihuonekaasupäästöjä. Nyt Panimo käyttää niin sanottua tavallista sähköä, minkä päästökerroin on 164 g CO<sub>2</sub>-ekv. / kWh<sup>4</sup>, kun taas uusiutuvaa sähköä pidetään päästöttömänä<sup>18</sup>. 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.

Hintavertailun<sup>19</sup> mukaan kuluttajainnoiltaan 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 jäädytetään kylmävesikierralla, joten jäädytysveden sitoutuvan lämpöenergian hyödyntämisen mahdollistaminen esimerkiksi tilojen lämmitykseen tai uuden mäskäysveden esilämmitykseen kannattanee arvioida samalla kun Panimo pohtii laajentamista suurempiin tiloihin.

<sup>16</sup>

[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](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)

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

<sup>18</sup> Vihreän sähkö ei todellisuudessa ole täysin päästöttömä. 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>

<sup>19</sup> [sahkovertailu.fi](https://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 inventaaritietoihin 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