

**CO₂-EKVIVALENTTIPÄÄSTÖT TUOTTEIDEN
KYRÖ NAPUE GIN JA KYRÖ MALT ARVOKETJUISSA**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Bio- ja elintarviketekniikka, Hämeenlinna

Syksy 2020

Johanna Lehtiö

TIIVISTELMÄ

Työn toimeksiantaja toimi Rye Rye Oy eli Kyrö Distillery Company. Työn tavoitteena oli tehdä tuotteille Kyrö Napue Gin ja Kyrö Malt ilmastovaikutusten arviointi laskemalla tuotteiden arvoketjujen hiilidioksidiekvivalenttipäästöt.

Työn toiminnallisena yksikkönä (FU) on 500 millilitran pullo giniä tai viskiä. Kyrö Napue Ginille laskettiin CO₂-ekv.-arvoksi 1,7 kg CO₂-ekv./FU ja Kyrö Maltille, eli viskille, 2,4 kg CO₂-ekv./FU. Laskennan perusteella kummankin tuotteen arvoketjussa suurimmat vaikutukset CO₂-ekv.-arvoon on rukiin tuotannolla ja tuotteen pakkauksen lasipullolla. Ginin scope 1 -päästöt ovat arvoketjun päästöistä 4 % ja viskin 23 %. Kuten yleisesti elintarvike- ja juomateollisuudessa, myös Kyrö Napue Ginin ja Kyrö Maltin ilmastovaikutuksista huomattava osa syntyy tuotteiden muissa arvoketjujen osissa kuin laskennan suorittavan organisaation omissa päästölähteissä.

Avainsanat Gini, viski, arvoketju, ilmastovaikutukset, kasvihuonekaasut

Sivut 62 sivua ja liitteitä 10 sivua

Author	Johanna Lehtiö	Year 2020
Subject	CO ₂ equivalent Emissions in Kyrö Napue Gin and Kyrö Malt Products Value Chains	
Supervisors	Susanna Peltonen and Jani Kujala	

ABSTRACT

This thesis aimed at providing a climate impact assessment for Kyrö Napue Gin and Kyrö Malt products of Rye Rye Oy i.e Kyrö Distillery Company, the commissioner of the thesis. Therefore, the goal was to calculate carbon dioxide equivalent emissions (CO₂-eq.) of the products' value chains and report the results as their carbon footprints.

The functional unit (FU) of the calculation was one 500 ml bottle of the product. According to the results, the calculated value of Kyrö Napue Gin was 1,7 kg CO₂-eq./FU whereas the value of Kyrö Malt was 2,4 kg CO₂-eq./FU. The major impacts on both products' carbon footprints were detected within rye production and when using glass bottle for the packaging. The scope 1 greenhouse gas (GHG) emissions of the Kyrö Napue Gin were 4 % of its value chain emissions, the Kyrö Malt scope 1 GHG emissions being 23 %. As it is common in the food and beverage industry, the major emission impacts of the investigated products occur in other parts their value chains than in the distillery's own emission sources.

Keywords Gin, whisky, value chain, climate impacts, greenhouse gases

Pages 62 pages and appendices 10 pages

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Elintarvike- ja juomateollisuus kohti vähähiilisyyttä ja pienempiä ympäristövaikutuksia	2
3	Tislaus ja tisleet	6
3.1	Tislauksen perusteet	6
3.2	Tislauksen saanto	7
3.3	Tislaamoteollisuuden energiajakauma	8
3.4	Tislattu gini	9
3.5	Tislatun ginin tuotanto Kyrö Distillery Companylla	11
3.6	Viski	12
3.7	Viskin tuotanto Kyrö Distillery Companylla	13
3.8	Pohjoisamerikkalaisen keskimääräisen viskitisleen hiilijalanjälki	16
4	Elinkaariarvioinnin standardit	17
4.1	Elinkaariarvioinnin standardit ja ohjeistukset	18
4.2	Elinkaarimallinnusten toteutus	20
4.3	Elinkaariarvioinnin inventaarioanalyysi (LCI)	20
4.4	Elinkaariarvioinnin vaiheet	20
4.5	GHG-protokolla ja BIER-toimialaohje	21
5	Toteutus	22
5.1	Valinnat	23
5.2	Toiminnallinen yksikkö	24
5.3	Päästöinventaarioiden lähtötietoja	24
5.4	Cut-off-säännöt ja de minimus -periaate	25
6	Kyrö Napue Gin – Tuotejärjestelmän rajaus ja päästölähteet	27
7	Kyrö Napue Gin – Prosessin CO ₂ -ekv.-päästöinventaario yksikköprosesseittain ...	28
7.1	Raaka-aineet	28
7.1.1	Rukiin viljely	28
7.1.2	Etanolin tuotanto	28
7.1.3	Yrtit	29
7.2	Pakkausmateriaalit	30
7.3	Tuotanto	30
7.3.1	Ginitislaus	30
7.3.2	Säätötisleet	31

7.3.3	Pullottamo	32
7.4	Kuljetukset	32
8	Tulokset, Kyrö Napue Gin.....	33
9	Kyrö Malt – Tuotejärjestelmän raja- us ja päästölähteet	38
10	Kyrö Malt – Prosessin CO ₂ -ekv.- päästöinventaarior yksikköpro- sesseittain	40
10.1	Tuotannon raaka-aineet ja apu- aineet.....	42
10.1.1	Rukiin viljely ja mallastus	42
10.1.2	Tuotannon apuaineet	43
10.2	Pakkausmateriaalit	43
10.3	Tuotanto	43
10.3.1	Tuotannon sähköenergia	44
10.3.2	Mäskäys	44
10.3.3	Käyminen	44
10.3.4	Low wines -tislauk.....	45
10.3.5	Spirit still -tislauk	45
10.3.6	Tynnyröinti ja kypsytyk	46
10.3.7	Pullottamo	47
10.4	Kuljetukset	47
11	Tulokset, Kyrö Malt.....	47
12	Johtopäätökset.....	50
12.1	Kyrö Napue Gin	50
12.2	Kyrö Malt	52
12.3	Tuotteiden arvoketjut ja toimek- siantajan toiminnot.....	53
13	Pohdinta	54
14	Toimenpide-ehdotukset ja suositu- kset.....	57
	Lähteet	58

Liitteet

- Liite 1 Kyrö Napue Gin, 46,3 %: arvoketjun CO₂-ekv.-päästöt
- Liite 2 Kyrö Malt, 46,5 %: arvoketjun CO₂-ekv.-päästöt
- Liite 3 Kuljetusten päästökertoimet

1 Johdanto

Rye Rye Oy:n eli Kyrö Distillery Companyn tavoitteena on hiilineutraali toiminta vuoteen 2025 mennessä. Yritys toimii opinnäytetyön toimeksiantajana. Opinnäytetyön tavoitteena on suorittaa ilmastovaikutusten arviointi kahden tuotteen, Kyrö Napue Ginin ja Kyrö Malt -viskin, arvoketjuille. Selvitystyö antaa lähtötiedot tuotteiden ilmastovaikutuksista sekä mahdollisesti ilmentää kohteita, joihin vaikuttamalla voidaan pienentää toiminnan aiheuttamia ilmastovaikutuksia.

Yrityksen oman strategian lisäksi hiilineutraaliin toimintaan ohjaa Suomen hallituksen ilmastopolitiikka. ”Sanna Marinin hallitusohjelman (2019) tavoitteena on, että Suomi on hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä.” (YM, n.d.) Tavoitteen edistämiseksi työ- ja elinkeinoministeriö yhdessä muiden ministeriöiden ja toimialojen edustajien kanssa on laatinut tiekartat vähähiilisyteen (TEM, n.d.). Elintarvike- ja juomateollisuuden tiekartan laadinnassa on ollut mukana Elintarviketeollisuusliitto ry (ETL). Elintarviketeollisuuden tiekartassa tavoitteena on vuoteen 2035 mennessä vähentää alan päästöjä 75 % liikevaihtoon suhteutettuna. Elintarvike- ja juomateollisuus on jo ennestään vähähiilinen, ja on huomioitavaa, että suurin osa elintarvikkeiden ympäristövaikutuksista syntyy valmistavan teollisuuden ulkopuolella, kuten raaka-aineiden tuotannossa, ostoenergian tuotannossa, logistiikassa ja pakkausmateriaalien tuotannossa. (ETL, 2020a)

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

- Mitä menetelmää kannattaa käyttää alkoholituotteiden CO₂-ekv.-arvon laskennassa?
- Mitkä ovat tuotteiden CO₂-ekv.-arvot?
- Mitkä tekijät vaikuttavat voimakkaimmin tuotteiden CO₂-ekv.-arvoon?

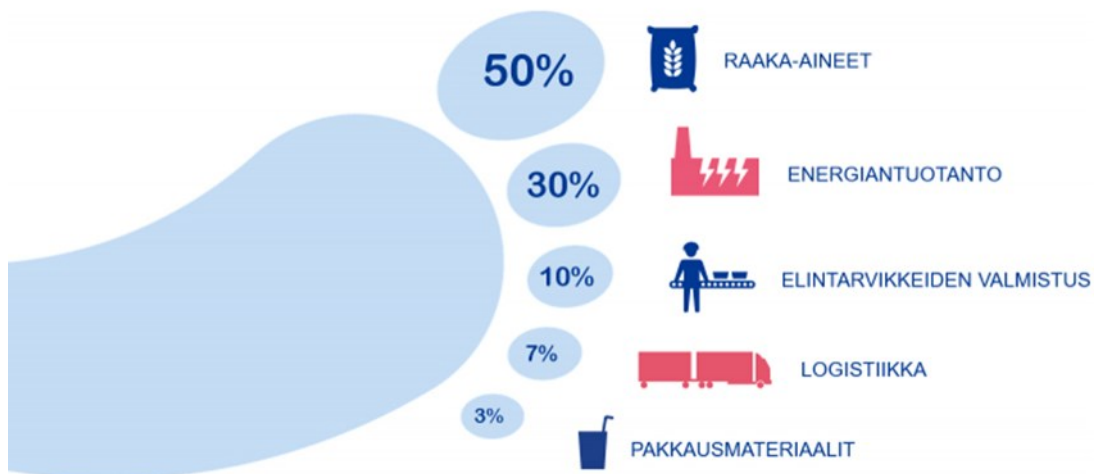
Tutkimuskysymyksiin pyritään vastaaman tekemällä aiheeseen liittyvä kirjallisuusselvitys sekä suorittamalla Kyrö Napue Gin ja Kyrö Malt -tuotteille ilmastovaikutusten arviointilaskenta.

2 Elintarvike- ja juomateollisuus kohti vähähiilisyyttä ja pienempiä ympäristövaikutuksia

Suomessa tuotettujen ruoka- ja juomatuotteiden valmistuksen kasvihuonekaasupäästöt ovat verrattain vähäiset. Välillisiä päästöjä aiheutuu ostoenergiasta, raaka-aineista, logistiikasta ja pakkauksista. (ETL, 2020a) Alla olevassa kuvassa esitetään suuntaa antavasti elintarviketeollisuuden kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen arvoketjussa (Kuva 1). Vain 10 % kasvihuonekaasupäästöistä muodostuu elintarvikkeiden valmistuksessa.

Elintarviketeollisuusliitto ETL ry yhdessä elintarviketeollisuuden yritysten kanssa sitoutuu hiilineutraaliuteen ja tavoittelee 75 %:n kasvihuonekaasupäästöjen vähenemistä suhteutettuna liikevaihtoon vuoteen 2035 mennessä (ETL, 2020b, s. 10).

Kuva 1. Elintarviketeollisuuden kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen (ETL, 2020a).



Elintarviketeollisuuden vähähiilisyyden tiekartassa on tehty rajauksia. Tiekartassa on otettu huomioon työ- ja elinkeinoministeriön rajausta soveltaen hankittu sähkö ja kaukolämpö, elintarviketeollisuuden oma ja vierilaitoksen energiantuotanto ja niistä aiheutuvat päästöt, hankittu kaasu ja mahdollisuudet vähentää sen käyttöä sekä yritysten toiminnasta vain Suomen alueella syntyvät päästöt. Tiekartan rajauksen ulkopuolelle jää hankitun sähkön ja kaukolämmön päästöt sekä ostettujen raaka-aineiden tuotannosta aiheutuvat päästöt, sillä ne sisältyvät energiateollisuuden ja Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK:n vähähiilisyyden tiekarttoihin. Rajauksen ulkopuolelle jää myös käytetyn logistiikan,

pakkausmateriaalien valmistuksen ja hankitun kaasun määrä sekä sen käytöstä aiheutuvat päästöt. (ETL, 2020b, s. 10)

Elintarviketeollisuuden hankintapäätöksillä ja tuotekehityksellä on merkittävä välillinen vaikutus vähähiilisyteen, sillä merkittävin osa elintarviketeollisuuden

kasvihuonekaasupäästöistä muodostuu alkutuotannosta ja energiantuotannosta.

Elinkeinoelämän piirissä on yleisesti käytössä GHG-protokollan mukaiset taserajaluokat, jolloin hiilijalanjäljen laskennassa otetaan vähintään huomioon taserajaluokat scope 1 ja scope 2. Tällöin laskennassa otetaan huomioon ostoenergian käytöstä aiheutuvat päästöt.

(ETL, 2020b, s. 11)

Elintarviketeollisuuden tiekartan mukaan (ETL, 2020b, ss. 41–42) alan BREF-dokumentissa eli Best Available Techniques Reference -dokumentissa päästöjen vähentämiseksi päästövähennystekniikat luokitellaan kahdeksaan luokkaan. Seuraavassa on listattu luokat, sekä luokan parhaita käytettävissä olevia tekniikoita päästöjen vähentämiseen elintarviketeollisuudessa:

- yleiset tekniikat
 - ympäristöasioiden hallintajärjestelmä
 - kulutus- ja päästötasojen seuranta- ja arviointijärjestelmä
- energiatehokkuutta lisäävät tekniikat
 - lämmön talteenotto
- toiminnassa syntyvän biokaasun käyttö polttoaineena tai kattilassa
 - prosessilaitteiston kehittäminen
 - yhdistetty lämmön ja sähkön tuotanto
 - energiatehokas valaistus
 - polttoprosessin optimointi
- resurssitehokkuutta lisäävät tekniikat
 - mädätys
 - sivuvirtojen erottelu ja käyttö
- vedenkulutusta vähentävät tekniikat
- ilmapäästöjä vähentävät tekniikat
 - talteenotto päästölähteessä ja kohdepoistot

- jätokaasujen uudelleenkäyttö
- polttamisen optimointi
- haitallisten aineiden käyttöä vähentävät tekniikat
 - käytettävien kemikaalien käyttö ja niiden uudelleenkäyttö
- jäteveden käsittely- ja meluntorjuntatekniikat.

Etanolintuotannon keskeisimpiä päästöjä ovat BREF-dokumentin mukaan veteen kohdistuvat päästöt: orgaaninen kokonaishiili (TOC), kemiallinen hapenkulutus (COD), kiintoaine (TSS), kokonaistyyppi (TN) ja kokonaisfosfori (TP). (ETL, 2020b, ss. 40–42)

Kiertotalouden käsitteet

Sjöstedtin (2018) artikkelissa esitellään hiilineutraalin kiertotalouden käsitteitä. Käsitteet linkittyvät jo nyt tisleiden valmistuksen arvoketjuun tai ne voivat edistää käytännön tasolla tislamoteollisuuden ja sen arvoketjun hiilineutraalia kiertotaloutta.

Agroekologisessa symbioosissa useat maatilat ja muut toimijat toimivat yhteistyöverkostossa. Yhteistyöverkoston tavoitteena on energia- ja ravinneomavarainen tuotantomalli. Tuotantomallissa tehokkaalla ravinteiden kierrätyksellä säästetään luonnonvaroja ja vähennetään ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin.

Biodiversiteetti tarkoittaa elollisen luonnon monimuotoisuutta. Monimuotoisuus jakautuu geneettiseen monimuotoisuuteen ja ekosysteemien monimuotoisuuteen. Biodiversiteetti linkittyy kestäväan ruokajärjestelmään. Viljelemällä monipuolisesti erilaisia kasveja monimuotoisuuden edistämisen lisäksi esimerkiksi hoidetaan maaperää ja hillitään ilmastonmuutosta sekä sopeudutaan siihen.

Biokaasua muodostuu hapettomissa olosuhteissa mikrobien hajottaessa orgaanista materiaalia ja prosessissa muodostuu metaania ja mädätettä. Kiertotalouden prosesseissa biokaasu on läpileikkaava käsite. Maatalous toimii biokaasun käyttäjänä ja tuottajana ja biokaasu on osa kestäväan ruokajärjestelmää.

Biopolttoaine on eloperäisestä massasta valmistettua polttoainetta. Biopolttoaineet luokitellaan sukupolvittain. Ensimmäisen polven polttoaineet valmistetaan

elintarviketuotantoon soveltuvista raaka-aineista. Toisen sukupolven biopolttoaineissa raaka-aineena käytetään pääasiassa jätteitä, joissa on korkea lignoselluloosapitoisuus. Myös elintarviketeollisuuden jätteitä voidaan käyttää toisen sukupolven biopolttoaineiden valmistuksessa.

Biotalous käytetään uusiutuvia luonnonvaroja ravinnon, energian, tuotteiden ja palveluiden tuottamiseen. Käyttämällä uusiutuvia luonnonvaroja pyritään vähentämään riippuvuutta fossiilisista luonnonvaroista. Biotalous pyrkii ehkäisemään ekosysteemien köyhtymistä ja edistämään kestävän kehityksen periaatteiden mukaista talouskasvua.

Hiilijalanjälki kuvaa tuotteen, palvelun tai toiminnan ilmastokuormaa. Hiilijalanjälki raportoidaan hiilidioksidiekvivalenttisarvona CO₂e. CO₂e-arvoon yhdistetään hiilidioksidin (CO₂) päästöjen lisäksi muun muassa keskeisimpien kasvihuonekaasujen, eli metaanin (CH₄) ja dityppioksidin (N₂O), päästöt.

Hiilineutraalissa toiminnassa tuotetaan vain sen verran hiilidioksidipäästöjä kuin niitä pystytään sitomaan, jolloin tuotteen, systeemin tai yhteiskunnan hiilijalanjälki on koko elinkaaren ajalta nolla.

Kestävä ruokajärjestelmä edistää kiertotaloutta ja tuo lisäarvoa sekä kannattavuutta ruokajärjestelmään. Kestävässä ruokajärjestelmässä tuotanto ja kulutus tapahtuvat luonnonvaroja säästäen. Luonnonvaroja käytetään optimaalisesti ja kierrättäen, ja järjestelmässä hyödynnetään tuotannosta ja kulutuksesta syntyvät sivuvirrat.

Kiertotalous perustuu palveluiden käyttämiseen omistamisen sijaan ja tavoitteena on, että materiaaleihin sitoutunut arvo säilyy mahdollisimman pitkään yhteiskunnassa. Kiertotalouden toimintamallissa tuote- ja palvelusuunnittelussa otetaan huomioon jätteen ja hukan minimointi, uudelleenkäyttö ja kierrätys sekä jakaminen, liisuus ja vuokraus sekä korjaaminen ja kunnostaminen.

Liiketoimintaekosysteemissä erityyppiset toimijat luovat verkoston, jossa tehdään yhteistyötä toimialarajojen yli. Toiminnalla luodaan toisiaan täydentäviä tuotteita tai palveluita. Liiketoimintaekosysteemissä voidaan myös luoda uudenlaista osaamista ja

tuotantoresursseja. Esimerkiksi ravinnekierron ja biokaasun tuotannon ympärille on muodostunut liiketoimintaekosysteemejä.

Negatiiviset päästöt ovat mahdollisia, kun hiilidioksidia sidotaan ilmakehästä pois enemmän kuin sitä päästetään ilmakehään. Sitoutumista voi edistää vahvistamalla luonnon omaa hiilensidontaa tai poistamalla hiilidioksidia teknologioiden avulla.

Ravinnekierto tarkoittaa maataloudessa ja koko ruokaketjussa syntyvien sivuvirtojen käsittelyä ja hyödyntämistä niin, että ravinteet saadaan otettua takaisin kiertoon. Erityisesti fosfori ja typpi tulisi saada palautettua lannoitteeksi.

Teollisessa symbioosissa yritykset tuottavat toisilleen lisäarvoa hyödyntämällä toistensa sivuvirtoja, palveluja, osaamista tai teknologiaa. Toiminnassa toisen jäte muuttuu toiselle tuottavaksi resurssiksi, säästetään kustannuksia ja vähennetään ympäristövaikutuksia. (Sjöstedt, 2018)

3 Tislaus ja tisleet

Luvussa 3 käsitellään tislauksen perusteita, tarkastellaan saantoja eri viljalajeista sekä juomateollisuuden tislausten energijakaumaa. Luvussa perehdytään myös ginin ja viskin tislaukseen sekä kuvataan Kyrö Distillery Companyn valmistusprosesseja. Luvussa käsitellään myös geneerisen pohjoisamerikkalaisen viskin hiilijalanjälkeä.

3.1 Tislauksen perusteet

Yleisesti tislaamotuotteet käsitetään tuotteiksi, jotka tislataan korkeampaan alkoholiprosenttiin käytetystä alkoholipitoisesta mäskistä. Valmiin juoman laatu riippuu käytetystä tärkkelyspitoisesta raaka-aineesta (esimerkiksi rypäleet, viljat ja hedelmät) ja mahdollisesta kypsytysoireista. (Shipman & Thomas, 2020, s. 1)

Tislausprosessi perustuu aineiden erotukseen höyryttämällä eri jakeet eri lämpötiloissa yhdisteiden höyrytyslämpökerrointen mukaan. Tislausprosessissa erotettavat jakeet ovat päät (heads), sydämet (hearts) ja hännät (feints), joista sydämet ovat varsinainen tuote.

Jakeet erotetaan leikkauksilla. Leikkaukset suoritetaan alkoholipitoisuuden ja maun perusteella. Leikkauksen leveydellä vaikutetaan tisleen makuprofiiliin. (Rye Rye Oy, 2020, s. 19)

Madsonin (2003, s. 319) mukaan kaikille tislausprosesseille on yhtenäistä tietyt pääperiaatteet. Moderneissa tislaussysteemeissä on monivaiheisia, jatkuvia, vastavirtauksellisia höyry-nestesysteemejä, joiden toiminta perustuu fysiikan lakeihin, joiden mukaan aineet kiehuvat eri kiehumispisteissä. Jos tislauksessa erotettaisiin ideaalisekoitusta, systeemi sisältäisi seuraavat vaiheet:

- syöte, joka sisältää kaksi komponenttia (erotetaan toisistaan)
- energian lähde, joka on yleensä höyry. Höyryllä voidaan lämmittää suoraan tislauspannaa, tai epäsuoralla lämmönsiirrolla lämmönvaihtimien kautta
- ylite (overhead) on puhdistettua tuotetta, joka koostuu syötteen raaka-aineesta, jolla on matalampi kiehumispiste
- rankki (bottoms) sisältää syötteen komponentin, jolla on korkeampi kiehumispiste
- jäähdytin kondensoi tislauksessa syntyvän höyryn, kondensaatista tuotevirta ja refluksivirta (refluksi palaa tislaustorniin nesteenä).

Jos tislattava syöte olisi ideaali ja energiaa olisi rajattomasti käytössä, riittäisi edellä luetellut asiat komponenttien erotukseen. Vesi-etanoliseos ei ole ideaalisyöte, jolloin tislausprosessi vaatii muokkauksia. (Madson, 2003, s. 319)

3.2 Tislauksen saanto

Meredithin (2003, s. 358) mukaan tyypillisellä etanolintuotantolaitoksella saanto on noin 2,56 galloniaa/vakka. Vakasta käytetään määrettä tislaajan vakka, jolloin suureen massa ei ole riippuvainen viljan tyypistä tai tilavuudesta. Tällöin etanolin (EtOH) saanto on noin 9,7 litraa 25,4 kilogrammasta viljaa, eli 1 l EtOH/2,6 kg viljaa (Taulukko 1, s. 8).

Taulukko 1. Yksiköiden muunnoskertoimet

1 gallona	3,785411... l
1 vakka (bushel)	2150,42 in ³ (kuutiotuuma)
1 tislajaan vakka	56 paunaa
1 pauna	0,453592... kg

Alla olevassa taulukossa on eritelty eri viljalaatujen vaikutus etanolin tuotannon saantoon. Valmistettaessa neutraalia alkoholia rukiista on tislauksen saanto 1 l EtOH/2,8 kg ruista (Taulukko 2.). Rukiin saanto on 4 % pienempi kuin ohralla.

Taulukko 2. Tyypilliset alkoholisaannot eri raaka-aineista (Kelsall & Lyons, 2003, s. 10)

<i>Cereal</i>	<i>Yield^a</i> <i>(US gallons of anhydrous alcohol/bushel)</i>
Fine grind corn ¹ , 3/16 in.	2.85
Coarse grind corn ¹ , 5/16 in.	2.65
Milo	2.60
Barley	2.50
Rye	2.40

^aNote that a distiller's bushel is always a measure of weight. It is always 56 lb, regardless of the type of grain.

¹Laboratory data using Rhizozyme™ as glucoamylase source.

3.3 Tislaamoteollisuuden energijakauma

Tislaamoteollisuudessa energiankulutuksen eroavaisuudet Meredithin (2003, s. 355) mukaan riippuvat käytettävästä raaka-aineesta. Etanolin tuotannossa raaka-aine-erot eivät ole niin merkityksellisiä. Rukiin käyttö lisää energiankulutusta muun muassa pumppauksissa ja lämmönsiirrossa, koska massa on viskoosia. Taulukko 3 (s. 9) on esitetty tisleiden valmistuksen osajärjestelmien energijakaumat sähkö- ja lämpöenergian mukaan. Osajärjestelmässä on myös otettu huomioon rankin kuivaaminen ja rakennuksien sekä käyttöhyödykkeiden energiankulutus. Jos ei oteta huomioon rankin kuivaamista, rakennuksia ja käyttöhyödykkeitä, eniten lämpöenergiaa vaatii tislaminen ja sähköenergiaa viljan jauhatus.

Taulukko 3. Tisleiden valmistuksen osaprosessien energiajakaumat juomateollisuudessa (Meredith, 2003, s. 360)

	<i>Thermal (% of total)</i>	<i>Electrical (% of total)</i>
Grain receiving and milling	Negligible	16
Cooking and liquefaction	7.4	5
Fermentation	1.0	1
Distillation and product handling	32.1	2
Evaporation and drying (including emissions)	53.5	41
Utilities	5	34
Buildings	1	1

Konservatiivisesti suunnitelluissa juomateollisuuden tislamoissa, joissa on luotettavaksi todennetut operaatiot, vaaditaan lämpöenergiaa 75 000 BTU/gallona EtOH:a (British Thermal Unit), eli 20,9 MJ/l EtOH:a. Modernissa polttoaine-etanolin tuotantolaitoksessa voidaan päästä lämpöenergian suhteen arvoon 10,0 MJ/l EtOH:a ja sähköenergian suhteen arvoon 0,18 kWh/l EtOH:a. (Meredith, 2003, s. 361)

Tislaus on energiaintensiivinen prosessi. Prosessitaloutta, ympäristövaikutuksia ja tuotannon kestävyyttä määrittelevät vahvasti kuumennus- ja jäähdytystarpeet. Kestävän kehityksen mukaisessa tislamoteollisuudessa tärkeässä osassa on toiminnan energiatehokkuus. Vähentämällä lämmityksen, jäähdytyksen tai työn energiantarvetta, voidaan tehokkaasti pienentää materiaalien kulutusta, jäähdytysveden kulutusta sekä hiilidioksidi- ja muita ilmakehän päästöjä. Energiatehokkuuden parantuessa tuotannon kustannukset pienenevät ja toiminnan taloudellinen kestävyys kasvaa. (Jobson, 2014, ss. 237, 267)

3.4 Tislattu gini

Gini määritellään Knoll & Smithin (2013, s. 11) mukaan väkeväksi viinaksi, joka on jossain tuotannon vaiheessa maustettu katajanmarjalla. Tislaajalla on muutamia eri vaihtoehtoja toteuttaa katajanmarjan aromin siirto tuotteeseen. Toteutustapa vaikuttaa tuotteen hintaan ja flavoriin. Toteutus voidaan tehdä joko uuttamalla tai tislamalla.

Tislatun ginin (distilled gin) valmistuksessa maustaminen voi tapahtua kahdella eri tavalla. Yrtit sijoitetaan yrttikoriin tislauksen ajaksi, tai vaihtoehtoisesti yrtit maseroidaan ennen tislausta neutraalialkoholin ja veden seoksessa ja maseraatio tislataan. Molemmissa tapauksissa on huomattava, että yrtit lisätään ennen tislausta.

Karkeasti tislatun ginin valmistus on seuraavanlainen: ensin tislataan puhdas etanoli, jonka alkoholilavuusprosentti (alcohol by volume, ABV) on 95 %. Etanoli tislataan uudestaan yrttien kanssa, jotka ovat yrttikorissa tai tislauspannussa. Metodi on vastaava kuin Carterhead still -tislauksessa. Koritislauksessa haihtuva alkoholi kulkee korin yrttien läpi ja yrttien aromit uuttuvat alkoholihöyryyn. Syntyvä tisle on kirkasta ja sisältää yrttien aromit.

Tislatun ginin valmistuksessa voidaan käyttää vakuumitislausta. Tällöin yrtit sijoitetaan suoraan etanoliin ja tislauks tapahtuu ilman yrttikoria. On sanottu, että matalammilla lämpötiloilla tislattaessa yrttien aromit säilyvät paremmin ja se luo aromikkaamman ja aidosti maustetun ginin.

Komponenttivalmistuksessa yrtit tislataan yksitellen komponenttitisleiksi, joista sekoittamalla valmistetaan gini. Komponenttitislauksessa voidaan varmistaa tuote-erien stabiilius ja ennustettava lopputulos tislauksesta toiseen.

Giniä voidaan valmistaa myös yksinkertaisesti vain uuttamalla katajanmarjaa neutraaliin alkoholiin. Menetelmän etuna on sen edullisuus, sillä tislaaja voi ostaa neutraalia alkoholia ja valmistaa giniä tislaamatta itse kertaakaan. Toinen huomattava tekijä metodissa on se, että menetelmällä saadaan esiin yrttien selvemmin erottuvat flavorit ja hienovaraisemmat vivahteet. (Knoll & Smith, 2013, ss. 11–12)

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2019/787 tislattujen alkoholijuomien määrittelyä, kuvauksesta, esittelystä ja merkinnöistä ym. liitteen 1 kohdan 21 mukaan tislattu gini valmistetaan tislaamalla vähintään 96-tilavuusprosenttisesta maatalousperäisestä etyylialkoholista katajanmarjojen (*Juniperus communis L.*) ja muiden luontaisten kasvien kanssa. Katajanmarjan maun tulee olla hallitseva. Tislattu gini voidaan myös valmistaa yhdistämällä edellä kerrotulla tislauksella saatua tislettä ja maatalousperäistä etyylialkoholia. Valmistamisessa voidaan käyttää aromiaineita tai

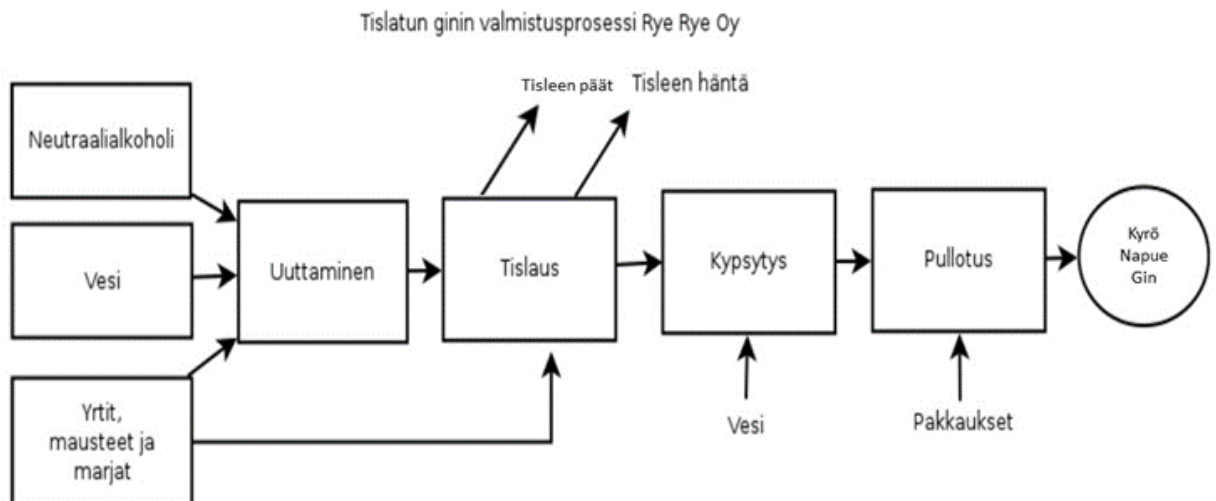
aromivalmisteita. Jos giniä valmistetaan ainoastaan lisäämällä etyylialkoholiin esansseja tai aromeja, ei sitä saa kutsua tislatuksi.

3.5 Tislattun ginin tuotanto Kyrö Distillery Companylla

Kyrö Distillery Companyn Kyrö Napue Gin on tislattua giniä. Valmistuksessa käytetty neutraali etyylialkoholi tislataan Virossa toisella tislaamolla suomalaisesta rukiista. Valmistuksessa käytetyt marjat, mausteet ja yrtit ovat kotimaista ja ulkomaista tuotantoa sekä tislaamon lähiympäristöstä kerättyjä.

Kyrö Napue Ginin valmistus aloitetaan maseroimalla laimennettuun neutraaliin alkoholiin katajanmarjat, mausteet ja yrtit (Kuva 2). Maseroinnissa marjojen, mausteiden ja yrttien aromiyhdisteet uutetaan alkoholiin. Maseroitavat raaka-aineet ovat katajanmarja, korianteri, saksankurjenmiekka, kaneli, lakritsijuuri, tilli, kumina, väinönputken juuri, kardemumma ja sitruunan kuori.

Kuva 2. Tislattun ginin valmistusprosessi, Rye Rye Oy (2020, s. 21).



Maseroinnin jälkeen suoritetaan tislaus. Maseraatio siirretään tislauspannuun ja sen alkoholipitoisuus laimennetaan talousvedellä. Ennen tislausta pannuun asetetaan aromikori, johon tulee kiinanruusun ja seljankukan terälehtiä. Tislausprosessissa höyrystyvä alkoholi uutaa terälehdistä aromiaineita höyryyn.

Tislausprosessi on automatisoitu. Prosessi alkaa tislauspannun ja maseraation lämmityksellä. Tislauslämpötilat nousevat vaiheittain, koska vedellä ja etanolilla on erilaiset höyrystymislämpökertoimet. Kyrö Napue Ginin tislauksessa on leveät leikkaukset. Leikkausten leveydellä vaikutetaan valmiin tisleen aromiprofiiliin. Leikkaukset ovat päiden leikkaus, sydämien leikkaus ja häntien leikkaus.

Tislauksen aloituksen jälkeen ensimmäiseksi leikataan päät. Päät kerätään toimitettavaksi biopohjaisen liikennepolttoaineen valmistukseen. Päiden tislauksen jälkeen aloitetaan sydämien tislaus. Sydämet tislataan tuotekonttiin. Sydämien jälkeen tislataan hännät tislauskolonnissa, jossa korkeammassa lämpötilassa hännät tislautuvat nopeasti ja tehokkaasti. Hännät toimitetaan liikennepolttoaineen valmistukseen. Vaikka prosessi on automatisoitu, suorittaa tislaaja leikkaukset alkoholipitoisuuden ja maun perusteella.

Valmiille tisleelle suoritetaan aistinvarainen arviointi. Hyväksynnän jälkeen tisle laimennetaan talousvedellä haluttuun alkoholiprosenttiin sekä siihen lisätään erikseen koivusta, karpalosta, tyrnistä ja mesiangervosta tislattut säätötisleet. Valmista tislettä kypsytetään tankissa vähintään kaksi viikkoa ennen pullotusta.

3.6 Viski

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2019/787 tislattujen alkoholijuomien määrittelyä, kuvauksesta, esittelystä ja merkinnöistä ym. liitteen 1 kohdan 2 mukaan viski ("whisky" tai "whiskey") on tislattu alkoholijuoma, jonka mäski on valmistettu mallastetusta viljasta joko yhdessä tai ilman mallastamatonta viljaa. Käymiskelpoiset sokerit muodostuvat maltaan sisältämän diastaasin ja muiden luontaisten entsyymien kanssa tai ilman niitä. Mäskin käymisen saa aikaan hiiva. Jokainen tislaus tulee suorittaa siten, että tisleen alkoholipitoisuus on alle 94,8 tilavuusprosenttia. Tisleen aromi ja maku ovat peräisin käytetyistä raaka-aineista. Tislettä tulee kypsyttää vähintään kolmen vuoden ajan vetoisuudeltaan enintään 700 litran puutyynyreissä. Ainoa lisäaine, joka sallitaan viskissä, on sokerikulööri (E150a), jota käytetään värin mukauttamiseksi. Viskiä ei saa makeuttaa tai maustaa.

Viskiä valmistetaan Lyonsin (2003, s. 193) mukaan ympäri maailman. Viskeissä on alueellisia eroja. Erot muodostuvat käytetyistä viljoista, tislaustekniikoista ja kypsytystavoista. Viskin päätyyppejä jaotellaan maantieteellisesti. Skotlannille tunnusomainen viski valmistetaan mallastetusta ohrasta ja tislaus suoritetaan kahdesti pannutislaimilla. Mallas- ja jyväviskien lisäksi valmistetaan sekoiteviskejä. Jyväviskien valmistuksessa käytetään jatkuvaa tislausta. Irlantilaisen viskin valmistuksessa tislaus suoritetaan kolmesti pannutislaimilla. Toisin kuin skotlantilaisissa viskeissä, irlantilaisten viskien mäsäyksessä voidaan käyttää mikrobiologisia entsyymejä käymiskelpoisten sokereiden muodostumiseksi. Skotlantilaista ja irlantilaista viskiä tulee kypsyttää sherrytynnyreissä tai amerikanvalkotammitynnyreissä, joita on käytetty bourbonviskin valmistuksessa. (Lyons, 2003, ss. 193–197)

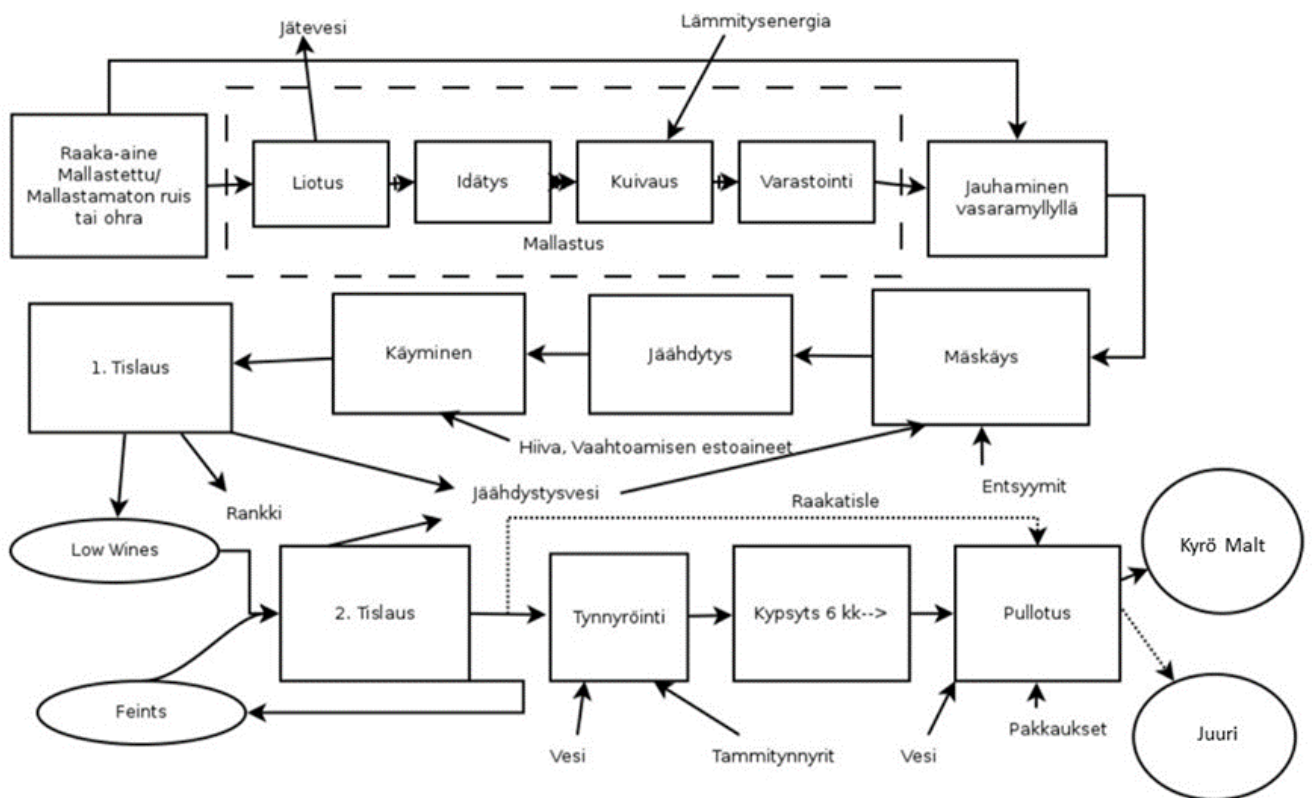
Amerikkalaiset viskit jaotellaan bourbon-, maissi-, ruis- ja tennesseeviskeihin. The US Bureau of Alcohol, Tobacco and Firearms (BAFT) määrittelee yleisesti viskin puulla ikäännytyksi viinaksi, joka on saatu tislaamalla fermentoidusta viljamäskistä. Alkoholin valmistuksessa voidaan käyttää mitä tahansa viljaa tai niiden yhdistelmää, mutta yleisesti käytettyjä viljoja ovat maissi, ruis ja mallastettu ohra. Bourbonviskien tulee sisältää vähintään 51 % maissia, ruista tai vehnää ja ne kypsytetään uusissa poltetuissa amerikanvalkotammitynnyreissä. Maissiviskiä voidaan kypsyttää käsittelemättömissä tynnyreissä ja siihen voidaan sekoittaa myös muita viskejä. Tennesseeviski määritellään kuten muutkin viskit, mutta sen tulee olla tuotettu ja kypsytetty Tennesseeen osavaltiossa. BAFT-säännösten mukaisia viskejä tulee kypsyttää vähintään kahden vuoden ajan. (Ralph, 2003, s. 275)

3.7 Viskin tuotanto Kyrö Distillery Companylla

Kyrö Distillery Companylla viskin valmistus yhdistelee skotlantilaisia ja amerikkalaisia viskinvalmistusperinteitä suomalaisella otteella. Tuotannon raaka-aineena käytetään mallastettua kokojyväruista, tislaus suoritetaan kahdesti skotlantilaisilla pannutislaimilla ja tisle kypsytetään muun muassa uusissa amerikanvalkotammitynnyreissä. Vastaavanlaisella prosessilla ja vastaavaa tuotetta ei valmisteta muualla maailmassa. Tuotanto on panosprosessi. Talvella 2019 Kyrö Distillery Company aloitti uuden viskitislaamon ylös ajon. Tässä työssä on tarkasteltu viskin tuotantoa niin sanotun vanhan viskitislaamon näkökulmasta.

Tarkasteltavan prosessin mäskäyspanos on 666 kg jauhettuja ruismaltaita ja 2 500 l vettä (Kuva 3). Apuaineina käytetään maitohappoa, elintarvikehyväksyttyä vaahdonestoainetta ja sellulaasientsyymiä. Maitohappo alentaa mäskin pH:n arvoon 5,5. pH:n alentamisella luodaan otolliset olosuhteet hiivalle sekä pienennetään mäskin kontaminoitumisriskiä. Vaahdonestoaine estää vaahdon muodostumista karkea- eli wash still -tislauksessa. Panos on suuri pannun tilavuuteen nähden ja muodostuva vahto nousisi pannun kaulalle. Sellulaasientsyymillä lasketaan mäskin viskositeettia, jotta mäskin vastus sekoittajalle ja pumpuille on pienempi. Vaahdonestoaine ja denaturoitunut entsyymi jäävät tislauksessa rankkiin, jolloin ne eivät päädy lopputuotteeseen.

Kuva 3. Viskin valmistusprosessi. Kuvassa mukana mallastus, jota ei suoriteta yrityksessä. Rye Rye Oy (2020, s. 18).



Mäskäys suoritetaan yksivaihemäskäyksenä. Sisäänmäskäyslämpötila on 67 °C.

Mäskäyksessä lämpötila on 62–64 °C, joka pidetään tunnin ajan. Ladattaessa mäskäystankkia lisätään tankin pohjalle ensin vettä 200 l, jotta lisättävä jauho-vesiseos ei paakkuunnu tankin pohjalle. Jauhot siirretään myllyhuoneesta ruuvilla mikserille, jossa jauhon sekaan lisätään

mäskäyksessä käytettävä vesi. Mäskiin lisätään apuaineet. Sisäänmäskäyksen jälkeen otetaan näyte, josta mitataan pH ja Brix.

Ginialista tulee ginin pannutislaimen lauhduttimen jäähdytysvesi viskialin puolella olevaan kuumavesisäiliöön. Vettä käytetään mäskäysvetenä. Lauhduttimelta tulevan veden lämpötila on noin 52 °C. Ennen mäskäykseen siirtoa veden lämpötila nostetaan lämmönvaihtimella mäskäyslämpötilaan.

Mäskäyksen päätyttyä aloitetaan mäskin jäähdytys hiivauslämpötilaan. Jäähdytys tehdään vesijohtovedellä. Jäähdytysvesi syötetään mäskäystankin vaippaan ja tankin lisäjäähdytinlevyistöön, jotta mäski jäähtyy mahdollisimman nopeasti. Jäähdytyksessä ei ole mahdollista ottaa talteen hukkalämpöä. Hiivaus suoritetaan mäskäystankkiin. Hiivattu mäski siirretään käymistankkiin, joka on lämpötilakontrolloitu.

Käyminen kestää kuusi vuorokautta. Lämpötila kontrolloidaan 27 °C:seen. Kuudesta vuorokaudesta alkoholikäymistä on kolme vuorokautta, ja toiset kolme vuorokautta on maitohappokäymistä. Näin saadaan aikaiseksi leveä aromiprofiili. Käymisen jälkeen vierteen ABV on 8–10 %. Hiivakannalla tai useamman kannan yhdistelmällä tavoitellaan siis vierteeseen mahdollisimman korkeaa alkoholiprosenttia, haluttua aromiprofiilia sekä käymisen nopeutta, jotta viskinvalmistusprosessi olisi mahdollisimman tehokas (Nikkanen, 2015, s. 53). Biokemiallisissa reaktioissa on myös mukana muun muassa maitohappobakteereja, sillä mäskiä ja vierrettä ei missään prosessin vaiheessa kuumenneta yli mäskäyslämpötilan (Rye Rye Oy, 2020, s. 18).

Ensimmäisessä tislauksessa, joka on karkeatislaus eli wash still -tislauksessa, panos on 2 500 l, josta saadaan 900 l 20–25 % low wines -tislettä. Kun tislautuvan tisleen ABV on 2–3 %, lopetetaan tislauksessa, koska veden määrä tislautuvassa tisleessä on niin suuri. Rankki siirretään rehusäiliöön. Säiliöön ohjataan myös huuhteluedet, jolloin erää kohti rankkia on noin 2 000 litraa.

Tuotetislauksessa, eli spirit still -tislauksessa erotetaan foreshot -päät, päät, sydämet ja hännät. Ensimmäiseksi tislauksessa erotetaan foreshot -päät. Osuus sisältää matalan kiehumispisteen omaavia yhdisteitä (Lyons, 2003, s. 210). Osuus kerätään erikseen ja toimitetaan kierrätettäväksi liikennepolttoaineen tuotantoon. Tislauksessa jatkuu päiden

tislaamisella. Tarkkailemalla tisleen makua ja ABV:a, tehdään päätös leikkauksesta ja aloitetaan sydämien tislaus. Sydämet ovat talteen kerättävä tisle. Sydämien jälkeen tislataan hännät. Häntiä tislataan, kunnes tisleen ABV < 1 %. Pää ja hännät kierrätetään seuraavaan spirit-tislaukseen. Sydäntisle laimennetaan talousvedellä tynnyröintivahvuuteen. Spirit-tislauksen rankki on kirkasta nestettä, joka tislauksen jälkeen viemäroidään jäähdytettynä ja laimennettuna.

Sydäntisle tynnyroidään. Tynnyröinnissä käytetään uusia amerikanvalkotammitynnyreitä, ex-bourbon-tynnyreitä sekä erikoistynnyreitä, kuten oloroso-tynnyreitä. Tisleelle tehtävät vesilisäykset ja ABV säädetään käytettävien tynnyrien mukaan siten, että vanhoihin tynnyreihin laitetaan alkoholiprosentiltaan vahvempaa tisleettä ja uusiin täytettäviin tynnyreihin alkoholiprosentiltaan matalampaa tisleettä.

Viskiä tulee kypsyttää vähintään kolme vuotta. Kypsyttäminen kymmenestä kahteenkymmeneen vuoteen ei ole epätyypillistä. Ajan lisäksi kypsymiseen vaikuttaa käytettävän tynnyrin laatu, tisleen alkoholiprosentti ja tynnyrivaraston olosuhteet (Conner, 2014, s. 212) Kyrö Distillery Companylla viskiä kypsytetään keskimäärin 3,5–4,5 vuotta. Kypsyttämisessä tynnyri luovuttaa tisleeseen aromi- ja väriaineita. Kyrö Distillery Companylla tynnyrivaraston olosuhteita säädellään. Kesällä varaston lämpötilan annetaan nousta tiettyyn pisteeseen saakka ja talvella varastoa tarvittaessa lämmitetään, jotta se ei jäähdy alle kymmeneen asteeseen. Myös varaston kosteusolosuhteet ovat säädellyt. (Rye Rye Oy, 2020, ss. 16–20) Säädellyillä olosuhteilla voidaan vaikuttaa kypsymisaikaan ja tynnyreistä haihtuvaan enkelten osuuteen (Conner, 2014, s. 213).

3.8 Pohjoisamerikkalaisen keskimääräisen viskitisleen hiilijalanjälki

Beverage Industry Environmental Roundtable -yhteisö on koostanut hiilijalanjälkimallinnuksen pääsääntöisesti perustuen muun muassa jäsenyritystensä elinkaariarviointeihin ja kasvihuonekaasupäästöinventarioihin. Tarvittaessa tietoja on täydennetty tietokantojen avulla. Tutkimuksen toiminnallisena yksikkönä on 750 millilitran lasipullo pakattuna 12 pullon pahvilaatikkoon. Analyysissä on tehty tarkastelu geneeriselle pohjoisamerikkalaiselle viskille, joka ei edusta tiettyä viskityyppiä tai alkoholibrändiä.

Laskennassa kolonnitislatur viskin arvo on 2,75 kg CO₂-ekv./ 750 ml pullo ja pannutislaturille 2,97 kg CO₂-ekv. / 750 ml pullo (Taulukko 4). (BIER, 2012, ss. 2–8)

Taulukko 4. Kolonni- ja pannutislatur geneerisen pohjoisamerikkalaisen viskin hiilijalanjälki ja sen muodostuminen (BIER, 2012)

	Column Distillation		Pot Distillation	
	CO ₂ e (grams)	Percent of Total	CO ₂ e (grams)	Percent of Total
Pot Distillation			1195.7	40.3
Column Distillation	992.3	36.1		
Glass Bottle (750 mL)	559.4	20.4	559.4	18.8
Maturation (Additional Ag Burden)	138.8	5.1	160.5	5.4
Warehousing	283.5	10.3	283.5	9.5
Corn	240.4	8.8	240.4	8.1
Transportation	185.5	6.8	185.5	6.2
Barley	95.3	3.5	95.3	3.2
Bottling	74.4	2.7	74.4	2.5
Electricity	62.1	2.3	62.1	2.1
Corrugated Cardboard	57.4	2.1	57.4	1.9
Others	60.9	2.2	55.8	1.9
Total (Closed Loop) ^c	2750	100	2970	100

^a Closed loop baseline scenario

^b Individually less than one percent

^c Given the uncertainty inherent to secondary data points utilized in conducting these analyses, all "Total" values have been rounded to the nearest 10's value for Tables 3,4, and 5 in this report.

4 Elinkaariarvioinnin standardit

Tässä työssä on käytetty Kyrö Napue Gin ja Kyrö Malt -tuotteiden ilmastovaikutusten laskentatyön pohjana Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) vuonna 2012 julkaisemaa Suositus elintarvikkeiden ilmastovaikutusten arvioimiseksi elinkaariarvioinnilla -ohjetta. Suosituksen pohjana on ollut ISO 14 040 -sarjan kansainvälinen elinkaaristandardi. Suosituksen laadinnassa on myös käytetty muun muassa GHG-protokollaa, ILCD-käsikirjaa sekä ISO 14 067 -standardia. MTT:n laskentasuosituksessa on koostettu yksityiskohtaisemmat laskentaohjeet elintarvikesektorille kuin kansainvälisissä yleisluontoisissa laskentaohjeissa. Laskentaohjeessa on tosin myös tehty poikkeuksia, sillä suositukseen ei ole sisällytetty biogeenisen hiilen sitoutumista ja vapautumista ja PCR:ien (Product Category Rules) käyttövaatimusta viestintävaatimuksissa. (Hartikainen, ym. 2012, ss. 6–7) Työn edetessä on perehdytty myös GHG-protokollaan ja sen juoma-alan BIER-

yhteisön tuottamaan alaohjeeseen, sekä Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) Toimintamalli yritysten elinkaaristen ympäristövaikutusten kehittämiseksi (MALLI-Y) -hankkeessa vuonna 2017 julkaistuun ja vuonna 2019 päivitettyyn Elinkaarineuvonta LCA-klinikka-materiaaliin.

Greenhouse Gas (GHG) Protocol, eli GHG-protokolla on luotu maailmanlaajuisesti standardisoiduksi raamiksi kasvihuonekaasupäästöjen mittaamiseksi ja hallitsemiseksi julkisen ja yksityisen sektorin toiminnoissa. Järjestelmää ovat olleet luomassa World Resource Institute (WRI) ja The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) järjestöt. (Greenhouse Gas Protocol, n.d.-a) Keskuskauppakamari julkaisi vuonna 2019 laskentaohjeen Vastuullisuus on etumatka: Päästövähennysten laskentaohjeet yrityksille ja yhteisöille Keskuskauppakamarin ilmastositoumukseen liittymistä varten. Laskentaohje perustuu GHG-protokollan laskentastandardeihin- ja ohjeisiin. Niitä on kuitenkin tiivistetty ja yksinkertaistettu merkittävästi. (Keskuskauppakamari, 2019, s. 3)

4.1 Elinkaariarvioinnin standardit ja ohjeistukset

Standardi ISO 14 040 (2006) esittää elinkaariarvioinnin tekemisen vaatimukset elinkaariselvitystyön tekijöille. Standardin mukaan elinkaariarviointitekniikalla, eli Life Cycle Assessmentilla (LCA), voidaan ymmärtää ja käsitellä tuotteiden ympäristövaikutuksia. Elinkaariarvioinnilla voidaan tunnistaa tuotteiden ympäristösuorituskyvyn mahdollisuuksia, tarjota tietoa päätöksentekoon ja auttaa ympäristösuorituskyvyn indikaattoreiden valinnassa. Elinkaariarvioinnin tuloksia voidaan myös käyttää markkinoinnissa.

Standardissa ISO 14 040:2006 on kuvailtu elinkaariarviointi LCA (Life Cycle Assessment) käsitetään osatekijöihin jaetuksi (attributional) ALCA:ksi. Tämä on staattinen mallinnus, jossa systeemiin sisään tulevat resurssien virrat (inputs) ja ulostulevien päästöjen virrat (outputs) liitetään johonkin tiettyyn määrään tuotetta, prosessia tai palvelua. ALCA:n tapauksessa elinkaari koostetaan keskiarvodatasta, jolloin resurssit ja päästöt on allokoitu. ALCA:ssa on myös retrospektiivinen eli menneisiin tapahtumiin perustuva näkökanta. Seurauksellisella (consequential) CLCA:lla, joka ei ole täysin dynaaminen, on eteenpäin katsova LCA-tutkimus. CLCA:ssa tutkitaan miten resurssit ja päästöt muuttuvat, jos tuote, prosessi tai palvelu muuttuu. LCA:ssa voi olla myös taloudellinen näkökulma, jolloin puhutaan EIO-LCA:sta (Economic Input-Output LCA). Kun LCA:n tavoitteena on tuotteen markkinointi ja kuluttajille

tiedottaminen, on tutkimuksen näkökulmaksi paras vaihtoehto teknisesti tarkka ALCA. Käytännöllisempi näkökulma yrityksen toimintojen kehittämiseksi on CLCA:ssa. Yleisesti elinkaariarviointitutkimukset ovat yleensä syklisiä, eli tutkimuksen edetessä ja tietämyksen lisääntyessä tutkimuksen tekijä joutuu miettimään ja usein muuttamaan ajatusta tutkimuksen sisällöstä. On myös täysin hyväksyttävää, että ajatus tutkimuksesta muuttuu. Jos tutkimukseen tehdään muutoksia, tulee ne dokumentoida prosessin eri vaiheissa. Elinkaariarvioinnit eivät välttämättä ole vertailukelpoisia, vaikka elinkaariarvioinnin tekeminen on standardisoitu. Metodologialla varmistetaan, miksi ja kuinka tutkimus on tehty loppukäyttäjän näkökulmasta. Tällöin loppukäyttäjän ja tutkimuksen tekijän odotukset ovat samansuuntaisia. (Holden & Yan, 2014, ss. 69–70)

Holden & Yanin (2014) mukaan tutkimuksen tavoitteessa määritellään, mihin tutkimuksen tulosta käytetään, miksi tutkimus suoritetaan, kenelle tutkimuksen tulokset esitellään ja onko tutkimustulokselle tarkoitus suorittaa vertailuja. Suunniteltu käyttötarkoitus voi sisältää myös yksinkertaisemmat arviointivaikutukset, eli jalanjälkianalyysit, ympäristövaikutusten arvioinnin tai kriittisen pisteen (hotspot) analyysin. (Holden & Yan, 2014, ss. 70–71)

Tavallisia syitä tutkimuksen suorittamiselle elintarviketeollisuudessa ovat heikkojen prosessikohtien tunnistaminen, uusien materiaalien kehittäminen, materiaalien optimointi analysoimalla prosessin suorituskykyä, päätöksenteko markkinoinnissa, komponentin tuotannon optimointi, komponenttien vertailu, tuotteen optimointi elinkaarensa aikana, auttaa strategisessa päätöksenteossa ja menettelytapojen kehittämisessä.

Tutkimuksen tavoitteissa määritellään, kenelle raportti suunnataan. Raportin kohdeyleisö voi olla esimerkiksi kuluttajat, rahoittajat, insinöörit tai yrityksen hallitus. Kohdeyleisö määrittelee raportin muodon. Erityisesti jos tutkimusta on tarkoitus käyttää vertailuun, tulee sen olla läpinäkyvä ja siitä pitää käydä selkeästi ilmi onko tutkimuksessa saavutettu taso, joka mahdollistaa vertailun. Tutkimuksen edetessä voi tulla vastaan tarve muuttaa tutkimuksen tavoitetta esimerkiksi datan puutteen tai teknisten rajoitusten vuoksi, tai alkuperäinen tutkimuskysymys voi muuttua epäoleelliseksi tutkimuksen edetessä. Oleellisinta on, että tutkimuksen tavoite kohtaa sitä seuraavan työn ja raportin. (Holden & Yan, 2014, ss. 71–75)

4.2 Elinkaarimallinnusten toteutus

Elinkaarimallinnuksen teknisen toteutuksen määrittelee toiminnallinen rajausta. Tavoite käsittelee tutkimuksen kuka- ja miksi-kysymyksiä ja toiminnallinen rajausta vastaa kysymyksiin mikä, mitä, missä, milloin ja kuinka. Toiminnallinen rajausta on hyvin oleellinen sekä tutkimuksen tekijän että tutkimuksen lukijan kannalta, jotta tiedetään, mikä tutkimuksen tarkoitus on ja oli sekä mitkä sen rajoitukset ovat. Toiminnallista rajausta on mahdollista muuttaa tutkimuksen edetessä. Toiminnallisen rajausta tulee selkeästi määrittellä tuotteen, prosessin tai palvelun systeemi, systeemin tarkoitus, toiminnallinen yksikkö, referenssivirtaus, systeemin rajausta, allokoinnit, datavaatimukset, datan laatu, oletukset, elinkaariarvioinnin arviointimetodi, tulkinta, arvovalinnat, rajoitteet sekä kriittinen arviointi. (Holden & Yan, 2014, ss. 71–75)

4.3 Elinkaariarvioinnin inventaarioanalyysi (LCI)

Elinkaariarvioinnin inventaarioanalyysissä (LCI) rakennetaan virtauskaavio, joka mallintaa systeemin materiaali- ja energiavirtoja. Systeemi jakautuu osaprosesseihin, joilla jokaisella on omat sisään- ja ulostulovirrat. Näistä virroista lasketaan systeemin ympäristövaikutukset. Virtauskaavioon tulee selkeästi määrittellä systeimirajausta, joka on tehty tavoitteen ja toiminnallisen rajausta määrittämisessä. (Holden & Yan, 2014, s. 77)

4.4 Elinkaariarvioinnin vaiheet

Elinkaariarviointiselvityksessä on neljä vaihetta. Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelyvaiheessa luodaan järjestelmän rajat ja tutkimuksen yksityiskohtaisuuden taso. Nämä riippuvat aiheesta sekä selvityksen käyttötarkoituksesta. Inventaarioanalyysivaiheessa lasketaan järjestelmän syöte- ja tuotostietojen inventaario ja kerätään selvityksen kannalta tarvittava tieto. Vaikutusarviointivaiheessa (LCIA) inventaarioanalyysin tuloksien avulla arvioidaan potentiaalisten ympäristövaikutusten merkittävyyttä. Tulkintavaiheessa inventaarioanalyysin, vaikutusarviointin tai molempien tulokset yhdistetään. Yhdistettyjä tuloksia hyödynnetään johtopäätösten ja suositusten tekemisessä sekä päätöksenteossa. Tämä tehdään kuten tavoitteissa ja soveltamisalassa on määritelty. Tavoitteet voidaan saavuttaa myös suorittamalla vain elinkaari-inventaariselvitys (LCI-selvitys) ja sen tulkinta.

Standardi ISO 14 040 kattaa sekä LCA- että LCI-selvityksen. Elinkaariarviointiselvityksen inventaarioanalyysivaihe on eri asia kuin elinkaari-inventaarioselvitys. Näiden ero on se, että elinkaari-inventaarioselvityksestä puuttuu vaikutusarviointivaihe. Eri selvitysten ja arviointien vertailu on mahdollista vain, jos eri arviointien oletukset ja asiayhteydet ovat vastaavat. Standardissa ISO 14 040 kuvaillaan elinkaariarvioinnin pääpiirteet ja periaatteet, mutta siinä ei oteta kantaa yksittäisten vaiheiden menetelmätekniikoihin tai ei kuvata elinkaariarviointimenetelmää yksityiskohtaisesti. (SFS 14 040:2006, ss. 8, 10, 12)

Standardin ISO 14 040 mukaan elinkaariarvioinnissa tulee ottaa huomioon elinkaarinäkökulma, eli arvioinnissa otetaan huomioon koko tuotteen elinkaari niin sanotusti kehdestä hautaan, eli aina raaka-aineiden hankinnasta energian ja materiaalin tuotantoon, valmistukseen, käyttöön, käytöstä poistoon sekä jätteiden loppusijoitukseen. Elinkaariarviointiin ei yleensä sisälly taloudelliset ja sosiaaliset näkökulmat, vaan arvioinnissa keskitytään ympäristönäkökohtiin ja -vaikutuksiin. Elinkaariarviointi rakennetaan toiminnallisen yksikön ympärille. Yksikkö määrittelee, mitä tarkastellaan ja kaikki analyysit suhteutetaan tähän yksikköön. Elinkaariarvioinnin yksittäiset vaiheet hyödyntävät muiden vaiheiden tuloksia, joten menetelmä on iteratiivinen eli jatkuva. Elinkaariarviointiprosessin tulee olla läpinäkyvä, jotta voidaan varmistua tulosten oikeasta tulkinnasta. Kun samassa selvityksessä käsitellään kaikkia ominaisuuksia ja näkökohtia (luonnonympäristö, ihmisten terveys ja resurssit), voidaan tunnistaa ja arvioida selvityksen potentiaalisia kompromisseja. Päätöksenteon tulee ensisijaisesti perustua luonnontieteisiin, mutta jos tämä ei ole mahdollista, käytetään muita tieteellisiä lähestymistapoja. Mikäli tieteellistä perustaa tai kansainvälisiin sopimuksiin pohjautuvaa perustelua ei ole mahdollista tehdä, voidaan tehdä asianmukaisia arvovalintoja. (SFS 14 040:2006, s. 22)

4.5 GHG-protokolla ja BIER-toimialaohje

Greenhouse Gas eli GHG-protokolla on maailman laajimmin käytetty kasvihuonekaasupäästöjen laskentastandardi. Kohdennetut standardiohjeet on luotu yritysten, kaupunkien, yritysten arvoketjujen, politiikan ja toiminnan, tuotteiden, valtiokohtaisten päästötavoitteiden ja projektien päästölaskentoihin. (Greenhouse Gas Protocol, n.d.-b)

Beverage Industry Environmental Roundtable (BIER) on johtavien globaalien juomateollisuuden yritysten tekninen yhteenliittymä, jonka tavoite on kehittää juoma-alan ekologista kestävyyttä (BIER, 2019a). BIER on luonut toimialakohtaisen oppaan kasvihuonekaasupäästöjen laskentoihin. Oppaan mukaan juomateollisuuden yritysten tulee ottaa laskennoissaan huomioon läpileikkaavasti GHG-protokolla, yritysten arvoketjun laskenta- ja raportointistandardi sekä tuotteen elinkaaren laskenta- ja raportointistandardi. BIER-ohje kohdentaa, selventää ja lisää yhteisymmärrystä yleisluontoisista standardeista. (BIER, 2019b, ss. 3–4)

5 Toteutus

Kyrö Napue Ginin ja Kyrö Maltin elinkaariset päästöinventaarit koostettiin Excel-laskentataulukoihin (liitteet 1 & 2). Laskentataulukoihin koostettiin tuotteiden valmistuksen ja kuljetusten osaprosessit lähtötietoineen raaka-aineiden tuotannosta valmiin tuotteen kuljettamiseksi Alkoon saakka. Rajauksissa käytettiin ohjeena Hartikainen ym. (2012) julkaisua Suositus elintarvikkeiden ilmastovaikutusten arvioimiseksi elinkaariarvioinnilla.

Osaprosessien päästölähteille pyrittiin selvittämään päästökertoimet kirjallisuuslähteisiin perustuen. Työssä ei ollut käytössä yleisesti käytettäviä kaupallisia tietokantoja, kuten Ecoinvent. Jos kirjallisuuslähteisiin perustuen oli käytettävissä toisistaan eroavia päästökertoimia, tehtiin päästökertoimen suhteen konservatiivinen valinta, eli valittiin suurempi päästökerroin. Koska tarkasteltaville tuotteille ei ole aiemmin tehty vastaavaa päästöarvioita, pyrittiin työssä ottamaan huomioon kaikki mahdolliset päästölähteet. Kun osaprosesseille on tehty alustavat arviot, voidaan tehdä arvio mahdollisesti vähemmän merkityksellisistä osaprosesseista ja tehdä päätös niiden mahdollisesta poisjättämisestä jatkotutkimuksissa esimerkiksi laskentaohjeiden de minimus -periaatteiden ja cut-off-sääntöjen mukaisesti.

Laskentataulukot tehtiin erikseen sekä Kyrö Napue Ginille että Kyrö Maltille.

Laskentataulukot on rakennettu siten, että ne etenevät tuotteiden valmistuksen mukaisesti. Laskentataulukoihin kirjattiin päästölähteiden päästökertoimet ja niihin laskettiin käytössä olevien tietojen mukaan hiilidioksidiekvivalenttipäästöt (CO₂-ekv.). Päästölähteet, joille ei saatu laskettua CO₂-ekv.-arvoa, kirjattiin laskentataulukoon viivamerkinä (-).

5.1 Valinnat

Laskentatyössä ohjeiden ja suositusten mukaan pyritään käyttämään primääritietoja.

Laskentatyössä ei ollut käytettävissä primääritietoja energian ja veden kulutuksista, joten laskenta tehtiin Kyrö Distillery Companyn päätislaaja Kalle Valkosen tekemän energia- ja vedenkulutusarvion perusteella.

Elinkaarisissa päästöarvioissa tulisi ottaa huomioon tuotteen matka kuluttajalle saakka sekä tuotteen kierrätys. Valmiin tuotteen kuljetusten tarkastelu rajattiin Suomeen. Vahvoja alkoholijuomia saa kuluttaja ostaa Suomessa vain Alkoista. Tarkastelun ulkopuolelle jätettiin kuluttajan matkustaminen Alkoon, koska Alkossa käynti liitetään yleensä ruokaostosten yhteyteen ja Alkot sijaitsevat usein ruokakauppojen yhteydessä ja muiden liiketoimintojen keskittymissä.

Laskentaohjeiden mukaan elinkaarisissa päästöissä tulisi ottaa myös huomioon tuotteiden kylmäsäilytys. Koska tuotteet eivät vaadi kylmäsäilytystä, ei laskennassa ole otettu huomioon tuotteiden mahdollista kylmäsäilytystä vähittäiskaupassa tai kuluttajalla.

Laskentaohjeiden mukaan tutkimuksissa tulisi ottaa huomioon tuotteen kierrätys. Työssä tehtiin valinta kierrätysosuuden poisjättämisestä. Tarkastelussa valmiin tuotteen kuljetukset on rajattu Suomeen, joten myös tuotepakkauksen kierrätys tapahtuisi Suomessa. Kuluttajapakkaus käsittää pullon etiketteineen, synteettisen korkin sekä PVC-kapsyylin.

Sykkeen (2019) laskentaohjeen mukaisesti työssä ei oteta huomioon biologista alkuperää olevaa hiiltä (biogeeninen hiili), joka on hiilen nopeassa kierrossa. Yleisesti ohjeiden mukaan biogeenisen hiilidioksidin muodostumista tulee kuitenkin seurata. Laskennassa otetaan huomioon fossiilisista polttoaineista vapautuva hiili, ja uusiutuvien polttoaineiden poltosta aiheutuvat N_2O ja CH_4 päästöt. Yleisesti uusiutuvien polttoaineiden päästökertoimena käytetään arvoa 0, mutta koska biologisten polttoaineiden poltosta syntyy muitakin kasvihuonekaasuja kuin hiilidioksidia, ne huomioidaan laskennassa Suomen ympäristökeskuksen ohjeen mukaisesti. Nollaksi laskemisesta on sovittu YK:n ilmastopöytäkirjassa ja EU:n uusiutuvan energian direktiivissä (RED II). Päästöt muunnetaan Global Warming Potential päästökertoimien mukaan hiilidioksidiekvivalenteiksi, eli GWP 100 -arvoksi. Laskennan tulos ilmoitetaan hiilijalanjälkenä, eli ilmastovaikutteiset päästöt on

yhteismitallistettu Global Warming Potential päästökertoimien mukaan hiilidioksidiekvivalenteiksi.

Tuotteiden pääraaka-aineiksi lasketaan raaka-aineet, jotka muodostavat tuotteen massasta yhdessä vähintään 40 % pois lukien lisätty vesi (Hartikainen, ym., 2012, s. 28). Tämän perusteella Kyrö Napue Ginin ja Kyrö Maltin ainoa pääraaka-aine on ruis. Ohjeiden mukaan, jos sivutuote tai jäte käytetään toisessa tuotejärjestelmässä, sitä ei oteta laskennassa huomioon. Esimerkiksi ginitislauksen sivutuotteet päät ja hännät siirtyvät toiseen tuotejärjestelmään liikennepolttoaineen tuotantoon.

5.2 Toiminnallinen yksikkö

Laskennan tulos ilmoitetaan CO₂-ekv.-päästönä toiminnallista yksikköä (functional unit, FU) kohti. Tutkimuksen toiminnalliseksi yksiköksi valittiin 1 kpl 500 ml pullo tuotetta ja tulos ilmoitetaan tuotteelle muodossa x,xx kg CO₂-ekv./FU. Toiminnalliseen yksikköön on jyvitetty kaikki tuotteiden valmistuksen rajauksenmukaiset elinkaariset päästöt, jotka laskennassa on laskettu.

Kyrö Napue Ginin ja Kyrö Maltin valmistus ovat panosprosesseja. Jotta tulokset saadaan muunnettua panoksesta toiminnallista yksikköä kohti, käytetään muunnoksessa seuraavia arvoja:

- Kyrö Napue Gin, 1 300 pulloetta/erä
- Kyrö Malt, 788 pulloetta/erä.

5.3 Päästöinventarioiden lähtötietoja

Tuotteiden arvoketjujen päästöjä voidaan tarkastella päästölähteittäin. Päästölähteet jaetaan scope 1, 2 ja 3:een. Scope 1 -päästöihin lasketaan toimeksiantajan omasta toiminnasta, kuten energiantuotannosta, syntyvät päästöt. Scope 2 käsittää ostoenergian tuotannosta muodostuvat päästöt ja scope 3 arvoketjussa välillisesti muodostuvat päästöt.

Tutkimuksen aikana toimeksiantajan energiantuotannossa energialähteenä on käytetty kevyttä polttoöljyä. Suomen Ympäristökeskuksen (2019) Y-HIILARI-hankkeessa koostaman päästökerrointaulukon mukaan kevyen polttoöljyn päästökerroin on 0,0734 kg CO₂-ekv./MJ. Toimeksiantajan ostama sähköenergia on tuotettu tuulivoimalla (scope 2). Sykkeen (2019) päästökerrointaulukon mukaan tuulivoiman päästökerroin on 11,0 kg CO₂-ekv./MWh. Sähköenergian tuottaminen tuulivoimalla aiheuttaa elinkaarisia hiilidioksidipäästöjä. Suomen Tuulivoimayhdistys ry:n mukaan tuulivoiman hiilidioksidipäästöt ovat noin 10 g/kWh. Elinkaariset päästöt aiheutuvat lähinnä rakentamisen, kuljettamisen ja huollonaikaisista päästöistä (Suomen Tuulivoimayhdistys ry, n.d.). Laskentaohjeissa yleisesti uusituvat energialähteet lasketaan nollapäästöisiksi. Koska Suomen ympäristökeskus suosittelee ottamaan huomioon myös energiantuotannon elinkaariset päästöt, on ne huomioitu laskennassa.

Tislaamon jätevedet käsitellään Kyrönmaan Jätevesi Oy:n Hyyriän jätevedenpuhdistamolla. Jätevedenpuhdistuksen päästökertoimena käytetään OpenCO2.net-palvelussa olevaa HSY:n toiminnasta määritettyä päästökerrointa.

Laskennassa käytetty rukiin tuotannon hiilidioksidiekvivalenttiarvo perustuu Rajaniemi ym. (2011) laskemaan arvoon. Tiedonhaun perusteella sekä Luonnonvarakeskuksen tutkija Juha-Matti Katajajuuren (henkilökohtainen tiedonanto 9.1.2020) sähköpostitiedonannon mukaan rukiintuotannolle ei ole tähän laskentatyöhön käytettävissä ajantasaisempaa arvoa laskentaan tai kirjallisuuslähteisiin perustuen.

Kyrö Napue Ginillä ja Kyrö Maltilla on laskentatyötä tehdessä vastaavat pakkausmateriaalit. Pakkausmateriaalit on käsitelty Kyrö Napue Ginin ohessa kappaleessa 7.2. Tuotteiden raaka-aineiden, materiaalien ja valmiin tuotteen kuljetussuoritteiden päästökertoimet ja niiden muodostuminen on avattu liitteessä 3. Määritellyillä kuljetussuoritteilla laskettiin kuljetusten päästöjen CO₂-ekv.-arvot.

5.4 Cut-off-säännöt ja de minimus -periaate

Cut-off-säännöillä voidaan perustellusti jättää tarkastelusta pois vaiheita, joilla on pieni tai vähäpätöinen merkitys kuluttajatuotteen elinkaaren vaiheissa. Tällöin niistä ei tarvitse

hankkia tarkkaa lähtötietoa, jos sitä ei ole saatavilla kohtuullisin ponnisteluin (Hartikainen, ym., 2012, s. 16). Näillä helpotetaan arviointia, mutta pyritään varmistamaan, että arvio säilyy riittävän kattavana. Ennen karsintaa tulee suorittaa karkea arvio tuotejärjestelmän ilmastovaikutuksista. Perussääntönä voidaan pitää, että ne kuluttajatuotteen osat ja panokset, jotka käsittävät 0,001 kg:aa tuotekilogrammaa kohden voidaan rajata pois.

”Cut-off voidaan tehdä vain pienelle osalle tuotejärjestelmän vaiheita, joten käytännössä cut-off tehdään silloin, kun:

1. tarkasteltavasta osasta ei ole saatavilla kohtuullisin ponnisteluin tuotantoketjukohtaista lähtötietoa,
2. ei voida määrittää korvaavaa tuotetta,
3. skaalausta ei voida tehdä luotettavasti ja
4. seuraavassa esitellyt ehdot (1) ja (2) täyttyvät.

Ehto (1): kyseisillä toiminnoilla ei ole yhtä prosenttiyksikköä suurempaa vaikutusta tarkasteltavan tuotejärjestelmän osalle (kuluttajatuote tai elinkaaren vaihe) arvioituihin ilmastovaikutuksiin. **Ja** Ehto (2): Vähintään 95 % tarkasteltavan tuotejärjestelmän osan (koko tuotejärjestelmä tai moduuli) arvioiduista ilmastovaikutuksista sisältyy tutkimukseen.” (Hartikainen, ym., 2012, s. 17)

Arvio voidaan tehdä kirjallisuuteen, asiantuntija-arvioiden tai skaalauksen perusteella. Jos arvio ei anna selkeää vastausta sisällyttämisestä tai poisjättämisestä, tulee toiminto sisällyttää arviointiin.

Beverage Industry Greenhouse Gas (GHG) Emissions Sector Guidance (2019) -dokumentissa esitellään de minimus -periaate (vähämerkityksinen). Periaatteessa kaikki ne hiilidioksidiekvivalenttipäästöt, jotka edustavat alle yhtä prosenttia kokonaishiilidioksidiekvivalenttipäästöistä, lasketaan de minimus -periaatteen piiriin. Kaikki nämä päästölähteet, jotka on osoitettu kasvihuonekaasupäästödataan perustuen kuuluvan periaatteen piiriin, voidaan jättää pois tarkastelusta. Jos vähämerkityksisiksi määriteltyjen yhteismäärä saavuttaa 5 %:n olennaisuuskynnyksen, tulee ne sisällyttää tutkimukseen. Kaikki vähämerkityksisiksi osoitetut päästölähteet tulee kuitenkin liittää raportointiin ja perustella niiden poisjätto. Työn rajaamisen vuoksi tässä työssä on jätetty tekemättä cut-off- ja de

minimus -tarkastelut, jolloin kaikki selvitettyt päästölähteet ja lasketut CO₂-ekv.-arvot sisältyvät laskentaan.

6 Kyrö Napue Gin – Tuotejärjestelmän rajausta ja päästölähteet

Kyrö Napue Ginin CO₂-ekv.-laskennan tuotejärjestelmän rajauksien piiriin kuuluu seuraavat prosessit:

- rukiin viljely
- neutraalin ruisalkoholin tuotanto
- yrttien tuotanto
- pakkausmateriaalien tuotanto
- prosessit Kyrö Distillery Companylla
 - ginitislaus
 - lämpöenergian kulutus
 - sähköenergian kulutus
 - jätevedet, rankki, jätteet
 - säätötisleiden tislaus
 - lämpöenergian kulutus
 - sähköenergian kulutus
 - jätevedet, rankki, jätteet
 - pullottamon toiminta
 - sähköenergian kulutus
 - jätevedet, jätteet
 - tuotehävikki
- kuljetukset
 - rukiin kuljetus Viroon neutraalialkoholin tislaavalle tislaamolle ja neutraalialkoholin kuljetus Kyrö Distillery Companyn tislaamolle
 - tuotantopanokset tislaamolle
 - tuote Alkon keskusvarastolle ja vähittäiskauppaan

Liitteen 1 Kyrö Napue Gin, 46,3 %: arvoketjun CO₂-ekv.-päästöt -laskentataulukko on rakennettu tuotejärjestelmärajauksen mukaisesti. Liitteessä osaprosessit on värikoodattu

päästölähteittäin eli scope 1, 2 ja 3. Taulukkoon on myös värikoodattu päästölähteen siirtyminen toiseen tuotejärjestelmään.

7 Kyrö Napue Gin – Prosessin CO₂-ekv.-päästöinventaarior yksikköprosesseittain

Luvussa käsitellään Kyrö Napue Ginin päästöinventaarior tuotejärjestelmän rajauksen ja päästölähteiden mukaisesti. Päästöinventaarior perustuu työn toimeksiantajalta saatuihin tietoihin, tavarantoimittajien tiedonantoihin sekä kirjallisuuslähteisiin. Työssä oli käytettävissä Kyrö Distillery Companyn päätislaaja Kalle Valkosen (2018) tekemä energian- ja vedenkulutusarvio tislaamon prosesseista. Tähän tiedonantoon viitataan työssä viittauksella Valkonen (2018).

7.1 Raaka-aineet

Kyrö Napue Ginin raaka-aineita ovat ruis ja siitä valmistettu neutraalialkoholi (96,5 %), yrtit, mausteet ja marjat. MTT:n julkaiseman Hartikainen, ym. (2012) laskentaohjeen mukaan vettä ei lasketa raaka-aineeksi, joten tässä inventaariossa ei ole huomioitu talousveden tuotantoa.

7.1.1 Rukiin viljely

0,83 kg CO₂-ekv./FU

Neutraalialkoholin tuotannossa käytetään ruista 3,3 kg/l EtOH. Kyrö Napue Ginin tislauserässä käytettävään etanolin valmistukseen on laskennallisesti käytetty ruista 1 241 kg. Tislauksen saanto on 80 %. Rukiin määrä pullotetta kohti on 0,955 kg.

7.1.2 Etanolin tuotanto

0,03 kg CO₂-ekv./FU

Etanolin tuotannon CO₂-ekv.-päästölaskenta perustuu neutraalialkoholin tislaavan virolaisen tislaamon toimitusjohtajan (henkilökohtainen tiedonanto 4.2.2020) sähköpostitse antamaan tiedonantoon. Tiedonannon perusteella saatiin määritettyä tuotannon energiankulutuksesta aiheutuvat päästöt ja raaka-aineiden osalta hiivan ja entsyymien käytöstä aiheutuvat päästöt. Tiedossa ei ole jäteveden ja muiden jätteiden määriä eikä prosessin pesuaineiden kulutusta.

Virolainen tislaamo tuottaa itse käyttämänsä energian. Tislaamo tuottaa puupolttoaineella korkeapaineistettua höyryä, jolla ensin tuotetaan sähköä ja höyry ohjataan prosessiin. Höyryä käytetään tislausprosessissa, eläinrehutuotantoyksikössä sekä ylijäämälämpö siirretään kaupungin lämpöverkkoon. Karkea arvio lämpöenergian kulutuksesta etanolin tuotannossa on 7,2 kWh/ l EtOH. Käytettävä polttoaine on puupohjainen, jolloin hiilidioksidi on nopeassa kierrossa. Tällöin huomioidaan vain poltosta aiheutuvat metaani- ja dityppioksidipäästöt.

7.1.3 Yrtit

0,00 kg CO₂-ekv./FU

Maseroitavat mausteet ja yrtit ovat katajanmarja, korianteri, väinönputken juuri, kaneli, lakritsijuuri, kardemumma, saksankurjenmiekka, sitruunankuori, kumina ja tilli.

Aromikoriyrtit ovat kiinanruusu ja seljankukka. Säättöisleen yrtit ja marjat ovat mesiangervo, koivu, karpalo ja tyrni. Käytettävät yrtit ja mausteet ovat sekä kotimaisia että ulkomaisia ja osa on keräilytuotteita, osa viljelykasveja. Massaltaan merkittävimmät ovat katajanmarja ja korianteri. Yrttien tuotespesifikaatioiden mukaan ulkomaalaisten yrttien tukkupakkauksissa käytetään suojakaasua. Tuotantoon kuuluu myös leikkaus-, murskaus- ynnä muiden koneiden käyttöä. Yrttien tuotannosta laskentaa varten ei ole saatavilla riittäviä tietoja tuotespesifikaatioiden ja kirjallisuuden perusteella, joten niille ei ole määritetty hiilidioksidiekvivalenttiarvoa.

Maseroitavien mausteiden, marjojen ja yrttien, kukkakoriyrttien ja säättöisleyrttien marjojen ja yrttien kokonaisuudessa on 17,8 kg. Suhteutettuna ginin pääraaka-aineeseen rukiiseen, jota laskennallisesti käytetään yhden erän tuotannossa 1 241 kg, yrttien prosentuaalinen osuus

raaka-ainepanoksesta on 1,2 %. Suhteutettuna maseroitavien raaka-aineiden massaan (vesilisäyksen massaa ABV:n alentamiseksi ei huomioida), yrttien osuus on 5,3 %.

Koska tiedoissa oli puutteita, suoritettiin testilaskenta, jossa korianterin ja kuminan päästökertoimena käytettiin rukiin päästökerrointa (0,870 kg CO₂-ekv./kg) ja yrteille, joilta puuttuivat lähtötiedot hedelmien ja marjojen päästökerrointa 0,20 kg CO₂-ekv./kg (Nissinen, ym., 2011, palvelussa OpenCO2.net). Tällöin muiden yrttien kuin katajanmarjan vaikutus toiminnallista yksikköä kohti on 0,009 kg CO₂-ekv./FU. Prosentuaalisesti tämä on edelleen vain 0,5 % tuotteen hiilidioksidiekvivalenttipäästöistä.

7.2 Pakkausmateriaalit

0,75 kg CO₂-ekv./FU

Pakkausmateriaaleihin on laskettu extra flint -lasipullo, synteettinen korkki, PVC-kapsyyli, etiketit, sekundääripakkauslaatikko, tuotelavan kiristekalvo ja suojamuovi sekä tarrat.

Laskentaohjeissa on ristiriitaisuuksia siitä, sisällytetäänkö laskentaan muita pakkausmateriaaleja kuin primääripakkauksen materiaalit. Hartikainen ym. (2012) ohjeen mukaan pakkausmateriaaleissa otetaan huomioon varsinaiset tuotteen pakkausmateriaalit sekä monipakkausmateriaalit. Koska tietoa oli kuitenkin saatavilla, liitettiin laskentaan myös kuljetuspakkauksen päästöinventaariorio.

7.3 Tuotanto

Ginitislaamon toiminnan CO₂-ekv.-päästöt on laskettu Valkosen (2018) koostaman energiankulutusarvion mukaan. Kappaleisiin on eritelty ginitislaus, säätötisleiden tislaus ja pullottamon toiminta. Koska pullotuksen toiminnot ovat vastaavat sekä ginillä että viskillä, ei pullottamon inventaariota käsitellä Kyrö Maltin päästöinventaarioriossa.

7.3.1 Ginitislaus

0,07 kg CO₂-ekv./FU

Aromitislauksen CO₂-ekv.-päästöarvo sisältää ostoenergian sekä yrityksen höyryntuotannon hiilidioksidiekvivalenttipäästöt. Arvossa on myös otettu huomioon jätevesi sekä kiinteä rankki. Tuotannosta syntyviä päitä ja häntiä ei laskettu arvoon mukaan, koska ne siirtyvät toiseen tuotejärjestelmään uusiutuvan liikennepolttoaineen valmistukseen. Tuotannossa käytetään trukkia. Laskennassa ei ole otettu huomioon trukin polttoaineenkulutusta, sillä trukin polttoaineenkulutuksesta ei ole tehty seuranta tuoteprosessien kesken ja yritykselle ostetusta polttoaineesta ja trukin käytöstä ei ole allokointia eri käyttökohteiden ja tuoteprosessien kesken.

Laskennassa huomioitiin seuraavat tuotannosta syntyvät jätteet: tislauksen jätevesi, eli kiinteästä rankista erotettu nestemäinen rankki sekä tislauspannun pesuvedet sekä kiinteä rankki. Tuotannosta syntyviä muita jätteitä ei ole määritetty ja laskettu. Tuotantoon tutustumisen perusteella niiden määrä on niin vähäinen, että niillä ei oletettavasti ole kokonaiskuvan kannalta huomattavaa merkitystä. Nämä olisi kuitenkin hyvä selvittää ja mahdollisuuksien mukaan vähentää jätteiden määrää.

7.3.2 Säätötisleet

0,00 kg CO₂-ekv./FU

Neljän eri säätötisleen vaikutuksen laskemiseksi laskettiin ensin yhden säätötisleen tuotannon vaikutukset perustuen säätötisleen tislauspöytäkirjan arvoihin. Keskimäärin yhden säätötisleen tislaus tuottaa valmista tislettä noin 50 litraa. Panoksen energiankulutusarvio laskettiin veden ja alkoholin ominaislämpökapasiteettien ja höyrystymislämpöjen perusteella. Laskentataulukkoon lasketut arvot kerrottiin neljällä (säätötisleiden määrä).

Reseptiikan laskentataulukolla määritettiin säätötisleiden määrä keskimääräiselle Kyrö Napue Base -tisleelle. Näillä pohjatiedoilla neljästä säätötisleestä saadaan laskennallisesti 580 "säätötislepanosta". Laskennallisen säätötislauserän vaikutukset jaettiin edellä mainituille säätötislepanoksille. Laskennassa on otettu huomioon tuotettu höyry, käytetty sähköenergia sekä jätevesi ja rankki.

7.3.3 Pullottamo

0,00 kg CO₂-ekv./FU

Pullottamon toiminnassa käytetään sähköenergiaa sekä vettä. Sähköenergian kulutuksessa on otettu huomioon Valkosen (2018) energiankulutusarvion mukaan pullotuskoneen käyttämä sähköenergia. Tähän yksikköprosessiin kuuluisi myös pumppu, joka siirtää tisleen ginisalista pullottamolle. Pumpun energiankulutuksesta ei ole käytettävissä sähkönkulutusarviota, joten sitä ei ole otettu huomioon laskelmassa.

Valkosen (2018) arvion mukaan pullotuksessa käytetään vettä 2 l / litra tuotetta pullojen huuhteluun ennen niiden täyttöö. Käytetty vesi menee jätevedeksi. Lähtevä jätevesi on käytännössä puhdasta ja jäteveden käsittelyn vaikutukset ovat siis käytännössä todennäköisesti pienemmät kuin muista prosesseista syntyvän jäteveden käsittelyssä. Laskennassa ei ollut käytettävissä erillisiä päästökertoimia erityyppisille jätevesille.

Pullottamon jätteistä määritettiin pahvi ja muovijäte pullolavojen ja korkkien pakkauslaatikoiden osalta. Muovijätettä syntyy myös sekundääripakkauslaatikoiden lavasta, mutta sen massaosuus FU:ta kohti on niin pieni, että päästöarvoa ei ole tähän työhön laskettu.

7.4 Kuljetukset

0,14 kg CO₂-ekv./FU

Kuljetuksissa on otettu huomioon raaka-aineiden ja pakkausmateriaalien kuljetus tislaamolle ja tuotteen kuljetus vähittäismyyntiin. Tuotekohtaisessa arviossa voidaan jättää huomiotta jätteiden kuljetus (Hartikainen, ym., 2012). Tosin Suomen ympäristökeskuksen (2019) Y-HIILARI-hankkeen materiaalin mukaan laskennassa tulisi ottaa huomioon tuotannon jätteiden kuljetus. Tässä laskennassa ei otettu huomioon jätteiden kuljetusta.

Kuljetusten laskenta perustuu VTT:n (2017) LIPASTO-yksikköpäästötietokannan päästökertoimiin, jotka koskevat maantiekuljetusten osalta Suomessa tapahtuvia kuljetuksia. Huomattavaa on, että eurooppalaiset kuljetukset on laskettu myös LIPASTOn arvoilla.

Laskentaa yksinkertaistettiin, eli tilannearvion mukaan käytettiin tietokannan antamia esimerkkietietoja osakuormille. Palvelussa annetaan laskentaohjeet myös tarkoille kuljetussuoritteille (perustuu tonnakilometreihin ja kuljetusmatkaan). Koska Kyrö Distillery Company ostaa kuljetuspalvelut logistiikkayhtiöltä, laskennassa tehtiin kuljetuksista vain karkeat arviot tarkkojen tietojen puuttuessa. Jotta kuljetusten laskelmat olisivat tarkempia, tulisi kuljetusliikkeeltä selvittää tiedot käyttävästä kuljetuskalustosta, kuljetusten keskimääräisestä massasta sekä maantie- ja katuajon osuuksista, kun kuljetetaan tuotantopanoksia ja valmiita tuotteita. Näiden tietojen perusteella voidaan allokoita päästöt toiminnallista yksikköä kohti. Koska projektin aika oli rajallinen ja yleisesti kirjallisuuslähteisiin perustuen kuljetusten osuus tuotteen ympäristövaikutuksista on maksimissaan noin 10 %, ei katsottu tarpeelliseksi tehdä tarkempia kuljetuslaskelmia. Perustuen käytettyihin päästökertoimiin ja lähtöarvoihin kuljetusten laskenta on karkea arvio kuljetusten päästöistä.

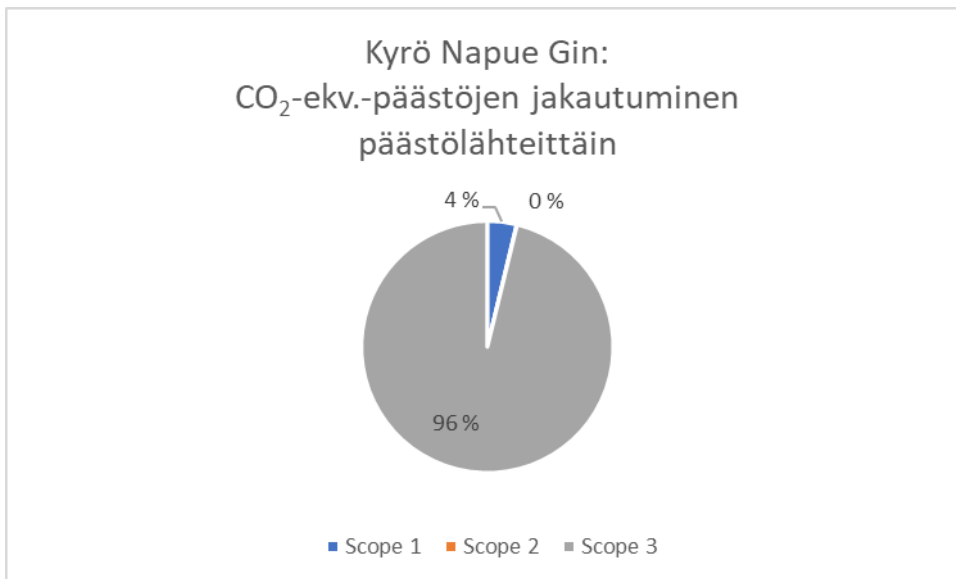
Hartikainen ym. (2012) ohjeen mukaan kuljetuksissa tulisi ottaa huomioon paluukuljetukset. Koska käytössä ei ollut tietoa kuljetusten täyttöasteista ja kuljetusreiteistä, laskennassa ei otettu huomioon paluukuljetuksia. Ohjeen mukaan kuljetuksissa ei oteta huomioon polttoaineita. BIER (2019b) ohjeen mukaan kuljetusten ja jakelun päästölaskentaan tulee sisällyttää kaikki päästöt, jotka syntyvät tuotteiden, pakkausmateriaalien, raaka-aineiden ja jätteiden kuljetuksissa.

Kuljetusmatkojen määrittämisessä käytettiin Google Maps -palvelua ja sea-distances.org -palvelua. Tarkemmat päästökertoimet kuljetuksille CO₂-ekv.-päästölaskentataulukkoa varten on laskettu erillisessä Kuljetukset-liitteessä (liite 3).

8 Tulokset, Kyrö Napue Gin

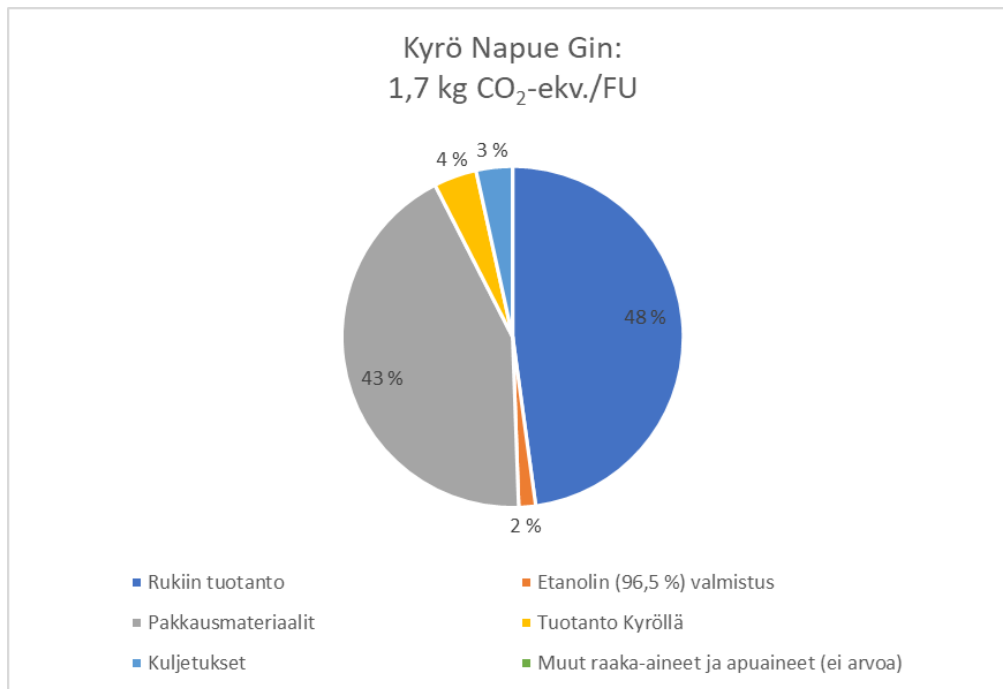
Kyrö Napue Ginin arvoketjussa suurimmat CO₂-ekv.-päästöt (96 %) syntyvät päästölähteissä, jotka kuuluvat scope 3:een eli ne syntyvät välillisesti tuotteen tuotannossa. 4 % päästöistä syntyy organisaation omistamista tai hallinnoimista päästölähteistä (scope 1) ja 0 % päästöistä johtuu ostoenergian hiilidioksidiekvivalenttipäästöistä (Kuva 4, s. 34).

Kuva 4. Kyrö Napue Ginin CO₂-ekv.-päästöjen prosentuaalinen jakautuminen päästölähteittäin.



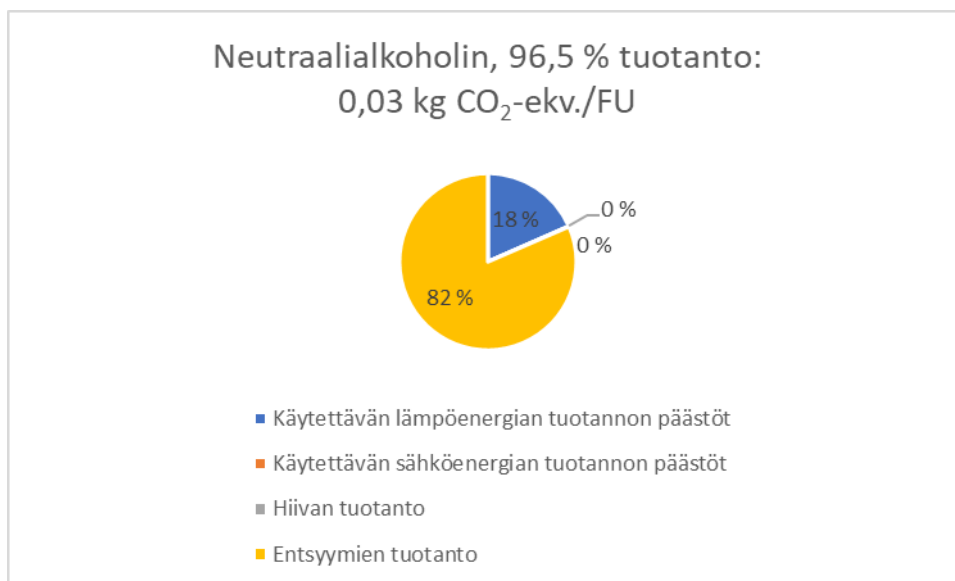
Huomattavimmat vaikutukset CO₂-ekv.-arvoon on rukiin tuotannolla sekä lasipullolla (Kuva 5, s. 35). Rukiin viljely edustaa 48 prosenttia Kyrö Napue Ginin arvoketjun CO₂-ekvivalenttipäästöistä. Kyrön omilla lasketuilla päästölähteillä on vain 4 %:n vaikutus CO₂-ekv.-arvoon. Käytettävissä olevilla arvoilla laskettaessa höyryntuotanto kattaa 98 % ginitislauksen hiilidioksidiekvivalenttipäästöistä. Kuljetusten osuus päästöistä toiminnallista yksikköä kohti on 3 %. Lasketut pakkausmateriaalit edustavat Kyrö Napue Ginin hiilidioksidiekvivalenttiarvosta 43 %.

Kuva 5. Tuotteen arvoketjun CO₂-ekv.-päästöjen jakautuminen yksikköprosessseittain toiminnallista yksikköä kohti.



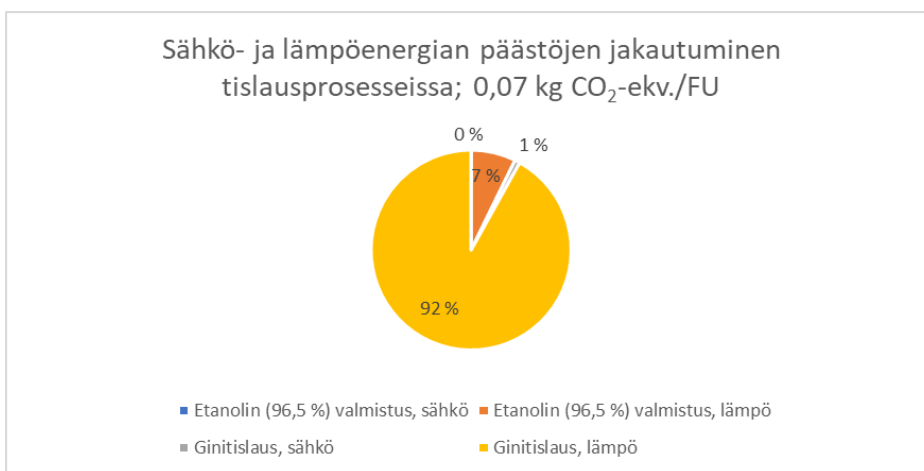
Kyrö Napue Ginin arvoketjun päästöistä neutraalialkoholin tuotanto aiheuttaa 2 %. Koska neutraalialkoholin tislauksella tislamalla energian tuotannossa käytetään uusiutuvaa polttoainetta energiantuotannossa, korostuu neutraalialkoholin tuotannon CO₂-ekv.-päästöissä käytettävien entsyymien valmistuksessa muodostuvat päästöt (Kuva 6).

Kuva 6. Neutraalialkoholin tuotannon CO₂-ekv.-päästöt.



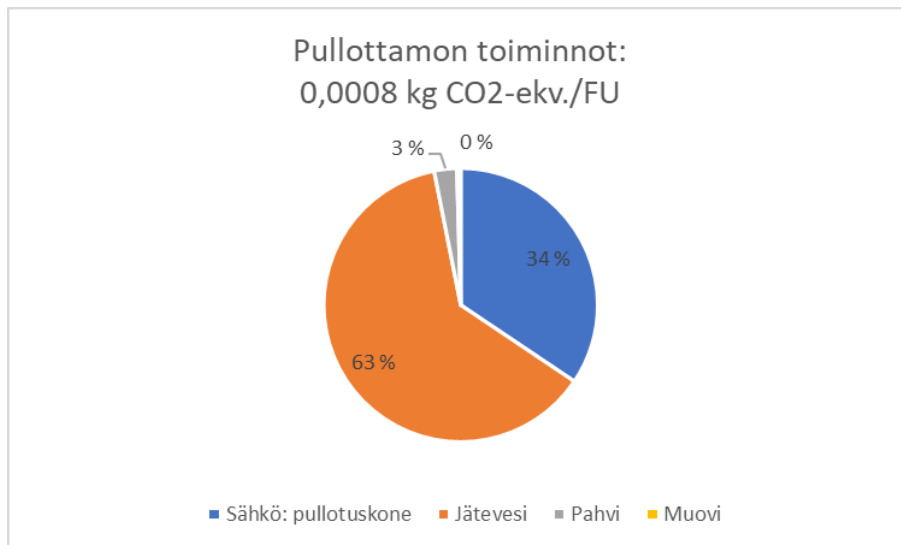
Ginin tuotannossa käytettävän sähkö- ja lämpöenergian tuotannon CO₂-ekv.-päästöt jakautuvat siten, että suurimmat päästöt muodostuvat Kyrö Distillery Companylla tapahtuvassa toiminnassa (Kuva 7). Vaikka neutraalialkoholin tuotanto on hyvin energiaintensiivistä, päästöjakauma johtuu siitä, että Kyröllä höyryntuotannon energialähteenä on käytetty kevyttä polttoöljyä ja neutraalialkoholin tislaavalla tislaamalla puupohjaista polttoainetta.

Kuva 7. Tuotteen valmistusprosesseissa käytettävän sähkö- ja lämpöenergian tuotannon päästöjen jakautuminen.



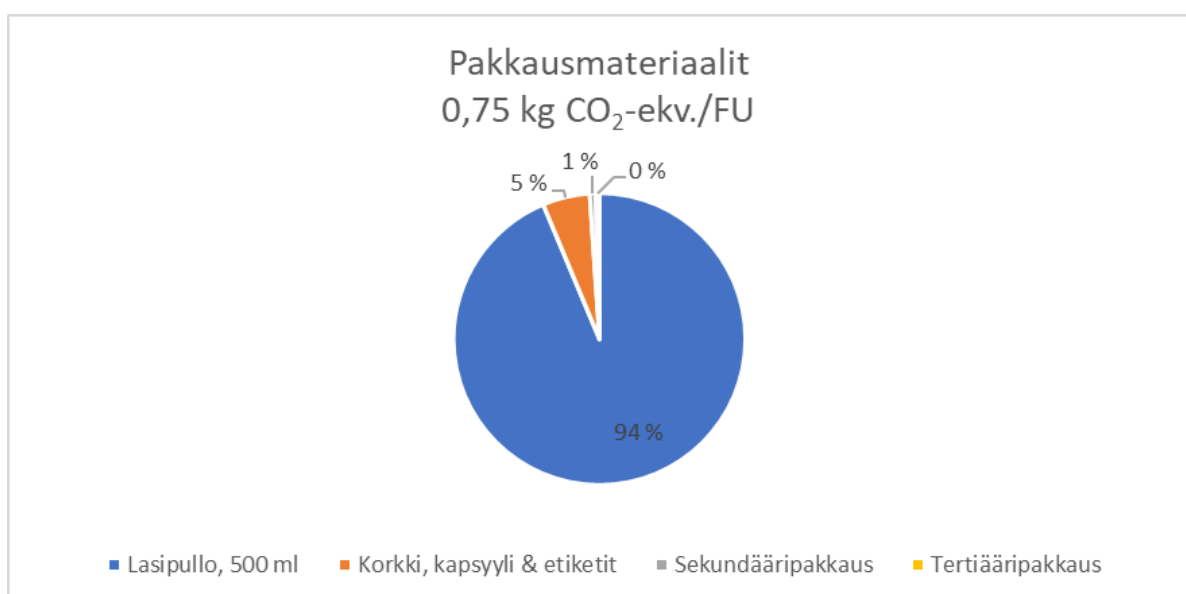
Kokonaiskuvassa pullottamon toiminnan osuus toiminnallisen yksikön CO₂-ekv.-päästöistä on hyvin pieni, vain promillen osia. Tarkasteltaessa pullottamon toimintoja suurin osuus vaikutuksista muodostuu pullojen huuhtelun jätevedestä, joka on 63 % (Kuva 8, s. 37). Seuraavaksi suurin vaikutus, 34 %, on pullotuskoneen käyttämällä sähköenergialla. Työhön laskettiin mukaan myös pullolavojen mukana saapuvien pakkausvälipahvien vaikutus kokonaisuudessaan, vaikka osa pahveista kiertää tuotelavojen välipahveiksi. Konservatiivisesti laskettuna pahvien osuus pullottamon CO₂-ekv.-arvosta on 3 %. Muovijätteen päästövaikutus on minimaalinen.

Kuva 8. Pullottamon toiminnan CO₂-ekv.-päästöjen jakautuminen energiankulutuksen, jäteveden käsittelyn sekä pahvi- ja muovijätteen välillä.



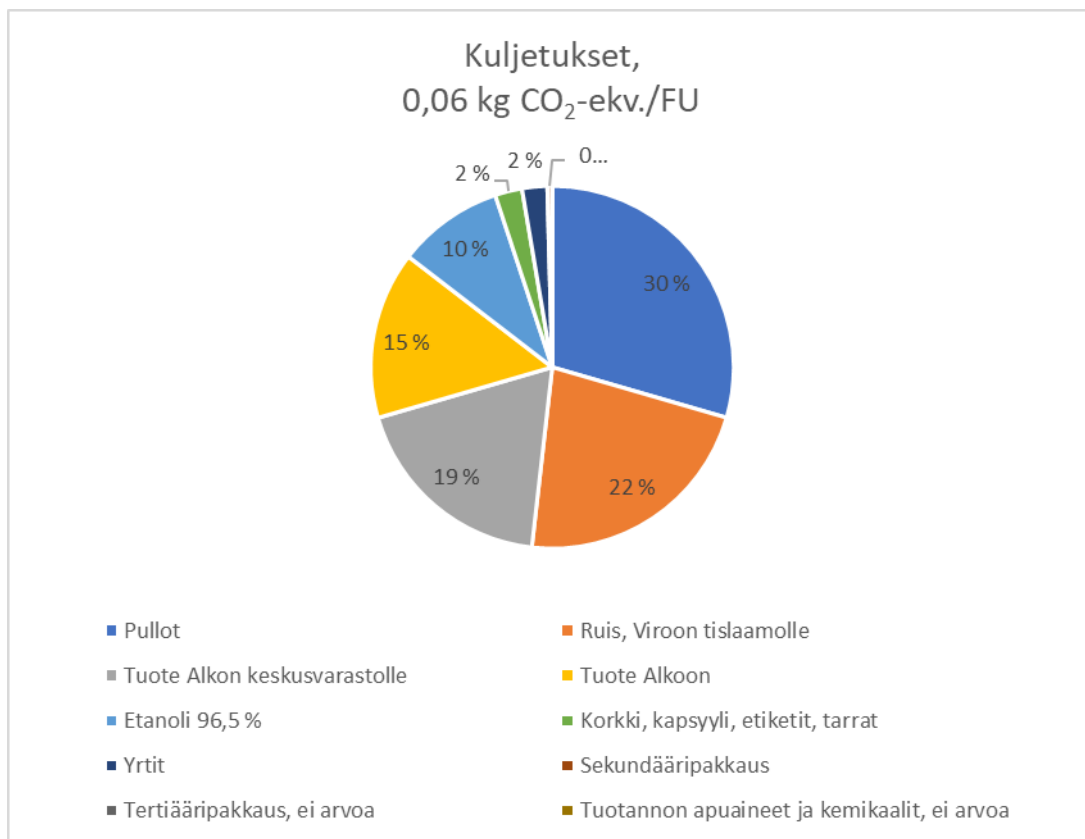
Lasipullon osuus pakkausmateriaalien CO₂-ekv.-arvosta on 94 %. Korkki, kapsyyli ja etiketit sekä sekundääripakkaus ovat 6 % pakkausmateriaalien CO₂-ekv.-arvosta, eli 0,75 kg CO₂-ekv./FU. Tertiääripakkauksen osalta ei ollut saatavilla tietoa kuormalavojen päästökertoimesta (Kuva 9).

Kuva 9. Primääri-, sekundääri- ja tertiääripakkausten CO₂-ekv.-päästöjen jakautuminen toiminnallista yksikköä kohti.



Kyrö Napue Ginin arvoketjun kuljetusten CO₂-ekv.-päästöt ovat 0,06 kg CO₂-ekv. toiminnallista yksikköä kohti. Suurin yksittäinen kuljetusten päästölähde on pullojen kuljetus pullojen valmistajalta Virostä Kyrö Distillery Companylle (Kuva 10). Rukiin kuljetus Viroom tislaamolle ja neutraalialkoholin kuljetus Kyrö Distillery Companylle aiheuttaa yhteensä 32 % Kyrö Napue Ginin arvoketjun kuljetuksista aiheutuvista päästöistä. Valmiin tuotteen kuljetus keskusvaraston kautta Alkoon on 34 % kuljetusten päästöistä.

Kuva 10. Kuljetusten CO₂-ekv.-päästöjen jakautuminen kuljetussuoritteiden kesken toiminnallista yksikköä kohti.



9 Kyrö Malt – Tuotejärjestelmän rajausta ja päästölähteet

Tässä työssä Kyrö Maltin tuotejärjestelmän rajauksien piiriin kuuluu seuraavat prosessit:

- rukiin viljely
- rukiin mallastus
- tuotannon apuaineet

- pakkausmateriaalien tuotanto
- tynnyrit
- prosessit Kyrö Distillery Companylla
 - sähköenergia tuotantoprosesseissa
 - mäskäys
 - lämpöenergian kulutus
 - jätevesi
 - low wines -tislaus
 - lämpöenergia
 - jätevesi, rankki
 - spirit still -tislaus
 - lämpöenergia
 - jätevesi, rankki
 - foreshot -päät, päät, sydämet ja hännät
 - kypsytytys
 - sähköenergia
 - tynnyrihäviöt eli enkelten osuus
 - pullottamon toiminta
 - sähköenergian kulutus
 - jätevedet, jätteet
 - tuotehävikki
- kuljetukset
 - ruis mallastamolle
 - raaka-aineet ja pakkausmateriaalit tislaamolle
 - tuote vähittäiskauppaan.

Scope 1 -päästölähteeseen luetaan tislaamalla tapahtuva energiantuotanto ja työkoneissa käytetty polttoaine. Tässä työssä ei ole laskettu työkoneiden (trukki ja traktori) käytöstä aiheutuvia päästöjä. Scope 1:een lasketaan siis tislaamalla käytetyn lämpöenergian tuotannon päästöt. Scope 2 -päästölähteeseen lasketaan ostoenergian tuottamisesta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt, eli tuulivoimalla tuotetun sähköenergian päästöt. Scope 3 -päästölähteeseen kaikki muut toiminnot, jotka epäsuorasti vaikuttavat tuotteen hiilidioksidiekvivalenttitarvoon.

Liitteen 2 Kyrö Malt: arvoketjun CO₂-ekv.-päästöt -laskentataulukko on rakennettu tuotejärjestelmärajausten mukaisesti. Liitteessä osaprosessit on värikoodattu päästölähteittäin eli scope 1, 2 ja 3. Taulukkoon on myös värikoodattu päästölähteen siirtyminen toiseen tuotejärjestelmään.

10 Kyrö Malt – Prosessin CO₂-ekv.-päästöinventaarior yksikköprosesseittain

Valkosen (2018) arvioon perustuu Kyrö Malt -viskin tislaustoiminnan sähkö- ja lämpöenergian kulutukset, sekä jäteveden määrät. Arviot on laskettu panostietojen, veden ja etanolin ominaislämpökapasiteettien ja höyrystymislämpöjen perusteella. Arviolaskennassa on otettu huomioon tislauksen refluksikerroin sekä höyrykehittimen hyötysuhde.

Viskin kypsytyksen aikana haihtuu niin sanottu enkelten osuus. Jotta haihtuneen tisleen määrä ja sen tuotantopanokset saadaan jyvitettyä pullotteeseen, määritetään laskennallisesti kypsytyksessä haihtuneen tisleen määrä. Oletuksena on, että kypsytyks kestää neljä vuotta ja tislettä haihtuu 5 %/vuosi.

Tilanne ennen kypsytystä:

- tynnyrissä olevan tisleen tilavuus: 200 l
- tisleen ABV on 55,0 %
- etanolia haihtuu 5 %/vuosi
- EtOH:n tilavuus tynnyrissä ennen kypsytystä on 110 l.

Laskennallisesti tynnyrissä olevan tisleen tilavuus kypsytyksen jälkeen on 162,90 l ja etanolia haihtuu 18,55 % (Kaava 1). Tisleen ABV kypsytyksen jälkeen on noin 59 %. Edellisten tietojen perusteella kypsytyksen jälkeen tynnyrissä EtOH:a on jäljellä 96,11 l.

Kaava 1. Kypsytyksessä haihtuvan tisleen tilavuuden prosentuaalinen osuus

$$\frac{(200 \text{ l} - 162,90 \text{ l})}{200 \text{ l}} = 18,55 \%$$

Taulukko 5 on merkitty Calco-sovelluksella tisleelle tehtävät laimennokset tynnyrintivahvuuteen.

Taulukko 5. Tynnyrintitilavuus, uusi tynnyri ABV 55 %, laimennos laskettu Calcolla

	V, [l]	V vesi, [l]	V EtOH, [l]	ABV, %
Sydämet	302	92,412	209,588	69,4
Tynnyritävä tisle	381,069	171,481	209,588	55,0

Edellä laskettiin, että kypsytyksessä haihtuu enkelten osuutena 18,55 % tisleestä.

Kypsytyksen jälkeen tisleen (ABV 59 %) tilavuus on 310,4 l. Valmiin tuotteen pullotusvahvuus on 46,5 %. Taulukko 6 on merkitty Calco-sovelluksella tynnyritisleelle tehtävät laimennokset pullotusvahvuuteen.

Taulukko 6. Pullotettavan tisleen määrä, laimennos laskettu Calcolla

	V, [l]	V EtOH, [l]	V vesi, [l]	ABV, %
Kypsytetty tisle	310,3831	183,126	127,2571	59
Pullotettava tisle	393,8194	183,126	210,6934	46,5

Pullotteen tilavuus on 0,5 l. Tällöin laskennallisesti yhdestä tarkasteltavasta tisluserästä saadaan pullotteita 787,64, pyöristetään 788 kappaleeseen.

Haihtunut etanoli (Taulukko 7, s. 42) jyvitetään pullotteeseen, pullotteita 787 kpl. Tällöin haihtuneen etanolin tilavuus pullotetta kohti on 0,033 l. Pullotetta kohti laskettava EtOH-tilavuus on siten 0,27 l.

Taulukko 7. Lasketaan tisluserää kohti enkelten osuudessa haihtunut alkoholi

V EtOH ennen kypsytystä, [l]	209,588
V EtOH kypsytyksen jälkeen, [l]	183,126
Erotus, [l]	26,462

10.1 Tuotannon raaka-aineet ja apuaineet

Kyrö Malt -viskin raaka-aineet ovat ruismallas, vesi ja hiiva. Tuotannossa käytetään kolmea eri apuainetta. MTT:n julkaiseman Hartikainen, ym. (2012) laskentaohjeen mukaan vettä ei lasketa raaka-aineeksi, joten tässä inventaariossa ei ole huomioitu talousveden tuotantoa.

10.1.1 Rukiin viljely ja mallastus

Rukiin viljely

0,82 kg CO₂-ekv./FU

Hiilidioksidiekvivalenttiarvo perustuu Rajaniemi ym. (2011) laskemaan rukiintuotannon hiilidioksidiekvivalenttiarvoon. Visikin valmistuksessa käytettävä ruis mallastetaan. Enarin ja Mäkisen (1993, s. 24) mukaan mallastustappiot ovat 10 %. Tisluserässä käytetään mallastettua ruista 666 kg. Kun otetaan huomioon mallastustappiot, tisluserää kohti tarvitaan ruista 740 kg.

Mallastus

0,08 kg CO₂-ekv./FU

Ruis mallastetaan Viking Malt Oy:llä. Viking Maltin edustajan Annika Wilhelmsonin, VP Innovation, Quality & CSR, (henkilökohtainen tiedonanto, 19.2.2020) antamien tietojen mukaan laskettuna (CO₂, scope 1, 24 784 tonnia; CO₂, scope 2, 32 986 tonnia: tuotanto 610 000 tonnia) maltaantuotannon hiilidioksidiekvivalenttiarvo on 0,095 kg CO₂-ekv./kg mallasta vuonna 2019. Arvo sisältää yrityksen kaikkien toimipaikkojen tiedot, joten tämä ei täysin vastaa Lahden mallastamon toiminnasta aiheutuvia CO₂-ekv.-päästöjä.

10.1.2 Tuotannon apuaineet

Hiiva ja apuaineet

0,06 kg CO₂-ekv./FU

Viskin vierre hiivataan kuivahiivalla. COFALEC (n.d.) mukaan kuivahiivan päästökerroin on 3,204 kg CO₂-ekv./kg. Tuotannossa käytetään kolmea eri apuainetta. Koska apuaineille ei ole saatavilla päästökertoimia, käytettiin konservatiivisen arvion tekemiseksi Hong, ym. (2013) mukaan sellulaasientsyymin päästökerrointa. Päästökerroin vaihtelee välillä 10,2–16,0 kg CO₂-ekv./kg. Työssä käytettiin konservatiivista arvoa 16,0 kg CO₂-ekv./kg.

AIV Ässä Na -rehun säilöntäaine

0,05 kg CO₂-ekv./FU

Rankin säilöntään käytetään AIV Ässä Na -rehun säilöntäainetta 1 l / 1 m³ rankkia. Valkosen (2018) arvion mukaan rankkia muodostuu tisluserää kohti 2 m³. Säilöntäaineelle ei ole saatavilla päästökerrointa, joten laskennassa käytetään sellulaasientsyymin päästökerrointa 16,0 kg CO₂-ekv./kg (Hong, ym., 2013), jotta saadaan suuntaa antava hiilidioksidiekvivalenttisarvo.

10.2 Pakkausmateriaalit

Pakkausmateriaalit ovat vastaavat kuin Kyrö Napue Ginillä. Tiedot ovat luvussa 7.2 Pakkausmateriaalit.

10.3 Tuotanto

Seuraavassa on eritelty tuotannon päästöt. Hiilidioksidiekvivalenttisarvoissa on otettu huomioon tuotannossa käytettävä sähkö- ja lämpöenergia sekä jätevesien käsittelystä aiheutuvat CO₂-ekv.-päästöt. Tuotannossa käytettävät raaka- ja apuaineet on määritelty kappaleessa 10.1.

10.3.1 Tuotannon sähköenergia

0,00 kg CO₂-ekv./FU

Valkosen (2018) arvion mukaan tuotantoprosessissa käytetään sähköenergiaa 110 kWh/tuotantoerä. Eräkulutus käsittää sähköenergian kulutuksen viljan jauhamisesta tynnyröintiin saakka. Sähköenergiaa käytetään muun muassa myllyn, spiraalin ja pumppujen käyttöön sekä käymisen kontrollointiin. Ostoenergia tuotetaan tuulivoimalla ja sen päästökerroin on 11,0 kg CO₂-ekv./MWh.

10.3.2 Mäskäys

0,07 kg CO₂-ekv./FU

Mäskäyksessä lämpöenergiaa käytetään Valkosen (2018) arvion mukaan 196 MJ. Prosessivetenä käytetään ginitislaamon lauhdutinnettä. Prosessiveden lämpötila nostetaan lämmönvaihtimella mäskäyslämpötilaan 67 °C, dT on 15 K. Mäskäys on yksivaihemäskäys ja mäskäystankkia ei kuumenneta mäskäyksen aikana.

Mäskäyksessä ja käymisessä muodostuu jätevettä mäskin ja käymistankin jäädyttämisestä Valkosen (2018) arvion mukaan 12 m³ ja pesu- ja huuhteluvesiä 2 000 l. Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut -kuntayhtymän (HSY) mukaan jäteveden puhdistuksen hiilidioksidiekvivalenttiarvo on 0,499 kg CO₂-ekv./m³. Jäädytysvesi on käytännössä puhdasta, sillä se ei ole missään tuotannon vaiheessa tuotekosketuksessa. Käytännössä on siis oletettavaa, että jätevedenpuhdistuksen vaikutukset ovat laskettua lukuarvoa pienemmät.

10.3.3 Käyminen

- kg CO₂-ekv./FU

Vierteen käyminen tapahtuu kontrolloiduissa olosuhteissa, eli käymislämpötilaa rajoitetaan. Käymistankkia jäädytetään talousvedellä. Talousveden ja muodostuvan jäteveden määrästä

ei ole arviota. Jäähdytys vaatii sähköenergiaa ja vettä. Sähköenergian kulutus on otettu huomioon tuotannon kokonaissähköenergiankulutuksessa.

Käymisreaktiossa muodostuu hiilidioksidia, joka on biogeenistä. MTT:n julkaiseman laskentaohjeen (Hartikainen, ym. s. 6) suosituksessa ei oteta huomioon biogeenistä hiilidioksidia. Myös BIERin laskentaohjeessa (2019b) biogeenisiä hiilidioksidipäästöjä ei lasketa mukaan hiilijalanjälkeen. Biogeeninen hiilidioksidi tulisi tosin raportoida erillisenä bioperäisenä hiilidioksidina (BIER, 2019b, s. 75).

10.3.4 Low wines -tislauk

0,39 kg CO₂-ekv./FU

Valkosen (2018) laskelmassa käytetyn low wines -panoksen tilavuus on 3 000 l, ABV 8,5 %. Low wines- tislauksesta saadaan 965 l karkeatislettä, jonka ABV on 26,4 %. Perustuen veden ja etanolin ominaislämpökapasiteetteihin, sekä höyrystymislämpöihin, low wines -tislauk kuluttaa lämpöenergiaa 990 kWh. Lämpöenergian kulutuksessa on otettu huomioon tislauksen refluksikerroin sekä höyrykehittimen hyötysuhde 80 %.

Low wines -tislauksen jäähdytyksessä käytetään Valkosen (2018) arvion mukaan noin 7 000 l vettä, joka menee jätevedeksi. Jäteveden päästökerroin on 0,499 kg CO₂-ekv./m³. Jäähdytysvesi ei ole tuotekosketuksessa, joten käytännössä veden puhdistuksen CO₂-ekv. -arvo on pienempi. Jätevesiä muodostuu myös huuhtelu- ja pesuvesistä, jonka karkea arvio on 2 000 l.

Low wines -tislauksessa syntyy rankkia ja linjojen huuhteluvesiä n. 2 000 l. Rankki menee eläinrehuksi toiseen tuotejärjestelmään. Rankin kuljetusta ja mahdollista käsittelyä toisessa tuotejärjestelmässä ei huomioida tässä laskelmassa.

10.3.5 Spirit still -tislauk

0,20 kg CO₂-ekv./FU

puumateriaali käytetään tynnyrien sisäosien poltossa. Tynnyreiden valmistus on käsityövaltaista työtä. Kyrö Distillery Companylla tynnyriä käytetään kaksi kertaa. Tämän jälkeen tynnyrit menevät usein toiselle tislaamolle tai panimolle uudelleentäyttöön, jossa tynnyri usein täytetään kahteen kertaan. Tämän jälkeen tynnyriä on mahdollista käyttää esimerkiksi sisustuksissa tai puutarhassa vesisammiona. Yhden tynnyrin elinkaari on siis pitkä.

10.3.7 Pullottamo

0,00 kg CO₂-ekv./FU

Pullotusprosessi on vastaava kuin Kyrö Napue Ginillä. Katso luku 7.3.3.

10.4 Kuljetukset

0,07 kg CO₂-ekv./FU

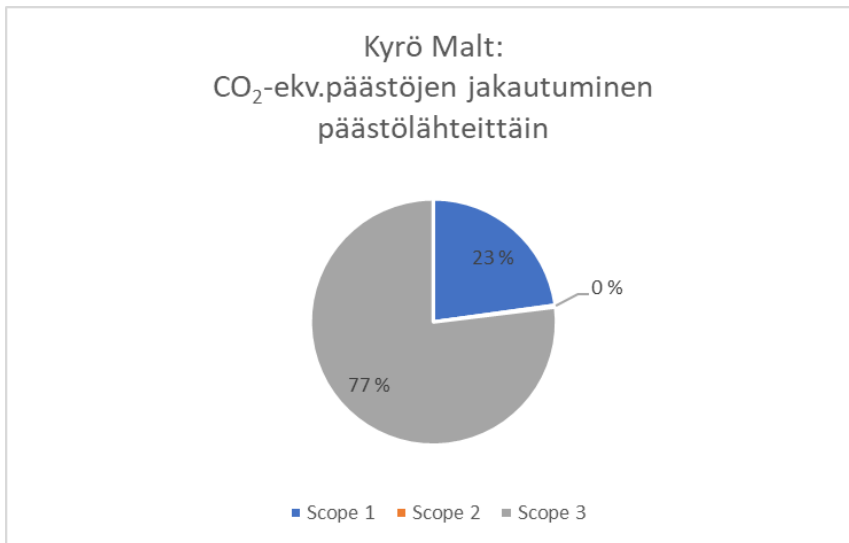
Kyrö Maltin kuljetuksissa on otettu huomioon rukiin ja maltaiden, pakkausmateriaalien, tynnyreiden ja tuotteen kuljetukset. Kuljetusmatkojen määrityksessä on käytetty Google Maps -palvelua maantiekuljetuksille ja tynnyreiden merikuljetuksen matkan määrityksessä sea-distances.org -palvelua. Päästökertoimet ovat VTT:n LIPASTO-yksikköpäästötietokannasta, ellei toisin ilmoiteta Kuljetukset-liitteessä (Liite 3).

11 Tulokset, Kyrö Malt

Hiilidioksidiekvivalenttien arvojen laskennan tulokset esitetään seuraavissa kappaleissa. Liitteessä 3 päästölähteet on värikoodattu päästölähteittäin (scope 1, 2, ja 3).

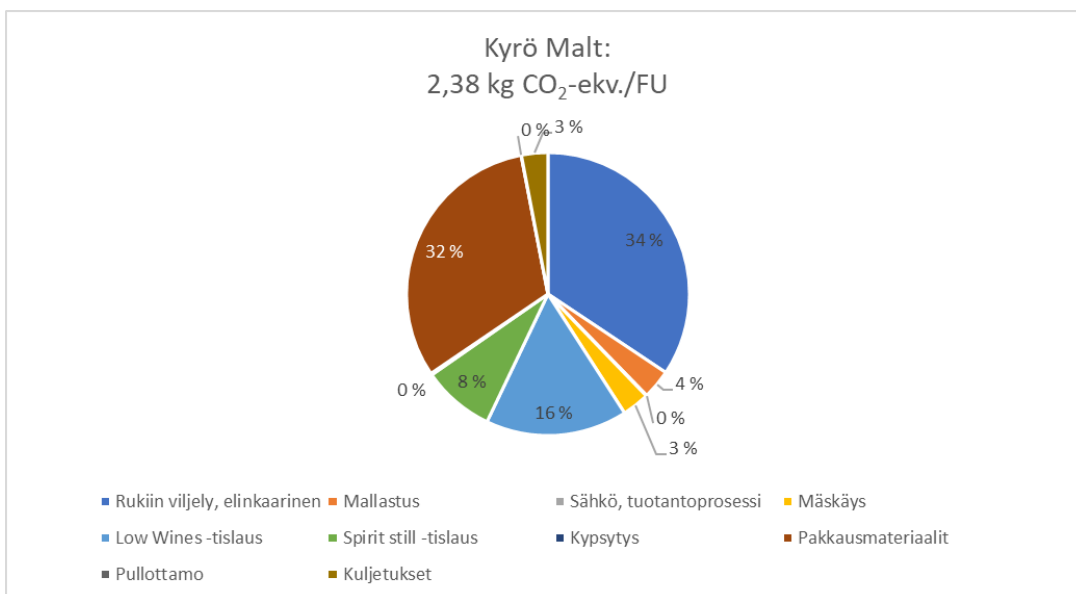
Kyrö Malt -viskin tuotannossa 23 % CO₂-ekv.-päästöistä muodostuu työn toimeksiantajan omissa päästölähteissä, eli lämpöenergian tuotannossa (Kuva 11, s. 48). Scope 2 -päästöt eli ostoenergian tuotannossa muodostuvat päästöt ovat 0 %. 77 % prosenttia päästöistä muodostuu arvoketjun muissa päästölähteissä.

Kuva 11. Kyrö Malt -viskin hiilidioksidiekvivalenttipäästöt päästölähteittäin.



Kyrö Malt -viskin arvoketjussa muodostuu päästöjä 2,38 kg CO₂-ekv. toiminnallista yksikköä kohti (Kuva 12). Suurimmat päästölähteet ovat rukiin viljely (34 %), pakkausmateriaalit (32 %) ja low wines -tislus (16 %), joka on samalla myös suurin päästölähde työn toimeksiantajan omissa toiminnoissa.

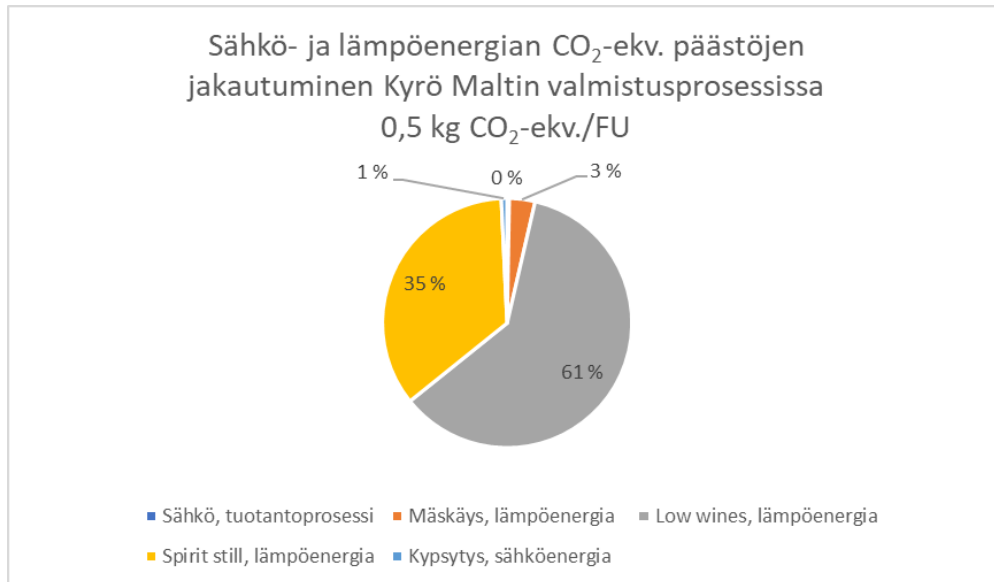
Kuva 12. Kyrö Malt -viskin tuotannon CO₂-ekv.-päästöt prosesseittain.



Kyrö Maltin tuotannossa käytettävän sähkö- ja lämpöenergian päästöt ovat 21 % toiminnallisen yksikön päästöistä. 61 % päästöistä muodostuu low wines -tislauksen vaatiman lämpöenergian tuotannossa (Kuva 13, s. 49) ja 35 % spirit still -tislauksen

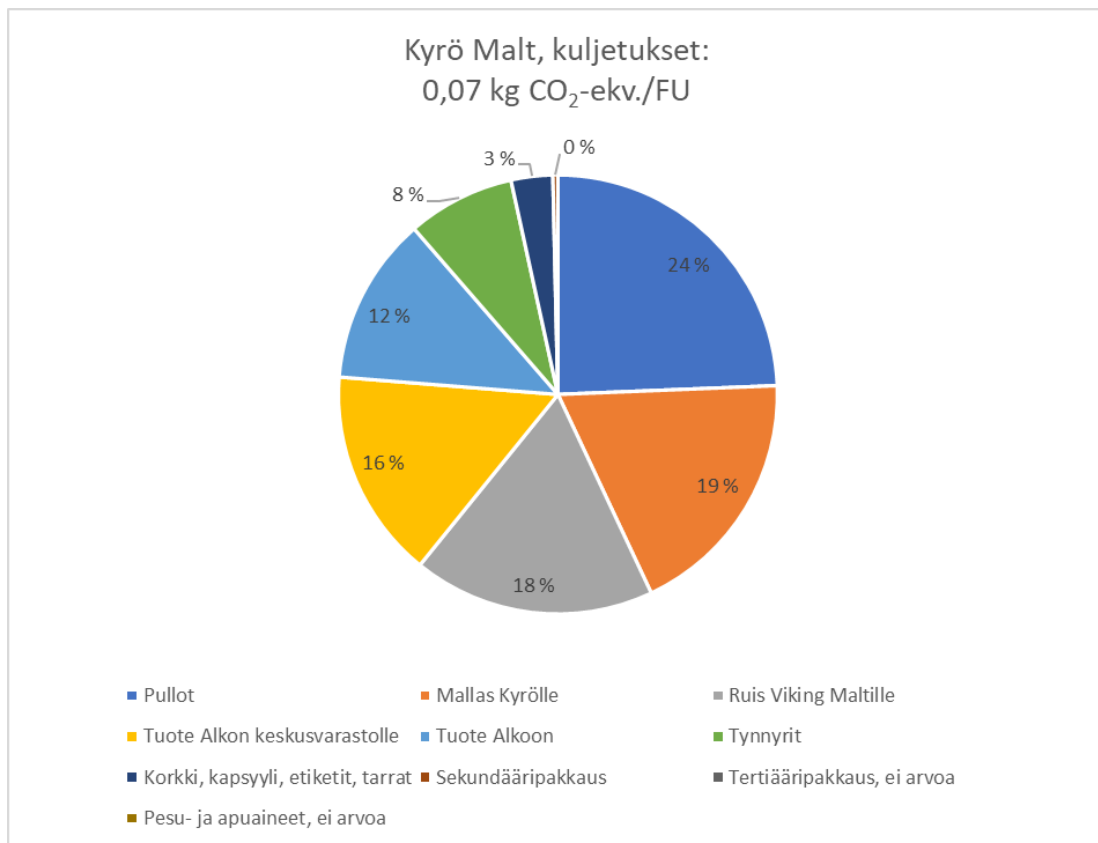
lämpöenergiantuotannosta. Mäskäyksen päästöt ovat vain 3 % sähkö- ja lämpöenergian päästöistä. Suhteellisen pientä osuutta selittää hukkalämmöllä esilämmitetty prosessivesi.

Kuva 13. Sähkö- ja lämpöenergian CO₂-ekv.-päästöjen jakautuminen Kyrö Maltin valmistusprosessissa.



Kyrö Maltin kuljetuksissa muodostuu 0,07 kg CO₂-ekv.-päästöjä toiminnallista yksikköä kohti (Kuva 14, s. 50). 72 % päästöistä aiheutuu tuotteen tuotantopanoksien kuljetuksista. 28 % päästöistä aiheutuu tuotteen kuljetuksesta Alkon keskusvarastolle ja tuotteen kuljettamisesta Alkoihin.

Kuva 14. Viskin tuotantoon liittyvien kuljetusten hiilidioksidiekvivalenttipäästöt.



12 Johtopäätökset

Luvussa käsitellään Kyrö Napue Ginin ja Kyrö Maltin tulosten johtopäätökset. Omassa kappaleessa käsitellään myös yleisesti johtopäätöksiä tuotteen arvoketjusta.

12.1 Kyrö Napue Gin

Tulosten perusteella tuotteen CO₂-ekv.-päästöjen suurin vähennyspotentiaali on rukiin tuotannossa ja lasipulloissa. Työn toimeksiantajan toiminnassa suurin vähennyspotentiaali on primäärienergian tuotannossa, sillä laskentaa tehdessä energia on tuotettu fossiilisella polttoaineella. Kuljetuksissa huomattavassa osassa on rukiin kuljettaminen Viroon tislaamolle ja neutraalialkoholin kuljetus toimeksiantajan tislaamolle, sillä näiden kuljetusten päästöt edustavat noin kolmasosaa Kyrö Napue Ginin arvoketjun kuljetusten CO₂-ekv.-päästöistä. On kuitenkin huomattavaa, että kuljetusten tulokset ovat suuntaa antavia, sillä kuljetuslaskelmat ottavat huomioon vain yhdensuuntaisen kuljetuksen.

Elintarviketeollisuusliitto ry:n hiilineutraaliuden tiekartan mukaan nykytilanteessa elintarviketeollisuuden hiilijalanjäljen CO₂-ekv.-päästöistä 7 % aiheutuu kuljetuksista. Työn toimeksiantajalla kuljetusten vaikutus CO₂-ekv.-päästöihin laskentojen mukaan oli 3 %.

Rukiin, eli Kyrö Napue Ginin pääraaka-aineen, osuus päästöistä oli 43 %. Rukiin korkea osuutta selittää rukiin ominaisuudet. Sen saanto on heikoin verrattuna muihin tislausteollisuudessa käytettyihin viljoihin, jolloin etanolilitran tuottamiseksi tarvitaan suhteessa enemmän viljaa kuin muilla viljalajeilla. Rukiin satotasot ovat myös pienemmät kuin muilla viljoilla, jolloin tuotantopanosta kohti saadaan rukiista pienempiä satoja.

Kyrö Napue Ginin tuotantoon liittyvät prosessit, eli neutraalialkoholin tislaukset, ginitislaus, säätötislausten tislaukset ja pullottamien toiminnot ovat 6 % arvoketjun päästöistä.

Prosenttiosuus sisältää myös energiantuotannon. ETL:n selvityksen mukaan elintarvikkeiden valmistuksen ja energiantuotannon yhteispäästöt ovat 40 % ruoka- ja juomatuotteiden valmistuksen arvoketjussa. Kyrö Napue Ginin pienehköä osuutta selittää uusiutuvan energian käyttäminen neutraalialkoholin tuotannossa.

Kyrö Napue Ginin primääripakkauksena käytetään extra flint -lasipulloa. Pullo on paksua lasia ja sen massa on suuri suhteessa nesteen tilavuuteen, joten on luonnollista, että pullon CO₂-ekv.-päästöt korostuvat tuloksessa. Pakkausmateriaaleissa lasipullolla on ylivoimaisesti suurin vähennyspotentiaali. Jos pullo valmistettaisiin täysin kierrätyslasista, tuotannon hiilidioksidipäästöt vähentyisivät 58 % (FEVE, s. 3). Kyrö Napue Gin on premium-tuote, joten ei ole välttämättä realistista ajatella lasipakkauksen olevan pelkästään kierrätysmateriaalista valmistettu, sillä nykYTEKNIKOILLA kierrätyslasista ei saada kirkasta. Extra flint -pullo ei mahdollista kierrätysmateriaalin käyttöä. Lasipakkauksen vähennyspotentiaali on siis tällä hetkellä lasin tuotannon energialähteissä. Packnord Oy:n toimitusjohtaja Aarne Poutiaisen (henkilökohtainen tiedonanto, 5.2.2020) mukaan lasintuotannon vallitseva energialähde on kaasu. Yleisesti käytetään maakaasua, mutta on myös mahdollista käyttää biokaasua, jos sitä on saatavilla.

Myös kuljetusten laskettu osuus jäi suhteellisen pieneksi, 3 % kokonaisvaikutuksista.

Laskettu tulos antaa suunnan kuljetusten vaikutuksille, vaikka lasketuista arvoista puuttuu tuotannossa käytetyt pesuaineet. Pesuaineiden käyttömäärä on pieni suhteessa muihin

tuotantopanoksiin, joten se ei ole laskennassa todennäköisesti merkitsevä tekijä. Suurin laskennallinen virhe on se, että kuljetussuoritteista uupuu logistiikan paluukuljetussuoritteet. Laskennan merkittävin yksittäinen kuljetussuorite on pullojen kuljetus työn toimeksiantajalle. Vaikutus on luonnollinen, sillä pullon massa on korkea suhteessa tuotteen tilavuuteen ja toiminnalliseen yksikköön. Kuljetussuoritteiden vaikutuksista noin kolmasosa aiheutuu rukiin kuljettamisesta Viroon ja neutraalialkoholin kuljetuksesta työn toimeksiantajalle. On huomattava, että laskettu päästövaikutus sisältää huomattavia epävarmuuksia. Käytössä ei ollut tarkkoja kuljetussuoritetietoja, jolloin LIPASTO-tietokannasta tehtävä päästökerroinvalinta perustui arvioon. Kuljetussuoritteiden huomattavien päästövähennysten toteuttaminen vaatii yhteistyötä arvoketjun toimijoiden kanssa kuljetusten optimoimiseksi sekä uusiutuvien liikennepolttoaineiden käyttöä.

12.2 Kyrö Malt

Tislausprosessi on erittäin energiaintensiivinen, joten korkeahko hiilidioksidiekvivalenttiarvo 2,38 kg CO₂-ekv./FU Kyrö Malt -viskille on erittäin luonnollista varsinkin, kun energiantuotannossa on käytetty kevyttä polttoöljyä. Skaalaamalla arvot millilitraa kohti ja verrattaessa päästöarvoa BIERin (2012) laskemaan generisen pohjoisamerikkalaisen pannutislatun viskin päästöarvoon (2,97 kg CO₂-ekv./750 ml pullote), on Kyrö Maltin arvo 20 % suurempi. Suurta eroa selittää se, että BIERin laskelmassa käytetty pullo on kevyt suhteessa tilavuuteen (450 g) ja se on 54-prosenttisesti valmistettu kierrätyslasista. Myös viljan tuotannon CO₂-ekv.-arvo on BIERin tutkimuksessa huomattavasti pienempi kuin Kyrö Maltin laskennassa. Eco-Business-sivulla olevan Bloombergin artikkelin mukaan Diageon Johnnie Walker -viskinbrändin CO₂-ekv.-päästöt pulloa kohti ovat noin 2,72 kg (Bloomberg, 2013).

Vastaavasti kuten Kyrö Napue Ginin kohdalla, suurimmat päästövähennyspotentiaalit ovat rukiin viljelyssä ja lasipullojen tuotannossa, Kyrö Maltin kohdalla korostuu myös toimeksiantajan oman toiminnan vaikutus, sillä 23 % tuotteen arvoketjun päästöistä muodostuu toimeksiantajan omissa valmistusprosesseissa. Työn toimeksiantaja on ottanut käyttöön uuden viskitislaamon toiminnan myötä biokaasun, jolloin viskin tislaustoiminnan energiantuotannosta johtuvat ilmastovaikutukselliset päästöt ovat tippuneet murto-osaan. Uuden tislaamon myötä viskin valmistusprosessien jäähdytyksissä käytetään talousveden

sijaan jokivettä. Työn toimeksiantaja on myös vaihtanut laskentatyön suorittamisen jälkeen viskin pullon lasilaatua siten, että lasi sisältää kierrätysmateriaalia, joten nykyään pakkauksen ilmastovaikutukset ovat pienemmät.

Kuten Kyrö Napue Ginin kuljetukset, myös Kyrö Maltin arvoketjun kuljetukset edustavat 3 % arvoketjun päästöistä. Laskentaa koskee vastaavat epävarmuudet kuin Kyrö Napue Ginin kuljetussuoritelaskentoja. Kuljetussuoritteiden päästöjakauma on samansuuntainen kuin Kyrö Napue Ginillä. Eroavaisuus muodostuu tynnyreiden kuljetuksista, sillä niiden kuljetussuorite aiheuttaa 8 % tuotteen arvoketjun kuljetusten CO₂-ekv.-päästöistä.

12.3 Tuotteiden arvoketjut ja toimeksiantajan toiminnot

Suurin vähennyspotentiaali on raaka-aineissa ja pakkausmateriaaleissa. Viljelytoimet kehittyvät ja esimerkiksi viljelijöiden neuvontajärjestö Pro Agria edistää kestävästä viljan tuotantoa. Viljelymenetelmät myös kehittyvät hiilineutraaliutta kohti. Esimerkiksi Altia toteuttaa yhdessä Baltic Action Sea Groupin kanssa regeneratiivisen viljelyn projektia. Regeneratiivisessa viljelyssä pelto muuntuu merkittävästä päästölähteestä hiilinieluksi (Altia, 2020).

Työn toimeksiantajan omasta toiminnasta johtuvissa päästöissä (scope 1) on otettu huomioon laskennallisesti tislaustoiminnasta aiheutuvat päästöt. Tähän kategoriaan kuuluisi mukaan myös työkoneiden (traktori, trukki) käytöstä aiheutuvat päästöt. Tavoiteltaessa hiilineutraalia toimintaa, on aiheellista selvittää biopolttoaineiden käyttöönottoa työkoneiden käyttövoimana. Toimeksiantaja on jo ottanut käyttöön biokaasun energiantuotannossaan, joten scope 1 -päästöt ovat enää murto-osa arvoketjun päästöistä.

Yleisesti hiilineutraaliuteen pyrittäessä tulee kiinnittää huomiota toiminnan energiatehokkuuteen, energiantuotannossa käyttää vähäpäästöisiä energianlähteitä, panostaa kehitystyöhön raaka-aineiden päästöjen vähentämiseksi ja pakkausmateriaaleista aiheutuvien päästöjen vähentämiseksi (ETL, 2020a).

Primäärienergiantuotannon päästöjä voidaan vähentää vaihtamalla energian lähde fossiilisesta polttoaineesta uusiutuvaan polttoaineeseen. Työn toimeksiantajan omassa

tuotannossa tehtävät muutokset ovat mahdollisesti yksinkertaisimmin toteutettavissa, mutta siten vaikutus toiminnallista yksikköä kohti on suhteellisen pieni ginin tuotannossa. Toki nämäkään toiminnot eivät ole merkityksettömiä pyrkiessä kohti hiilineutraalia toimintaa.

Kuljetuspalvelut ostetaan logistiikka-alan yrityksiltä. Voidaan olettaa, että kuljetukset on optimoitu ja kuljetettavissa kuormissa hyödynnetään kapasiteetti mahdollisimman hyvin. Kuljetusten päästövaikutusten pienentämiseksi olisi harkittava uusiutuvilla polttoaineilla suoritettavaa kuljetusta. Esimerkiksi Posti ottaa vuoden 2020 aikana runkoliikenteeseen käyttöön 10 käyttövoimanaan nesteytettyä biokaasua hyödyntävää rekkaa (Posti, 2020).

13 Pohdinta

Opinnäytetyön aihe oli hyvin laaja. Bio- ja elintarviketekniikan opinnoissa on sivuttu tuotteiden elinkaariarviointeja sekä kestävää tuotantoa. Opintoihin ei kuitenkaan suoraan kuulu ilmastovaikutusten arvioinnin tekemistä tai perehtymistä aiheeseen sillä tarkkuudella, mitä laskentatyön tekeminen vaatii. Käytännössä työn aloittamiseksi piti perehtyä niin tislamoteollisuuteen kuin ilmastovaikutusten arviointimenetelmiin.

On olemassa useita eri ohjeita ja suosituksia ilmastovaikutusten arvioinnin laskemiseksi, esimerkiksi Keskuskauppakamarin Ilmastositoumus, Suomen ympäristökeskuksen Y-HIILARI, GHG-protokolla ja BIER-laskentaohje. Eri yhteisöjen laskentaohjeet perustuvat yleisesti World Resource Instituten (WRI) luomaan Greenhouse Gas -protokollaan. On yleistä, että menetelmäohjeen tarjoaja on muokannut ohjettaan eikä eri laskentaohjeilla toteutetut tutkimukset ole vertailukelpoisia. Muokkaamisessa on saatettu jättää joitain osa-alueita pois laskentatyön helpottamiseksi ja yksinkertaistettu huomioonotettavia asioita. Laskennat ja laskentatulokset eivät siis ole suoraan verrattavissa toisiinsa. Tässä työssä sovellettiin parhaan mukaan eri ohjeita ja pyrittiin kattavasti ottamaan huomioon eri asiat, jotka vaikuttavat tuotteiden hiilidioksidiekvivalenttisarvoihin.

Osa tässä työssä lasketuista yksikköprosesseista myös jätettäisiin pois laskennoista eri ohjeiden mukaan. Laskentaohjeet eroavat muun muassa seuraavilla tavoilla: kuljetuksiin sisällytettävät/poijätettävät tekijät, erilaiset cut-off-säännöt / de minimus -periaate,

biogeenisten päästöjen raportointi ja jätteiden jatkokäytön allokointi/allokoimattomuus tuotejärjestelmään. Esimerkiksi jos mäskäyksen jäte myydään rehuksi, tulisi jätteen käsittelyn päästöt tässä kohtaa, kun ne on alkuperäiseen tarkoitukseen käytetty, allokoida taloudellisen arvon mukaan tuotteelle ja rankille. Kaikki päästöt, jotka liittyvät rankin kuljetukseen, sisällytetään sivutuotteen päästöiksi, eli siirtyvät tuotteen seuraavalle omistajalle.

Haasteena arviointimenetelmän valinnassa oli se, että työn tekijällä ei ollut tiedossa laskentatyötä aloittaessa Beverage Industry Environmental Roundtable -yhteisön laskentaohjetta. Tästä syystä ja laskentaohjeiden muunnelmista johtuen laskentaan sovellettiin niin elinkaariarvioinnin standardia ISO 14 040, MTT:n julkaisemaa elinkaarista ilmasto vaikutusten laskentaohjetta, Keskuskauppakamarin päästövaikutusten arviointiohjetta sekä GHG-protokollan yleisiä suosituksia. Työssä pyrittiin ottamaan huomioon kaikki tuotteiden osajärjestelmät.

Laskentasuositusten mukaan laskentatyössä tulisi käyttää primääritietoja ainakin tutkimuksen kohteena olevan yrityksen päästölähteistä. Käytettävissä ei ollut seurantatietoja tislaamon toimintojen lämpö- ja sähköenergian kulutuksista, joten laskelmat perustuvat arvioihin. Kuten Kyrö Maltin ja geneerisen pohjoisamerikkalaisen pannutislatun CO₂-ekv.-arvojen vertailusta näkee, ovat tuotteiden lasketut CO₂-ekv.-arvot suuntaa antavasti hyödynnettävissä arvioitaessa arvoketjujen nykyhetken CO₂-ekv.-päästöjä. Uudelta viskitislaamolta saadaan primääridataa energiankulutuksesta. Energiankulutustietojen perusteella tehtiin tarkistuslaskelma Valkosen (2018) energiankulutusarvioille ja ne olivat yhdenmukaisia primääridatan kanssa. On kuitenkin hyvä huomioida, että tuotteiden laskennat sisältävät epävarmuuksia. Huomattavaa on myös, että laskentatyössä ei ollut käytössä kaupallisia tietokantoja, joten käytettävät päästökertoimet on kerätty kirjallisuuslähteisiin perustuen.

Vastaisuudessa suositellaan, että yrityksessä tehdään selkeä linjaveto siitä, mitä laskentaohjetta noudatetaan tulevaisuudessa vastaavan projektin toteuttamiseksi. Näin voidaan luoda selkeä runko toiminnan seuraamiseksi ja laskentatyön muuttamiseksi esimerkiksi kvartaaleittain tukemaan yrityksen strategiatyötä. Yrityksen arkeen sopiva työkalu on Y-HIILARI-hankkeessa toteutettu laskentataulukko. Taulukko on yksinkertainen ja

sen käyttämiseksi ei tarvitse erillistä koulutusta. Laskentataulukon käytön tueksi on hyvä luoda kuukausittainen seurantataulukko, johon kirjataan laskentataulukossa tarvittavat tiedot. Kvartaaleittain tapahtuvalla seurannalla luodaan mahdollisuus tarvittaessa muuttaa toimintamalleja tai prosesseja strategian tavoitteen toteuttamiseksi nopeammin kuin kerran vuodessa tapahtuvalla tarkastelulla. Tällöin strategian mukainen hiilineutraaliutta tavoitteleva toiminta ja ajatus siitä on myös aktiivisesti mukana yrityksen jokapäiväisissä toiminnoissa. Tarpeen mukaan vastaava hiilijalanjälkilaskentatyö kannattaa toteuttaa laskentoihin erikoistuneella yrityksellä.

Kun tavoitellaan hiilineutraalia toimintaa, on myös huomionarvoista pohtia toiminnan kokonaisvaltaisia yhteiskunnallisia ja ympäristövaikutuksia. Ilmastovaikutusten arviointi on suhteellisen kapeakatsantoinen tarkastelutapa ja se ei paljasta tuotteen muita vaikutuksia, kuten esimerkiksi tuotantoketjusta aiheutuvia rehevöittäviä ja happamoittavia päästöjä, maan käytön muutosta, luonnonvarojen ehtymistä, ekotoksisuutta tai toksisuutta ihmiselle.

Esimerkkien perusteella tislaamoteollisuudessa on useita mahdollisia keinoja pienentää toiminnan aiheuttamia ympäristö- ja ilmastovaikutuksia. Artikkelissa *Building Sustainable Design* -lehdessä (Sim, 2008) mainitaan biomassan hyödyntäminen energiantuotannossa biokaasuna. Lämmön talteenotto on erittäin tehokas keino. Parhaassa tapauksessa ylijäämälämpö kierrätetään tuotteen valmistukseen, kuten esimerkiksi mallastamoon. Vierekkäisillä sijainneilla myös säästetään huomattavasti kuljetuksissa. Lämpöä voidaan myös hyödyntää muilla tavoin, kuten esimerkiksi kasvihuoneissa tai kalankasvattamoissa. Energiaintensiivisyyden lisäksi viskin valmistuksessa kuluu runsaasti vettä. Artikkelin mukaan Diageon Roseisle -tislaamolla prosessin nestemäiset sivutuotteet puhdistetaan ja kierrätetään takaisin prosessiin. Kyseisellä tislaamolla vettä säästetään karkeasti arvioiden 300 000 m³ vuodessa, joka karkeasti vastaa tislaamon vuosittaista vedenkulutusta. (Sim, 2008) Diageolla on suunnitelmissa vuonna 2021 tuoda markkinoille Johnnie Walker -viski paperipullossa. Tavoitteena on pienentää tuotteen scope 3 -päästöjä (Handley, 2020, ks. myös *Spirited Zine*, 2020.)

Huomionarvoinen asia on myös käymisessä syntyvä hiilidioksidi, joka on biogeenistä. Vaikka biogeeninen hiilidioksidi määritellään nykyään hiilineutraaliksi, voi tulevaisuudessa myös biogeeniseen hiilidioksidin kohdistua pienennyspaineita (Townsend, 2018).

14 Toimenpide-ehdotukset ja suositukset

Yritysten ilmasto- ja ympäristötyön avuksi on hyvin monenlaisia työkaluja. Alkutilanteen kartoittamiseksi esimerkiksi Valonia, eli Varsinais-Suomen kuntien yhteinen puolueeton kestävä kehityksen asiantuntijaorganisaatio on tuottanut materiaalia yrityksen ympäristönäkökohtien tunnistamiseen. Materiaali sisältää 16 eri tarkistuslistaa, joilla voidaan kartoittaa tilanne. Motivalla on useita ratkaisuja ja ohjeita muun muassa yritysten energia- ja materiaalitehokkuuden parantamiseksi. Motivan sivuilla on myös tietoa vapaaehtoisista energiatehokkuussopimuksista, jotka ovat yrityksille joustava ja mielekäs tapa toteuttaa energiatehokkuustoimia ja -investointeja. Motivalla on myös laskentaohjeet yksittäisen kohteen hiilidioksidipäästöille sekä muun muassa laskurit valaistuksen kehittämistyön pohjaksi.

Hiilidioksidipäästöjen seurantaan on kaksi käyttövalmista työkalua. Keskuskauppakamari on vuonna 2019 julkaissut Ilmastositoumus-ohjelman. Ohjelman painopisteinä ovat yrityksen toiminnan suorat päästöt, tavarakuljetusten päästöt ja henkilöliikkumisen päästöt. Ilmastositoumus-tunnuksen käyttöoikeus myönnetään yritykselle, joka sitoutuu ohjelman tavoitteeseen, eli hiilineutraaliin toimintaan vuoteen 2035 mennessä. Yrityksen ilmastovaikutusten arvioimiseksi Suomen ympäristökeskuksen Y-HIILARI hankkeessa on tehty yksinkertainen laskentataulukko yrityksen hiilijalanjäljen laskentaan. Laskentatyökalussa ei oteta huomioon raaka-aineiden tuotantoa tai tuotantoa muissa kuin yrityksen omissa toimitiloissa. Laskentataulukon käyttö vaatii säännöllistä tiedon keräämistä eri osa-alueilta. Laskennan pohjaksi tarvitaan seuraavien tietojen seuranta:

- sähkönkulutus
- höyryn tuotannossa käytettyjen polttoaineiden kulutus
- kuljetusten seuranta
- jätehuolto, eli lajitellut jätteet ja niiden kuljetukset, sekä
- liikematkustaminen.

Lähteet

- Altia Oyj. (2020). *Koskenkorva Vodka Climate Action – maailman ensimmäinen regeneratiivisesti viljellystä ohrasta valmistettu vodka*.
<https://altiagroup.com/fi/uutiset/uutisarkisto/koskenkorva-vodka-climate-action-maailman-ensimmainen-regeneratiivisesti>
- BIER. (2012). *Research on the Carbon Footprint of Spirits*. Beverage Industry Environmental Roundtable. <https://www.bieroundtable.com/publication/spirits/>
- BIER. (2019a). *The Beverage Industry Environmental Roundtable*.
<https://www.bieroundtable.com/>
- BIER. (2019b). *Beverage Industry Greenhouse Gas (GHG) Emissions Sector Guidance, Version 4.1*. <https://www.bieroundtable.com/publications/>
- Bloomberg. (2013). Diageo sips savings in whisky carbon emissions footprint. *Eco-Business*.
<https://www.eco-business.com/news/diageo-sips-savings-whisky-carbon-emissions-footprint/>
- COFALEC. (n.d.). Yeast Carbon Footprint. <https://www.cofalec.com/sustainability/yeast-carbon-footprint/>
- Conner, J. (2014). Maturation. Teoksessa I. Russel & G. Stewart, (toim.). *Whisky: Technology, Production and Marketing* 2. painos (199–220). Elsevier Science & Technology. ProQuest Ebook Central.
- Enari, T-M. & Mäkinen, V. (1993). *Panimotekniikka*. Oy Panimolaboratorio.
- ETL ry. (2020a). *Vähähiilisempää ruuan- ja juomantuotantoa*. Elintarviketeollisuusliitto ry.
<https://www.etl.fi/elintarviketeollisuus/vastuullisuus/ymparistovastuu/kohti-vahahiilista-elintarviketeollisuutta.html>
- ETL ry. (2020b). *Elintarviketeollisuuden tiekartta vähähiilisyteen*. Elintarviketeollisuusliitto ry.
<https://www.etl.fi/media/aineistot/nettisisaltojen-liitteet/elintarviketeollisuuden-tiekartta-vahahiilisyteen.pdf>

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus tislattujen alkoholijuomien määritelmistä, kuvauksesta, esittelystä ja merkinnöistä, tislattujen alkoholijuomien nimien käytöstä muiden elintarvikkeiden esittelyssä ja merkinnöissä, tislattujen alkoholijuomien maantieteellisten merkintöjen suojaamisesta, maatalousperäisen etyylialkoholin ja maatalousperäisten tisleiden käytöstä alkoholijuomissa ja asetuksen (EY) N:o 110/2008 kumoamisesta 2019/787. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32019R0787&qid=1604486633126>

FEVE. (2010). *Recycling: Why glass always has a happy CO₂ ending*. <https://feve.org/wp-content/uploads/2016/04/FEVE-brochure-Recycling-Why-glass-always-has-a-happy-CO2-ending-.pdf>

Greenhouse Gas Protocol. (n.d.-a). *About Us*. <https://ghgprotocol.org/about-us>

Greenhouse Gas Protocol. (n.d.-b). *Standards*. <https://ghgprotocol.org/standards>

Handley, L. (2020). *Johnnie Walker's paper bottle is just one step in a wider race toward sustainable packaging*. <https://www.cnbc.com/2020/10/06/johnnie-walker-paper-bottle-first-step-in-sustainable-packaging-race.html>

Hartikainen, H., Katajajuuri, J.-M., Pulkkinen, H., Saarinen, M., Silvenius, F., Usva, K. & Yrjänäinen, H. (2012). *Suositus elintarvikkeiden ilmastovaikutusten arvioimiseksi elinkaariarvioinnilla*. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus.

Holden, N. M. & Yan, M.-J. (2014). Life Cycle Assessment and Sustainable Food Processing. Teoksessa B. K. Tiwari, T. Norton & M. Holden (toim.) *Sustainable Food Processing* (63–92). John Wiley & Sons. ProQuest Ebook Central.

Hong, Y., Nizami, A.-S., Pour Bafrani, M., A. & Saville, B. (2013). Impact of cellulase production on environmental and financial metrics for lignocellulosic ethanol. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining*, 7/2013 (303–313). <https://doi.org/10.1002/bbb.1393>

Jobson, M. (2014). Energy Considerations in Distillation. Teoksessa A. Gorak & E. Sorensen, (toim.) *Distillation: Fundamentals and principles* (225–267) Elsevier Science & Technology. ProQuest Ebook Central.

- Kelsall, D. R. & Lyons, T. P. (2003). Grain dry milling and cooking procedures: extracting sugars in preparation for fermentation. Teoksessa K. A. Jacques, T. P. Lyons & D. R. Kelsall (toim.) *The Alcohol Textbook* 4. painos (9–21). Alltech Inc.
- Keskuskaupakamari. (2019). *Vastuullisuus on etumatka: Päästövähennysten laskentaohjeet yrityksille ja yhteisöille Keskuskaupakamarin ilmastositoumukseen liittymistä varten*. <https://kauppakamari.fi/palvelut/ilmastositoumus/nain-haet-ilmastositoumusta/>
- Knoll, A. J. & Smith, D. T. (2013). *The Craft of Gin*. White Mule Press.
- Lyons, T. P. (2003). Production of Scotch and Irish whiskies: their history and elevation. Teoksessa K. A. Jacques, T. P. Lyons & D. R. Kelsall (toim.) *The Alcohol Textbook* 4. painos (193–222). Alltech Inc.
- Madson, P. W. (2003). Ethanol distillation: the fundamentals. Teoksessa K. A. Jacques, T. P. Lyons & D. R. Kelsall (toim.) *The Alcohol Textbook* 4. painos (319–336). Alltech Inc.
- Meredith, J. (2003). Understanding energy use and energy users in contemporary ethanol plants. Teoksessa K. A. Jacques, T. P. Lyons & D. R. Kelsall (toim.) *The Alcohol Textbook* 4. painos (355–361). Alltech Inc.
- Nikkanen, J. (2015). Hiiva. Teoksessa S. Korpinen, A. Koskelo & J. Nikkanen. *Olut, viini, viski yhdessä* (53–55). Readme.fi.
- Nissinen, A., Salo, M. & Grönroos J. (2011) Ilmastodieettipuntari – mihin sen antamat ilmastopainot perustuvat?. SYKE 2011. Hedelmät, marjat, CO2-ekvivalenttiarvo haettu palvelusta OpenCO2.net. <https://www.openco2.net/fi/paastokertoimet/ruoka-ja-juoma/hedelmat-marjat/1599>
- Posti Oyj. (2020). *Postin Rahtipalveluille Suomen suurin biokaasukäyttöinen raskaan liikenteen rekkakalusto – kymmenen uutta biokaasurekkaa käyttöön ympäri Suomea tänä vuonna*. <https://www.posti.com/media/mediauutiset/2020/postin-rahtipalveluille-suomen-suurin-biokaasukayttoinen-raskaan-liikenteen-rekkakalusto--kymmenen-uutta-biokaasurekkaa-kayttoon-ympari-suomea-tana-vuonna/>
- Rajaniemi, M., Mikkola, H. & Ahokas, J. (2011). Greenhouse gas emission from oats, barley, wheat and rye production. *Agronomy Research: Biosystem Engineering Special Issue*,

1/2011 (189–195).

https://www.researchgate.net/publication/264892275_Greenhouse_gas_emissions_from_oats_barley_wheat_and_rye_production

Ralph, R. (2003). Production of American whiskies: bourbon, corn, rye and Tennessee.

Teoksessa K. A. Jacques, T. P. Lyons & D. R. Kelsall (toim.) *The Alcohol Textbook* 4. painos (275–285). Alltech Inc.

Rye Rye Oy. (2020). Omavalvontasuunnitelma.

SFS ISO-EN 14040:2006. *Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja Pääpiirteet*. SFS-Online.

Sim, K. (2008). Scotland's first green whisky distillery. *Building Sustainable Design*.

<https://www.building.co.uk/scotlands-first-green-whisky-distillery/3125976.article>

Sjöstedt, T. (2018). *Mitä nämä käsitteet tarkoittavat?* Sitra.

<https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarchoittavat/>

Shipman, F. & Thomas, A. (2020). *Distilled spirit*. Encyclopaedia Britannica.

<https://www.britannica.com/topic/distilled-spirit>

Spirited Zine. (2020). *Diageo to launch plastic free Johnnie Walker Bottle in 2021*.

<http://spiritedzine.com/diageo-to-launch-plastic-free-johnnie-walker-bottle-in-2021/>

Suomen Tuulivoimayhdistys ry (n.d.). *Tuulivoiman ympäristövaikutukset*.

<https://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/tietoa-tuulivoimasta/tuulivoiman-vaikutukset/ymparistovaikutukset>

Suomen Ympäristökeskus SYKE (2019). *Hiilijalanjäljen laskentatyökalu*.

https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/Laskurit/YHiilari

TEM, Työ- ja elinkeinoministeriö. (n.d.). *Vähähiiliset tiekartat 2035*. <https://tem.fi/tiekartat>

Townsend, B. (2018). Time to cut back whisky's CO2 emissions. *The Courier*.

<https://www.thecourier.co.uk/fp/lifestyle/food-drink/amber-lights/565027/time-cut-back-whiskys-co2-emissions/>

WBCSD & WRI (2004). A Corporate Accounting and Reporting Standard, Revised edition.

<https://ghgprotocol.org/corporate-standard>

VTT (2017). LIPASTO-yksikköpäästö tietokanta. <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/index.htm>

YM, Ympäristöministeriö. (n.d.). *Hallituksen ilmastopoliittika: kohti hiilineutraalia Suomea 2035*. <https://ym.fi/hiilineutraalisuomi2035>

Liite 1: Kyrö Napue Gin, 46,3 %: arvoketjun CO₂-ekv.-päästöt

Kyrö Napue Gin, 46,3 %: arvoketjun CO ₂ -ekv.-päästöt				Scope 1	Scope 2	Scope 3	Siirty toiseen tuotejärjestelmään		
Yksikköprosessi	Rukiin tuotanto	Etanolin (96,5 %) tislau					Yrtit		
Yksikköprosessin osaprosessi	Raaka-aineen tuotanto	Energia		EtOH:n tuotantopanokset		Jätteet	Yrttien tuotanto		
	Rukiin viljely, elinkaarinen	Käytettävän lämpöenergian tuotannon päästöt	Sähköenergian käytöstä aiheutuvat päästöt	Hiivan tuotanto	Entsyymien tuotanto	Muut tuotantopanokset ja kemikaalit	Maseraatioyrtit	Säätötisleyrtit	
Määrä	0,870	0,00085	0,00085	3,204	16,000	-	-	-	
Yksikkö	kg CO ₂ -ekv./kg	kg CO ₂ -ekv./MJ	kg CO ₂ -ekv./MJ	kg CO ₂ -ekv./kg	kg CO ₂ -ekv./kg				
kg CO ₂ -ekv./ 500 ml pullo	0,83085	0,00511	0,00002	0,00001	0,02261	-	-	-	
Huomioita	Primääridataa ei saatavilla. Tuotettaessa litra 96,5 %:sta EtOH:a, käytetään 3,3 kg ruista. Tislauksen saanto on 80 % (Valkonen, 2020.) Tällöin rukiin määrä pullotetta kohti on 0,955 kg. Rukiin viljelyn CO ₂ -ekv. päästöt Rajaniemi ym. (2011) mukaan. Laskennallisesti yhtä Kyrö Napue -erää kohti käytetään ruista 1241,4 kg.	Karkea arvio lämpöenergian kulutuksesta etanolin tuotannossa on 7,2 kWh/ l EtOH. Puupohjainen polttoaine, hiilidioksidi nopeassa kierrossa, huomioidaan vain metaani- ja dityppioksiduulipäästöt. Polttoaineessa otettu huomioon elinkaariset päästöt (VTT, 2006).	Sähköenergiaa käytetään 0,027 kWh/l EtOH. Puupohjainen polttoaine, hiilidioksidi nopeassa kierrossa, huomioidaan vain metaani ja dityppioksiduuli. Polttoaineessa otettu huomioon elinkaariset päästöt (VTT, 2006).	EtOH:n tuotannossa käytetään hiivaa 0,02 kg/10 000 l maskiä. Lyons (2005) mukaan teollisessa etanolin tuotannossa on tavallista, että maskiin muodostuu 17 - 20 % alkoholia, lasketaan konservatiivisesti 17 %:n mukaan. Tällöin EtOH-tilavuus maskissä 1 700 l. Tislauksen saantooletus on 90 %, saadaan n. 1530 l EtOH:ta.	EtOH:n tuotannossa käytetään erilaisia entsyymejä yhteensä 8,3 kg/10 000 l maskiä. Edellisen sarakkeen laskelmien mukaan saadaan EtOH:ta 1360 l.	Ei tietoa muiden tuotantopanosten ja kemikaalien käytöstä.	Ei tietoa syntyvistä tuotannon jäte- ja sivuvirroista.	Maseroitavat yrtit ovat katajanmarja, korianteri, väinönputken juuri, kaneli, lakritsijuuri, kardemumma, saksankurjenmieikka, sitruunankuori, kumina ja tilli. Osa yrteistä on keräilytuotteita, osa viljelykasveja. Massaltaan merkittävimmät ovat katajanmarja ja korianteri. Yrttien tuotannosta ei ole saatavilla tietoja laskentaa varten, joten niille ei ole määritetty hiilidioksidiekvivalenttiarv	Säätötisleyrtit ovat koivu, mesiangervi, tyrni ja karpalo. Koivu, mesiangervo ja karpalo ovat keräilyyrtejä. Tyrnin tuottaa Sainion tila Isostakyröstä. Tyrnin tuotannolle ei ole saatavilla hiilidioksidiekvivalenttiarv
Lähde	Rajaniemi, M., Mikkola, H. & Ahokas, J. (2011), Valkonen (2020).	VTT (2006).	VTT (2006).	COFALEC (n.d.), Lyons (2005)	Hong, Y., Nizami, A-S., Pour Bafrani, M., A Saville, B. (2013)		KDC (2019)	KDC (2019)	

Tuotannon apuaineet		Pakkausmateriaalit								
		Primääripakkaus			Sekundääripakkaus			Tertiääripakkaus		
Aromikoriyritit	Pesuaiineet	Typrikaasu	Lasipullo, 500 ml	Korkki	PVC-kapsyyli	Etiketit	Pakkauslaatikko	Kiristekalvo	Lava-arkki	Välipahvit
-	-	-	1,190	22,500	1,600	0,008	0,193	2,130	2,130	-
			kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv. /tuhat korkkia	kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./tarra	kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./kg	
-	-	-	0,70049	0,02250	0,00087	0,01578	0,00499	0,00132	0,00029	-
Tislausessa aromikoriyritit ovat seljankukka ja kiinanruusu, jotka ovat viljelytuotteita. Kukkien tuotannolle ei ole saatavilla hiiliidioksidiekv alentiarvoa.	Tislauspannun pesussa käytetään Mida FLOW 123 KS -pesuaiinetta. Tislauserää kohti pesuaiinetta käytetään n. 5 ml. Määrä on niin pieni, että sitä ei huomioida laskennassa. Pesuaiineiden CO2-ekv. -arvoa ei myöskään löydy. Pesuaiineet tuotetaan yleensä entsyymaattisesti, joten entsyymien tuotannon päästökerron (16,0 kg CO2-ekv./kg) antaa suuntaa pesuaiineiden vaikutukselle.	Kyrö Napue Ginin tuotannossa käytetään typrikaasua tankin sekoittamiseksi (kun tankki on saatu täyteen, kun otetaan laatuksittainäyte, ja ennen pullotusta). Tislaamalla tyyppä käytetään Kosuke Ginin tynnyreiden putkilinjojen tyhjentämiseen ja edellämaintuihin sekoittamisiin. Sekoituksissa käytetyn tyyppin määrää ei ole mitattu, eikä ostettua tyyppä ole allokoitu eri tuotteiden kesken.	Hiiliidioksidiekvivalenttiarvo FEVEN eli The European Containe Glass Federation materiaalin mukaan. Lasipullon massa 0,58865 kg.	Korkkien valmistajan toimittaman materiaalin mukaan tuhannen korkin CO2-ekv. arvo on 22,5 kg. Yhden korkin massa on 7,83 g.	Arvo on PVC-bulkkimateriaalille. Ei sisällä kapsyyliin tuotannossa syntyviä päästöjä.	Lähteen tutkimuksessa käytetyn tarran massaa ei tunneta. CO2-ekv.-arvossa mukana taustamuovi. Pullukohtaisessa arvossa etu- ja takaetiketti.	Pakkauslaatikon massa on 155 g. Yhtein laatikkoon pakataan kuusi pulloa.	Materiaali PE-LD. Kiristekalvoa käytetään 400 g/lava. Lavalla on 648 pulloa.	Materiaali PE-LD. Lavan peittävän lava-arkin massa on 88 g. Lavalla on 648 pulloa.	Vähittäiskauppaan toimitettavien lavojen välipahveina käytetään kierrätysmateriaalia, eli välipahvit otetaan uusiokäyttöön tislaimolle tulevista pullolavoista.
KDC (2019)	KDC (2019)	KDC (2019)	Poutiainen (2020), FEVE (2010)	Tuotespesifikkatio a (n.d.)	Boustead (2005).	SYKE (2018).	DS Smith (2019).	VTT (2013).	VTT (2013).	KDC (2019)

		Tuotanto: ginitislaus Energia			Jätteet					
Kuormalava	Tarrat	Sähkö	Lämpöenergia/höyry	Trukin polttoaineenkulutus	Päät	Hännät	Jätevesi, rankki & pesuvedet	Kiinteä rankki	Jätevesi, jäähdytysvesi	
	0,008	11,000	0,073	2,672	-	-	0,499	5,670	-	
	kg CO2-ekv./tarra	kg CO2-ekv./MWh	kg CO2-ekv./MJ	kg CO2-ekv./l	kg CO2-ekv./5,53 l EtOH päät	kg CO2-ekv./37,7 l EtOH hännät	kg CO2-ekv./m3	kg CO2-ekv./t		
	0,00141	0,00059	0,06504	-	-	-	0,00039	0,00018	0,00000	
Ei huomioida, koska kiertää toimitusketjuissa.	Särkyvää -tarrat 8 kpl/lava ja seal of approval-tarra/laatikko. Laatikossa on kuusi pulloa.	Tislauserää kohti sähkön arvioitu kulutus on 70 kWh. Sähkötyyppi: tuulivoima. Otettu huomioon tuulivoiman eliinkaariset päästöt (SYKE, 2019).	Tarvitavan höyryn tuotantoon on laskettu pannun lämmityksestä tislauksen päättymiseen saakka vaadittava energiamäärä EtOH ja veden ominaislämpökapasiteetin sekä höyrystymislämmön mukaan. Laskennassa on otettu huomioon höyrykehittimen ja tislauksipannun hyötösuhde, 80 % ja refluksikerroin. Erän tuotannossa lämpöenergiaa käytetään 320 kWh. Panoksen koko on 1 200 l ja ABV 33 %. Lämpöenergian tuottamisessa on käytetty kevyttä polttoöljyä. Polttoaineessa otettu huomioon eliinkaariset päästöt. Polttoaineen päästökerron on (SYKE 2019).	Trukin polttoaineena käytetään kevyttä polttoöljyä. Trukkia käytetään tuotannossa hyödynnettävien IBC-konttien siirtämisiin. Trukkia käytetään myös muussa tuotannossa. Ostettavasta polttoöljystä ei ole tehty allokointia trukille eikä trukin käyttöä ole allokoitu eri tuotteiden yksikköprosessien kesken. Trukin päästökerron Lipasto-tietokannasta.	30 tislauksen perusteella tislauksessa muodostuu päitä keskimäärin 6,9 l, joiden ABV on 80,2. Päistä jalostetaan liikennepolttoainetta. Koska päät hyödynnetään toisessa tuotejärjestelmässä niitä ei oteta laskelmassa huomioon (MTT 2012).	30 tislauksen perusteella tislauksessa muodostuu päitä keskimäärin 71,1 l, joiden ABV on 53. Hännistä jalostetaan liikennepolttoainetta. Koska hännät hyödynnetään toisessa tuotejärjestelmässä niitä ei oteta laskelmassa huomioon (MTT 2012).	Taseilla laskettuna aromitislauksesta syntyy jätettä 628 l. Huuhteluveden ja pesuveden tilavuus on n. 400 l. Jäteveden päästökerron (HSY, 2019) on puhdistamon käytön/tuotannonaikainen. Kerroin on pääkaupunkiseudun jätevedenpuhdistuksesta, joten arvo ei ole alueellisesti kattava.	Aromitislauksesta syntyvästä rankista valutetaan ylimääräinen neste pois. Jäljelle jäävä yrittijäte on märkää, ja sen massa on 42 kg. Rankki kompostoidaan ja käytetään maanparannusaineena.	Prosessin jäähdytysvesi ohjautuu viskin tuotannon prosessivedeksi, joten jäähdytysvettä ei lasketa jättevedeksi.	
	SYKE (2018).	Valkonen (2018), SYKE (2019)	Valkonen (2018), SYKE (2019)	VTT (2017)	MTT (2012).	MTT (2012).	KDC (2019), OpenCO2-palvelusta: HSY (2019).	SYKE (2019)	KDC (2019)	

			Tuote		kg CO2-ekv./pullo Kyrö Napue Giniä
PVC-kapsyyli	Korkki	Kiristekalvo ja suojamuovi	Tuote kuljetusliikkeen keskusvarastolle	Tuote Alkoon	
0,155	0,170	-	0,010	0,008	
kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./kg		kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./kg	
0,00008	0,00133	-	0,01120	0,00896	1,73
Kapsyylien kuljetuksen yhdistetty päästökerroin on laskettu lähtötietoineen Kuljetukset -liitteessä. Kapsyylin massa on 0,542 g.	Korkkien kuljetuksen yhdistetty päästökerroin on laskettu lähtötietoineen Kuljetukset -liitteessä. Korkin massa on 7,83 g.	Kiristekalvon ja suojamuovin yhteismassa: 0,49 kg. Tuotteen kuljetuspaino on 1,12 kg. Muovien osuus kuljetuspainosta pullotetta koti on 0,06 promillea (< 20 % osuus pakatun elintarvikkeen painosta), joten niiden kuljetusta ei tarvitse ottaa huomioon (MTT 2012).	Tuotteen kuljetus Isostakyröstä kuljetusliikkeen keskusvarastolle (Turku), joka hoitaa tuotteiden toimitukset Alkoihin. Tuotteen kuljetuksen päästökerroin on laskettu lähtötietoineen Kuljetukset -liitteessä. Pullon kuljetusmassa 1,12 kg, sisältää pullokohtaiset osuudet kuljetusmateriaaleista.	Alkolla on 451 myymälää tai noutopistettä. Keskimääräinen kuljetusmatka tuotteen kuljetuksen hoitavalta yrityksen keskusvarastolta (Turku) Alkoon on laskettu niiden kaupunkien Alkoihin, joissa on > 50 t asukasta. Keskiarvotkan laskentaan on otettu mukaan Suomen pohjoisin (Nuorgam) ja eteläisin (Hanko) Alko. Keskimääräinen matka Alkoihin on 330,6 km. Keskimääräinen matka painotettiin kaupunkien asukaslukujen mukaan, jolloin laskennassa keskiarvotkana käytettiin arvoa 250,7 km. Tuotteen kuljetuksen päästökerroin on laskettu lähtötietoineen Kuljetukset -liitteessä. Pullon kuljetusmassa 1,12 kg, sisältää pullokohtaiset osuudet kuljetusmateriaaleista.	
				Alko (2019)	

Valkonen, K. (2018). Tislauksen energiankulutus. Kyrö Distillery Companyn Intranet.
Rajaniemi, M., Mikkola, H. & Ahokas, J. (2011). Greenhouse gas emission from oats, barley, wheat and rye production.
Weidema, B. P., de Saaré, M. & Muñoz, I. (2016). Environmental impacts of alcoholic beverages as distributed by the Nordic Alcohol Monopolies 2014. 2-Q-LCA consultants, Aalborg.
Ivanovic, V. (2019). Katarjanmarjan prosessointi keräilyistä kuluttajalle. Henkilökohtainen tiedonanto.
Yritys a (2019). Tuotespesifikaatio: korianteri.
Yritys b (2019). Tuotespesifikaatio: valinonputki.
Yritys b (2019). Tuotespesifikaatio: lakritsiluuri.
Yritys b (2019). Tuotespesifikaatio: kanelli.
Yritys c (2019). Tuotespesifikaatio: kardemumma.
Yritys c (2019). Tuotespesifikaatio: saksankurjenniukka.
Yritys c (2019). Tuotespesifikaatio: sitruunankuori.
Yritys d (2019). Tuotespesifikaatio: tilli.
Yritys c (2019). Tuotespesifikaatio: kiinanruusu.
Yritys c (2019). Tuotespesifikaatio: seljankukka.
Saarinen, M. et al. (2014). Ravitseemus ja maaperävaikutukset ruoan elinkaarianalyysissä. SustFoodChoice-hankkeen lopuuaraportti, MTT Raportti 146. Jokioinen. Haettu opencol.net-palvelun kautta .
Kyrö Distillery Company, KDC (2019). Yrityksen intranet.
Jackson, S. & Bertényi, T. (2006). Recycling of Plastics. ImPEE Project, Department of Engineering, University of Cambridge.
Karjalainen, P. (2013). The carbon footprint of the Finnish beverage industry for years 2000 - 2012 as calculated with CCALC. Pro gradu-tutkielma. Ympäristönmuutos ja -politiikka. Helsingin yliopisto.
Suomen ympäristökeskus SYKE (2018). Einkaariopinokka: Iso-Kallan Panimo Oy -Oluen valmistuksen, pakkaamisen (pullo ja muovitynnyri) ja kuljetusten ilmastovaikutukset.
I Bousteaad (2005). Eco-profiles of the European Plastics Industry: Polyvinylchloride (PVC) (bulk polymerisation).
DS Smith (2019). Redefining packaging for a changing world. Sustainability Report 2019.
VTT (2013). Carbon footprint for building products: ECO2 data for materials and products with the focus on wooden building products. COPALeC, Confederation of E. U. Yeast Producers (n.d.). Carbon Footprint of Yeast produced in the European Union.
https://www.cofalec.com/app/download/11531047823/20120327155707_Yeast_Carbon_Footprint_COPALeC_%28enlish+version%29.pdf?token=1426066498
Hong, Y., Nizami, A-S., Pour Barani, M., ASaville, B. (2013). Impact of cellulase production on environmental and financial metrics for lignocellulosic ethanol. <i>Biofuels, Bioproducts & Biorefining</i> 7/2013, 303-313. https://doi.org/10.1002/bbb.1393
Teknologiaan tutkimuskeskus VTT Oy (2017). LIPASTO yksikköpäästöt -tietokanta.
HSY (2019). OpenCO2.net-päästötietokantapalvelusta jätteen puhtistuksen päästökerrontieto. Haettu 5.2.2020 osoitteesta https://www.opencol.net/fi/paastokerrontiet/tuote/vesi-jatveden-puhdistus/1724
Alko (2019). Myymälöiden lukumäärä. Haettu 4.5.2020 osoitteesta https://www.alko.fi/alko-oy/liikepaikat/myymaloiden-lukumaara
FEVE (2010). Recycling: Why glass is always happy CO2-happyending? https://feve.org/wp-content/uploads/2016/04/FEVE-brochure-Recycling-Why-glass-always-has-a-happy-CO2-ending-.pdf
Kauppinen, S. & Valio, R. (2015). Tymin viljely julkaisussa Tymin viljely - Hanketutoksia Suomesta ja tutkimustuloksia maailmalta. Helsinki: Luonnonvarakeskus
MTT (2012). Suostus elintarvikkeiden ilmastovaikutusten arvioimiseksi elinkaarianalysoinnilla
SYKE (2011). OpenCO2.net-päästötietokantapalvelusta hedelmien ja marjojen päästökerrontieto. Haettu 25.2.2020 osoitteesta https://www.opencol.net/fi/paastokerrontiet/ruoka-ja-juoma/hedelmät
SYKE (2019). Y-HILLLARI laskentayökalu. https://www.syke.fi/fi-fi/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/laskuri/Yhiliari
VTT (2017). LIPASTO-yksikköpäästötietokanta.

Liite 2: Kyrö Malt, 46,5 %: arvoketjun CO₂-ekv.-päästöt

Kyrö Malt, 46,5 %: arvoketjun CO ₂ -ekv.-päästöt			Scope 1	Scope 2	Scope 3	Siirtyä toiseen tuotejärjestelmään				
Yksikköprosessi	Ruukin tuotanto	Mallastus	Energia	Mäskäys			Jätteet	Low Wines -tislauksen Energia		
Yksikköprosessin osaprosessi	Ruukin viljely, elinkaarin	Mallastus	Sähkö, tuotantoprosessi	Lämpöenergia/höyry	Tuotannon apuaineet	Emäspesuaine	Jätevesi/jäähdytysvesi	Lämpöenergia/höyry	AIV Ässä Na	Emäspesuaine
Päästökerron	0,870	0,095	11,000	0,073	Yhdistelmä	-	0,499	0,073	16,000	-
Yksikkö	kg CO ₂ -ekv./kg	kg CO ₂ -ekv./kg	kg CO ₂ -ekv./MWh	kg CO ₂ -ekv./MJ	kg CO ₂ -ekv./kg	-	kg CO ₂ -ekv./m ³	kg CO ₂ -ekv./MJ	kg CO ₂ -ekv./kg	-
kg CO ₂ -ekv./ 500 ml pullo	0,81701	0,08004	0,00154	0,01826	0,04533	-	0,00887	0,33198	0,04772	-
Huomioita	Yhdessä tislauksessa käytetään mallastettua ruista 666 kg. Tislauksessa kohti tarvittavan ruukin määrässä otettu huomioon mallastuksessa tapahtuvat mallastustappiot, 10 % (Enari & Mäkinen, 1993, 24). Tislauksessa kohti mallastettavaa ruista tarvitaan 740 kg.	Ruis mallastetaan Viking Malt Oy:llä. CO ₂ -ekv.-päästöt laskettu Viking Maltin antamien tietojen mukaan. CO ₂ -ekv. arvo on annettu mallaskilooa kohti. Tieto koskee yrityksen kaikkia toimipaikkoja.	Valkosen (2018) arvion mukaan tuotantoprosessissa käytetään sähköenergiaa 110 kWh/tuotantoa. Eräkulutus käsittää sähköenergian kulutuksen viljan jauhamisesta tynnyrintiin saakka.	Valkosen (2018) arvion mukaan mäskäyksessä kuluu lämpöenergiaa 196 MJ. Lämpöenergian tuottamisessa on käytetty kevyttä polttoöljyä. Polttoaineesta otettu huomioon elinkaariset päästöt. Prosessivesi on on esilämmitetty ginitislauon hukkalämmöllä. Sisäänmäskäyslämpötila on 67 astetta ja dT 15 K.	Tuotannon apuaineet CO ₂ ekv. -arvoon on laskettu yhdistelmäarvo kolmen apuaineen ja hiivan CO ₂ ekv. -arvosta. Apuaineille ei löydynt päästökertoimia, joten yhdistelmäarvon laskennassa on käytetty entsyymien tuotannon (Hong, ym. 2013) päästökerronta suuntaa antavan tuloksen laskemiseksi.	Emäspesuainetta käytetään n. 1,5 l/pesu. Selvitystyössä ei saatu selville CO ₂ -ekv. -arvoa pesuaineille, joten niitä ei oteta tässä laskennassa huomioon.	Mäskin jäähdytys käymislämpötilaan. Jäähdytysvetenä käytetään (2018) arvion mukaan jäähdytysvettä käytetään 12 000 l/panos. Käytetty vesi jätteenvedeksi. Jätevesi ei ole tuotekosketuksessa, joten käytännössä veden puhdistuksen CO ₂ -ekv. -arvo on pienempi. Jätevesiä muodostuu myös huuhtelu- ja pesuvesistä, jonka karkea arvio on 2000 l.	Valkosen (2018) laskelmassa käytetyn panoksen tilavuus on 3 000 l, ABV 8,5. Low wines-tislauksesta saadaan 965 l karkeatista, jonka ABV on 26,4 %. Perustuen veden ja etanolin ominaislämpökapasiteetteihin, sekä höyrystymislämpöihin, low wines -tislauksen kuluttaa lämpöenergiaa ~ 990 kWh. Lämpöenergian kulutuksessa on otettu huomioon tislauksen refluksikerroin, sekä höyrystyksen hyötysuhde 80 %.	Rankin säilöntään käytetään AIV Ässä Na -rehun säilöntäainetta 1 l/1 m ³ rankkia. Ei saattavilla päästökerronta säilöntäaineteille, käytetään entsyymien tuotannon päästökerronta (Hong, ym., 2013). AIV Ässä Nesteen tiheys on 1,175 kg/l.	Mida FLOW 123 KS -emäspesuainetta käytetään n. 1,5 l/pesu. Selvitystyössä ei saatu selville CO ₂ -ekv. -arvoa pesuaineille, joten niitä ei oteta tässä laskennassa huomioon.
Lähteet	Rajaniemi, M., Mikkola, H. & Ahokas, J. (2011), Enari & Mäkinen (1993, 24)	Wilhelmsen (2020)	Valkonen (2018), SYKE (2019).	Valkonen (2018), SYKE (2019)	KDC (2019), COFALEC (n.d.), Hong, Y., Nizami, A-S., Pour Bafarani, M., A Saville, B.	KDC (2019)	OpenCO ₂ -palvelusta: HSY (2019).	Valkonen (2018)	KDC (2019), Hong, Y., Nizami, A-S., Pour Bafarani, M., A Saville, B. (2013)	KDC (2019)

Spirit still -tislauksen Energia									
Jätteet	Energia		Jätteet	Energia		Energia		Energia	
Rankki	Jätevesi	Jätevesi/jäähdytysvesi	Lämpöenergia/höyry	Jätevesi	Rankki/jätevesi	Jätevesi/jäähdytysvesi	Foreshot's	Hännät	Pesuaineet
-	0,499	0,499	0,073	0,499	0,499	0,499	-	-	-
-	kg CO ₂ ekv./m ³	kg CO ₂ ekv./m ³	kg CO ₂ -ekv./MJ	kg CO ₂ ekv./m ³	kg CO ₂ ekv./m ³	kg CO ₂ ekv./m ³	-	-	-
-	0,00127	0,00447	0,19181	0,00063	0,00032	0,00313	-	-	-
Low Wines- tislauksessa syntyy rankkia ja linjojen huuhteluvesiä n. 2 000 l. Rankki menee eläinrehuksi toiseen tuotejärjestelmään, rankin kuljetusta ja mahdollista käsittelyä toisessa tuotejärjestelmässä ei huomioida tässä laskelmassa.	Low wines- tislauksessa muodostuu Valkosen (2018) karkean arvion mukaan huuhtelu- ja pesuvesistä jätettä n. 2 000 l.	Valkosen (2018) arvion mukaan low wines -tislauksessa käytetään vettä jäähdytykseen 7000 l. Jätevesi on käytännössä puhdasta, eli CO ₂ -ekv.-päästöt ovat pienemmät.	Valkosen (2018) laskelman mukaan Spirit still -tislauksessa panoksen koko on 1 400 l, ABV 28 %. Tislauksesta saadaan foreshotteja 5 l, sydämiä 302 l ja häntiä 505 l. Perustuen veden ja etanolin ominaislämpökapasiteetteihin, sekä höyrystymislämpöihin, spirit still-tislauksen kuluttaa lämpöenergiaa 572 kWh. Lämpöenergian kulutuksessa on otettu huomioon tislauksen refluksikerroin, sekä höyrystyksen hyötysuhde 80 %.	Karkea arvio spirit still -tislauksen huuhtelu- ja pesuvesistä on 1 000 l (Valkonen, 2018).	Spirit still-tislauksesta jää rankkia n. 500 l. Häntien tislauksen lopetetaan, kun tislauksen ABV on 2,5 %. Rankin ABV on alle 0,5 %. Rankki on kirkasta nestettä, jonka COD < 2 000.	Valkosen (2018) arvion mukaan Spirit still -tislauksen jäähdytyksessä kuluu vettä 4950 l. Jätevesi on käytännössä puhdasta, eli CO ₂ -ekv.-päästöt ovat pienemmät.	Spirit still- tislauksessa muodostuu foreshot -jätettä 5 l. Foreshotit toimitetaan ST1:lle liikennepolttoaineen valmistukseen. Jakeen siirtymässä toiseen tuotejärjestelmään, ei sen käsittely aiheuttamia CO ₂ -ekv.-päästöjä lasketa viskin tuotejärjestelmään.	Spirit still -tislauksessa muodostuvat hännät kiertävät viskin tislauksessa, joten hännistä ei muodostu tuotejärjestelmän ulkopuolella käsiteltävää jätettä.	Mida FLOW 123 KS -emäspesuainetta käytetään n. 1,5 l/pesu. Selvitystyössä ei saatu selville CO ₂ -ekv. -arvoa pesuaineille, joten niitä ei oteta tässä laskennassa huomioon.
KDC (2019)	Valkonen (2018), OpenCO ₂ .net -palvelusta: HSY (2019)	Valkonen (2018), OpenCO ₂ .net -palvelusta: HSY (2019)	Valkonen (2018), SYKE (2019)	Valkonen (2018), OpenCO ₂ -palvelusta: HSY (2019)	Valkonen (2018), KDC (2019), OpenCO ₂ -palvelusta: HSY (2019)	Valkonen (2018), OpenCO ₂ -palvelusta: HSY (2019)	KDC (2019)	KDC (2019)	KDC (2019)

Tynnyrit	Kypsytytys		Pakkausmateriaalit								
	Sähköenergia	Tynnyrihäviöt					Sekundääripakkaus	Tertiääripakkaus			
Tynnyrit	Sähkö	Enkelten osuus	Lasipullo, 500 ml	Korkki	PVC-kapsyyli	Etiketit	Pakkauslaatikko	Kiristekalvo	Lava-arkki	Kuormalava	
-	11,000	-	1,190	22,500	1,600	0,008	0,193	2,130	2,130	-	
-	kg CO2-ekv./MWh	-	kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./tuhat korkkia	kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./tarra	kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./kg	-	
-	0,00411	-	0,70049	0,02250	0,00087	0,01578	0,00499	0,00132	0,00029	-	
Selvitystyötä tehdessä ei ole löytynyt CO ₂ -ekv. arvoa amerikanvalkotammitynnyreille.	Sähkönkulutus kypsytyksen aikana laskettu tynnyrivaraoston sähkönkulutustietojen ja kypsytyksessä olevan tisleemäärään perusteella. Tisleet kypsyvät keskimäärin 4 vuotta. Sähkön kulutus kypsytyksessä on 0,37 kWh/FU.	Kypsytyksessä haihtuva enkelten osuus laskettu tarkemmin erillisessä laskentataulukossa. Laskennallisesti enkelten osuudessa haihtuu tarkasteltavasta erästä EtOH:ta 26,46 l. OVA-ohjeen (Työterveyslaitos, 2017) mukaan ilmaan joutunut etanoli hajoo ja sen puoliintumisaika on 12 tunnista kuuten vuorokautteen. Ei saatavilla päästökertoimia.	Hiilidioksidiekvivalenttiarvo FEVE:n eli The European Containe Glass Federation materiaalin mukaan extra fiint-lasipullolle. Lasipullon massa 0,58865 kg.	Korkkien valmistajan toimittaman materiaalin mukaan tuhannen korkin CO2-ekv. arvo on 22,5 kg. Yhden korkin massa on 7,83 g. Korkki on puun ja synteettisen materiaalin yhdistelmä.	Arvo on PVC-bulkkimateriaalille. Ei sisällä kapsyylin tuotannossa syntyviä päästöjä.	CO2-ekv. Arvo Sykkeen titkimuksesta. Lähteenä käytetyssä tutkimuksessa ei kerrota taran massaa. CO2-ekv. arvossa mukana taustamuovi. Pullokohtaisessa arvossa on laskettu etu- ja takaetiketti.	Pakkauslaatikon massa on 155 g. Yhteen laatikkoon pakataan kuusi pulloa.	Materiaali PE-LD. Kiristekalvoa käytetään 400 g/lava. Lavalla on 648 pulloa.	Materiaali PE-LD. Lavan peittävän lava-arkin massa on 87,6 g. Lavalla on 648 pulloa.	Ei huomioida, kiertää toimitusketjuissa.	
	KDC (2019), SYKE (2019)	Työterveyslaitos (2017)	FEVE (2010)	Tuotespesifikaatio a (n.d.)	I Boustead (2005).	SYKE (2018).	DS Smith (2019).	VTT (2013)	VTT (2013)		

	Pullottamo Energia		Jätteet			Kuljetukset				
	Sähkö: pumput, ym.	Sähkö: pulliotuskone	Jätevesi	Kierrätyspahvi	Kierrätysmuovi	Ruis Viking Maltiille	Mallas Kyröille	Tuota apuaineet ja	Tynnyrit	Pakkausmateriaalit
Tarrat	Sähkö: pumput, ym.	Sähkö: pulliotuskone	Jätevesi	Kierrätyspahvi	Kierrätysmuovi	Ruis Viking Maltiille	Mallas Kyröille	Tuota apuaineet ja	Tynnyrit	Tarrat + etiketit
0,008	-	11,000	0,499	5,340	3,660	0,014	0,016	-	0,165	-
kg CO2-ekv./tarra	-	kg CO2-ekv./MWh	kg CO2ekv./m3	kg CO2-ekv./t	kg CO2-ekv./t	kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./kg	-	kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./kg
0,00141	-	0,00028	0,00050	0,00002	0,00000	0,01293	0,01352	-	0,00576	0,00003
Särkyvää -tarrat 8 kpl/lava ja seal of approval-tarra/laatikko. Laatikossa on kuusi pulloa.	Viskin siirto pulliotuskoneelle. Ei arviota sähkön kulutuksesta.	Pulliotuksen sähkönkulutus perustuu arvioon, 0,050 kWh/litra (Valkonen, 2018).	Arvion mukaan pulliotuksessa käytetään vettä 2,0 l/litra tuotetta (Valkonen, 2018).	Kierrätettävää pahvia syntyy pullottamossa pullopaaleista sekä korkkilaatikoista. Pullolava: 8 välipahvia, m = 0,6 kg/kpl. Lavalla 1372 pulloa. Korkkilaatikko, m = 0,5 kg, laatikossa 1 000 korkkia. Toiminnallista yksikköä kohti syntyvän jättepahvin massa on 3,5 g.	Pullolavassa PE-LD-muovia 1,3 kg. Lavalla 1372 pulloa. Korkkien pakkauslaatikossa muovipussi, pussin m = 0,026 kg, 1 000 korkkia. Toiminnallista yksikköä kohti syntyvän muovin massa on n. 1 g.	Oletuksena, että 80 % mallastettavasta rukiista tulee Isonkyrön ja 20 % Hämeenlinnan seuduilta. Kuljetuksen yhdistetty päästökertoimen laskettu lähtötietoineen Kuljetukset -liitteessä. Rukiin määrä pullotetta kohti on 0,94 kg.	Maltaan kuljetuksen yhdistetty päästökertoimen laskettu lähtötietoineen Kuljetukset -liitteessä. Maltaan määrä pullotetta kohti on 0,85 kg.	Tuotannossa käytettyjen apuaineiden ja kemikaalien kuljetuksista ei ole tietoa.	Tynnyreiden kuljetuksen yhdistetty päästökertoimen laskettu lähtötietoineen Kuljetukset -liitteessä. Majavan (2020) tiedonannon mukaan tynnyreitit käytetään tisleiden kypsytyksessä kaksi kertaa, jonka jälkeen niitä hyödynnetään muussa juomateollisuudessa, esim. tynnyrioluiden kypsytyksessä. Tässä laskennassa tynnyreiden kuljetusvaikutus on laskettu kahden tisle-erän pullotteisiin. Tynnyrin keskimääräinen kuljetusmassa on 55 kg.	Kuljetuksen päästökertoimen laskettu lähtötietoineen Kuljetukset -liitteessä. Pakkauksen tarrojen (9 kpl) massa yht. 0,0015 kg.
SYKE (2018)		Valkonen (2018), SYKE (2019)	Valkonen (2018), OpenCO2-palvelusta: HSY (2019).	SYKE (2019)	SYKE (2019)				Majava (2020).	

Pakkausmateriaalit						Tuote		kg CO2-ekv./pullo Kyrö Malt -viskiä
Tarrat + etiketit	Pullot	Sekundääripakkaus,	PVC-kapsyyli	Korkki	Kiristekalvo ja suojamuovi	Tuote Alkon keskusvarastolle	Tuote Alkoon	
0,019	0,030	0,010	0,155	0,170	-	0,010	0,008	
kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./kg		kg CO2-ekv./kg	kg CO2-ekv./kg	
0,00003	0,01767	0,00027	0,00008	0,00133	-	0,01120	0,00896	2,38
Kuljetuksen päästökerron laskettu lähtötietoinen Kuljetukset -liitteessä. Pakkauksen tarrojen (9 kpl) massa yht. 0,0015 kg.	Pullojen kuljetuksen päästökerron yhdistetty, laskettu lähtötietoinen Kuljetukset -liitteessä. Pullon kuljetusmassa on 0,589 kg.	Pakkauslaatikoiden kuljetuksen päästökerron on laskettu lähtötietoinen Kuljetukset -liitteessä. Pakkauslaatikon massa on 0,155 kg, laatikkoon pakataan 6 pulloa.	Kapsyylien kuljetuksen yhdistetty päästökerron on laskettu lähtötietoinen Kuljetukset -liitteessä. Kapsyylin massa on 0,542 g.	Korkkien kuljetuksen yhdistetty päästökerron on laskettu lähtötietoinen Kuljetukset -liitteessä. Korkin massa on 7,83 g.	Kiristekalvon ja suojamuovin yhteismassa: 0,49 kg. Tuotteen kuljetuspaino on 1,12 kg. Muovien osuus kuljetuspainosta pullosta koti on 0,06 promillea (< 20 % osuus pakatun elintarvikkeen painosta), joten niiden kuljetusta ei tarvitse ottaa huomioon (MTT 2012).	Tuotteen kuljetus Isostakyröstä kuljetusliikkeen keskusvarastolle (Turku), joka hoitaa tuotteiden toimitukset Alkoihin. Tuotteen kuljetuksen päästökerron on laskettu lähtötietoinen Kuljetukset -liitteessä. Pullon kuljetusmassa 1,12 kg, sisältää pullokohtaiset osuudet kuljetusmateriaaleista.	Alkolla on 451 myymälää tai noutopistettä. Keskimääräinen kuljetusmatka tuotteen kuljetuksen hoitavalta yrityksen keskusvarastolta (Turku) Alkoon on laskettu niiden kaupunkien Alkoihin, joissa on > 50 t asukasta. Keskiarvomatkan laskentaan on otettu mukaan Suomen pohjoisin (Nuorgam) ja eteläisin (Hanko) Alko. Keskimääräinen matka Alkoihin on 330,6 km. Keskimääräinen matka painotettiin kaupunkien asukasluvun mukaan, jolloin laskennassa keskiarvomatkana käytettiin arvoa 250,7 km. Tuotteen kuljetuksen päästökerron on laskettu lähtötietoinen Kuljetukset -liitteessä. Pullon	Alko (2019).
					MTT (2012)			

Lähtelutietoa

Wiihelmsen, A. (2020). Mallistuksen CO2-ekv.-päästöt. Sähköpostiviesti tekijälle 19.2.2020.

COPALEC (n.d.). Yeast Carbon Footprint. Haettu 28.2.2020 osoitteesta <https://www.cofalec.com/sustainability/yeast-carbon-footprint/>

Eastman (2017). AIV Assä Nä, käyttövaliisuustiedote. <https://aiv.fi/kayttovallisuustiedoteet/>

Työterveyslaitos (2017). OVA-ohje: Etanoli. Haettu 8.4.2020 osoitteesta <https://www.ttl.fi/ovj/etanoli.html#t3>

Kyrö Distillery Company, KDC (2019). Yrityksen intranet.

Enari, T.M. & Mäkinen, V. (1993). Panimotekniikka. Espoo: Oy Panimolaboratorio, 24

Rajaniemi, M., Mikkola, H. & Ahokas, J. (2011). Greenhouse gas emission from oats, barley, wheat and rye production.

Valkonen, K. (2018). Tislauksen energiankulutus.

SYKE (2019). Y-HILJARI laskentatyökalu. https://www.syke.fi/fi-FI/turkinus_kehittaminen/kulutus_ja_tuotanto/laskuri/hiljarl

Hong, Y., Nizami, A.S., Pour Barani, M., Asville, B. (2013). Impact of cellulase production on environmental and financial metrics for lignocellulosic ethanol. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining* 7/2013, 303–313. Haettu <https://doi.org/10.1002/bbb.1393>

HSY (2019). OpenCO2.net -päästötietokantapalvelusta jätteen puhdistuksen päästökerrintieto. Haettu 5.2.2020 osoitteesta <https://www.openco2.net/fi/paastokerrinmet/tuote/vesi-jatveden-paastokerrintieto>

FEVE (2010). Recycling: Why glass is always happy CO2-happypending? <https://feve.org/wp-content/uploads/2016/04/FEVE-Producture-Recycling-Why-glass-always-has-a-happy-CO2-ending-p.pdf>

I Boustead (2005). Eco-profiles of the European Plastics Industry: Polyvinylchloride (PVC) bulik polymerisation.

Suomen ympäristökeskus SYKE (2018). Elinkaari- ja ympäristöarvio: Iso-Kallan Panimo Oy - Ouen valmistuksen, pakkaamisen (pullo ja muovityynyri) ja kuljetuksen ilmastovaikutukset.

DS Smith (2019). Redefining packaging for a changing world. Sustainability Report 2019.

VTT (2013). Carbon footprint for building products. ECO2 data for materials and products with the focus on wooden building products.

VTT (2017). LIPASTO-työkalupäästötietokanta.

MTT (2012). Suositus elintarvikkeiden ilmastovaikutusten arvioimiseksi elinkaarinvaiheittain

Alko (2019). Myymälöiden lukumäärä. Haettu 4.5.2020 osoitteesta <https://www.alko.fi/alko-oy/liikapaikat/myymaloiden-lukumaara>

Liite 3: Kuljetussuoritteiden päästökertoimet

Kyrö Napue Gin: raaka-aineiden kuljetukset					Kyrö Malt: raaka-aineiden ja tynnyreiden kuljetukset					
	Kuljetus	km	CO2-ekv., kg/tkm	kg CO2-ekv./kg		Kuljetus	km	CO2-ekv., kg/tkm	kg CO2-ekv./kg	Painotuskerroin
Ruis, Viroon	Hämeenlinna - satama	108	0,039	0,004 ¹	Ruis	Isokyrö - Viking Malt	330	0,039	0,013 ¹	0,8
	Vuosaaren satama - Tallinna	87,6	0,0715	0,006 ²		Hämeenlinna - Viking Malt	77	0,039	0,003 ²	0,2
	Tallinnan satama - Tislaamo	102	0,039	0,004 ³	Yhteensä				0,011	
Yhteensä				0,014	Mallas	Viking Malt - Isokyrö	330	0,049	0,016³	
Neutraalialkoholi Isoonkyröön	Tislaamo - Tallinnan satama	102	0,049	0,005 ⁴	Tynnyrit	Rautatieasema - Norfolk	1050	0,014	0,015 ⁴	
	Tallinnan satama - Vuosaaren satama	87,6	0,0715	0,006 ⁵		Satama - Rotterdamin satama	6569	0,014	0,092 ⁵	
	Vuosaari - Isokyrö	405	0,049	0,020 ⁶	Rotterdam - Rauman satama	2137	0,021	0,045 ⁶		
	Yhteensä			0,031	Rauma - Isokyrö	268	0,049	0,013 ⁷		
Tislauserän ulkomaiset yrtit, kooste			1,638	kg CO2-ekv./erän yrtit⁷	Yhteensä				0,165	
Tislauserän kotimaiset yrtit, kooste			0,111	kg CO2-ekv./erän yrtit⁸	Apuaineet	Ei tietoa				
					Pesuaineet	Ei tietoa				
Maantiekuljetusten matkat määritetty Google Maps -palvelussa. Merimatkojen määrittämisessä on käytetty sea-distances.org-palvelua. Päästökertoimet VTT:n Lipasto-päästötietokanta (2017). Kaikki kuljetukset yhdensuuntaisia, ei huomioida paluumatkaa.					Maantiekuljetusten matkat määritetty Google Maps -palvelussa. Merimatkojen määrittämisessä on käytetty sea-distances.org-palvelua. Päästökertoimet VTT:n Lipasto-päästötietokanta (2017). Kaikki kuljetukset yhdensuuntaisia, ei huomioida paluumatkaa.					
^{1,3} Maantiekuljetus, täysperävaunuyhdistelmä. Kantavuus 60 t, kuorma 40 t, osakuorma 70 %. Päästökerroin keskimäärin v. 2016.					^{1,2} Maantiekuljetus, täysperävaunuyhdistelmä. Kantavuus 60 t, kuorma 40 t, osakuorma 70 %. Päästökerroin keskimäärin v. 2016. N. 80 % rukiista Isonkyrön alueelta, n. 20 % rukiista Hämeenlinnan					
^{2,5} Merikuljetus, Roro 18.					³ Maantiekuljetus, täysperävaunuyhdistelmä. Kantavuus 60 t, kuorma 40 t, osakuorma 70 %. Päästökerroin keskimäärin v. 2016.					
^{4,6} Maantiekuljetus, puoliperävaunulla varustettu yhdistelmä. Kokonaismassa 40 t, kantavuus 25 t. Päästökerroin keskimäärin v. 2016.					⁴ Rautatiekuljetus. Päästökerroin EPA (2018). Haettu osoitteesta https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-03/documents/emission-factors_mar_2018_0.pdf					
^{7,8} Yrttien kuljetusten yhdistetty päästökerroin laskettu erillisessä laskentataulukossa. Tarkempi laskelema vain työn toimeksiantajan käytössä.					⁵ Konttialuskuljetus. 2 000 TEU.					
					⁶ Konttialuskuljetus. 1 000 TEU.					
					⁷ Maantiekuljetus. Puoliperävaunuyhdistelmä. Kokonaismassa 40 t, kantavuus 25 t. Päästökerroin keskimäärin v. 2016.					

Kyrö Napue Gin & Kyrö Malt: tuotteen painotettu kuljetusmatka keskusvarastolta Alkon myymälään					Kyrö Napue Gin & Kyrö Malt: pakkausmateriaalien kuljetukset					
Kaupungit, asukasluku > 50000. Otettu mukaan pohjoisin Alko (Nuorgam) ja eteläisin Alko (Hanko)										
	Kuljetus, Kaarina - Alko	Asukasluku, 2019	Painotuskerroin	Painotettu matka, km		Kuljetus	km	CO2-ekv., kg/tkm	kg CO2-ekv./kg	
Helsinki	168	653835	0,219	37		Pullot	Pullojen valmistaja - Tallinnan satama	82,1	0,03	0,002 ¹
Espoo	150	289731	0,097	15			Tallinna - Vuosaaren satama	87,6	0,0715	0,006 ²
Tampere	159	238140	0,080	13			Vuosaari - Isokyrö	405	0,038	0,015 ³
Vantaa	172	233775	0,078	13		Yhteensä				0,024
Oulu	643	205489	0,069	44		Sekundäripakkaus, laatikko	Tampere - Isokyrö	211	0,049	0,010 ⁴
Turku	8,2	192962	0,065	1		PVC-kapsyytit	Italia - Rostockin satama	1200	0,049	0,059 ⁵
Jyväskylä	304	142400	0,048	14			Rostock - Vuosaaren satama	1074	0,0715	0,077 ⁶
Lahti	216	119823	0,040	9			Vuosaari - Isokyrö	405	0,049	0,020 ⁷
Kuopio	451	119282	0,040	18		Yhteensä				0,155
Pori	138	83934	0,028	4		Korkki	Italia - Rostockin satama	1495	0,049	0,073 ⁸
Kouvola	277	82113	0,027	8			Rostock - Vuosaaren satama	1074	0,0715	0,077 ⁹
Joensuu	573	76850	0,026	15			Vuosaari - Isokyrö	405	0,049	0,020 ¹⁰
Lappeenranta	384	72634	0,024	9		Yhteensä				0,170
Vaasa	328	67636	0,023	7		Tarrat/etiketit	Turku - Isokyrö	385	0,049	0,019 ¹¹
Hämeenlinna	144	67633	0,023	3						
Seinäjoki	292	63781	0,021	6						
Rovaniemi	848	63042	0,021	18						
Mikkeli	367	53134	0,018	7						
Kotka	293	52126	0,017	5						
Salo	58,3	51833	0,017	1						
Porvoo	211	50380	0,017	4						
Utsjoki, Nuorgam	1342	1212	0,000	1						
Hanko	147	8199	0,003	0						
Yhteensä		2989944	1	251						
Kuljetusmatkat määritetty Google Maps-palvelulla. Asukaslukujen lähde: Stat (2020). Kuntien avainluvut 2020. Haettu 27.6.2020 osoitteesta https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/Kuntien_avainluvut/Kuntien_avainluvut_2020/kuntien_avainluvut_2020_aikasarja.px/table/tableViewLayout1/?rxid=444223df491c-4479-891f-5dcd50b983d2					Maantiekuljetusten matkat määritetty Google Maps-palvelussa. Merimatkojen määrittämisessä on käytetty sea-distances.org-palvelua. Päästökertoimet VTT:n Lipasto-päästötietokanta (2017). Kaikki kuljetukset yhdensuuntaisia, ei					
					^{1, 3} Maantiekuljetus, täysperävaunuyhdistelmä. Kantavuus 60 t, kuorma 40 t, täysi kuorma. Päästökerroin keskimäärin v.					
					^{2, 6, 9} Merikuljetus, Roro 18.					
					^{4, 5, 7, 8, 10} Maantiekuljetus, puoliperävaunulla varustettu yhdistelmä. Kokonaismassa 40 t, kantavuus 25 t. Osakuorma 70 % Päästökerroin keskimäärin v. 2016.					
					¹¹ Maantiekuljetus. Jakelukuorma-auto. Kantavuus 15 t. Täysikuorma, 9 t. Päästökerroin keskimäärin v. 2016.					

	Kuljetus	km	CO2-ekv., kg/tkm	kg CO2-ekv./kg
Tuote keskusvarastolle	Isokyrö - Turku	330	0,03	0,010 ¹
Tuote Alkoon, painotettu matka.				
Laskettu erillisessä laskentataulukossa		251	0,03	0,008 ²
Tuotteen kuljetuksen matkat määritetty Google Maps-palvelussa. Päästökertoimet VTT:n Lipasto-päästötietokanta (2017). Kaikki kuljetukset yhdensuuntaisia, ei huomioida paluumatkaa.				
^{1, 2} Maantiekuljetus, täysperävaunuyhdistelmä. Kantavuus 60 t, kuorma 40 t, täysi kuorma. Päästökerroin keskimäärin				