

**Alkoholi- ja brix-pitoisuuksien analysointi
siiderinvalmistusprosessissa**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Bio- ja elintarviketekniikka, Hämeenlinna

Kevät 2021

Sonja Huttunen

Tekijä	Sonja Huttunen	Vuosi 2021
Työn nimi	Alkoholi- ja brix-pitoisuuksien analysointi siiderinvalmistusprosessissa	
Ohjaaja	Susanna Peltonen	

TIIVISTELMÄ

Siiderin valmistuksen aikana sen alkoholi- ja brix-arvoja on tärkeää seurata, jotta lopputuotteen tuotelaatu ja tuoteturvallisuus pystytään varmistamaan. Tähän on olemassa useita tapoja, mutta tässä työssä käsitellään alkoholi- ja brix-arvojen mittausta tuotelinjasta Anton Paar L-Com 5500 tiheys ja äänennopeus anturilla. Työn tilaajana toimii Olvi Oyj:n panimo Pohjois-Savossa, Iisalmen kaupungissa.

Työn tavoitteena oli tutkia Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturin liittämistä osaksi siiderin valmistusprosessia. Työn kirjallisessa osuudessa tutkittiin siiderin komponentteja ja valmistusmenetelmiä, alkoholi- ja brix-arvoihin vaikuttavia tekijöitä, sekä prosessimittarin käyttöönottoa yleisesti. Työhön sisällytettiin myös siiderin valmistuksen työohjeiden päivitys. Työn käytännön osuudessa kaikille tuotteille kirjattiin reseptit tilaajayrityksen prosessinseurantaohjelmaan ja tuotteista otettiin tuoteajojen aikana kemiallisia prosessinäytteitä, joista analysoitiin alkoholi- ja brix-arvot. Saatuja arvoja verrattiin laboratorion vertailunäytteisiin.

Työssä saatujen tulosten perusteella todettiin, että mittarin käyttöönotto ei tämän opinnäytetyön valmistumishetkellä ollut mahdollista tulosten suuren vaihtelun vuoksi. Mahdolliseksi syiksi tähän vaihteluun epäiltiin laitteen asennusvirhettä ja tuotteen sisältämän hiilidioksidin vaikutusta mittaustulokseen. Näitä tekijöitä voitaisiin tutkia jatkotutkimusaiheena tälle opinnäytetyölle.

Avainsanat Alkoholipitoisuus, prosessitekniikka, siideri, panimoteollisuus

Sivut 25 sivua ja liitteitä 3 sivua

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering

Hämeenlinna University Centre, Visamäki

Abstract

Author	Sonja Huttunen	Year 2021
Subject	Analyses of Alcohol and Brix Values During the Cider Making Process	
Supervisor	Susanna Peltonen	

ABSTRACT

The alcohol and Brix content analysis is an essential part of the cider making process in order to make the product safe for consumers to use and ensure a consistent quality. Analysis can be carried out in many ways, but in this thesis, but in this thesis Anton Paar L-Com 5500 density and velocity sensor were used. The commissioner of this thesis was Olvi Oyj in Pohjois-Savo, in the City of Iisalmi. The purpose of this thesis was to analyze the possibility of incorporating Anton Paar L-Com 5500 sound and velocity sensor into the cider making process.

In the theoretical part of the thesis different cider making techniques and ingredients, determinants of alcohol and Brix values in cider and the process of incorporating a process sensor in a production line, were investigated. In the functional part of this thesis recipes were made for each product and process samples were taken during the cider making process. Alcohol and Brix values were analyzed from the samples.

The conclusion was that incorporating the sensor into the production line was not possible during the time frame for the thesis due to the great inconsistency of the results. Possible reasons for this were faulty installation of the sensor and the carbon dioxide in the product which can affect the measurement result. Therefore, for future research, these factors could be further investigated.

Keywords Alcohol content, process technology, cider, brewing technology

Pages 25 pages and appendices 3 pages

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Siideri	2
2.1	Historia	2
2.2	Yleistä	2
2.3	Jaottelu	3
3	Siiderin komponentit	4
3.1	Viini	4
3.2	Hiiva	5
3.3	Paksumehu	5
3.4	Vesi	6
3.5	Lisäaineet	6
4	Siiderin valmistusmenetelmät	7
4.1	Perinteinen valmistusmenetelmä	7
4.2	Teollinen valmistusmenetelmä kohdeyrityksessä	8
4.2.1	Viinipohjan valmistus	8
4.2.2	Cross-flow suodatus	9
4.2.3	Paksumehun valmistus	10
4.2.4	Siiderin valmistus, vakiointi ja astiointi	11
5	Siiderin analyysit	12
5.1	Alkoholipitoisuus	12
5.2	Brix-arvo	14
6	Anton Paar L-Com 5500 tiheys ja äänennopeus anturi	15
6.1	Käyttöönotto	15
6.2	Toimintaperiaate	17
7	Työn suoritus	18
7.1	Reseptien laadinta	18
7.2	Mittarin käyttöönotto	18
7.3	Työohjeiden päivitys	19
8	Tulokset ja tulosten analysointi	20
9	Johtopäätökset ja pohdinta	22
	Lähteet	1

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1 Staattinen ja dynaaminen virtaus (Vogel & Todaro, 2014, s.151).....	10
Kuva 2 Alkoholikäyminen (Enari & Mäkinen, 2014, s. 132)	14
Kuva 3 Anton Paar L-Com 5500 tiheys ja äänennopeus anturi (Anton Paar vertailuopas, n.d., s. 28)	16
Kuva 4 Korjauskertoimen laskeminen (Anton Paar vertailuopas, n.d., s. 44)	17
Kuva 5 Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturin mittaustulokset	21
Kuva 6 Alkoholiarvot ennen korjauskertoimen syöttöä.....	22
Kuva 7 Alkoholiarvot korjauskertoimen syötön jälkeen.....	22
Kuva 8 Anton Paar L-Com 5500 tiheys ja äänennopeus anturi asennus (Anton Paar vertailuopas, n.d., s. 28)	24

Liitteet

Liite 1	Näytteenottolomake siiderinvalmistuslaitteistolle
Liite 2	Anton Paar L-Com 5500 tiheys ja äänennopeus anturin tulokset tuotekohtaisesti
Liite 3	Anton Paar L-Com 5500 tiheys ja äänennopeus anturin tulokset

1 Johdanto

Siiderin valmistuksen aikana sen alkoholi ja brix-pitoisuuksia seurataan tasaisen laadun varmistamiseksi. Tähän asti seuranta on kohdeyrityksessä tapahtunut välinäytteen analysoinnin avulla. Heti valmistuksen alussa siideristä on viety laboratorioon kemiallinen näyte, josta analysoidaan tuotteen alkoholi- ja brix-arvot. Brix-arvolla tarkoitetaan, sitä kuinka monta grammaa sokeria on sadassa grammassa nestettä. Prosessi on jouduttu pysäyttämään näytteen analysoinnin ajaksi. Tämän työn tavoitteena on tutkia Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturin liittämistä osaksi prosessia.

Tämän työn tilaajana toimii Olvi Oyj. Olvi on ainoa itsenäisenä suomalaisena 1800-luvulta säilynyt panimo, joka sijaitsee Pohjois-Savossa, Iisalmen kaupungissa. Sen liikevaihto oli vuonna 2019 408,7 MEUR. Henkilöstöä sillä on 1837, viidessä eri maassa. Olvin päätuotteita ovat oluet, siiderit ja lonkerot sekä erilaiset vedet ja virvoitusjuomat.

Työssä tutkitaan yleisesti siiderin valmistusmenetelmiä ja raaka-aineita, sen alkoholi- ja brix-arvoihin vaikuttavia tekijöitä, sekä prosessimittarin toimintaperiaatteita ja sen käyttöönottoa. Tutkimuskysymykset ovat:

- Mitkä ovat tärkeimmät vaikuttavat tekijät siiderin alkoholi- ja brix pitoisuuksissa?
- Mitä asioita on huomioitava prosessimittarin käyttöönotossa?

2 Siideri

2.1 Historia

Siiderin alkuperää ei varsinaisesti tunneta, mutta jo ennen ajanlaskun alkua Ranskaa, Saksaa ja Pyreneiden niemimaata asuttaneiden kelttien uskotaan nauttineen siideriä. 1600-luvun alkuun mennessä siideri oli jo vakiinnuttanut paikkansa Pohjois-Ranskassa ja Englannin etelä- ja länsiosissa. Siiderin teollinen valmistus alkoi Euroopassa 1800-luvulla, mutta Suomessa vasta 1900-luvun alkupuolella. Vuonna 1995 voimaan tullut alkoholilaki käynnisti Suomessa siiderin suosion nopean kehityksen. Tällöin 4,7 tilavuusprosenttia alkoholia sisältävät siiderit tulivat kaappoihin ja ravintoloihin. (Panimo ja virvoitusjuomaliitto, n.d.-b) Tänä päivänä siideri on vakiintunut suomalaisten juomatottumuksiin ja siitä kehitetään koko ajan uusia tuotteita ja makuvaihtoehtoja.

2.2 Yleistä

Siideri on perinteisesti omenoista tai päärynöistä valmistettava hedelmäviini, jota valmistetaan ja nautitaan ympäri maailmaa. Pohjoismaissa valmistetaan useimmiten makeita siidereitä ja niistä on saatavilla useita eri makuvaihtoehtoja. Perinteiset ranskalaiset siiderit ovat hyvin happamia ja niillä on korkea mehuprosentti. Brittiläiset siiderit ovat näiden kahden välimuotoja. (Panimo ja virvoitusjuomaliitto, n.d.-b)

Siiderin alkoholiprosentti saa olla enintään 8,5 tilavuusprosenttia. Siiderin alkoholipitoisuuden tulee olla kokonaan peräisin valmistuksen yhteydessä tapahtuneesta käymisestä, eikä siihen saa lisätä tislattua alkoholia. Suurin osa Suomessa valmistettavista siidereistä sisältää 4,7 tilavuusprosenttia alkoholia. (Panimo ja virvoitusjuomaliitto, n.d.-b)

Nykyisin siiderin teollinen valmistus aloitetaan yleisimmin täysmehutiivisteestä, eikä niinkään kokonaisista omenoista. Tiivisteeseen tai omenoista saatuun mehuun lisätään vesi ja sokeri, ja käyminen tapahtuu hiivan avulla. Ennen pulloitusta siideri yleensä vielä suodatetaan. Siihen voidaan myös lisätä hiilihappoa ja erilaisia lisäaineita. (Panimo ja virvoitusjuomaliitto, n.d.-b)

Ruokaviraston elintarviketieto-oppaassa elintarvikevalvojille ja elintarviketoimijoille siiderisanan käytöstä on ohjeistettu seuraavasti: ”Nimeä siideri voidaan käyttää tuoreista tai kuivatuista omenoista tai päärynöistä tai näistä valmistetuista täysmehuista tai täysmehutiivisteistä valmistetuista juomista, jotka on valmistettu käymisteitse” (Ruokavirasto, 2019, s. 52). Nimeä siiderijuoma taas voidaan saman ohjeen mukaan käyttää juomista, joita ei ole valmistettu käymisteitse, mutta jotka muuten täyttävät siiderin määritelmän. (Ruokavirasto, 2019, s. 53)

2.3 Jaottelu

Siiderit voidaan Kemppaisen puolikuivan siiderikirjan mukaan jakaa karkeasti valmistustavan, raaka-aineiden, maun sekä ulkonäön mukaan kuuteen eri luokkaan. Nämä ovat perinteinen maalaissiideri, kaupallinen perinteinen siideri, nykyaikainen perussiideri, shamppanjakäymisellä tehdyt siiderit, omenaviinit ja siiderijuomat. (Kemppainen, 1999, s. 111)

Perinteinen maalaissiideri on maatilojen itse puristamasta omena- tai päärynämehusta käymisteitse valmistettu suodattamaton siideri. Omena- ja päärynälajikkeet ovat yleensä siiderin valmistukseen tarkoitettuja lajikkeita. Siiderin käyminen tapahtuu spontaanisti villihiivalajikkeiden avulla. Valmis siideri on kuplatonta, vahvaa ja sameaa. (Kemppainen, 1999, s. 111)

Kaupallinen perinteinen siideri on hyvin samankaltaista kuin perinteinen maalaissiideri, mutta valmistus ja käyminen ovat kehittyneempiä ja hallitumpia. Myös tämä siideri on suodattamatonta. Se on vahvaa, sameaa ja usein kuplatonta. (Kemppainen, 1999, s. 111)

Nykyaikaisia perussiidereitä on suurin osa Suomessa myytävistä siidereistä. Ne voivat olla kuivia, puolikuivia, puolimakeita tai makeita. Niissä on hiilihappoa, joka voi olla peräisin käymisestä tai se voi olla lisätty jälkikäteen. Perussiideri voidaan valmistaa aidosta omenatai päärynämehusta, mehutiivisteestä tai näiden sekoituksesta. (Kemppainen, 1999, ss. 111–112)

Samppanjäkäymisellä valmistettu siideri käytetään kahteen kertaan, jotta siihen saataisiin hiilihappoa. Ensimmäisessä käymisessä muodostuu alkoholi ja toisessa syntyy hiilidioksidia. Tällainen siideri on yleistä Ranskassa. (Kemppainen, 1999, s. 112)

Omenaviinit ovat vahvoja, alle kahdeksan prosenttisia siidereitä, joita ei nimitetä siidereiksi vaan omenaviineiksi. Nämä ovat yleisiä Saksassa. (Kemppainen, 1999, s. 118)

Siiderijuomat ovat sekalaisia tuotteita, joiden valmistustavat ja raaka-aineet vaihtelevat paljonkin. Näitä ovat esimerkiksi miedot alle 1,1-prosenttiset siiderijuomat, sekä erilaiset maustetut siiderit. (Kemppainen, 1999, s. 118)

3 Siiderin komponentit

3.1 Viini

Siiderin valmistuksessa käytetään yleisimmin omenaviiniä. Vain päärynän makuiset siiderit valmistetaan päärynäviinistä. Joihinkin tuotteisiin käytetään myös usean viinilaadun sekoituksia. Siiderin lopullinen alkoholipitoisuus muodostuu yleensä kokonaan viinin sisältämästä alkoholista.

Haastattelussa Olvi Oyj:n tehtaalla panimotyöntekijä Heidi Tuomikoski (henkilökohtainen tiedonanto 10.11.2020) kertoi viinin raaka-aineiksi veden, mehutiivistein, erilaiset ravintosuolat ja vitamiinit, sokeriliuoksen ja erilaiset happamuudensäätö- ja säilöntäaineet. Vettä ja mehutiivistettä lisätään pohjaksi käyväälle viinille. Mehutiivistein sisältämä sakkaroosi ja sokeriliuos toimivat hiivan ravinnon lähteenä ja lopputuotteen makeuttajina. Vitamiineja ja ravintosuoloja käytetään parantamaan hiivan hyvinvointia ja nopeuttamaan sen kasvua. Happamuudensäätöaineilla viinin pH säädetään reseptin mukaiselle tasolle ja säilöntäaineet nimensä mukaisesti parantavat viinin säilyvyyttä ja laatua.

3.2 Hiiva

Siiderin ja viinin käymisen aiheuttajana toimii hiiva. Se voi olla omenan kuoren pinnalta löytyvää villihiivaa tai teollisesti tuotettua kuivattua hiivaa. Yleisimmin siiderin käymisessä tavattava hiivakanta on *Saccaromyces*. Tätä mikrobia ei kasva siideriomenalajikkeissa luonnollisesti, mutta sitä löytyy mehupuristimien ja omenoiden pinnoilta, joista se siirtyy mehuun. Siiderin sisältämä rikkihappo estää useiden muiden mikrobilajikkeiden kasvua. Tämä on johtanut *Saccaromycesin* yleistymiseen siiderien käymisen aiheuttajana. Joitakin muita kantoja tavataan lähinnä käymisen alkuvaiheessa. Sijainti, omenalajike, ilmasto ja siiderinvalmistustekniikka vaikuttavat hiivakannan monipuolisuuteen. (Valles ym., 2007, s. 25)

3.3 Paksumehu

Paksumehua lisätään käyneeseen viiniin ennen astiointia antamaan sille haluttu maku ja makeuttamaan sitä. Paksumehuilla voidaan myös vaikuttaa lopputuotteen kuivuuteen. Haastattelussa Olvi Oyj:n tehtaalla panimotyöntekijä Sanna Ruotsalainen (henkilökohtainen tiedonanto 3.11.2020) kertoi paksumehun raaka-aineiden olevan vesi, mehutiiviste, happamuudensäätöaineet, erilaiset aromitiivisteet, sekä säilöntä- ja hapettumisenestoaineet. Paksumehun sisältämä sokeri on yksi tärkeimmistä vaikuttavista tekijöistä siiderin lopulliseen brix-pitoisuuteen. Toinen tähän arvoon vaikuttava tekijä on viinin sokeripitoisuus.

Mehutiiviste ja vesi toimivat pohjana paksumehulle. Aromitiivisteitä ja sokereita lisätään maustamaan ja makeuttamaan siidereitä. Happamuudensäätö-, säilöntä- ja lisäaineita lisätään, jotta lopputuotteen arvot saadaan säädettyä halutulle tasolle ja tuotelaatu ja tuoteturvallisuus voidaan taata. Kaikille paksumehuille on omat reseptinsä, joiden mukaan raaka-aineet ja liuosten pitoisuudet määritellään. (S. Ruotsalainen, henkilökohtainen tiedonanto 3.11.2020)

3.4 Vesi

Siideristä suurin osa on vettä, jota käytetään viinin ja mehun valmistuksessa, sekä siiderin valmistuksessa säätämään se haluttuun alkoholipitoisuuteen. Ruokaviraston ohjeessa veden ja jään valvonnasta elintarvikehuoneistossa sanotaan käytettävän veden laadusta seuraavasti: ”Lähtökohtaisesti elintarvikehuoneistoissa on käytettävä sekä elintarvike- että terveydensuojelulainsäädännön mukaisesti talousvettä. Tässä ohjeessa oletetaan, että niissä elintarvikehuoneistoissa, jotka tuottavat talousveden itse omasta vesilähteestä, talousveden laatua ja veden tuotantoa valvotaan säännöllisesti, kuten terveydensuojelulainsäädännössä on edellytetty. Samoin ohjeessa oletetaan, että talousvettä toimittavia laitoksia valvotaan, kuten terveydensuojelulainsäädännössä edellytetään” (Ruokavirasto, 2018, s. 2).

3.5 Lisäaineet

Siideriin lisätään tasaisen laadun takaamiseksi lisäaineasetuksessa hyväksytyjä lisäaineita. Yleisimmin käytettyjä lisäaineita ovat mm. sorbaatit ja sulfiitit. Sorbaatteja lisätään siiderin uudelleen käymisen estämiseksi ja sulfiitteja säilöntäaineiksi. Siiderin hapokkuutta ja tanniinisuutta voidaan tarvittaessa säätää, mutta ne tulisi saada halutulle tasolle oikean omenalajikkeen valinnalla ja raaka-aineiden sekoitussuhteilla. (Laitinen, n.d.)

Siideriin voidaan lisätä rikkihappoa estämään haitallisten mikrobien kasvua siiderimehussa. Sen lisääminen myös tuottaa siideriin tiettyjä flavonoideja. Jos siideri aiotaan pakata tölkkeihin, täytyy rikkioksidipitoisuuden olla matalampi, koska korkea pitoisuus voi

vahingoittaa tölkin lakkapintaa ja johtaa rikkivedyn muodostumiseen tuotteessa. (Bamforth, 2019, s. 126)

Siideriin voidaan valmistuksen loppuvaiheessa lisätä myös hiilidioksidia. Sitä lisätään parantamaan suutuntumaa ja siiderin säilyvyyttä. Veteen liuetessaan hiilidioksidi muodostaa hiilihappoa. Hiilihapon hajotessa takaisin hiilidioksidikaasuksi, muodostaa se samalla siideriin kuplia. Säilyvyyden paraneminen perustuu hiilidioksidin kykyyn ”syrjäyttää happi” nesteessä. (Panimoliitto, n.d.-a)

4 Siiderin valmistusmenetelmät

4.1 Perinteinen valmistusmenetelmä

Siideri valmistetaan perinteisesti kokonaisista omenoista. Ennen mehun puristusta omenoita varastoidaan useita viikkoja, jotta kaikki tärkkelys ehtisi muuttua sokereiksi. (Bamforth, 2019, s. 118) Omenat lajitellaan ja pestään lian ja huonolaatuisten hedelmien poistamiseksi ennen mehustusta. Mehu seulotaan karkeasti ja siirretään varastointitankkiin. Eri siiderimehueriä voidaan sekoittaa keskenään ennen käymistä ja siihen voidaan myös sekoittaa omenamehutiivistettä, riippuen millaista lopputuotetta haetaan. (Bamforth, 2019, s. 121)

Perinteisessä siiderinvalmistuksessa siideriin ei lisätty hiivaa, vaan käyminen tapahtui spontaanisti siideriomenoiden pinnalla tai työväliseissa olevien hiivakantojen avulla. Nykyään käytetään pääosin kuivattuja hiivakantoja. Yleisimmin käytettyjä hiivakantoja ovat *Saccaromyces pastorianus* ja *Saccaromyces bayanus*. (Bamforth, 2019, s. 124)

Käymislämpötila tulisi prosessin ajan pitää 15–25°C asteessa. Käyminen kestää muutaman viikon. (Bamforth, 2019, s. 124) Modernissa siiderin valmistuksessa pohjasakka poistetaan heti käymisen loputtua. Perinteisesti se saatettiin jättää siideritankin pohjalle useaksikin viikoksi. Ensimmäinen kirkastus tapahtuu luonnollisesti sakan laskeutuessa astian pohjalle. Käymisen jälkeen siideri voidaan myös kirkastaa mekaanisesti puhdistamalla tai

sentrifugoimalla. Käytössä on myös näiden menetelmien eri yhdistelmiä. (Bamforth, 2019, s. 126)

Siideri voidaan vielä suodattaa ennen pullotusta. Tämä tapahtuu yleensä jauhe-, arkki- tai membraanisuodattimilla. Tässä vaiheessa siideriä voidaan myös sekoittaa muiden siiderilaatujen kanssa halutun lopputuloksen aikaansaamiseksi. (Bamforth, 2019, s. 126)

Suodatuksen jälkeen siideriin voidaan lisätä hiilihappoa ja/tai se voidaan pastöroida. Mikäli siiderin alkoholipitoisuus on käymisen aikana noussut liian korkeaksi, voidaan se tässä vaiheessa vakioida haluttuun pitoisuuteen vedellä tai mehutiivisteillä. Myös sokeria, omenahappoa, rikkioksidia ja sorbaattia voidaan lisätä ennen astiointia. (Bamforth, 2019, s. 126)

4.2 Teollinen valmistusmenetelmä kohdeyrityksessä

Tässä kappaleessa esitetyt menetelmät ja tiedot ovat tilaajayrityksen valmistusmenetelmiä ja ne voivat poiketa jonkun toisen yrityksen toimintatavoista.

4.2.1 Viinipohjan valmistus

Haastattelussa Olvi Oyj:n tehtaalla panimotyöntekijä Heidi Tuomikoski (henkilökohtainen tiedonanto 10.11.2020) kertoi, että viinin valmistus aloitetaan ajamalla ensin mehutiivistettä käymistankkiin reseptin mukainen määrä. Viinihiivatankista ajetaan käymistankkiin vesi- ja ravintosuolaliuosta, johon on lisätty myös vitamiineja. Nämä liuokset ajetaan käymistankkiin saman yhdysputken kautta, jolloin ne sekoittuvat jo matkalla tankkiin.

Tankkiin lisätään seuraavaksi vesi. Veden lämpötila on määritelty viinin reseptiikassa. Seuraava vaihe on sokerin lisäys. Sokeria syötetään reseptin mukainen määrä käymistankkiin yhdessä käymisaineen kanssa. Kun tarvittava määrä raaka-ainetta on syötetty tankkiin, lisätään vielä loppuvesi. Veden on oltava tietyn lämpöistä, jotta käymistankissa saavutettaisiin haluttu käymislämpötila. Seosta sekoitetaan reseptissä määritelty aika. (H. Tuomikoski henkilökohtainen tiedonanto 10.11.2020)

Kun viinin lämpötila on reseptin mukaisella tasolla, voidaan viinin hiivaus aloittaa. Ensimmäinen työvaihe on hiivan herättäminen. Viinihiivatankissa sekoitetaan keskenään kuivahiivaa, vettä ja viiniä. Seosta pidetään viinihiivatankissa, kunnes hiivan käyminen on saatu alkuun. Seos pumpataan käymistankkiin ja sitä sekoitetaan ilmalla. Viinin lämpötilaa ja käymistankin painetta säädellään käymisen aikana. (H. Tuomikoski henkilökohtainen tiedonanto 10.11.2020) Kun viinin sokeripitoisuus on saavuttanut reseptin mukaisen tason, on se valmista separoitavaksi ja myöhemmin suodatettavaksi. (Pulli, 2013, s. 46). Viinistä viedään käymisen aikana kemiallisia ja mikrobiologisia näytteitä, jotta käymisen edistymistä ja viinin laatua voidaan seurata.

Separoinnissa viinistä poistetaan suurin osa kiintoaineesta, tässä tapauksessa hiivasta, ja samalla siihen lisätään säilöntäainetta. Kirkastus perustuu keskipakovoimaan. Nykyaikaiset separaattorit ovat itsetyhjentyviä, eli ne tyhjentävät kiintoaineksen välitilasta aina tietyn väliajoin tai tyhjennys tapahtuu tuotteen sameuden mukaan. (Enari & Mäkinen, 2014. s. 173)

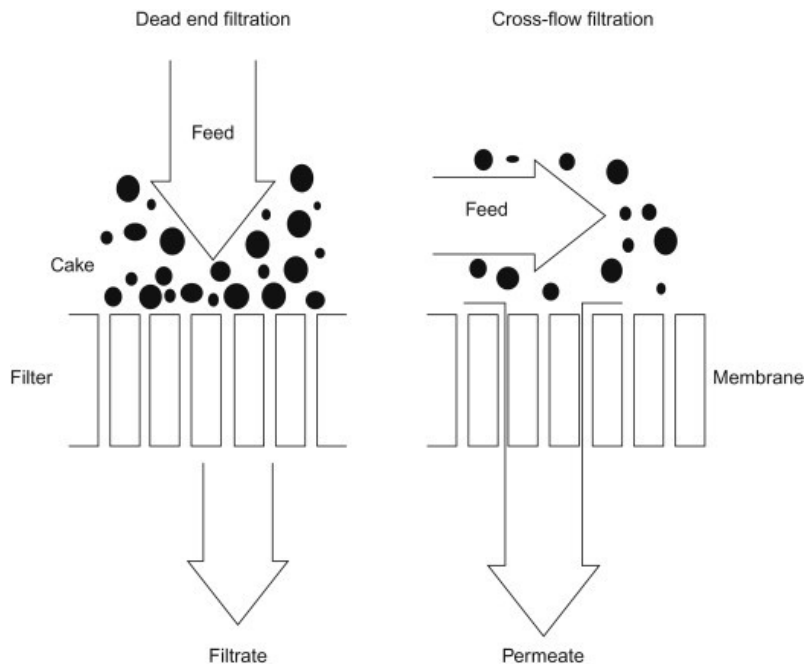
Separoinnin jälkeen viini ajetaan toiseen varastotankkiin odottamaan suodatusta. Viinin suodatuksessa käytetään cross-flow suodatinta, jonka toimintaperiaate on esitetty kappaleessa 4.2.2. Suodatuksessa viinistä poistetaan loppukiintoaines. Viinistä viedään separoinnin ja suodatuksen jälkeen kemialliset ja mikrobiologiset näytteet laadun ja tuoteturvallisuuden varmistamiseksi.

4.2.2 Cross-flow suodatus

Olvi Oyj:n viinin suodatuslaitteiston käyttöohjeessa kerrotaan, että cross-flow suodattimessa suodatettava neste virtaa tangentiaalisella virtauksella membraanin läpi yhdensuuntaisesti membraanikalvoon nähden. Kuvassa 1 sivulla 10 on esitetty cross-flow suodatuksen ja dead-end suodatuksen periaatteet.

Samaisen ohjeen mukaan tangentiaalinen poikkivirtaus irrottaa membraanin pintaan kerääntyneitä partikkeleja ja kierrättää niitä uudelleen suodattimen läpi. Tämä estää ”kakun” muodostumista membraanin pinnalle ja virtausnopeuden hidastuminen on huomattavasti hitaampaa kuin perinteisessä dead-end suodatuksessa.

Kuva 1 Staattinen ja dynaaminen virtaus (Vogel & Todaro, 2014, s.151)



Yllä mainitussa ohjeessa kerrotaan, että suodatus perustuu membraanin painehäviöön. Tämän painehäviön vaikutuksesta osa permeaatista siirtyy membraanin läpi. Jäljelle jäävä virtaus, eli retentaatti, jää membraanin pinnalle ja se kierrätetään uudelleen membraanin läpi kierrätyspumpun avulla.

Ohjeessa sanotaan myös, että suodatus voi jatkua, kunnes kiintoaineen pitoisuus retentaatissa on noussut niin korkeaksi, että suodoksen virtaus ole enää riittävän nopea tehokkaaseen suodatukseseen. Tällöin suodatin täytyy puhdistaa ja suodatusta jatketaan puhtaalla suodattimella. Dynaamisen suodatuksen tehokkuus riippuu tuotetyypistä, membraanin materiaalista, painehäviöstä, cross-flow virtauksen nopeudesta ja nesteen lämpötilasta.

4.2.3 Paksumehun valmistus

Haastattelussa Olvi Oyj:n tehtaalla panimotyöntekijä Sanna Ruotsalainen (henkilökohtainen tiedonanto 3.11.2020) kertoi, että paksumehun valmistus aloitetaan mittaamalla käsin punnittavat raaka-aineet. Näitä ovat mm. aromitiivisteet ja vesi. Ensimmäisenä säiliöön

annostellaan vesi. Muut raaka-aineet lisätään sekoitussäiliöön reseptin mukaisessa järjestyksessä. Seosta sekoitetaan reseptissä määritelty aika.

Kun seos on valmis, se lisätään sekoitussäiliöön mehutiivisteiden kanssa ja seokseen lisätään vielä säilöntäaine. Valmiista paksumehusta mitataan brix-arvo. Paksumehusta viedään myös laadun varmistukseksi laboratorioon mikrobiologinen ja kemiallinen näyte. Lopuksi paksumehu syötetään suodatusosastolle siiderin valmistusta varten. Paksumehu tulisi käyttää mahdollisimman pian valmistuksen jälkeen, koska sen säilyvyysaika on alle vuorokauden mittainen. (S. Ruotsalainen, henkilökohtainen tiedonanto 3.11.2020)

4.2.4 Siiderin valmistus, vakiointi ja astiointi

Kun mehu on valmistettu, aloittaa suodatusosasto siiderin valmistuksen.

Siiderinvalmistuslaitteistolla sekoitetaan ensin vesi ja viini ennalta määrättyjen suhteiden perusteella. Seuraavaksi lisätään paksumehu ja lopuksi tuote jäädytetään levyjäähdyttimellä haluttuun lämpötilaan. Viimeiseksi siihen lisätään vielä hiilihappoa.

Sekoitusvaiheessa siideristä mitataan alkoholi- ja brix-arvoja tässä työssä käsiteltävällä Anton Paarin L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturilla. Laitteen antamien tulosten perusteella raaka-aineiden sekoitussuhteita voidaan siiderin valmistuksen aikana muuttaa.

Valmis tuote ajetaan painetankkiin odottamaan astiointia. Koska mehua valmistetaan panoskohtaisesti, siiderin valmistus loppuu, kun kaikki mehu on ajettu. Siideristä viedään valmistuksen ja vakioinnin jälkeen kemiallinen ja mikrobiologinen näyte tuotelaadun ja turvallisuuden varmistamiseksi.

Painetankit ovat lieriömäisiä, yleensä teräksisiä pysty- tai vaakasäiliöitä. Ennen siiderin ajamista tankkiin, tulee tankki täyttää hiilidioksidilla. Kun tankkia täytetään, liika paine vapautetaan paineenalennusventtiilin kautta tai se ohjataan korvauspaineeksi tyhjentyvään tankkiin. Painetankin lämpötila tulisi pitää lähellä 0 °C. (Enari & Mäkinen, 2014, s. 184)

Valmis siideri astioidaan painetankeista tölkkeihin, kertalasi- tai kertamuovipulloihin tai keg-astioihin. Seuraavaksi se jälkipakataan ja varastoidaan. Oikein säilytettynä ja valolta suojattuna siideri säilyy noin vuoden. (Panimo ja virvoitusjuomaliitto, n.d.-a)

Astioinnissa pakkausmerkintöjen tulee olla viranomais määräysten mukaiset. Niissä tulee kertoa tuotteen nimi, alkoholipitoisuus, allergeenit, tuotteen määrä pakkauksessa, parasta ennen -päiväys ja valmistaja tai valmistuttaja. Pakkausmerkinnöistä löytyy usein myös aineisosaluettelo, mutta alkoholilainsäädäntö ei tätä vaadi. (Enari & Mäkinen, 2014, s. 184)

5 Siiderin analyysit

5.1 Alkoholipitoisuus

Alkoholipitoisuus on termi, jota käytetään ilmaisemaan etanolin määrää alkoholijuomassa. Se voidaan ilmoittaa joko massa- tai tilavuusprosentteina. Alkoholin mittaaminen on tärkeää laadunvarmistuksen ja laillisten vaatimusten kannalta. (Bamforth, 2016, s. 123)

Tuotepakkauksessa ilmoitetun alkoholipitoisuuden tulee vastata tuotteen alkoholipitoisuutta mahdollisimman tarkasti. Poikkeama saa Valviran alkoholijuomien pakkausmerkinnät - ohjeen mukaan siidereissä olla +/- 1 til-%. Saman ohjeen mukaan alkoholipitoisuus tulee ilmoittaa muodossa til-% ja alkoholipitoisuus tulee määrittää +20 °C:ssa. Pakkauksessa olevan alkoholipitoisuus merkinnän on oltava selkeä ja näkyvä, jotta se ei johtaisi kuluttajaa harhaan siitä, että kyseessä on alkoholijuoma. (Valvira, 2020, ss. 7–8)

Siiderin alkoholipitoisuus määrittyy käymisen aikana. Käymistankissa mehutiivisteeseen lisätään hiiva. Raaka-aineen sisältämä ja/tai sen tuottama sokeri hajoaa käymisen aikana hiivan entsyymien vaikutuksesta etanoliksi ja hiilidioksidiksi. Käyminen voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: alkukäyminen eli kasvuvaihe, pääkäyminen ja jälkikäyminen. (Enari & Mäkinen, 2014, ss. 143–154)

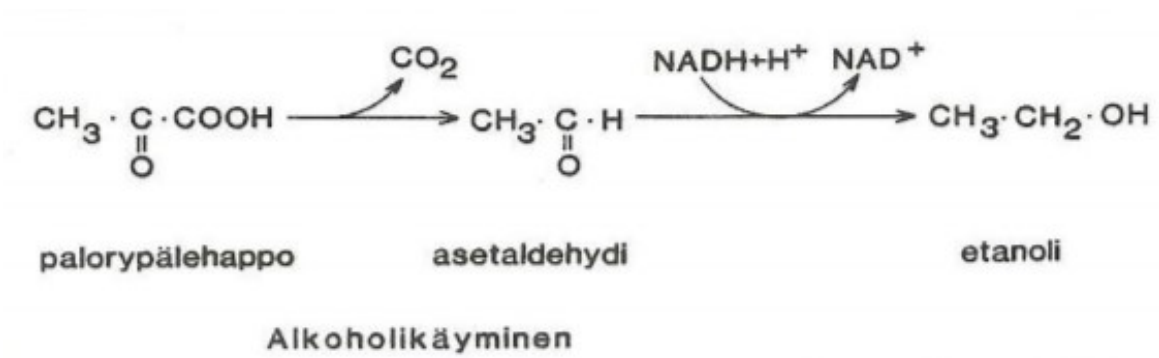
Viinihiivat ovat yleensä fakultatiivisesti anaerobeja. Tämä tarkoittaa sitä, että ne tulevat toimeen hapen läsnä ollessa, mutta myös ilman sitä. Hiivan tapa hankkia energiaa on

glukoosin hajottaminen. Tätä tapahtumaa sanotaan glykolyysiksi. Glykolyysi alkaa siten, että muodostuu glukoosin ja fosforihapon välinen yhdiste eli toisin sanoen se fosforyloituu. Alkuvaiheessa adensiinidifosfaatti luovuttaa yhden energiarikkaan fosfaattinsa sokereille muuttuen itse adensiinifosfaatiksi. Glykolyysin myöhemmässä vaiheessa 3-fosfoglyseraldehydi hapettuu 1,3-difosfoglyserolihapoksi. Soluissa elävän ja tässä tapahtumassa osallisena olevan hapetus-pelkistys-koentsyymin hapettuneesta muodosta käytetään kirjainyhdistelmää NAD^+ ja pelkistynyttä muotoa NADH . (Enari & Mäkinen, 2014, s. 130)

Fosfoglyserolin hapettuessa NAD^+ pelkistyy NADH :ksi. Jos happea ei ole saatavilla solu ei voi hapettaa glykolyysissä syntynyttä NADH :ta takaisin NAD^+ :ksi. Tämän on kuitenkin onnistuttava, jotta glykolyysi voisi toimia jatkuvasti. Kun solulla on kyky hankkia energiaa glukoosista hapen poissa ollessa, tätä energianhankintakykyä sanotaan käymiseksi. (Enari & Mäkinen, 2014, s. 132)

Hiivat hankkivat energiansa anaerobisissa olosuhteissa alkoholikäymisen avulla. Kun palorypälehapo dekarboksyloituu reaktiotuotteena syntyy asetaldehydiä, joka pelkistyy edelleen etanoliksi. Alkoholikäymisen aikana muodostuu aina hiilidioksidia. Jokaisesta glukoosimolekyylistä syntyy kaksi etanolimolekyyliä ja kaksi hiilidioksidimolekyyliä. (Enari & Mäkinen, 2014, s. 132)

Kuva 2 Alkoholikäyminen (Enari & Mäkinen, 2014, s. 132)



5.2 Brix-arvo

Tuotteen ominaispaino tarkoittaa sokerin määrää käyvässä nesteessä. Paljon sokeria sisältävät nesteet painavat enemmän kuin vastaava määrä vettä. Tästä syntyy nimitys ominaispaino. Koska siiderin käymisprosessissa hiiva käyttää sokereita muodostaakseen etanolia, voidaan ominaispainon avulla laskea tuotteen alkoholimäärä. Ominaispainon yksi käytetyistä mittayksiköistä on brix-arvo, jota tässä työssä käsitellään. (Lappo, n.d.)

Brix-arvolla tarkoitetaan sitä, kuinka monta grammaa sakkaroosia on sadassa grammassa nestettä. Arvo mitataan asteikolla yhdestä sataan. Sen avulla voidaan arvioida tuotteen käymisen jälkeinen alkoholipitoisuus. Tämä ei kuitenkaan ole tarkka lukema, sillä käymisen jälkeiseen alkoholipitoisuuteen vaikuttavat muutkin tekijät. (McKirdy, 2018) Näitä voivat olla mm. tuotteen sisältämä hiilidioksidi, omenoiden korkea brix-pitoisuus tai homeen pilaamat hedelmät. Brix-arvo ei mittaa fermentoitujen sokereiden määrää nesteessä vaan se mittaa enemmän kaikkea liuennutta ainetta nesteessä. (ETS laboratories, 2015) Brix-arvoja mitataan käymisprosessin aikana, jotta käymisen edistymistä voitaisiin seurata ja lopputuote olisi halutunlainen. (McKirdy, 2018)

Brix-arvo voidaan mitata kahdella eri tapaa, refraktometrillä tai hydrometrillä. Refraktometri mittaa valon taittokykyä nesteen läpi. Koska sokeria sisältävät nesteet ovat paksumpia kuin pelkkä vesi, valon taittokyky on suurempi. Refraktometri käyttää tätä taittokyvyn eroa brix-arvon mittaukseen. (McKirdy, 2018)

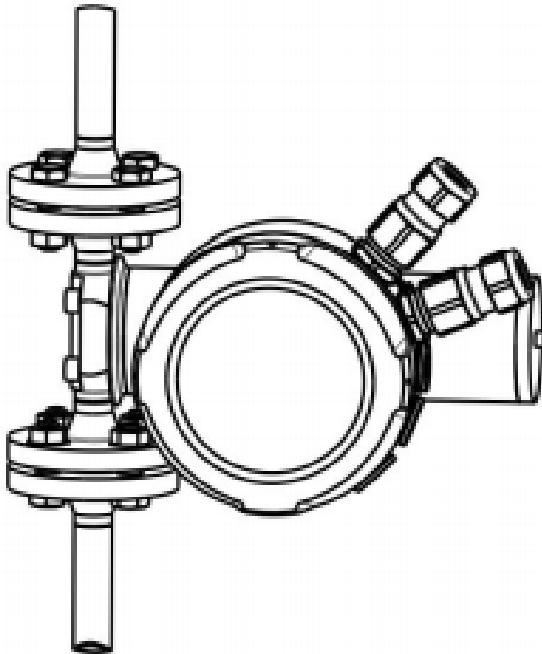
Hydrometri puolestaan mittaa nesteen suhteellista tiheyttä. Laitteessa on painotettu lasiputki, joka kelluu nesteessä. Instrumentti asetetaan koeputkeen, joka on täytetty mitattavalla nesteellä. Laite on kalibroitu mittaamaan siirtyneen nesteen määrä ja sen avulla nesteen sisältämä sokeri. (McKirby, 2018)

6 Anton Paar L-Com 5500 tiheys ja äänennopeus anturi

6.1 Käyttöönotto

Työssä käyttöönotettava mittari on Anton Paarin valmistama mittauslaite, joka soveltuu nesteiden ja kaasujen tiheyksien ja pitoisuuksien mittaamiseen. Laite on esitetty kuvassa 3. Tässä tapauksessa sen suunniteltu käyttötarkoitus on alkoholi- ja brix-pitoisuuksien mittaaminen siideristä.

Kuva 3 Anton Paar L-Com 5500 tiheys ja äänennopeus anturi (Anton Paar vertailuopas, n.d., s. 28)



Luotettavat mittaukset perustuvat vahvasti pätevyYTEEN, jäljitettävyyTEEN ja mittaustulosten tarkkuuteen. Teollistuneessa maassa mittausta sisältävien tuotteiden arvo on 50 % bruttokansantuotteesta. Kemialliset mittaukset kattavat noin puolet tehdyistä mittaauksista. Alkoholinpitoisuuden mittaaminen onkin suoraan kannattavuuteen liittyvää mittausta. (Ehder, 2005, ss.7–8)

Laitteen kalibrointi ei suoraan tarkoita sitä, että se olisi kalibroinnin yhteydessä viritetty. Kalibrointitarra ei siis ole taekä siitä, että laite näyttäisi oikein. Tässä tapauksessa mittaustulokselle voi olla tarvetta laskea korjauskerroin. (Hiltunen ym., 2011, s. 47)

Kuvassa 4 on esitetty Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturin vertailuoppaasta haettu kaava korjauskertoimen laskemiseen kyseessä olevalla instrumentilla. P-arvo kuvaa laitteen mittaamaa prosessiarvoa ja L-arvo laboratorion mittaamaa vertailutulosta. Kun tämä on laskettu, mittari kertoo aina saamansa mittaustuloksen lasketulla korjauskertoimella. (Anton Paar vertailuopas, n.d., s. 44)

Kuva 4 Korjauskertoimen laskeminen (Anton Paar vertailuopas, n.d., s. 44)

Process Value $P = 120$ (unit)

Laboratory Value $L = 123$ (unit)

$$Gain = \frac{L}{P} = \frac{123}{120} = 1,025$$

6.2 Toimintaperiaate

Anton Paarin L-Dens 7000 (Ex d) L-Com 5500 (Ex d) Inline Pump 300 (Ex d) vertailuoppaassa kerrottiin, että tiheyden ja äänennopeuden yhdistelmä mahdollistaa väkevyyden mittaamisen kolme komponenttia sisältävistä prosesseista yhdellä laitteella. Tässä työssä käyttöön otettavan laitteen toiminta perustuu tähän mittausmenetelmään. (Anton Paar vertailuopas, n.d., ss. 12–13)

Anton Paarin L-Dens 7000 (Ex d) L-Com 5500 (Ex d) Inline Pump 300 (Ex d) vertailuoppaassa kerrottiin, että tiheyden mittaaminen tapahtuu värähtelevällä u-putkella. Neste johdetaan putken läpi, joka värähtelee sen luonnollisella taajuudella. Tämä luonnollinen taajuus riippuu nesteen tiheydestä. Se mitataan ja sitä käytetään tiheyden mittaamiseen yhdessä lämpötilan kanssa. (Anton Paar vertailuopas, n.d., ss. 12–13)

Anton Paarin L-Dens 7000 (Ex d) L-Com 5500 (Ex d) Inline Pump 300 (Ex d) vertailuoppaassa johtumisajan ja äänennopeuden yhteydestä kerrottiin, että äänen nopeus mittaa äänen johtumista nestenäytteessä pietsosähköisen lähettimen ja vastaanottimen välissä. Kun lähettimen ja vastaanottimen etäisyys on vakio, johtumisaika on suoraan verrannollinen äänennopeuteen. Koska äänennopeus ja näytteen ominaisuudet muuttuvat lämpötilan mukaan, tulee myös näytteen lämpötila ottaa huomioon. (Anton Paar vertailuopas, n.d., ss. 12–13)

7 Työn suoritus

7.1 Reseptien laadinta

Laitteen käyttöönottoa varten kaikille tuotteille kirjattiin omat reseptit prosessinvalvontaohjelmaan. Tähän asti reseptit olivat olleet yhtenäisiä tuotteille, joilla oli samat sekoitussuhteet. Koska kaikille tuotteille täytyi laskea oma korjauskerroin, täytyi niille myös ohjelmoida omat reseptit. Reseptit on laadittu siiderin normaaliarvojen perusteella ja niitä voidaan muokata tarpeen mukaan.

Ohjelmaan luotiin oma reseptipaikka kaikille tuotteille, ja ohjelmaan syötettiin normaaliarvojen perusteella viinin, paksumehun ja veden sekoitussuhteet, sekä muut lopputuotteen laatuun ja arvoihin vaikuttavat parametrit. Reseptiin syötettiin myös hälytysrajat alkoholi-, CO₂ - ja brix-arvoille.

Reseptit päätettiin nimetä tuotteiden nimikenumerojen mukaan, koska reseptejä oli suuri määrä ja tuotenimet olivat usein hyvin samankaltaisia. Tällä pyrittiin välttämään henkilövirheitä ja yhtenäistämään reseptiikkaa. Aikaisemmin reseptien nimissä oli käytetty tuoteryhmien nimiä. Tämä nimeämistapa oli toimiva ennen Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturin käyttöönottoa, koska tuotereseptit olivat yhteisiä tietyille tuoteryhmille ja näiden lukumäärä oli paljon pienempi.

7.2 Mittarin käyttöönotto

Tuotteista otettiin tuoteajon aikana kemiallisia prosessinäytteitä niin että jokaisesta tuotteesta saatiin vähintään yksi vertailuarvo. Näytteistä analysoitiin brix- ja alkoholiarvot. Näytteenotto tapahtui kolmen kuukauden aikavälillä. Suhteellisen pitkä aika johtui tuotteiden suuresta määrästä ja niiden valmistusvälien isosta vaihtelusta.

Näytteenotto tapahtui siiderinvalmistuslaitteiston yhteydessä olevasta näytteenottohanasta siiderin valmistuksen aikana. Näytettä otettiin 200 ml pulloon, yksi tai kaksi näytettä ajon

aikana, riippuen tuoteajon kestosta ja tuotteen määrästä. Näyte vietiin laboratorioon analysoitavaksi.

Saatuja arvoja vertailtiin Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturin antamiin tuloksiin. Vertailunäytteen alkoholi- ja brix-arvot syötettiin Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturille, joka laskee tuotteelle korjauskertoimen. Jokaisesta tuoteajosta otettiin prosessinäytteitä ja kaikki reseptit testattiin ainakin kerran.

Näytteenottoa varten laadittiin panimon suodatusosastolle näytteenottolomake, johon jokaisesta tuoteajosta merkittiin Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturin mittaamat alkoholi- ja brix-arvot, sekä nimikenumero, näytteenottoaika ja päivämäärä. Lomake on esitetty liitteessä 1.

Työn suorituksen aikana huomattiin, että Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturin mittaamissa arvoissa oli tuoteajon aikana jonkin verran vaihtelua. Ongelman ratkaisemiseksi mittaustuloksista päätettiin laskea keskiarvo, jotta saataisiin todenmukainen arvio koko tuoteajon brix- ja alkoholiarvoista. Tätä varten ohjelmoitiin hetkellinen keskiarvomittaus ja koko tuoteajon keskiarvomittaus.

7.3 Työohjeiden päivitys

Työssä päivitettiin siiderinvalmistuslaitteiston työohjeet ajan tasalle ja samalla ne muutettiin digitaaliseen muotoon. Tarkoituksena oli ohjeistaa siiderin valmistus kuvankaappausten, valokuvien ja sanallisten ohjeiden avulla. Kaikki prosessikaaviot ja muut prosessiin oleellisesti liittyvät tiedostot kerättiin yhteen työohjeeseen, joka oli helppolukuinen ja helposti saatavilla. Työn tavoitteena oli helpottaa uusien työntekijöiden perehdytystä ja yhtenäistää työtapoja ja menetelmiä.

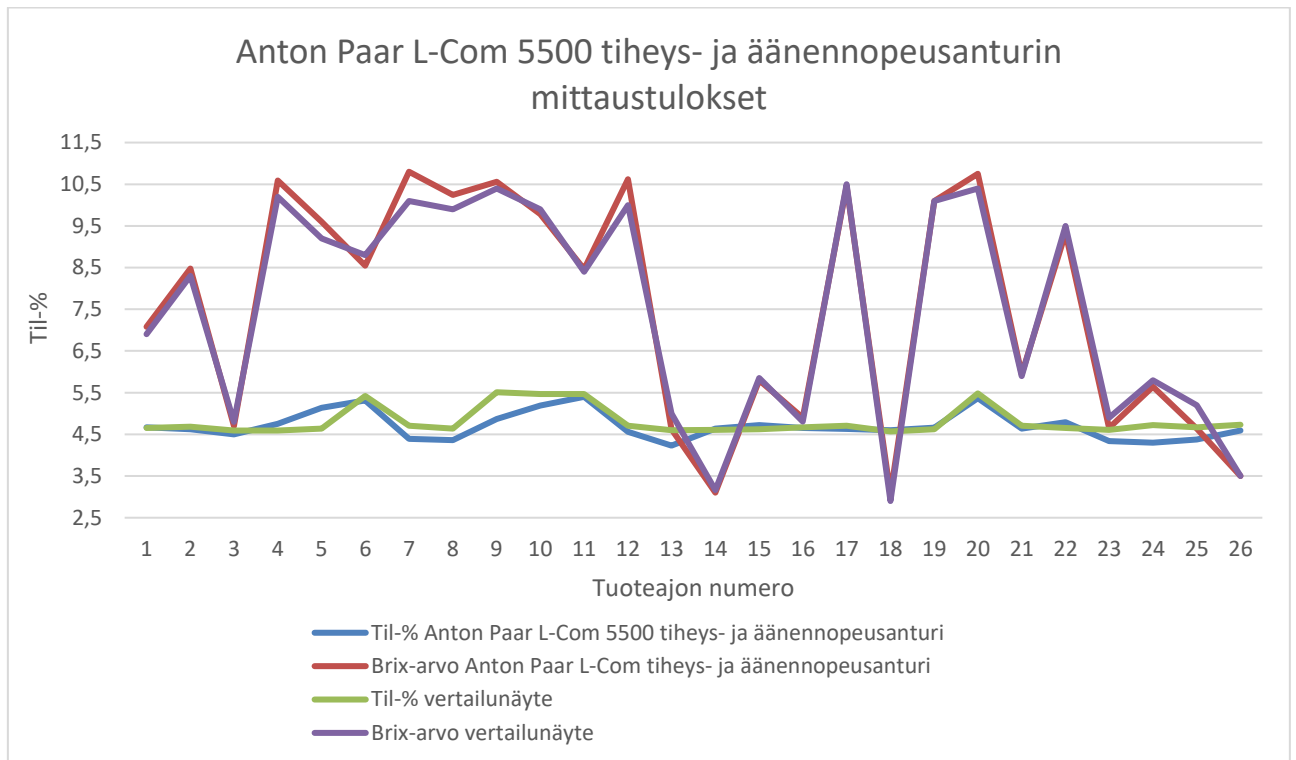
Työohjeiden päivitys aloitettiin käymällä läpi jo olemassa olevat ohjeet ja tarkistamalla niiden paikkansapitävyys. Ajantasaiset ohjeet ja prosessikaaviot kopioitiin sellaisenaan ja niihin lisättiin tarvittaessa tietoja. Kaikki ohjeet ja tiedostot kerättiin yhteen ja ohjeiden

selkeyden ja helppokäyttöisyyden vuoksi niihin lisättiin kuvia ja kuvankaappauksia. Puuttuvat työohjeet laadittiin työntekijöiden haastattelujen ja prosessin seuraamisen avulla.

8 Tulokset ja tulosten analysointi

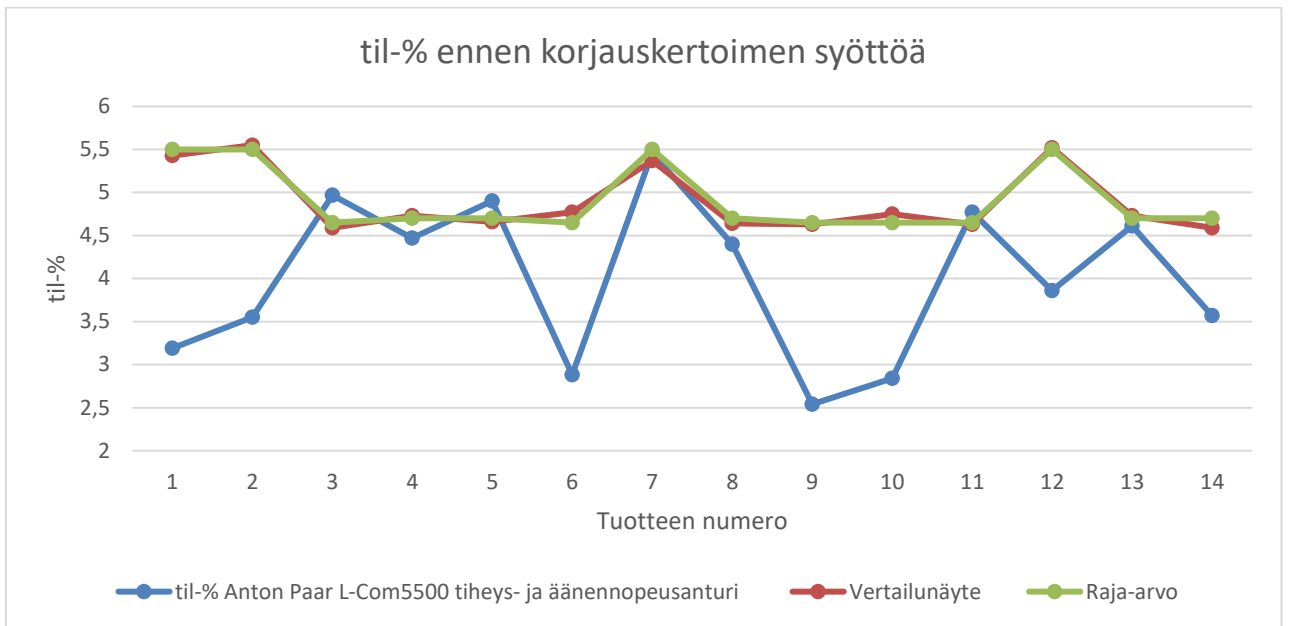
Mittauksia suoritettaessa huomattiin, että ennen korjauskertoimien laskemista alkoholi- ja brix-arvoissa oli hyvin paljon vaihtelua. Liitteessä 2 on esitetty työssä saatuja mittaustuloksia Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturilta tuotekohtaisesti, vertailutulokset laboratoriosta ja kyseisen tuotteen brix- ja alkoholiarvotavoitteet. Arvot ennen korjauskertoimen syöttöä ovat hetkellisiä arvoja, koska keskiarvon mittaus ei vielä tässä vaiheessa työtä ollut käytössä. Taulukossa vihreällä merkityt arvot ovat raja-arvojen sisällä, keltaiset arvot niiden ulkopuolella, mutta poikkeama on vielä sallittu ja punaiset arvot toimenpidekieltorajojen ulkopuolella. Tulosten perusteella nähdään, että korjauskertoimien syötön jälkeen tulokset eroavat yhä toisistaan. Vaikka tulokset ovat suurimassa osassa tuotteista raja-arvojen sisällä on niissä kuitenkin liikaa vaihtelua, jotta mittaustulokseen voitaisiin täysin luottaa. Liitteessä 3 on esitetty kaikki tulokset viiden viikon ajanjaksolta. Kuvassa 5 sinisellä on esitetty Anton Paar tiheys- ja äänennopeusanturin mittaama til-%, vihreällä vertailunäytteen til-%, punaisella Anton Paar tiheys- ja äänennopeusanturin mittaama brix-arvo ja violetilla vertailunäytteen brix-arvo. Tässä taulukossa ja kuvassa arvojen epäsäännöllisyys ja vaihtelut tulevat selkeämmin esille erityisesti alkoholiarvojen kohdalla.

Kuva 5 Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturin mittaustulokset

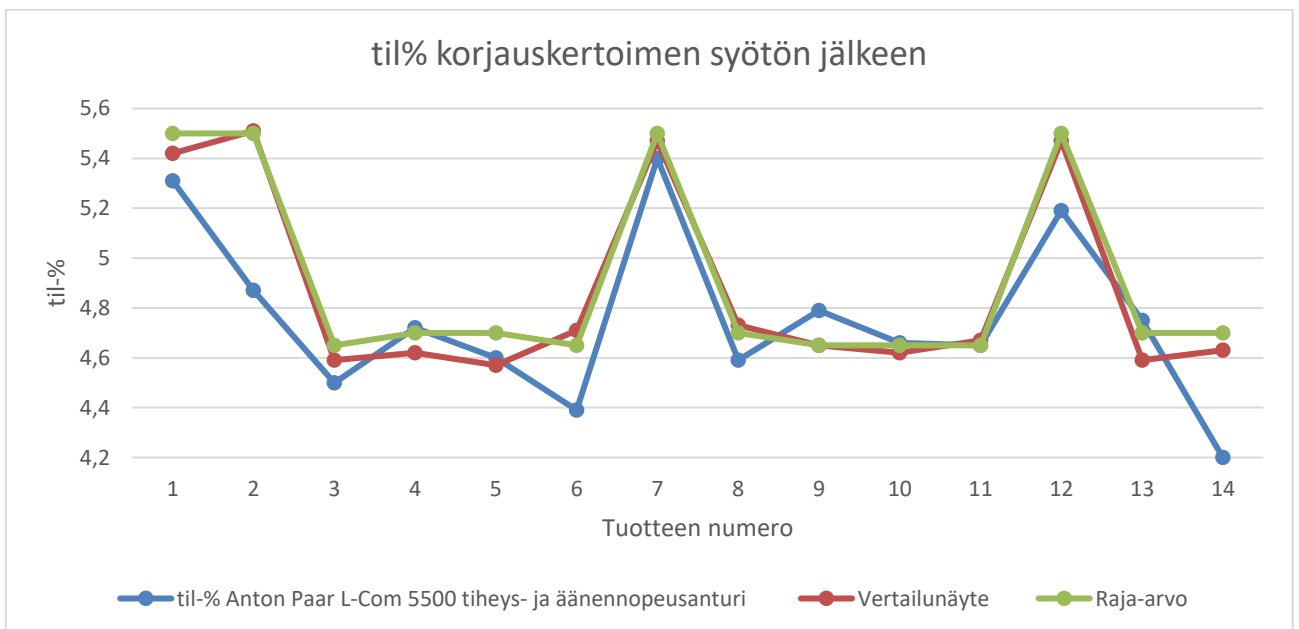


Kuvissa 6 ja 7 on kuvattu 14 tuotteen alkoholiarvoja ennen korjauskertoimen syöttöä Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturille ja korjauskertoimen syötön jälkeen. Kuvissa on merkitty sinisellä viivalla Anton Paar L-Com 5500 tiheys ja äänennopeus anturin antamat tulokset, oranssilla vertailunäytteen tulokset ja vihreällä tuotteen raja-arvot. Kuvien perusteella voidaan sanoa, että korjauskertoimen syötöllä tuloksia on saatu lähemmäs toisiaan, mutta niissä on edelleen vaihtelua.

Kuva 6 Alkoholiarvot ennen korjauskertoimen syöttöä



Kuva 7 Alkoholiarvot korjauskertoimen syötön jälkeen

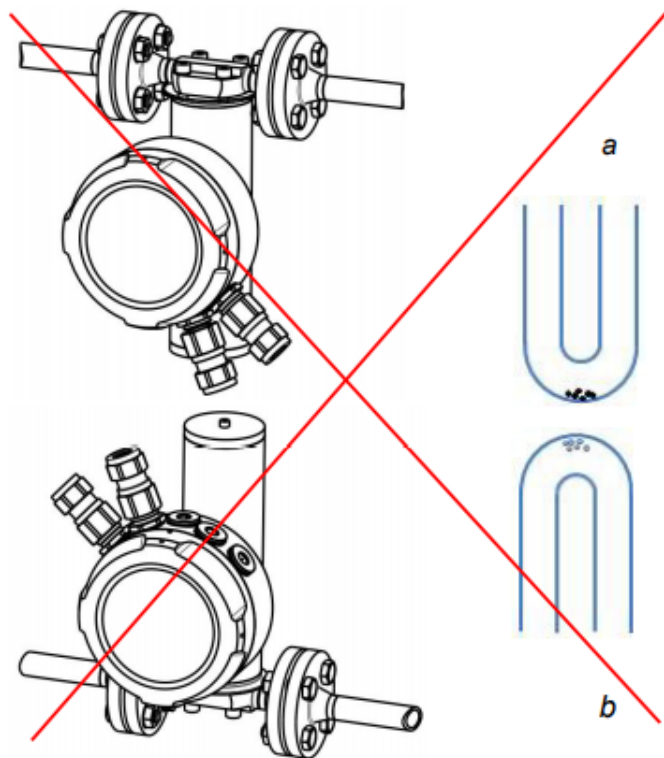


9 Johtopäätökset ja pohdinta

Siiderin lopullisiin alkoholi- ja brix-pitoisuuksiin vaikuttavat niin käytetyt raaka-aineet kuin käytössä olevat prosessiratkaisut. Alkoholipitoisuuteen vaikuttaa eniten käytetty hiivakanta ja käymisen onnistuminen. Tilaajayrityksen käyttämässä valmistustavassa suurin vaikutus on viinipohjan alkoholipitoisuudella sekä veden, viinipohjan ja paksumehun sekoitussuhteilla. Brix-pitoisuuteen puolestaan vaikuttavat eniten paksumehun ja viinin sokeripitoisuudet ja edellä mainitut sekoitussuhteet. Alkoholi- ja brix-arvojen mittaamiseen on useita eri tapoja ja niiden toimivuus riippuu pitkälti käytössä olevasta valmistustavasta ja tuotteesta. Työn perusteella haluttiin selvittää Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturin toimivuutta tilaajayrityksen siiderinvalmistuslaitteistolla.

Työstä saatujen tulosten perusteella voidaan sanoa, että Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturia ei voida tilaajayrityksessä ottaa osaksi siiderin valmistusprosessia vielä tämän opinnäytetyön tekohetkellä, koska sen antamissa tuloksissa oli liikaa vaihtelua, eikä tuloksiin näin ollen voitu täysin luottaa. Tuloksia analysoitaessa tehtiin huomio, että Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturi oli asennettu eri asentoon kuin mitä valmistaja suosittelee laitteen käyttöoppaassa. Laitetta ei suositella asennettavaksi pystyasentoon, kuten kuvassa 8 on esitetty, koska tämä voi aiheuttaa kuplia nesteeseen, jotka saattavat vaikuttaa mittaustulokseen. Toinen mahdollinen ongelma voi olla kiintoaineen kerrostumat laitteen u-putken pohjalla. (Anton Paar vertailuopas, n.d., s. 28) Näitä epäiltiin mahdollisiksi syiksi tulosten epäsäännöllisyyteen.

Kuva 8 Anton Paar L-Com 5500 tiheys ja äänennopeus anturi asennus (Anton Paar vertailuopas, n.d., s. 28)



Muita mahdollisia syitä ovat se, että mitattava tuote sisältää hiilidioksidia ja kiintoainesta, jotka voivat aiheuttaa mittausvirhettä. Hiilidioksidin aiheuttamat kaasukuplat nesteessä voivat aiheuttaa ongelmia. Kiintoaines häiritsee erityisesti brix-arvon mittausta. Tuloksia analysoitaessa epäsäännöllisyyksissä ei todettu yhteyttä samankaltaisten tuotteiden osalta. Mittausvirhettä esiintyi hyvin epäsäännöllisesti.

Ennen laitteen käyttöönottoa tilaajayrityksessä nämä seikat tulisi ottaa huomioon ja niiden vaikutusta mittaus tulokseen tutkia lisää. Myös muita mahdollisia syitä tulosten epäsäännöllisyyteen tulisi arvioida ja niiden vaikutusta tuloksiin mahdollisesti testata. Tätä voitaisiin tutkia jatkotutkimusaiheena tälle opinnäytetyölle.

Tämän opinnäytetyön perusteella voidaan suositella, että Anton Paar L-Com 5500 tiheys- ja äänennopeusanturi käännettäisiin valmistajan suositusten mukaiseen asentoon tuotelinjassa ja mittauksessa otettaisiin käyttöön hiilidioksidin kompensointi korjauskertoimen avulla.

Lähteet

Anton Paar GmbH (n.d.) Anton Paar L-Dens 7000 (Ex d) L-Com 5500 (Ex d) Inline Pump 300 (Ex d) vertailuopas

Bamforth, C. W. (2019). *Food, Fermentation, and Micro-organisms*. John Wiley & Sons, Inc. Haettu 10.1.2021 osoitteesta <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk-ebooks/detail.action?docID=5683101>

Bamforth, C. W. (2016) *Brewing Materials and Processes: A Practical Approach to Beer Excellence*. Elsevier Science & Technology, 2016. ProQuest Ebook Central, Haettu 12.2.2021 osoitteesta <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk-ebooks/detail.action?docID=4538185>.

Ehder, T. (Ed.) (2005). *Kemian metrologian opas*. Centre of Metrology and Accreditation. MIKES Julkaisu Vol. J6. Haettu 9.11.2020 osoitteesta <http://www.vtt.fi/inf/pdf/MIKES/2005-J6.pdf>

Enari, T.M. & Mäkinen, V. (2014). *Panimotekniikka*. Grano oy.

Enari, T.M. & Mäkinen, V. (2014). *Panimotekniikka*. Grano oy. [kuva]

ETS laboratories. (2015). Predicting potential alcohol. Haettu 20.2.2021 osoitteesta <https://www.etslabs.com/library/8>

Hiltunen, E., Linko, L., Hemminki, S., Hägg, M., Järvenpää, E., Saarinen, P., Simonen, S., & Kärhä, P. (Eds.) (2011). *Laadukkaan mittaamisen perusteet*. Centre of Metrology and Accreditation. MIKES Julkaisu No. J4/2011. Haettu 9.11.2020 osoitteesta <http://www.vtt.fi/inf/pdf/MIKES/2011-J4.pdf>

Kempainen, J. (1999). *Puolikuiva siiderikirja*. Kustannusosakeyhtiö Nemo.

Laitinen, M. (n.d.). Siiderin viimeistely ja pullotus. Haettu 3.11.2020 osoitteesta <https://maltainen.fi/juomien-valmistus/siiderin-valmistus/siiderin-viimeistely-ja-pullotus/>

Lappo (n.d.). Ominaispainon mittaus. Haettu 10.12.2020 osoitteesta <https://www.lappo.fi/category/96/ominaispainon-mittaus>

McKirdy, T. (2018). What Is Brix in Wine (And Beer)? Haettu 9.11.2020 osoitteesta <https://vinepair.com/articles/what-brix-wine-beer-sugar/>

Panimo ja virvoitusjuomaliitto. (n.d.-b). Keveyttä ja raikkautta siidereistä. Haettu 3.11.2020 osoitteesta <https://panimoliitto.fi/juomat/siiderit/>

Panimo ja virvoitusjuomaliitto. (n.d.-a). Virvoitusjuomat piristävät ja virkistävät. Haettu 3.11.2020 osoitteesta <https://panimoliitto.fi/juomat/virvoitusjuomat/>

Pulli, A. (2013). *Tuotantokustannusten määrittely ja kohdistaminen tuotteille*. [Diplomityö, Lappeenrannan teknillinen yliopisto]. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201305143491>

Ruokavirasto. (2019). Elintarviketieto-opas. Elintarvikevalvojille ja elintarvikealan toimijoille. Haettu 3.11.2020 osoitteesta https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/opaat-ja-lomakkeet/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-opaat/elintarviketieto_opas_fi.pdf

Ruokavirasto. (2018). Veden ja jään valvonta elintarvikehuoneistoissa. Haettu 2.11.2020 osoitteesta https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yritykset/elintarvikeala/valmistus/elintarvikeryhmat/vesi/eviran_ohje_10591_1.pdf

Todaro, C. M., & Vogel, H. C. (Eds.). (2014). Fermentation and biochemical engineering handbook. [kuva] ProQuest Ebook Central <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.hamk.fi>

Valles, B. S., Bedriñana, R. P., Tascón, N. F., Simón, A. Q., & Madrera, R. R. (2007). Yeast species associated with the spontaneous fermentation of cider. *Food microbiology*, 24(1), 25–31. Haettu 20.11.2020 osoitteesta

<https://ria.asturias.es/RIA/bitstream/123456789/925/1/Archivo.pdf>

Valvira (2020) Alkoholijuomien pakkausmerkinnät. Haettu 12.2.2021 osoitteesta

<https://www.valvira.fi/documents/14444/189208/pakkausmerkintaohje.pdf/970a66c8-9afc-41db-b48b-5c8779302c48>

Liite 1: Näytteenottolomake siiderinvalmistuslaitteistolle

Liite 2: Anton Paar L-Com 5500 mittalaitteen tulokset tuotekohtaisesti

Näyte	Tulokset ennen korjauskertoimen				Tulokset korjauskertoimen syötön jälkeen				Tavoite	
	Anton Paar L-Com 5500		Laboratorio		Anton Paar L-Com 5500		Laboratorio		til-%	Brix
	til-%	Brix	til-%	Brix	til-%	Brix	til-%	Brix	til-%	Brix
Tuote 1	3,19	13,77	5,43	9	5,31	8,55	5,42	8,8	5,5	9,2
Tuote 2	3,55	17,55	5,55	10,5	4,87	10,56	5,51	10,4	5,5	11
Tuote 3	4,97	7,71	4,59	4,8	4,5	4,7	4,59	4,8	4,65	4,9
Tuote 4	4,47	9,2	4,73	6	4,72	5,8	4,62	5,85	4,7	6
Tuote 5	4,9	4,01	4,66	2,8	4,6	3,06	4,57	2,9	4,7	2,7
Tuote 6	2,88	16,9	4,77	10,5	4,39	10,8	4,71	10,1	4,65	10,3
Tuote 7	5,46	10	5,37	8,5	5,4	8,46	5,47	8,4	5,5	8,8
Tuote 8	4,4	4,76	4,64	3,4	4,59	3,5	4,73	3,5	4,7	3,3
Tuote 9	2,54	15,49	4,63	9,5	4,79	9,33	4,65	9,5	4,65	9,5
Tuote 10	2,84	17,13	4,75	10,5	4,66	10,1	4,62	10,1	4,65	10
Tuote 11	4,77	4,02	4,63	5,4	4,65	4,9	4,67	4,81	4,65	5
Tuote 12	3,86	15,4	5,52	9,9	5,19	9,78	5,47	9,9	5,5	10,1
Tuote 13	4,61	17,37	4,73	10,7	4,75	10,59	4,59	10,2	4,65	10,9
Tuote 14	3,57	13,3	4,59	8	4,2	8,16	4,63	8,2	4,7	8,2

Liite 3: Anton Paar L-Com 5500 mittalaitteen tulokset

Anton Paar mPDS 5 tulokset		Laboratorion mittaamat	
Alk. %	Brix	Alk. %	Brix
4,67	7,08	4,65	6,9
4,62	8,48	4,68	8,3
4,5	4,7	4,59	4,8
4,75	10,59	4,59	10,2
5,14	9,6	4,64	9,2
5,31	8,55	5,42	8,8
4,39	10,8	4,71	10,1
4,36	10,24	4,64	9,9
4,87	10,56	5,51	10,4
5,19	9,78	5,47	9,9
5,4	8,46	5,47	8,4
4,56	10,62	4,71	10
4,23	4,62	4,6	5
4,64	3,1	4,61	3,16
4,72	5,8	4,62	5,85
4,65	4,9	4,67	4,81
4,63	10,45	4,71	10,5
4,6	3,06	4,57	2,9
4,66	10,1	4,62	10,1
5,37	10,75	5,48	10,4
4,64	5,94	4,71	5,9
4,79	9,33	4,65	9,5
4,34	4,65	4,61	4,9
4,3	5,64	4,72	5,8
4,38	4,64	4,67	5,2
4,59	3,5	4,73	3,5
4,67	9,57	4,68	9,6
4,64	8,31	5,41	8,8
4,57	10,03	4,62	9,9
4,4	4,74	4,55	4,9
4,59	6,23	4,7	6,6
4,56	10,54	4,68	10,6
4,41	2,95	4,6	3,1
4,2	8,16	4,63	8,2
5,42	10,4	5,41	10,46
5,14	9,74	5,48	9,7
4,97	9,73	5,45	9,5
4,56	3,58	4,68	2,9
4,63	4,79	4,55	4,8
4,67	10,7	5,43	6,8