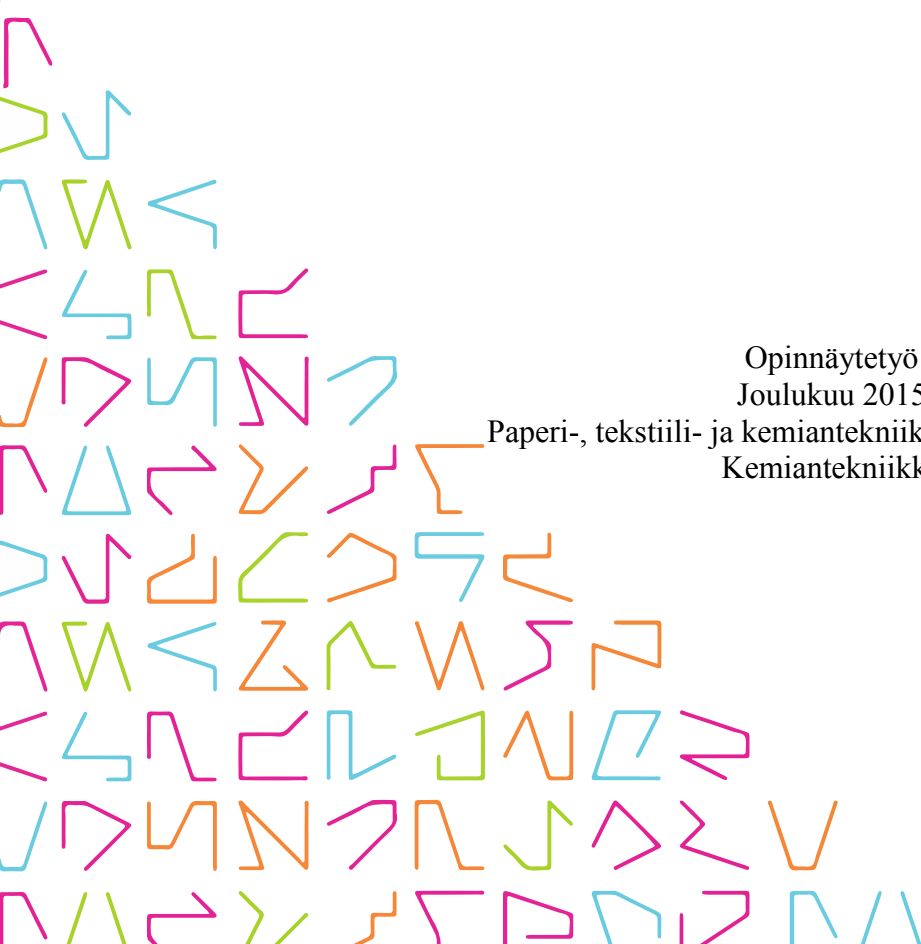




TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

PIENPANIMON KÄYTTÖNOTTO

Juha Puukka



Opinnäytetyö
Joulukuu 2015
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan koulutusohjelma
Kemiantekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan koulutusohjelma
Kemiantekniikka

PUUKKA, JUHA:
Pienpanimon käyttöönotto

Opinnäytetyö 133 sivua, joista liitteitä 69 sivua
Joulukuu 2015

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa ja koota tietoa Tampereen seudun ammattiopisto Tredulle koulutustarkoitukseen hankitusta pienpanimosta. Tietoa tarvittiin oluen valmistuksesta, panimon käytänteistä sekä kehitysmahdollisuuksista. Koska Sybimar Oy:n valmistama panimolaitteisto on prototyyppi, sen käyttöönotto edellytti paljon kokeellista tutkimusta perustuen alan kirjallisuuteen ja ammattilaisten neuvoihin. Tavoitteena oli saada koottua mahdollisimman paljon ideoita tuotekehitykseen ja toimivia käytäntöjä käyttöohjeisiin.

Työssä testattiin koko oluenvalmistusprosessi käytännössä. Kaikki yksikköprosessit eivät toimineet tavalla, jolla niiden oli tarkoitus toimia. Mäskäys- ja keittoprosesseissa todellinen lämpötila on mittausten mukaan alhaisempi kuin panimossa olevan lämpömittarin lukema. Kokeissa selvisi myös lämmityksissä ilmenevä lämpötilan heilahtelu ja lämmitysohjelman tarpeettomat rajoitukset. Maltaiden erottamiseksi suoritettava siivilöinti ei toiminut siiviläastiassa. Pohjahiivavierteen jäädytystä kokeiltiin kierrättämällä sitä jäädyttimen läpi käymisen aikana, koska käymisastioissa ei ole jäädyttimiä. Jäädyttimellä testattiin myös kirkastamisessa tapahtuvaa oluen kylmentämistä.

Kokonaisprosessi saatiin toimimaan panimolla, ja opetuksen sekä jatkossa tapahtuvan kehitystyön mahdollistavat käytänteet ja tiedot saatiin koottua. Tarvetta kehittämislle ja lisätutkimukselle on monessa asiassa. Mäskäyksen ja keiton lämpötilamittauksissa ilmennyt panimon mittarin poikkeama todellisesta lämpötilasta otetaan jatkossa huomioon asettaessa lämpötilaa. Lämpötilan heilahtelu ja lämmitysohjelman rajoitukset tulee korjata logiikassa. Kokeissa testattu vaihtoehtoinen menetelmä erottaa maltaat on osoittautunut toimivaksi. Maltaiden erotuksessa samean vierteen hellävaraista siirtämistä kattilaan tulisi myös tutkia, jotta vierteestä tulisi laadukkaampaa. Koska panimosta puuttuu keino erottaa keitossa muodostuvaa haitallista sakkaa eli rupaa, jatkossa tulee kehittää erotusprosessi. Käymisastiasta erillisellä jäädyttimellä kokeiltu pohjahiivaoluen jäädytys ja jäädytys oluen kirkastamiseksi todettiin toimiviksi.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Paper Textile and Chemical Engineering
Chemical Engineering

PUUKKA, JUHA
Commissioning of a Microbrewery

Bachelor's thesis 133 pages, appendices 69 pages
December 2015

The purpose of this thesis was to produce and compile information for Tampere Vocational College Tredu's microbrewery. The brewery needed information of conventions, possibilities of development and producing beer. Since the brewery is a prototype, its implementation required considerable experimental research based on literature and professional advice. The objective was to put together as many ideas for product development and functional practices for the manual as possible.

The whole process of beer production was tested. All devices did not work in the way they were intended to function. In mashing and boiling the true temperature is lower than the measurement result given by the boiler sensor. Tests also demonstrated temperature fluctuation and unnecessary limitations of the heating programme. Lautering malt does not work in lauter tun. Cooling fermenting lager wort and beer was tested by pumping them through the refrigerator.

The beer production process proved to be functional. Practices and information that enable teaching and additional research are compiled. Additional research and development are necessary. The difference between the real temperature and the measurement results is taken into account in set values. Correcting the temperature fluctuation and the limitations of the heating programme would be beneficial. An alternative technique for separating malt proved to be operational. The brewery is missing the process of separating wort from harmful trub, thus putting the process in practice should be studied. Cooling lager wort by pumping it through the refrigerator proved to be working as well as cooling beer for clarification.

Key words: beer, brewery, commissioning

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	OLUEN VALMISTAMINEN.....	8
2.1	Olut tuotteena.....	8
2.1.1	Oluen ominaisuudet ja oluttyypit.....	8
2.1.2	Analyysit.....	9
2.2	Oluen valmistus vaiheittain.....	10
2.2.1	Mallastus.....	11
2.2.2	Mäskäys.....	12
2.2.3	Vierteen erotus.....	13
2.2.4	Keitto.....	13
2.2.5	Ruvanpoisto.....	14
2.2.6	Jäähdyttäminen.....	14
2.2.7	Pääkäyminen.....	14
2.2.8	Pääkäymisen jälkeiset yksikköprosessit.....	15
3	TREDUN PIENPANIMO.....	17
4	KOEAJOT JA PROSESSI.....	19
4.1	Yleistä.....	19
4.2	Mäskäys.....	19
4.2.1	Mäskäyslämpötila.....	19
4.2.2	Vaiheinfuusiomäskäyksen lämpötila.....	21
4.2.3	Mäskin happamuus.....	23
4.3	Vierteen erotus.....	24
4.4	Keitto.....	25
4.4.1	Keiton lämpötila.....	25
4.4.2	Haihtuma.....	27
4.5	Jäähdytys vesijohtovedellä.....	29
4.6	Vierteen hapettaminen ja hiivaus.....	31
4.7	Jäähdytys kylmäaineella.....	31
4.7.1	Lager-vierteen jäähdytys käymisen aikana.....	32
4.7.2	Jäähdytys oluen kirkastamiseksi pääkäymisen jälkeen.....	35
4.8	Pääkäyminen.....	37
4.9	Suodatus.....	38
4.10	Jälki- ja pullokäyminen.....	38
4.11	Pesu ja desinfiointi.....	39
5	TULOKSET.....	41
5.1	Mäskäys.....	41

5.1.1	Mäskäyslämpötila	41
5.1.2	Vaiheinfuusiomäskäys	42
5.1.3	Mäskin happamuus	44
5.2	Vierteen erotus	44
5.3	Keitto	44
5.3.1	Keittolämpötila.....	44
5.3.2	Haihtuma	46
5.4	Pohjahiivaoluen pääkäyminen	47
5.5	Jäähdytys kylmäaineella	47
5.5.1	Pohjahiivaoluen vierteen jäähdytys käymisen aikana.....	47
5.5.2	Jäähdytys oluen kirkastamiseksi pääkäymisen jälkeen.....	49
5.6	Suodatus.....	51
6	POHDINTA.....	52
6.1	Tulokset ja käyttöohjeet.....	52
6.1.1	Mäskäys	52
6.1.2	Vierteen erotus	53
6.1.3	Keitto.....	54
6.1.4	Pohjahiivaoluen pääkäyminen	54
6.1.5	Jäähdytys kylmäaineella.....	54
6.1.6	Suodatus	56
6.1.7	Käyttöohjeet	56
6.2	Muut kehitysideat	57
6.2.1	Maltaiden rouhiminen	57
6.2.2	Ulosmäskäys	58
6.2.3	Eristykset.....	58
6.2.4	Ruvan erotus	58
6.2.5	Vierteen hapettaminen	59
6.2.6	Pullotus.....	60
6.2.7	Vierteen ja oluen pumppaaminen.....	60
6.2.8	Pesu	61
6.3	Yhteenvedo	61
	LÄHTEET.....	63
	LIITTEET	65
	Liite 1. Tekniset tiedot.....	65
	Liite 2. Ajo-ohje	74
	Liite 3. Pesuohje	105

ERITYISSANASTO

ale	oluttyyppi, jossa käytetään pinta- eli ale-hiivaa
ale- eli pintahiiva	oluthiiva, joka käy suunnilleen huoneenlämpötilassa
EBC-asteikko	oluen väriä kuvaava asteikko (European Brewery Convention)
EBU-asteikko	oluen katkeroainepitoisuutta kuvaava asteikko (European Bitterness Unit)
infuusiomäskäys	mäskäys, jossa maltaat ovat samassa lämpötilassa
jälkikäyminen	varsinaisen käymisen jälkeinen prosessi, jossa olut kypsyy, kirkastuu ja muodostaa hiilihappoja
keg	oluttynnyri
keittomäskäys	mäskäys, jossa osaa maltaista keitetään
kostutusmylly	mylly, jossa maltaita kostutetaan ennen rouhimista
lager	oluttyyppi, jossa käytetään pohja- eli lager-hiivaa
lager- eli pohjahiiva	oluthiiva, joka käy noin 10 – 15 °C lämpötilassa
märkärouhemylly	mylly, jossa maltaita liotetaan ennen rouhimista
mäski	maltaiden ja veden sekoitus
mäskäys	maltaiden uuttoprosessi
ominaispaino	yksiköttömänä merkitty tiheys
proteolyysitauko	vaiheinfuusiomäskäyksen vaihe, jossa proteiinit pilkkoutuvat tehokkaimmin
rupa	Keitossa muodostuvaa sakkaa
sokeroitumistauko	vaiheinfuusiomäskäyksen vaihe, jossa sokerit pilkkoutuvat tehokkaimmin
vaiheinfuusiomäskäys	infuusiomäskäys, jossa on useita lämmitysvaiheita
vierre	siivilöinnissä erottuvaa maltaista uutettua nestettä, joka muuttuu olueksi käymisprosessissa

1 JOHDANTO

Tampereen seudun ammattiopisto Tredulle tuotiin Sybimar Oy:n valmistama pienpanimo joulukuussa 2014. Hankintaa suunniteltiin monta vuotta. Laitteisto suunniteltiin yhteistyössä Sybimarin, Tredun, Lounais-Suomen ammattiopisto Novidan ja lähialueiden pienpanimoiden kanssa. Panimoa alettiin koeajaa helmikuussa 2015, ja opetusajot aloitettiin huhtikuussa. Syksyllä opetus ja koeajot jatkuivat, kun opinnäytetyö aloitettiin.

Opinnäytetyön tarkoitus oli koota ja tuottaa tietoa ammattiopisto Tredun koulutustarkoitukseen hankkimasta pienpanimosta ja sen käyttöönotosta. Pienpanimo on prototyyppi, ja siksi sen käyttöönotto vaati paljon tutkimusta. Tavoitteena oli luoda ja koota kokeellisiin laiteajoihin, kirjallisuuteen ja alan ammattilaisten neuvoihin perustuen toimivia käytäntöjä käyttöohjeiksi panimolaitteistolle. Tavoitteena oli myös selvittää laitteiston kehittämiskohtia ja lisätutkimusta vaativia asioita. Joidenkin prosessien soveltaminen käytäntöön oli haastavaa, sillä ne eivät toimineet oletetulla tavalla.

2 OLUEN VALMISTAMINEN

2.1 Olut tuotteena

Olut on yksi maailman vanhimmista bioteknisistä tuotteista. Nykyisen Irakin alueelta on löydetty 6300 vuotta vanhoja savisia tauluja, joihin on merkitty olutreseptejä (Raley 1998). Olutta on valmistettu usein maanviljelyn yhteydessä. Olut voidaan määrittellä alkoholijuomaksi, jossa on hydrolysoitua tärkkelystä ja joka valmistetaan käymisteitse (The Institute of Brewing & Distilling). Laissa alkoholi- ja alkoholijuomaverosta (1471/1994) ja laissa eräiden juomapakkausten valmisteverosta (1037/2004) oluen määritellään olevan mallasjuoma tai oluen ja jonkin muun kokonaan tai osittain käymällä valmistetun juoman sekoitus. Alkoholijuomaksi kyseisessä laissa olut katsotaan, kun sen alkoholipitoisuus ylittää 0,5 tilavuusprosenttia. Nykyisin olut koostuu useimmiten veden lisäksi ohramaltaista, humalasta ja hiivasta. Ohran lisäksi hiilihydraatinlähteenä käytetään muiden viljojen maltaita, mallastamatonta raakaviljaa, sokeria ja tärkkelystä. Enarin ja Mäkisen mukaan (2014, 13) oluen valmistaminen ja olut ovat kehittyneet paljon valmistuksen teollistumisen myötä 1800-luvun lopulta lähtien. Kun ymmärrys prosessista on lisääntynyt, oluesta on saatu tasalaatuisempaa ja laadukkaampaa. Uusia oluttyyppejä on syntynyt muun muassa pohjahiivaoluiden yleistymisen myötä. Olutta kulutetaan maailmanlaajuisesti noin 30 litraa vuodessa henkilöä kohti, ja se on maailman laajimmalle levinnyt käymällä valmistettu juoma (Enari & Mäkinen 2014, 13). Juhlajuoman lisäksi olut on monipuolinen ruokajuoma, jota voidaan käyttää myös ruuanvalmistuksessa.

2.1.1 Oluen ominaisuudet ja oluttyypit

Oluen ominaisuudet riippuvat paitsi raaka-aineiden määrästä ja laadusta että niihin vaikuttavista yksikköprosesseista. Esimerkiksi veden kovuus, maltaiden väri, humalalajikkeet ja hiivan laatu vaikuttavat raaka-aineiden osalta, ja mäsäysprosessissa lämpötilalla, happamuudella ja ajalla voi vaikuttaa liuenneiden sokereiden ja proteiinien määrään. Maut ja flavorit kokonaisuutena ovat monimutkainen yhdistelmä erilaisia yhdisteitä. Eri-laiset maut ovat eri oluttyypeille ominaisia ja ne vaikuttavat siihen, minkälaisen ruokien

kanssa juoma katsotaan sopivan yhteen. Esimerkiksi portterin maut sopivat yhteen voimakkaalta maistuvien juustojen ja riistan kanssa (A-lehdet Oy 2014). Portteri on tummaa ja voimakkaan makuista pitkään paahdettujen tummien maltaiden vuoksi.

Makuvirheitä syntyy yleensä prosessihäiriöissä, kuten käymishäiriöissä ja hapettumisessa (Pihkala 1998, 45). Joskus oluen väärä säilytystapa on syynä makupoikkeamiin. Erityisesti hanaoluen oikeanlainen säilyttäminen ja käsittely ovat tärkeitä (Vallo 2014, 11). Villihiiva- ja bakteerikontaminaatiot eivät ole yleensä syynä makuvirheisiin (Pihkala 1998, 45). Oluessa kykenee elämään harvat mikrobit, ja suurin osa niistä ei aiheuta ruokamyrkytystä. Olutta suojelee mikrobeilta antibakteerinen humala, vähäinen happipitoisuus, alhainen pH, alkoholi ja hiilidioksidi (Sakamoto & Konings 2003, 106). Vaikka olut ei mene mikrobien vuoksi helposti pilalle verrattuna moniin elintarvikkeisiin, valmistaminen tulee tapahtua hygieenisesti.

Oluita on esimerkiksi tummia ja vaaleita, eri tavoin maustettuja, käytettyjä ja humaloituja sekä alkoholipitoisuudeltaan eri vahvuisia. Oluet voidaan luokitella monella tavalla, mutta prosessin kannalta on olennaista jakaa olut pohjahiiva- eli lager-oluisiin ja pinta- hiiva eli ale-oluisiin. Lager on matalassa, noin 10 – 15 °C lämpötilassa pohjahiivalla käytettyä olutta, ja ale on yli 15 °C lämpötilassa pintahiivalla käytettyä olutta (Enari & Mäkinen 2014, 117). Lageria tuotetaan maailmanlaajuisesti enemmän kuin alea. Lageria tuotetaan eniten suurissa panimoissa kun taas pienpanimot ovat yleensä erikoistuneempia erilaisiin aleihin. Pohjahiivalla käytetyn oluen valmistaminen vaatii usein enemmän laitteistoa kuin alen valmistaminen (Wyeast Laboratories 2015). Matalamman käymislämpötilan vuoksi käymistankissa on säädettävä jäähditys. Koska lager on usein maultaan ”puhtaampaa” tai yksinkertaisempaa, se on erityisen herkkä makuvirheille (Palmer 2006, 100). Tästä syystä myös hapettumista on varottava erityisen tarkkaan käymisen jälkeen. Lagerista ei yleensä haluta sameaa, joten se suodatetaan jälkikäymisen jälkeen ennen pakkaamista.

2.1.2 Analyysit

Valmiista oluesta analysoidaan usein alkoholipitoisuus, väri, katkeroainepitoisuus ja mikrobit. Valmistuksen aikana mitataan pH:ta ja ominaispainoa, jonka arvo kertoo oluen tiheyden suhteessa 20 °C lämpötilassa olevan veden tiheyteen. Oluen puhtaus mikrobeista

voidaan todeta erityisillä viljelymaljoilla. Alkoholipitoisuutta voidaan mitata esimerkiksi kaasukromatografilla, ja väri sekä katkeroainepitoisuus analysoidaan spektrofotometrillä (Holm 2015, 24–25, 29). Väriä kuvataan EBC-asteikolla (European Brewery Convention) arvoilla 0 – 100 (Holm 2015, 29). Katkeropitoisuutta voi kuvata EBU-asteikolla (European Bitterness Unit), jossa iso- α -happojen pitoisuus ilmoitetaan yksiköttömänä välillä 1-100 mg/l (Enari & Mäkinen 2015, 75). Arvo ei kuitenkaan itsessään kerro suoraan oluen katkeruutta, koska siihen vaikuttavat myös oluen muut ominaisuudet.

Tiheyttä (g/cm^3) tai arvoiltaan vastaavan suuruista yksiköttöntä ominaispainoa mitataan käymisen etenemisen seuraamiseksi. Koska sokeri on tiheämpää kuin vesi, ja etanoli ja hiilidioksidi ovat suhteellisesti kevyempiä kuin vesi, oluen tiheys alenee käymisen edetessä. Ominaispainon avulla voi myös laskennallisesti arvioida alkoholipitoisuutta (Kaava 1). pH-arvoa voidaan mitata mäsikäyksessä, jotta pH voidaan säätää optimaalimmaksi. pH:n ollessa 5,2 – 5,3 entsyymit toimivat tehokkaammin (Enari & Mäkinen 2014, 88). Myös käymisen aikana voidaan mitata pH:ta, sillä se laskee käymisen edetessä.

KAAVA 1: Alkoholipitoisuuden laskeminen (Eräsalo 2015a)

$$A_V = \frac{OG - FG}{0,00753}$$

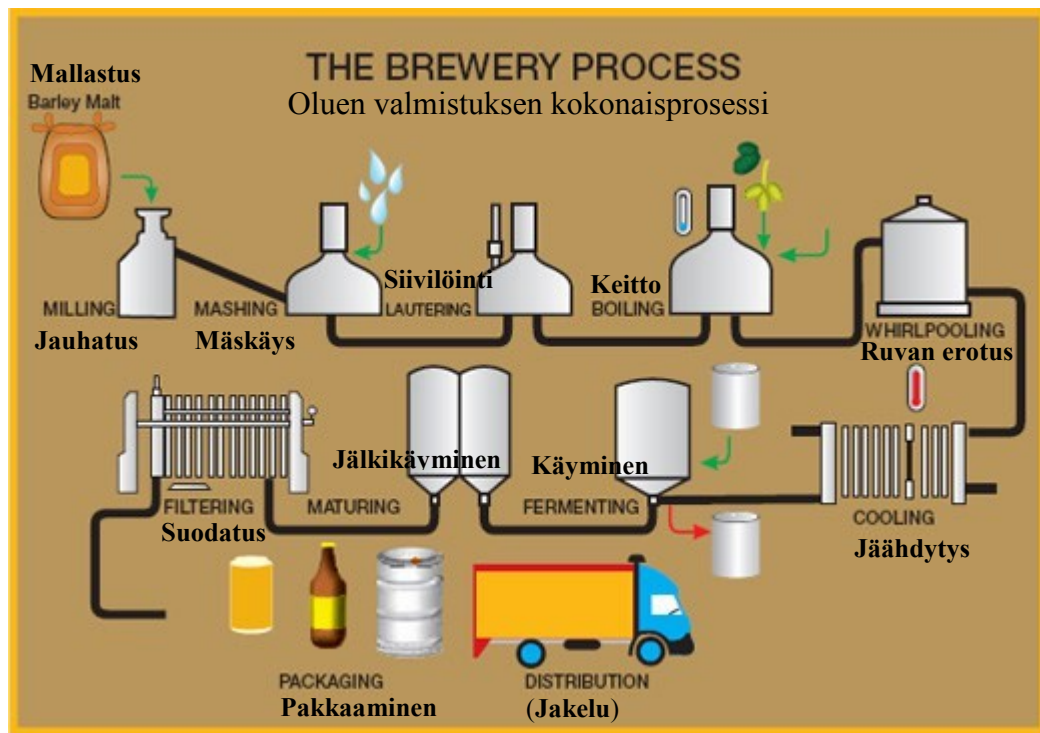
A_V = alkoholipitoisuus prosentteina

OG = ominaispaino ennen pääkäymistä

FG = ominaispaino pääkäymisen jälkeen

2.2 Oluen valmistus vaiheittain

Kuvassa 1 on oluen valmistuksen kokonaisprosessi. Prosessi vaihtelee erilaisten panimoiden ja oluttyyppien kohdalla, minkä vuoksi kaikkia kuvan yksikköprosesseja ei aina suoriteta. Mäsikäys, siivilöinti, keitto, ruvan erotus, käyminen ja pakkaaminen ovat yleensä kuitenkin välttämättömiä. Alaluvuissa 2.2.1 – 2.2.2 on tietoa erilaisista yksikköprosesseista suoritusjärjestyksessä.



KUVA 1. Oluen valmistuksen kokonaisprosessi (Eight Degrees Brewing Company 2014/2015)

2.2.1 Mallastus

Maltaat ovat idätettyjä jyviä, joista on poistettu ituosa. Yleisimmin mallastettava vilja on ohra. Mallastuksen tarkoitus on saada jyvät muodostamaan entsyymejä, jotka pilkkovat hiilihydraatteja ja proteiineja mäskäyksen aikana. Mallastuksen voi jakaa maltaiden liotukseen, idätykseen ja kuivaukseen (Enari & Mäkinen 2014, 23). Mallastamot ovat yleensä panimoista erillisiä laitoksia, joissa suoritetaan usein myös mahdollinen maltaiden rouhiminen. Rouhimisessa maltaiden pinta-ala kasvaa, jolloin niissä olevien aineiden uuttuminen tehostuu (Sint-Sebastian Belgian Microbrewery 2008).

Erilaisten oluttyyppien valmistaminen perustuu osittain erilaisten maltaiden käyttöön. Ohralajikkeen lisäksi maltaiden laatuun voidaan vaikuttaa suorittamalla mallastuksen vaiheet eri tavoin. Enarin ja Mäkisen mukaan (2014, 25–26, 28) eripituiset idätysajat vaikuttavat maltaiden entsyymipitoisuuteen. Mitä pitempään jyvää itää, sitä enemmän maltaanseen on ehtinyt muodostua entsyymejä. Kuivauslämpötilalla ja -ajalla vaikutetaan maltaiden väriin ja makuun, sillä maltaat paahduttavat tai ne muuntuvat muuten suuremmissa lämpötiloissa. Maltaiden kuivauslämpötilat vaikuttavat myös entsyymipitoisuuteen niin,

että mitä suuremmassa lämpötilassa ja pitempään mallasta kuivataan, sitä vähemmän siinä on entsyymejä (Enari & Mäkinen 2014, 37, 40).

2.2.2 Mäskäys

Mäskäys on uuttoprosessi, jossa vettä ja maltaita lämmitetään ja sekoitetaan kattilassa. Prosessi mahdollistaa oluen käymiselle ja koostumukselle tärkeiden aineiden, kuten sokereiden, proteiinien, peptidien ja aromiaineiden liukenemisen veteen. Maltaiden ja veden seosta kutsutaan mäskiksi. Mäskäystä lämmitetään tietyissä lämpötiloissa, jotta mallastuksessa muodostuneet entsyymit olisivat aktiivisimmillaan. Tärkeimmät proteiineja pilkkovat entsyymit ovat karboksipeptidaasi, β -glukanaasi ja hapanproteinaasi, ja olennaisimpia tärkkelyksen pilkkoutumiselle ovat α - ja β -amylaasit (Enari & Mäkinen 2014, 85–88). Optimilämpötilassa (taulukko 1) maltaiden entsyymit voivat pilkkoa proteiinin ja hiilihydraatin sokereiksi mahdollisimman tehokkaasti, jotta raaka-aine- tai energiahäviöiltä välttyään. Entsyymien aktiivisuudelle tärkeää on myös oikeanlainen happamuus (taulukko 1) (Pihkala 1998, 47).

TAULUKKO 1. Entsyymien optimilämpötila ja optimi-pH (Enari & Mäkinen 2014, 85)

Entsyymi	Optimilämpötila / °C	Optimi-pH
α -amylaasi	72 – 75	5,7
β -amylaasi	62 – 65	5,5
Hapan proteinaasi	45 – 55	3,9 – 6,0
Karboksipeptidaasi	60	4,8 – 5,6
β -glukanaasi	30	4,7 – 5,0

Yleisin mäskäystapa on infuusiomäskäys, jossa koko lämmitettävä määrä mäskäystä on samassa lämpötilassa. Jos lämpötilaa muutetaan, koko mäskäyksen lämpötila muuttuu. Mäskäykattila on yleensä höyrylämmiteinen joko suoraan tai epäsuorasti. Infuusiomäskäyksessä pidetään yleensä proteolyysitauko ja sokeroitumistauko, joissa lämpötila on otollisin proteiineja ja tärkkelystä pilkkovien entsyymien kannalta (Enari & Mäkinen 2014, 90). Tauon pituus voi riippua esimerkiksi käytettyjen maltaiden proteiini- ja entsyymipitoisuuksista. Englantilaisyyppisiä aleja mäskätään vain yhdessä, noin 65 °C lämpötilassa

(Enari & Mäkinen 2014, 91). Vanhempi ja nykyisin vähemmän käytetty tapa on keittomäskäys, johon tarvitaan mäskäyskattilan lisäksi keittokattila, jossa osaa maltaista keitetään. Mäskäyskattilassa olevan maskin lämpötilaa säädellään lisäämällä kiehuva maskiä keittokattilasta. Infuusiomäskäys on energiatehokkaampi, nopeampi ja vähätöisempi kuin keittomäskäys (Enari & Mäkinen 2014, 90).

2.2.3 Vierteen erotus

Mäskäyksen jälkeen maltaat on erotettava vierteestä eli maltaattomasta nesteestä, johon mäskäyksessä on liennut erilaisia aineita. Erottaminen tehdään yleensä siivilöimällä maltaat joko erillisessä siiviläastiassa tai mäskäyskattilan pohjalla olevan siivilän päälle. Mäskäyskattilassa tapahtuvaa siivilöintiä käytetään lähinnä joissakin pienpanimoissa. Siivilälle muodostuva mallaskakku suodattaa läpi pääsevän vierteen kirikkaaksi, mikä on pitkälti maltaiden kuorien ansiota. Alussa siivilöityvä vierre kierrätetään siiviläastiaan tai kattilaan takaisin, koska se on sameaa. Lopussa siivilöityvään maskiin lisätään noin 80-asteista vettä (Pihkala 1998, 48), jotta sokerisaanto kasvaisi. Erottuva vierre siirretään keittokattilaan. Jotkut panimot käyttävät siivilöinnin sijaan maskisuodatinta, jossa maski puristetaan kuivaksi (Enari & Mäkinen 2014, 102–105).

2.2.4 Keitto

Siivilöinnissä erotettu vierre keitetään, jotta se voidaan maustaa humalalla ja vierteessä olevat oluen säilyvyyden kannalta haitalliset mikrobit tuhoutuvat. Keiton alussa tai keskivaiheilla lisätyn humalan hartsit, kuten α -hapot muuttuvat hiljalleen olueen katkeruutta ja säilyvyyttä antaviksi aineiksi. Loppuvaiheessa lisätty humala tuo vierteeseen humalöljyn aromeja, jotka eivät ehdi haihtumaan toisin kuin aiemmin lisätyn humalan aromi. Keitossa muodostuu oluen laadulle haitallista sakkaa, eli rupaa. Veden kiehumisen tulee olla voimakasta, jotta keitossa muodostuisi rupaa mahdollisimman tehokkaasti. Keitto tapahtuu 102 – 107 °C lämpötilassa ja kestää yleensä 1,5 - 2 tuntia (Enari & Mäkinen 2014, 105–106). Vierre keitetään yleensä kuumalla höyryllä, joka ympäröi kattilan vaippaa tai pohjaa. Lämmitys tapahtuu usein kattilan pohjalla olevan kartion kautta. Keittotavasta riippuen keitossa höyrystyy vedestä 4 – 15 % (Enari & Mäkinen 2014, 92, 106), ja höyry voidaan ohjata toiseen prosessiin tai sen lämpöenergia voidaan ottaa muutoin talteen. Höyrystyvän veden määrään vaikuttaa keittolämpötila, aika, paine ja kattilan muoto.

2.2.5 Ruvanpoisto

Keiton aikana sakkaantunut rupa on poistettava ennen käymisprosessia. Rupa poistetaan yleensä whirlpool-laitteella eli vierresyklonilla. Joskus vierteenkeittokattila voi toimia myös whirlpoolina (Enari & Mäkinen 2014, 107). Vierre voidaan pumpata myös syklonin sisälle tangentiaalisesti, mikä saa vierteen pyörimään. Pyörteen keskelle muodostuu rupakeko, joka voidaan erottaa vierteestä esimerkiksi laskemalla se vierresyklonin pohjalta pois. Rupa voidaan poistaa myös laskeuttamalla, suodattamalla tai vierreseparaattorilla (Pöntynen 2012, 15).

2.2.6 Jäähdyttäminen

Ruvan poiston jälkeen vierre jäähdytetään käymislämpötilaan. Vierteen jäähdyttäminen säästää aikaa ja vähentää kontaminaatoriskiä, joka muodostuisi vierteen jäähtyessä hitaasti mikrobeille suotuisissa lämpötiloissa. Lisäksi lämmönvaihtimessa kerätty lämpöenergia voidaan hyödyntää prosessissa. Jäähdyttäminen voi tapahtua ensin kylmällä vedellä, ja lopuksi voidaan suorittaa jäähdytys kylmäaineella, koska vesijohtoveden lämpötila vaihtelee vuodenaikojen mukaan (Enari & Mäkinen 2014, 108).

2.2.7 Pääkäyminen

Jäähtynyt vierre tulee ilmastaa tai hapettaa ennen käymistä, jotta hiiva lisääntyisi käymisastiassa enemmän ja käyminen tapahtuisi nopeammin ja kunnollisesti. Kun happea on liuennut tarpeeksi vierteeseen, vierre voidaan siirtää käymisastiaan ja siihen voidaan lisätä hiivaa. Hapen loputtua hiiva lopettaa lisääntymisen ja aloittaa anaerobisen energiantuotannon, jossa aineenvaihduntatuotteena sokerista muodostuu etanolia ja hiilidioksidia (Enari & Mäkinen 2014, 148–149).

Pohjahiiva- eli lager-tyyppiset oluet käyttää käymistankin pohjalle laskeutuva hiiva, jolle suotuisimmat olosuhteet ovat noin 10 – 15 °C lämpötilassa (Enari & Mäkinen 2014, 117). Lager-olut tarvitsee säädeltävää jäähdytystä käymisen ajan, joka kestää tavallisesti 7 – 9 päivää (Enari & Mäkinen 2014, 149; Wyeast Laboratories 2015). Koska pohjahiivaolut

vaatii käymisen ajan jäähdystä, se tulee usein suodattaa ja siitä maistaa virheet helposti, olut on mutkikkaampaa valmistaa kuin pintahiivaolut.

Pintahiiva- eli ale-tyyppiset oluet käyvät omanlaisella hiivalla, eli nimenmukaisesti pintahiivalla. Pinnalle käymisen lopussa nousevaa pintahiivaa käytetään 18 – 25 °C välillä (Enari & Mäkinen 2014, 113, 148), mikä mahdollistaa käymisen huoneen lämpötilassa ilman jäähdystä. Oluen pääkäyminen kestää tavallisesti noin viikon verran. Ale-olut ovat pienpanimoille tyypillisiä ja usein suodattamattomia oluita. Suodattamaton, huoneenlämmössä käyvä ja helpommin makuvirheet peittävä pintahiivaolut on yksinkertaisempaa valmistaa kuin pohjahiivaolut.

2.2.8 Pääkäymisen jälkeiset yksikköprosessit

Käymisen jälkeen oluen valmistuksessa on monta vaihtoehtoista vaihetta. Käymistankin tyhjentämisen yhteydessä poistetaan ylimääräinen hiiva tankin pohjaventtiilistä. Hiivaliuosta otetaan yleensä talteen ja sitä voi käyttää uudelleen. Seuraavaksi olut voidaan laittaa jälkikäymään, kirkastaa ja suodattaa. Käymisen jälkeen oluen tulisi olla mahdollisimman vähän kosketuksissa hapen kanssa, jotta olut ei väljähtyisi. Kaikille oluille välttämätön vaihe on pakkaaminen, joka voidaan suorittaa heti käymisen jälkeen tai esimerkiksi vasta kaikkien edellä mainittujen vaiheiden jälkeen.

Monessa panimossa on vaakatasossa olevia jälkikäymistankkeja, joissa oluen maku kehittyy ja olut kirkastuu. Kypsytytys ja jälkikäyminen voivat tapahtua myös samassa tankissa kuin pääkäyminen, mikäli käymistankissa on jäähdystysjärjestelmä. Olut voidaan jäähdyttää lähelle jäätymispistettä, jotta sakka laskeutuisi pohjalle tehokkaasti. Jälkikäyminen tapahtuu paineen alaisena, jotta olut ei väljähtyisi (Sint-Sebastiaan Belgian Microbrewery 2008).

Suurin osa maailmassa valmistettavasta oluesta suodatetaan. Suodatus tapahtuu yleensä jälkikäymisen jälkeen. Suodatus voi poistaa oluesta proteiinipolyfenolisakkaa, hiivaa ja mikrobeja (Enari & Mäkinen 2014, 172). Monet pienpanimot valmistavat suuremman osan oluestaan suodattamattomana, mutta suuremmat panimot keskittyvät yleensä enemmän suodatetun oluen valmistamiseen. Suodatus voidaan tehdä joissain panimoissa kah-

della eri menetelmällä. Käytettäviä suodatusmenetelmiä ovat piimaasuodatus, levysuodatus ja membraanisuodatus (Enari & Mäkinen 2014, 173). Oluen kirkastuminen helpottaa suodatusta. Joidenkin pienpanimoiden olut kirkastuu jälkikäymisen aikana, kun sakka laskeutuu tankin pohjalle. Jotkut panimot käyttävät oluen kirkastamiseksi ennen suodatusta toiminnaltaan keskipakovoimaan perustuvaa separaattoria (Enari & Mäkinen 2014, 173–174).

Olut pakataan tavallisimmin tölkkeihin, lasipulloihin tai paineistettuihin tynnyreihin eli kegeihin. Tynnyreitä käytetään ravintoloissa ja baareissa hanaoluen varastointiin. Pakkaaminen on nykyisin lähes aina automatisoitua tehokkuus- ja hygieniasyistä. Oluen maku kehittyy myös pakkaamisen jälkeen, ja oluen maku voi muuttua kuukausien kuluessa sekä toivottuun että ei-toivottuun suuntaan. Olueen muodostuu erilaisia aromeja ja se hapettuu (Vallo 2014, 10).

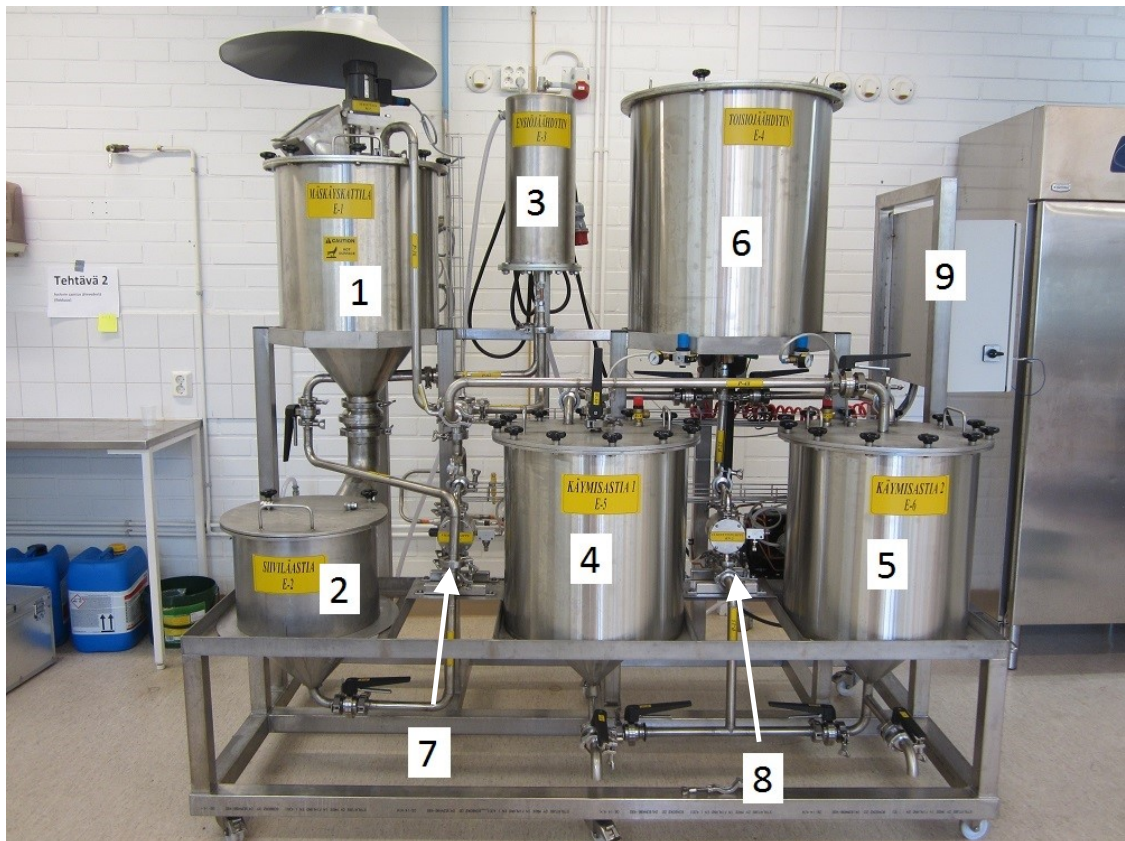
3 TREDUN PIENPANIMO

Tampereen ammattiopisto Tredun laitteisto on pienpanimo. Suomessa pienpanimoksi määriteltävä panimo tuottaa enintään 10 miljoonaa litraa olutta vuodessa (Korpinen & Nikulainen 2014, 16; Laki alkoholi- ja alkoholijuomaverosta 1471/1994). Pienpanimot saavat verohelpotuksia oluen tuotantomäärän mukaan. Mitä alhaisempi tuotantomäärä, sitä suurempi on veron alennus. Tredun panimolla on Valviralta haettu lupa oluen valmistukseen opetus- ja tutkimustarkoitukseen. Myyntiä varten tulee hakea erillinen lupa Valviralta alkoholilain (1143/1994) mukaisesti. Tredu saattaa hakea myyntilupaa tulevaisuudessa.

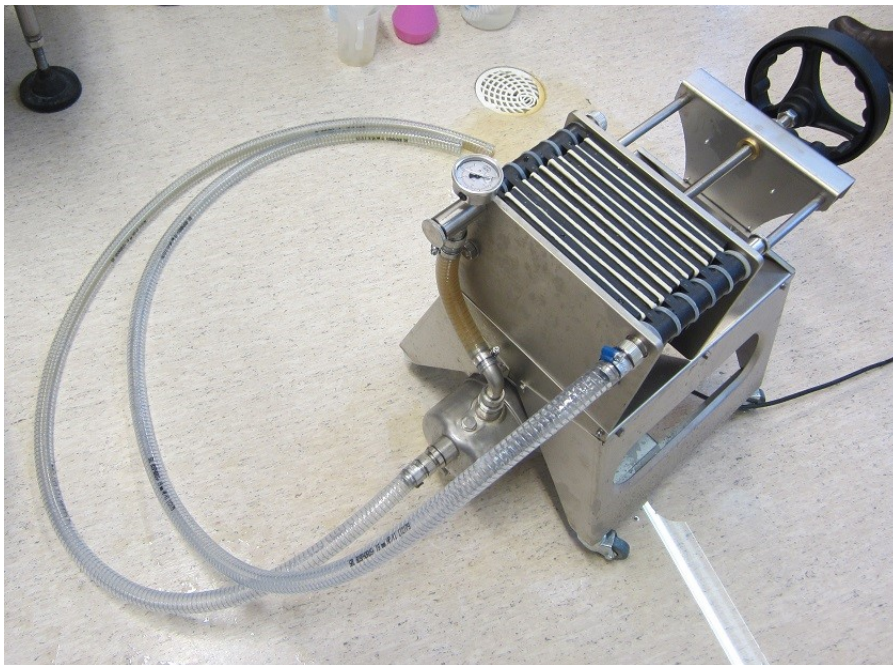
Pienpanimo on eräänlainen prototyyppi, koska se on ensimmäinen laatuaan uusikaupunkilaisen Sybimar Oy:n valmistamana ja laitteistoa on tarkoitus kehittää kokeellisesti tulevia asiakkaita varten. Laitteisto on suunniteltu yhteistyössä Novidan, Tredun ja lähialueiden pienpanimoiden kanssa. Vastaavanlainen panimo on hankittu myös Uuteenkaupunkiin entiseen Novidaan, eli nykyiseen Lounais-Suomen ammattiopistoon. Lounais-Suomen ammattiopiston panimo on muuten samanlainen, mutta siinä on pienemmät käymisastiat ja mäsikäyskattila. Tredu tekee yhteistyötä Pyynikin käsityöläispanimon kanssa, joka on auttanut pienpanimon käyttöönotossa.

Kuvassa 2 on Tredun pienpanimolaitteisto, ja kuvassa 3 on erillinen levysuodatin. Laittekohtaiset tekniset tiedot löytyvät liitteestä 1 ”Tredun pienpanimon tekniset tiedot”. Laitteen käyttöohjeet ovat liitteessä 2 ”Tredun pienpanimon ajo-ohje” ja 3 ”Tredun pienpanimon pesuohje. Laitteet ovat kuvassa 2 numeroitu:

1. Mäsikäyskattila
2. Siiviläastia
3. Ensiöjäähdytin
4. Käymisastia 1
5. Käymisastia 2
6. Toisiojäähdytin
7. Kalvopumppu KP-1
8. Kalvopumppu KP-2
9. Ohjauskeskus



KUVA 2. Tredun pienpanimo



KUVA 3. Suodatin

4 KOEAJOT JA PROSESSI

4.1 Yleistä

Tredun panimon koeajoja on suoritettu keväällä ja syksyllä 2015. Keväällä suoritettujen laiteajojen tavoitteena oli saada selville miten laite saadaan jollain tavalla toimimaan, ja mitä kehitettävää siinä on ajojen tuottaman tiedon mukaan. Syksyyn mennessä tietoa oli karttunut, ja tarkemmat kokeet ja mittaukset voitiin pitää keväällä heränneiden kysymysten selventämiseksi. Syksyllä syntyi myös uusia näkökohtia käytänteiden kehittämiseksi. Kaikkein vähiten tietoa oli suodattimen ja toisiojäähdyttimen toiminnasta. Osa kokeista tehtiin oluen valmistuksen aikana, ja osa tehtiin erikseen yksittäisille laitteille. Ajojen aikana tehtiin muistiinpanoja ohjeiden ja käytänteiden kehittämistä varten. Valmistettu olut oli usein englantilaista pale alea tai sen kaltaista olutta. Myös lager-oluen valmistusta kokeiltiin kaksi kertaa.

4.2 Mäskäys

4.2.1 Mäskäyslämpötila

Mäskäys suoritetaan Tredun panimossa sähkövastuksilla kuumentuvassa mäskäyskattilassa (E-1). Kevään ajojen perusteella näytti siltä, että kattila ei kykene jostain syystä lämmittämään vettä toista kertaa eri lämpötilassa ensimmäisen lämmitysohjelman katkaisemisen jälkeen, minkä takia erilaisia mäskäyslämpötiloja vaativa vaiheinfuusiomäskäys ei näyttänyt onnistuvan. Logiikkaa ei voi myöskään ohjelmoida käyttöliittymältä muuttamaan lämpötilaa itsekseen. Rajoitusten vuoksi suurin osa mäskäyskokeista on tehty englantilaisen ale-oluen valmistukselle tyypillisellä vakiolämpötilassa suoritettulla infuusiomäskäyksellä. Käytetyt maltaat ovat olleet usein pelkkiä pale ale -maltaita.

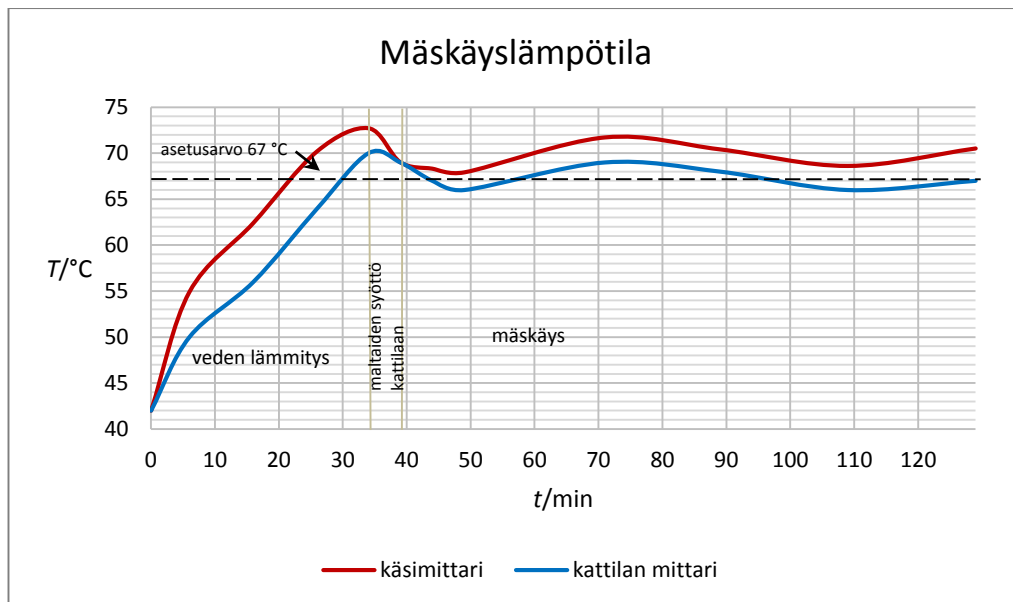
Ensimmäisissä laiteajoissa keväällä 2015 oli haasteena kyetä pitämään veden lämpötila halutun suuruisena. Kun lämpötilaksi asetettiin 67 °C, lämpötila nousi ensin lähelle 80 °C kattilan lämpötila-anturin mukaan ja vasta sitten se laski hiljalleen halutulle tasolle. Oikean lämpötilan saavuttaminen edellä kuvatulla tavalla on liian hidasta. Ensimmäisessä

maltailla tehdyssä mäskäyskokeessa Pyynikin käsityöläispanimon panimomestari Tuomas Peren neuvon (2015) mukaan maltaat lisättiin asetusarvoa hieman korkeammassa lämpötilassa (71 °C), koska maltaat laskevat veden lämpötilaa muutamalla asteella. Kokeessa todettiin, että lämpötila pysyi maltaiden lisäämisen jälkeen suunnilleen asetusarvossa (67 °C) koko 60 minuutin pituisen mäskäyksen ajan poiketen siitä enintään noin 3 °C. Lämpötilaa mitattiin tosin liian alhaisia lukemia mittaavalla mäskäyskattilan lämpötila-anturilla.

Syksyn kokeissa mitattiin lämpötilaa myös digitaalisella käsilämpömittarilla mäskäysveden lämmityksen ja mäskäyksen aikana. Taulukossa 2 veden lämmitys ja mäskäys on erotettu toisistaan paksunnetulla viivalla. Kaaviossa 1 punainen käyrä kuvaa käsilämpömittarilla mitattua lämpötilaa, ja sininen käyrä kuvaa kattilan anturin mittaamaa lämpötilaa. Vesi lämpenee kattilassa noin asteen minuutissa. Mäskin lämpötila kattilassa lienee melko tasainen, sillä sekoitin pyörii jatkuvasti lukuun ottamatta pientä hetkeä käsimittauksen aikana. Asetusarvo on merkitty kaavioon 1 katkoviivalla. Taulukossa 2 ja kaaviossa 1 näkyvällä ajan hetkellä 39 min kaikki maltaat oli saatu lisättyä kattilaan juuri ennen lämpötilan mittaamista.

TAULUKKO 2. Mäskäyslämpötila

<i>t/min</i>	<i>T_{käsi}/°C</i>	<i>T_{kattila}/°C</i>
0	42,0	42
6	54,9	50
16	62,4	56
26	70,2	64
34	72,7	70
39	69,0	69
44	68,3	67
49	67,9	66
71	71,7	69
89	70,4	68
109	68,6	66
129	70,5	67
mäskäyksen keskiarvo	69,5	67,4



KAAVIO 1. Mäskäyslämpötila

t = aika [min]

$T_{käsi}$ = käsimittarilla mitattu lämpötila [°C]

$T_{kattila}$ = mäskäykattilan anturin mittaama lämpötila [°C]

Käsilämpömittari: Greisinger GTH 175/Pt Digitalthermometer. Anturi: Pt 1000. Virhe: $\pm 0,1$ °C.

Ajan mittaus: puhelimen kello. Virhe: ± 1 min.

4.2.2 Vaiheinfuusiomäskäyksen lämpötila

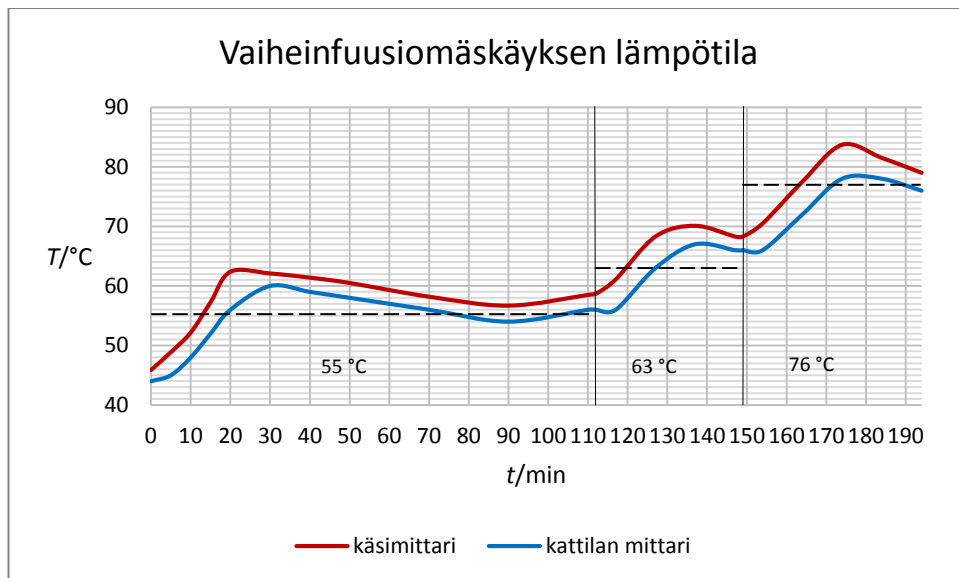
Vaiheinfuusiomäskäyksessä maltaita lämmitetään useassa eri lämpötilassa mäskäyksen ajan, jotta erilaiset entsyymit voisivat toimia optimilämpötiloissaan hajottaakseen proteiinit ja hiilihydraatit mahdollisimman tehokkaasti. Prosessia testattiin, koska vaiheinfuusiomäskäys on yhdessä lämpötilassa tapahtuvaa mäskäystä prosessi- ja automaatioteknisesti opettavaisempaa. Kevään laiteajojen perusteella epäiltiin, että kattilan lämmittäminen eri lämpötiloissa ei onnistuisi, koska laite ei vaikuttanut kykenevän lämmittämään vastuksia yhden suoritettun lämmitysohjelman jälkeen.

Laitteen kykenevyys lämmittää mäskiä vaiheittain testattiin syksyllä. Vaiheinfuusiomäskäyskoe tehtiin pelkällä vedellä (taulukko 3, kaavio 2). Kuumaa hanavettä (~46 °C) lämmitettiin ensin 55 °C asetusravolla (proteolyysitauko, 0 – 110 min), sitten 63 °C asetusravolla (β -amylaasin optimi, 112 - 147 min) ja 76 °C asetusravolla (α -amylaasin optimi, 149 – 195 min). Asetusravon vaihtaminen edellytti edellisen lämmitysohjelman pysäyttämistä, joka selittää taulukossa 3 olevat kahden minuutin hyppyt ajassa lämmitysohjelmien välillä. Eri asetusravoilla tehdyt lämmitysohjelmat on erotettu taulukossa paksulla viivalla toisistaan. Lämpötilamittaukset tehtiin sekä digitaalisella käsilämpömittarilla että panimon kattilan mittarilla.

Kaaviossa 2 on nähtävissä sekä panimon kattilan anturin mittaama lämpötilakäyrä (sininen), että käsimittarilla mitattu lämpötilakäyrä (punainen). Asetusravot on merkitty mustilla katkoviivoilla, ja lämmitysohjelmien ajat on erotettu toisistaan harmailla pystyviivoilla.

TAULUKKO 3. Vaiheinfuusiomäskäyksen lämpötila

<i>t/min</i>	<i>T_{käsi}/°C</i>	<i>T_{kattila}/°C</i>
0	45,9	44
5	48,9	45
10	52,2	48
15	57,3	52
20	62,4	56
30	62,1	60
40	61,4	59
50	60,5	58
70	58,2	56
90	56,7	54
110	58,5	56
112	58,7	56
117	61,1	56
127	68,3	63
137	70,1	67
147	68,3	66
149	68,3	66
154	70,5	66
164	77,5	72
174	83,7	78
184	81,5	78
194	79	76



KAAVIO 2. Vaiheinfuusiomäskäyksen lämpötila

t = aika

$T_{k\ddot{a}si}$ = käsimittarilla mitattu lämpötila

$T_{kattila}$ = mäsikäskattilan anturin mittaama lämpötila

Käsilämpömittari: CEM DT-610B Thermometer. Anturi: K-tyyppi. Virhe: ± 1 °C.

Ajan mittaus: puhelimen kello. Virhe: ± 1 min.

4.2.3 Mäskin happamuus

Mäskin pH:n kuuluu olla alle 5,8 mäsikäyksen aikana (Sulkama 2015). Optimaalinen pH on 5,2 – 5,3, koska se edesauttaa entsyymien toimintaa ja saa aikaan muun muassa suuremman uutensaannon (Enari & Mäkinen 2014, 88). Taulukossa 4 on kahden eri mäsikäyksen tiedot.

TAULUKKO 4. Mäskin pH

mäsikäys	pH	m (maltaat) / kg	V (vesi) / l	maltaiden ja veden massasuhte
Panos 14	5,81	pale ale 11,0	43	1:3,9
Panos 18	5,70	pilsner 10,5	42	1:4,0

m (*maltaat*) = maltaiden massa [kg]

V (*vesi*) = lisätyn veden tilavuus [l]

pH-mittari: Hach HQ11d. Virhe: $\pm 0,002$.

Vaaka: Scale House AFWC30. Virhe ± 10 g.

4.3 Vierteren erotus

Alun perin vierre oli tarkoitus erottaa maltaista siiviläastiassa (E-2) niin, että mäskiä valutettaisiin sinne mäskäämisen jälkeen putkea pitkin. Siiviläastialla maltaan tuli muodostaa suodattava mallaskakku, jonka siivilän läpi päästämät ensimmäiset sameat litrat pumpattaisiin kattilan kautta takaisin mallaskakun päälle suodattumaan. Ongelmana oli kuitenkin se, että maltaat eivät käytännössä valuneet keväällä suoritetuissa kokeissa siiviläastiaan, vaan niistä suuri osa jäi kattilan reunoille. Maltaita on hankala huuhdella kattilasta ennen keittoa, sillä jos ne huuhdeltaisiin siiviläastialle, mäski valuisi yli astialta ja mikäli se haluttaisiin huuhdella muualle, olisi siinä tapauksessa tehtävän paksun kattilan ja siiviläastian välisen putken irrottaminen ja suuntaaminen muualle hankalaa. Myös siiviläastiassa olleen mallaskakun herkkä pinta rikkoutui kokeissa helposti, koska kattilalta valutettiin vierrettä niin, että se valui samaan kohtaan. Tiheä, reunoilta väljä ja taipuva verkkosiivilä ei myöskään ehkä soveltunut siivilöintiin. Maltaita ei saisi jäädä kattilaan ja sitä kautta vierteeseen, sillä ne samentavat sitä. Liika sameus voi aiheuttaa ongelmia säilyvyydelle ja mauulle.

Pyynikin käsityöläispanimon Heikki Eräsalon neuvosta (2015b) vierteen erotusta kokeiltiin keväällä hieman epätavallisella keinolla. Suodattava mallaskakku muodostettiin mäskäkattilassa, kuten joissakin pienpanimoissa tehdään kattilan pohjalla olevan siivilän päälle. Mäskäyksen jälkeen sekoitus pysäytettiin, ja maltaiden annettiin vajota suoraan kattilan pohjaventtiilin päälle, koska kattilassa ei ole siivilää. Noin puolen tunnin vajoamisen jälkeen kattilan pohjaventtiiliä avattiin varovasti.

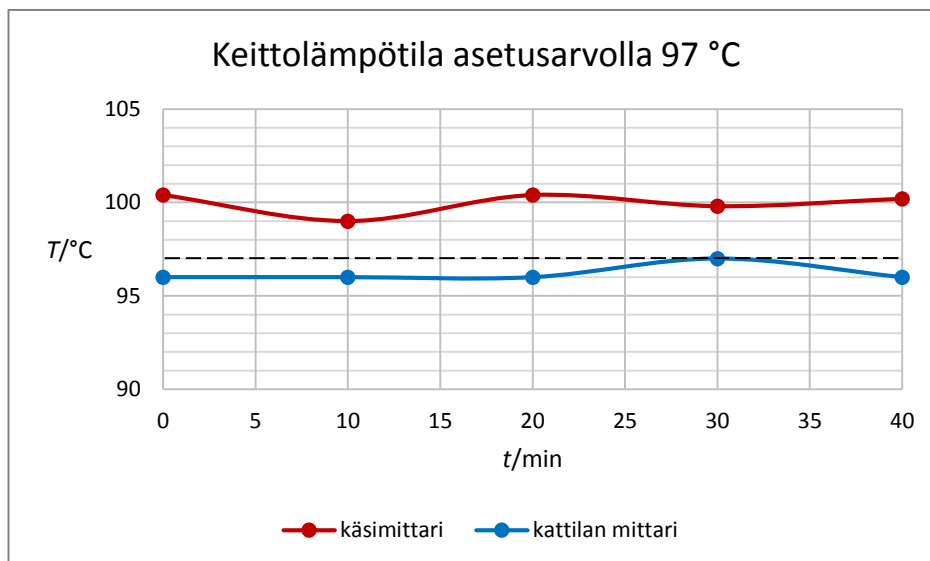
4.4 Keitto

4.4.1 Keiton lämpötila

Keitto suoritetaan panimossa samassa kattilassa kuin mäsikäys (E-1). Vuorokauden jääkaapissa viilenneen vierteen lämmitys keittolämpötilaan kestää noin 2 tuntia. Syksyn keittoprosesseissa mitattiin lämpötilaa samalla tavalla kuin mäsikäyksen aikana, sekä panimon kattilan lämpöanturilla että käsimitarilla. Käsimitaria kuvaa punainen käyrä ja panimon lämpömittaria kuvaa sininen käyrä. Taulukon 5 ja kaavion 3 mittauksissa asetusarvona on ollut 97 °C, ja keitto kesti poikkeuksellisesti vain 40 minuuttia 90 minuutin sijaan. Otos riittää kuitenkin antamaan käsityksen kattilan lämpötilasta ja mittareiden välisestä erosta.

TAULUKKO 5. keitto asetusarvolla 97 °C

t/min	$T_{\text{käsi}}/^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{kattila}}/^{\circ}\text{C}$
0	100,4	96
10	99,0	96
20	100,4	96
30	99,8	97
40	100,2	96
keskiarvo	100,0	96,2



KAAVIO 3. keittolämpötila asetusarvolla 97 °C

t = aika [min]

$T_{k\ddot{a}si}$ = käsimittarilla mitattu lämpötila [°C]

$T_{kattila}$ = mäsikäyskattilan anturin mittaama lämpötila [°C]

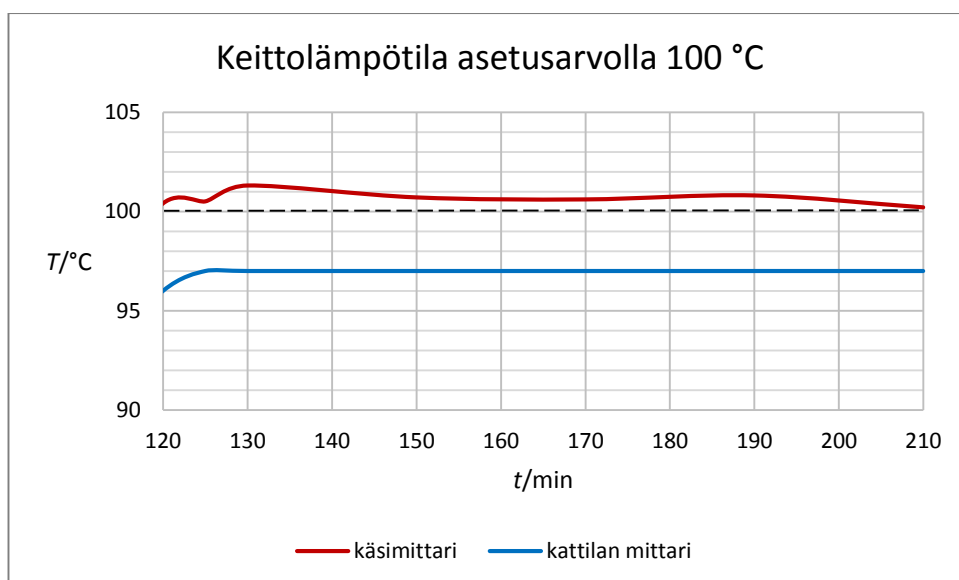
Käsilämpömittari: Greisinger GTH 175/Pt Digitalthermometer. Anturi: Pt 1000. Virhe: $\pm 0,1$ °C.

Ajan mittaus: puhelimen kello. Virhe: ± 1 min.

Keitossa kiehumisen olisi hyvä olla voimakasta ja lämpötilan olla 102 – 107 °C välillä, koska tällöin keiton aikana saostuu paljon oluen säilyvyydelle haitallista rupaa (Enari & Mäkinen 2014, 105–106). Saostunut rupa on tarkoitus erottaa vierteestä. Koska kattilan todellinen lämpötila on muutaman asteen korkeampi kuin panimon mittarin lämpötila, keitto on suoritettu asetusarvolla 100 °C (taulukko 6, kaavio 4), jotta vierteen todellinen lämpötila olisi mahdollisimman lähellä 102 °C lämpötilaa.

TAULUKKO 6. Keittolämpötila asetusarvolla 100 °C

t/min	$T_{k\ddot{a}si}/^{\circ}\text{C}$	$T_{kattila}/^{\circ}\text{C}$
120	100,4	96
125	100,5	97
130	101,3	97
150	100,7	97
170	100,6	97
190	100,8	97
210	100,2	97
keiton keskiarvo	100,6	96,9



KAAVIO 4. Keittolämpötila asetusarvolla 100 °C

t = aika [min]

$T_{käsi}$ = käsimitarilla mitattu lämpötila [°C]

$T_{kattila}$ = mäsikäskattilan anturin mittaama lämpötila [°C]

Käsilämpömittari: CEM DT-610B Thermometer. Anturi: K-tyyppi. Virhe: ± 1 °C.

Ajan mittaus: puhelimen kello. Virhe: ± 1 min.

4.4.2 Haihtuma

Keitossa haihtuu merkittävästi vettä, ja se tulee ottaa huomioon olutreseptejä laadittaessa ja sovellettaessa. Haihtuvan veden määrä riippuu keittoajasta, lämpötilasta, paineesta ja kattilan muodosta. Keiton aikana haihtuu vettä erilaisissa teollisissa oluen keittoprosesseissa 4 - 15 % veden kokonaismäärästä (Enari & Mäkinen 2014, 92, 106). Veden haihtuman määrittämiseksi suoritettiin koe, jossa keitettiin vettä 90 minuuttia. Keiton jälkeen suoritettiin jäähdytys ensiöjäähdyttimellä (E-3). Vettä mitattiin kattilaan 42 litraa, ja asetusarvona lämmityksessä oli 102 °C. Ensiöjäähdytyksen jälkeen putkistoon kertynyt vesi lisättiin muun veden joukkoon mitattavaksi. Taulukossa 7 on veden lämpötilan mittaus tulokset keiton ajalta.

TAULUKKO 7. Veden lämpötila haihtumakokeessa

t/min	$T_{\text{käsi}}/^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{kattila}}/^{\circ}\text{C}$
0	99,5	96
20	100,5	97
40	101,2	97
60	100,8	97
80	100,5	97
90	99,6	96
keskiarvo	100,4	96

t = aika [min]

$T_{\text{käsi}}$ = käsilämpömittarilla mitattu veden lämpötila [$^{\circ}\text{C}$]

T_{kattila} = panimon mittarilla mitattu veden lämpötila [$^{\circ}\text{C}$]

Käsilämpömittari: CEM DT-610B Thermometer. Anturi: K-tyyppi. Virhe: ± 1 $^{\circ}\text{C}$.

Ajan mittaus: puhelimen kello. Virhe: ± 1 min.

Veden tilavuudeksi ennen keittoa mitattiin $V_1 = 42,0$ litraa. Keiton jälkeiseksi veden tilavuudeksi mitattiin $V_2 = 33,85$ l. Kaavalla 2 on laskettu haihtuneen veden tilavuus V . Kaavalla 3 on laskettu haihtuneen veden prosentuaalinen osuus veden tilavuudesta V_1 ennen keittoa, eli haihtuma.

KAAVA 2. Haihtuneen veden tilavuus

$$V = V_1 - V_2$$

$$= 42,0 - 33,85$$

$$= 8,15$$

KAAVA 3. Haihtuma

$$\begin{aligned} \text{haihtuma} &= \frac{V}{V_1} \cdot 100\% \\ &= \frac{8,151}{42,01} \cdot 100\% = 19,4047\% \\ &\approx 19,4\% \end{aligned}$$

V_1 = veden tilavuus ennen keittoa [l]

V_2 = veden tilavuus keiton jälkeen [l]

V = haihtuneen veden tilavuus [l]

Tilavuuden mittausvälineet:

Kaksi muovista käymisastiaa. Virhe: $\pm 0,1$ l

Mittakannu (käytetty vain keiton jälkeisen tilavuuden mittauksessa). Virhe: $\pm 0,01$ l.

4.5 Jäähdytys vesijohtovedellä

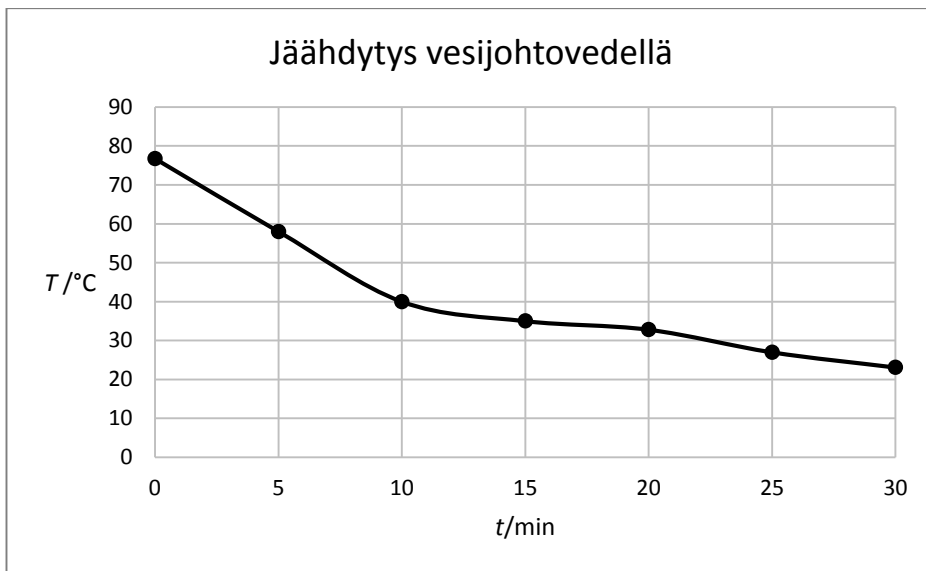
Koska panimolla ei ole toistaiseksi keksitty keinoa erottaa keitossa sakkaantunutta ruoppaa vierteestä nykyisen laitteiston avulla, suoritetaan vierteen jäähdytys heti keiton jälkeen. Jäähdytys tehdään ensiöjäähdyttimessä (E-3) kylmällä vesijohtovedellä, jonka ympäröimässä kuparikierukassa virtaa jäähdytettävä vierre. Pintahiivaolutta valmistettaessa vierre jäähdytetään huoneen lämpötilaan ensiöjäähdyttimellä. Ensiöjäähdytin kykenee jäähdyttämään vierteen ainakin 15 °C lämpötilaan, jos vierre tulee jäähdyttää huoneen lämpötilaa alhaisemmaksi pohjahiiivan käymistä varten. Vierrettä ei kuitenkaan jäähdytetä ensiöjäähdyttimellä käymisen aikana, vaan jäähdyttimen tarkoitus on pohjahiivaolutta valmistettaessa saada vierre jäähdytettyä keittolämpötilasta mahdollisimman lähelle käymislämpötilaa.

Kokeissa jäähdyttimen on todettu toimivan moitteettomasti. Taulukossa 8 ja kaaviossa 5 nähdään erään jäähdytyksen viemä aika kuuman vierteen saamiseksi huoneenlämpötilaan. Lämpötilaa on mitattu digitaalisella lämpömittarilla siiviläastiassa. Jäähdytykseen kuluva aika riippuu vesijohtoveden ja vierteen virtauksen suuruudesta, joita voi säätää

vesiliitännältä ja pumpun sykäysnopeuden säätöruuvista. Pumppua on käytetty melko hitaasti (noin 3 sykäystä/sekunti).

TAULUKKO 8. jäähditys vesijohtovedellä

t	$T/^\circ\text{C}$
0	76,7
5	58,0
10	40,0
15	35,0
20	32,8
25	27,0
30	23,1



KAAVIO 5. Jäähditys vesijohtovedellä

t = aika [min]

T = vierteen lämpötila siiviläastiassa [$^\circ\text{C}$]

Käsimittari: Greisinger GTH 175/Pt Digitalthermometer. Anturi: Pt 1000. Virhe: $\pm 0,1$ $^\circ\text{C}$

Ajan mittaus: puhelimen kello. Virhe: ± 1 min.

4.6 Vierteen hapettaminen ja hiivaus

Kun vierre on saatu jäähtymään huoneen lämpötilaan, siihen tulee lisätä happea ja hiivaa. Koska keitossa vierteessä ollut happi on haihtunut pois, sitä tulee liuottaa vierteeseen. Vierrettä on kaadeltu ohuena norona siiviläastialla hapettamista varten, kuten kotioluen panijat tekevät. Kaateleminen on kuitenkin vaivalloista eikä se ole erityisen hygieenistä, koska se joudutaan suorittamaan välineellä (kannulla tai kauhalla), jonka puhtaus ei ole taattu pesemisestä ja desinfioinnista huolimatta. Myös ylimääräinen liikehdintä vierteen luona ja lisääntynyt aika, jonka vierre seisoo avonaisella siiviläastialla, lisäävät kontaminaatoriskiä. Vierrettä on myös hapetettu niin, että sitä kierrätetään jäähtytyksen jälkeen kattilan ja siiviläastian välillä. Happi liukenee tällöin vierteeseen muun muassa siiviläastian valuvassa norossa, jossa on paljon liukenemispinta-alaa.

Ale-hiiva on lisätty kokeissa siiviläastiaan sen jälkeen, kun sitä on elvytetty hiivapakauksen ohjeen mukaan 35 – 40 °C lämpöisessä vierteessä, jota on otettu dekantterilasiin vierteen jäähtytyksen aikana. Dekantterilasiin on punnittu noin 15 grammaa kuivahiivaa, joka on elpynyt noin 150 millilitrassa vierrettä noin 15 minuutin ajan. Koska hiivasuspension lämpötila on elvytyksen jälkeen edelleen huomattavasti korkeampi kuin sen käymislämpötila, sitä tulee jäähdyttää ennen vierteeseen lisäämistä äkillisen lämpötilan muuttumisen välttämiseksi. Hiivaa jäähdytetään kattilassa, jossa on kylmää vettä. Dekantterilasi asetetaan kylmän vesijohtoveden ympäröimäksi, ja hiivan lämpötilaa seurataan lämpömittarilla. Lager-hiivaa on elvytetty ennen vierteeseen lisäämistä dekantterilassissa, jossa on kylmää hanavettä.

4.7 Jäähdytys kylmäaineella

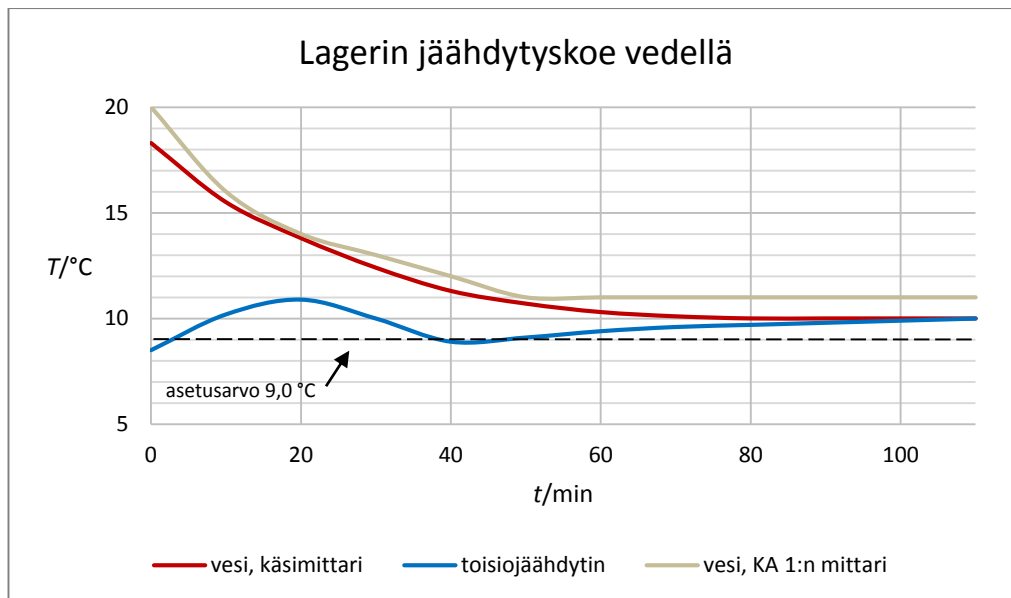
Kylmäaineen välityksellä jäähdyttävä toisiojäähdytin (E-4) on tarkoitettu jäähdyttämään vierrettä keiton jälkeen, mikäli pelkkä jäähdytys kylmällä vesijohtovedellä ei riitä saamaan vierteen lämpötilaa käymislämpötilaan. Joissakin panimoissa keiton jälkeinen vierteen jäähdytys viimeistellään kylmäainejäähdytyksellä, koska vesijohtoveden lämpötila vaihtelee eri vuoden aikoina. Koeajoissa toisiojäähdytintä sovellettiin pohjahiivaoluen jäähdytykseen käymisen aikana ja oluen jäähdyttämiseen sen kirkastamiseksi.

4.7.1 Lager-vierteen jäähditys käymisen aikana

Toisiojäähdyttimen soveltamista lager-vierteen käymiseen haluttiin kokeilla, koska vierteen käydessä laitteistossa säästyisi jääkaappitilaa ja vierrettä ei tarvitsisi ottaa ulos panimosta. Ylimääräinen työvaihe laitteiston ulkopuolella kasvattaisi kontaminaatoriskiä. Jotta toisiojäähdytin kykenee pitämään vierteen halutussa lämpötilassa, tulee vierteen kiertää käymisastian ja toisiojäähdyttimen välillä. Pumpaamisen tulee olla hidasta, koska turbulenttinen virtaus voi olla haitallista oluelle (The Brewers Professional Alliance 2012). Jäähdytystä kokeiltiin ensin pelkällä vedellä (taulukko 9 ja kaavio 6), jotta oikeaa asetusarvoa osattaisiin arvioida vierteellä tehtävissä jäähdytyskokeessa. Tavoitelämpötila vedelle oli noin 10 °C, ja asetusarvo oli 9,0 °C.

TAULUKKO 9. Lagerin jäähdytyskoe vedellä

<i>t/min</i>	<i>T_{käsi}/°C</i>	<i>T_{toisioj.}/°C</i>	<i>T_{KA 1}/°C</i>
0	18,3	8,5	20
10	15,5	10,2	16
20	13,8	10,9	14
30	12,4	10,0	13
40	11,3	8,9	12
50	10,7	9,1	11
60	10,3	9,4	11
70	10,1	9,6	11
80	10,0	9,7	11
90	10,0	9,8	11
100	10,0	9,9	11
110	10,0	10,0	11



KAAVIO 6. Lagerin jäähdytyskoe vedellä

t = aika [min]

$T_{k\ddot{a}si}$ = käsimittarilla mitattu lämpötila [°C]

$T_{toisioj.}$ = toisiojäähdyttimen lämpötila [°C]

T_{KA1} = mäsikäyskattilan anturin mittaama lämpötila [°C]

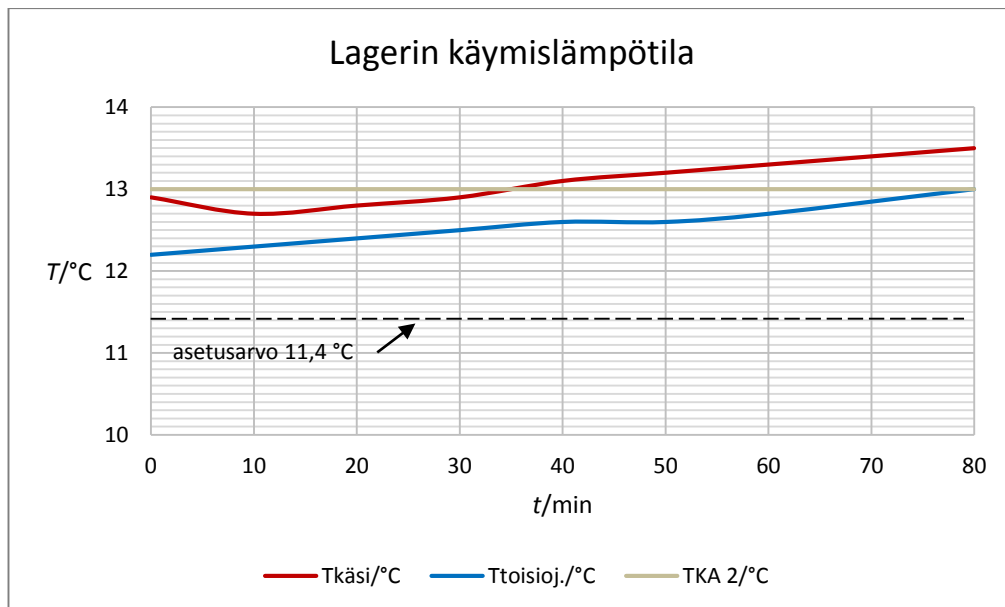
Käsilämpömittari: CEM DT-610B Thermometer. Anturi: K-tyyppi. Virhe: ± 1 °C.

Ajan mittaus: puhelimen kello. Virhe: ± 1 min.

Lagerin jäähdyttämistä kokeiltiin myös käytännössä, jotta lämpötilaa voisi seurata paremmin pitkällä aikavälillä ja mahdolliset ongelmat havaittaisiin. Sopiva asetusarvo (11,4 °C) voitiin syöttää toisiojäähdyttimelle vedellä tehdyn testin mittauksien perusteella. Tavoitelämpötila vierteelle oli 12 – 15 °C hiivapakkauksen ohjeen mukaisesti. Kun vierre oli pumpattu käymisastiaan, sitä alettiin kierrättää jäähdyttimessä. Toisiojäähdyttimen oikeanlainen toiminta varmistettiin tarkkailemalla vierteen lämpötilaa käsilämpömittarilla. Pääkäyminen kesti 5 vuorokautta, ja lämpötilaa tarkkailtiin jokaisena arkipäivänä. Lämpötila pysyi päivittäin noin 11 – 14 °C lämpötilassa. Taulukossa 10 ja kaaviossa 7 on vierteellä kokeillun jäähdytyksen lämpötilaseurannan mittaustuloksia lyhyeltä aikaväliltä.

TAULUKKO 10. Lagerin käymislämpötila

t/min	$T_{k\ddot{a}si}/^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{toisioj.}}/^{\circ}\text{C}$	$T_{KA\ 2}/^{\circ}\text{C}$
0	12,9	12,2	13
10	12,7	12,3	13
20	12,8	12,4	13
30	12,9	12,5	13
40	13,1	12,6	13
50	13,2	12,6	13
60	13,3	12,7	13
80	13,5	13,0	13



KAAVIO 7. Lagerin käymislämpötila

t = aika [min]

$T_{k\ddot{a}si}$ = käsimittarilla mitattu lämpötila [$^{\circ}\text{C}$]

$T_{\text{toisioj.}}$ = toisiojäähdyttimen lämpötila [$^{\circ}\text{C}$]

$T_{KA\ 2}$ = mäskäyskattilan anturin mittaama lämpötila [$^{\circ}\text{C}$]

Käsilämpömittari: CEM DT-610B Thermometer. Anturi: K-tyyppi. Virhe: $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

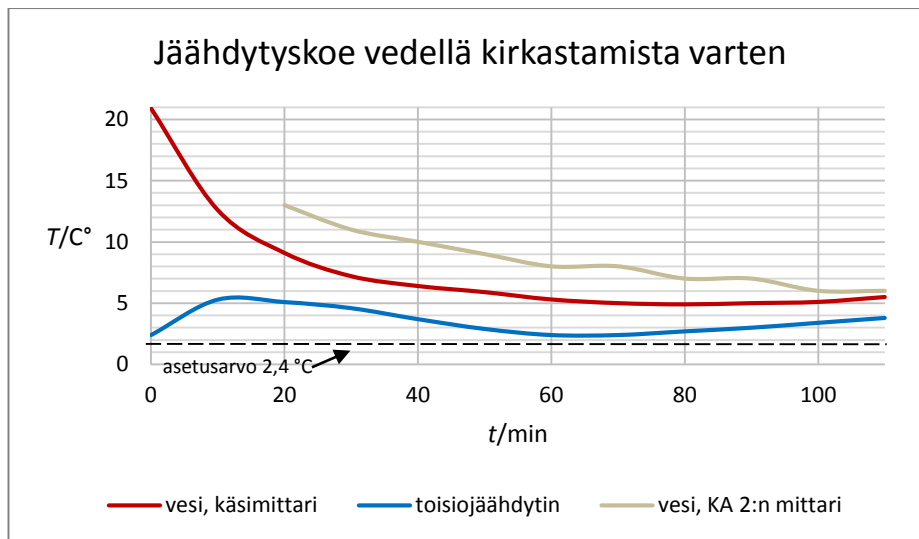
Ajan mittaus: puhelimen kello. Virhe: ± 1 min.

4.7.2 Jäähdytys oluen kirkastamiseksi pääkäymisen jälkeen

Vakka-Suomen Panimon Ville Kärjen neuvosta (2015) toisiojäähdytintä kokeiltiin myös oluen kirkastamiseen 4 °C lämpötilaan pääkäymisen jälkeen. Varsinaisen käymisen jälkeen panimoissa suoritetaan yleensä jälkikäyminen, jossa olutta voidaan pitää viileässä useita päiviä, jotta se kypsyisi ja kirkastuisi. Oluen jäähdyttäminen tehostaa siinä olevien aineiden sakkaantumista ja laskeutumista tankin pohjalle. Jäähdytystä käymisen jälkeistä kirkastamista varten kokeiltiin vedellä, jotta sopivaa kylmäkoneikolle syötettävää asetusarvoa voisi arvioida helpommin oluen kirkastamisessa. Taulukossa 11 ja kaaviossa 8 nähdään vedellä suoritettun jäähdytyskokeen lämpötilamittaukset. Asetusarvoksi valittiin 2,4 °C, koska vierteen lämpötilan oletettiin olevan tasaannuttuaan lähellä 4 °C. Asetusarvon tuli olla myös sopivan korkea, jotta vierre tai jäähdyttimeen jäänyt pieni määrä huuhteluvettä ei jäätyisi. Toisiojäähdyttimen todellinen lämpötila voi poiketa noin 2 °C asetusarvosta.

TAULUKKO 11. Jäähdytyskoe vedellä kirkastamista varten

t/min	$T_{\text{käsi}}/^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{toisioj.}}/^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{KA2}}/^{\circ}\text{C}$
0	20,9	2,4	-
10	12,6	5,3	-
20	9,1	5,1	13
30	7,2	4,6	11
40	6,4	3,7	10
50	5,9	2,9	9
60	5,3	2,4	8
70	5	2,4	8
80	4,9	2,7	7
90	5,0	3	7
100	5,1	3,4	6
110	5,5	3,8	6



KAAVIO 8. Jäähdytyskoe vedellä kirkastamista varten

t = aika [min]

$T_{käsi}$ = käsimittarilla mitattu lämpötila [°C]

$T_{toisioj.}$ = toisiojäähdyttimen lämpötila [°C]

$T_{KA 2}$ = mäsikäskattilan anturin mittaama lämpötila [°C]

Käsilämpömittari: CEM DT-610B Thermometer. Anturi: K-tyyppi. Virhe: ± 1 °C

Ajan mittaus: puhelimen kello. Virhe: ± 1 min.

Jäähdytyskoe tehtiin myös oikean oluen kirkastamisessa. Kun pohjahiiwaolut oli käynyt 5 päivää kiertäen käymisastian ja toisiojäähdyttimen välillä, se todettiin ominaispainomittauksen perusteella loppuun käyneeksi. Toisiojäähdytintä ei sammutettu eikä oluen kierrättämistä lopetettu. Jäähdyttimen asetusarvoksi asetettiin 2,0 °C, ja oluen annettiin kylmentyä vuorokauden ajan kirkastuslämpötilaan. Oluen lämpötila oli käsimittarilla mitattuna 3,9 °C vuorokauden jäähdytyksen jälkeen (jäähdyisi pienemmässäkin ajassa, eli muutamassa tunnissa). Toisiojäähdyttimen lämpötila oli 2,7 °C ja käymisastia 2:n anturi mittasi lukeman 4 °C. Pumppaaminen jäähdyttimen läpi lopetettiin kirkastuslämpötilaan jäähdyttämisen jälkeen, ja oluen sakan annettiin vajota käymisastian pohjalle vuorokauden ajan. Vuorokauden kuluttua sakka laskettiin pohjalta pois.

Käsilämpömittari: CEM DT-610B Thermometer. Anturi: K-tyyppi. Virhe: ± 1 °C

4.8 Pääkäyminen

Pääkäyminen on suoritettu koeajoissa pääasiassa ale- eli pintahiivalla, joka yhdessä pale ale -maltaiden ja kohtuullisen humaloinnin kanssa ovat tehneet kokonaisprosessin lopputuotteesta englantilaistyyppistä pale alea tai sitä muistuttavaa olutta. Käyminen on kestänyt ale-hiivalla aina noin 7 päivää prosessihuoneen lämpötilan ja käymislämpötilan ollessa noin 21 °C. Käymisen etenemistä on seurattu mittaamalla käyvän vierteen tai oluen ominaispainoa.

Tredun pienpanimossa on kokeiltu myös lager- eli pohjahiivaoluen valmistamista. Oluen valmistaminen vaatii nimensä mukaisesti pohjahiivaa. Jotta hiiva kävisi halutulla tavalla, eli mahdollisimman vähän virheiksi katsottuja makuja muodostaen, sen tulisi käydä noin 10 – 15 °C lämpötilassa. Eräässä kokeessa lager-vierre kävi huoneenlämpötilassa, koska jäähdytykseen tarvittava pumppu ei toiminut yöllä paineilman automaattisen katkaisemisen vuoksi. Hiiva kävi kiihkeästi muutaman päivän, koska hiivan toiminta vilkastuu tarkoituksellista käymislämpötilaa korkeammissa lämpötiloissa, ja pohjahiiva on sopeutunut käymään alhaisissa lämpötiloissa. Pullokäynyt valmis olut ei ollut pahan makuista, mutta maku ei toisaalta ollut luultavasti lagerille ominainen ja toivottava.

Pohjahiivaolutta saatiin valmistettua myös hieman oikeaoppisemmin, kun sen jäähdyttäminen käymisen aikana onnistui. Käyvää vierrettä pumpattiin 5 päivän ajan toisiojäähdyttimen (E-4) ja käymisastian (E-5) välillä, kunnes sen todettiin käyneen loppuun asti ominaispainomittauksen perusteella ($OG = 1,0525$, $FG = 1,0068$). Ominaispainon tulee olla suunnilleen 1,010 tai alle käymisen lopussa. Olut kirkastettiin pääkäymisen jälkeen toisiojäähdyttimen avulla käymisastiassa.

OG = ominaispaino ennen käymistä (original gravity)

FG = lopullinen ominaispaino (final gravity)

Ominaispainomittari: Anton Paar DMA 35 Portable Density Meter. Virhe: 0,001 g/cm³.

4.9 Suodatus

Ensimmäiset suodatuskokeet TEM Jolly 10 -levysuodattimella (kuva 3) tehtiin kylmällä vesijohtovedellä, jotta sen käyttäytymistä olisi helpompi ennakoida koetettaessa oluen suodatusta. Pumppu täytettiin vedellä ennen sen käynnistämistä, ja suodatus aloitettiin 0,3 barin paineella suodattimen ohjeiden mukaisesti. Suodattimen selluloosalevyjen läpi virtasi alussa liikaa oluelle haitallista ilmaa, mutta kuplat kuitenkin vähenivät ja lopulta hävisivät. Kuplaisuutta esiintyi vähemmän aikaa, kun imuletku oli täytetty vedellä ennen suodatusta. Ohjeiden mukaan ilma tuli poistaa näytehanan kautta ennen paineen nostamista, mutta sen onnistuminen käytännössä jäi kyseenalaiseksi. Ilman kadottua pumpun paineen puoleisen letkun paine säädettiin niin suureksi, kuin sen pystyi säätämään vettä pumpatessa, eli noin 1,3 bariin. Paine tulisi säätää olutta suodatettaessa 3 bariin.

Ensimmäinen oluella tehty suodatuskoe tehtiin toisiojäähdyttimen avulla kirkastetulla pohjahiivaoluella. Edellisenä päivänä pestyn ja desinfioidun suodattimen pumppu ja letku täytettiin ensin oluella. Täytetty letku asetettiin astiaan, jossa oli olutta, ja suodattimen ulostulon letku asetettiin tyhjään astiaan. Kun pumppu oli käynnistetty, paineeksi säädettiin 0,3 bar noin minuutin ajaksi, jonka jälkeen paine nostettiin noin 3 bariin avaamalla suodattimen venttiili täysin. Painetta ei voinut korkeammaksi edes nostaa, koska se on oluen suodatuksesta aiheutuva paine. Paine muodostui pumpun painepuolelle ennen suodatin levyjä. Oluen virtaaminen suodattimen läpi ehtyi vähitellen. Noin puolet suodatettavasta oluesta (kokonaismäärä noin 25 litraa) suodattui.

4.10 Jälki- ja pullokäyminen

Tredun pienpanimossa tuotetuista oluteristä vain pieni osa pullotetaan. Pullotus suoritetaan toistaiseksi käsin, ja olut siirretään pulloihin lapon kautta. Lappo täytetään mahdollisimman hygieenisesti imemällä olut siihen ruiskua käyttäen. Pullotuksen yhteydessä pulloihin punnitaan sokeria noin 4 grammaa, jotta olueen muodostuisi hiilihappoja ja hie-man lisää alkoholia.

Keväällä pantuun olueen ei muodostunut hiilihappoja. Olutta pidettiin pari päivää jääkaapissa kanisterissa jälkikäymässä ja kirkastumassa pääkäymisen jälkeen. Olut siirrettiin

jälkikäymisen ja pullottamisen jälkeen suoraan noin 4 °C lämpötilassa olevaan jääkaappiin. Hiiva ei ilmeisesti voinut käydä liian viileissä olosuhteissa, ja valmis olut oli makeaa lisätyn hiilidioksidiksi ja alkoholiksi muuntumattoman sokerin takia. Syksyllä olut pulloettiin suoraan käymisastian tyhjennyksen yhteydessä, ja sitä pidettiin viikko lämpimässä Vakka-Suomen Panimon Ville Kärjen neuvoa (2015) noudattaen. Olueen muodostui hiilihappoja ja se ei ollut enää niin makeaa. Suodatetun oluen pullotuksessa on pulloihin lisätty hiivaa, koska oluessa ei ole pääkäymisestä peräisin olevaa hiivaa. Myös suodatettuun olueen muodostui hiilihappoja, kun pulloit olivat ensin muutaman päivän lämpimässä, jonka jälkeen ne kypsyivät pari viikkoa jääkaapissa. Kaikki oluen kanssa kosketuksissa olevat välineet ovat pestyjä ja desinfioituja etanolilla.

4.11 Pesu ja desinfiointi

Panimo puhdistetaan ennen käyttöä sisäpuolelta kaikilta pinnoilta, joihin vierre tai olut on kosketuksissa. Laitteisto on pesty ja desinfioitu yleensä vuorokautta ennen oluen valmistamista. Pesu- ja desinfiointiaineet laimennetaan lämpimään veteen. Pesu tapahtuu kierto- eli CIP-pesuna (Cleaning In Place). Panimo pestään ensin emäksisellä lipeäpesuaineella, jossa on likaa liuottavia rasva-alkoholeja, ja sen jälkeen happamalla typpihappoa sisältävällä pesuaineella. Molempien pesuainekierron jälkeen suoritetaan huuhtelu. Pesemisen jälkeen panimo desinfioidaan vetyperoksidipitoisella nesteellä. Pesukierto emäksisellä ja happamalla pesuaineella sekä desinfiointi vetyperoksidilla ovat yleisiä ja toimivia keinoja mikrobien ehkäisemiseksi (Tiilikainen 2011, 18–19).

Ennen oluen kokeellista valmistamista myös tarvittavat pesut on suoritettu usein kokeellisesti. Keväällä muodostuneita käytäntöjä on mietitty opinnäytetyön aikana syksyllä uudelleen. Muodostuneita käytäntöjä on kirjoitettu erillisiksi pesuohjeiksi. Keväällä kirjoitettuja ohjeita on luetettu opiskelijoilla, jotta niiden ymmärrettävyyttä voisi parantaa palautteeseen perustuen. Ohjeet ovat luonteeltaan jatkossakin muuttuvat, sillä käytänteet ja laitteisto jatkavat kehittymistä.

Toisiojäähdyttimen kokeileminen ja käyttöönotto ovat saaneet aikaan suurimmat muutokset pesukäytänteisiin. Koska olutta tehdään panimolla lähes joka viikko, ja panimossa on kaksi käymisastiaa, niistä ainakin toisessa käy lähes joka päivä olutta toisen ollessa samaan aikaan usein tyhjänä. Aiemmin käyvää olutta haluttiin suojella pesukierrossa

pesu- ja desinfiointiaineilta siten, että aine ei saanut virrata vain yhden venttiilin eristämänä oluesta.

5 TULOKSET

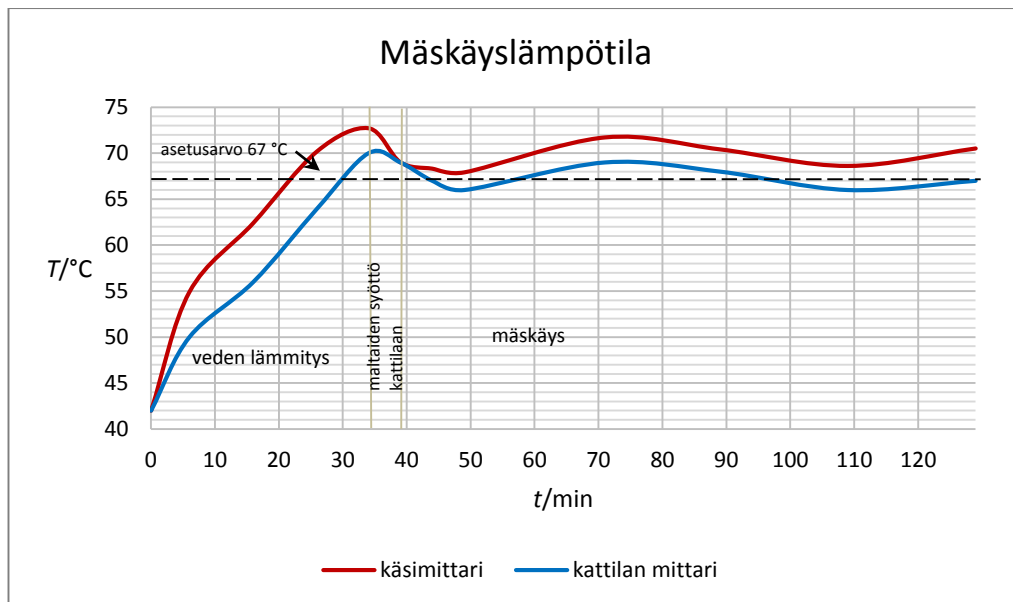
5.1 Mäskäys

5.1.1 Mäskäyslämpötila

Mäskäyskokeen tulosten (taulukko 12, kaavio 9) perusteella mäskän todellinen lämpötila on keskimäärin noin 2,5 °C korkeampi kuin mäskäyskattilan anturin osoittama lämpötila (mäskäyksen lämpötila erotettu lämmityksestä paksulla viivalla). Kattilan anturin mittaukset alhaisemmat lukemat voivat selittyä sillä, että anturin metallisen kotelon kautta johdettu lämpöä kattilasta ympäristöön. Panimon mittarin poikkeama todellisesta lämpötilasta tulee ottaa huomioon mäskäyksessä. Mallas viilentää veden lämpötilaa, mikä näkyy notkona noin 35 – 70 min kohdalla. Aikavälillä 50 – 129 min lämpötila heilahtelee asetustarvon ympärillä.

TAULUKKO 12. Mäskäyslämpötila

<i>t/min</i>	<i>T_{käsi}/°C</i>	<i>T_{kattila}/°C</i>
0	42,0	42
6	54,9	50
16	62,4	56
26	70,2	64
34	72,7	70
39	69,0	69
44	68,3	67
49	67,9	66
71	71,7	69
89	70,4	68
109	68,6	66
129	70,5	67
mäskäyksen keskiarvo	69,5	67,4



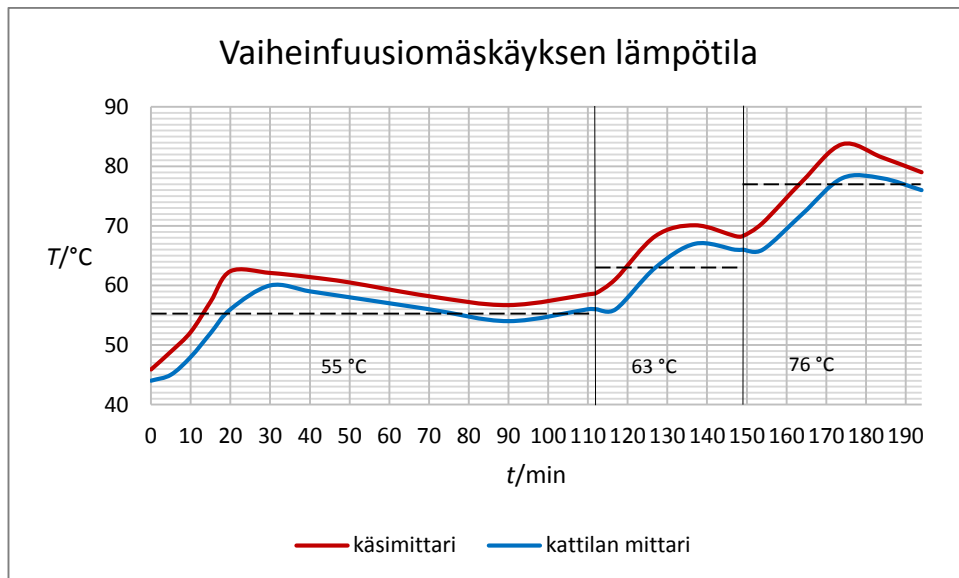
KAAVIO 9. Mäskäyslämpötila

5.1.2 Vaiheinfuusiomäskäys

Koska vaiheinfuusiomäskäyskoe kyettiin tekemään, epäily kattilan kykenemättömyydestä suorittaa peräkkäisiä lämmityksiä oli aiheeton. Kevään kokeissa laitetta ei vielä tunnettu kovin hyvin, ja peräkkäisten lämmityksien epäonnistuminen saattoi johtua käyttövirheestä. Tulosten (taulukko 13, kaavio 10) perusteella vaiheinfuusiomäskäys ei laitteella onnistu kunnolla, koska lämpötila poikkeaa liian paljon asetusravosta (vaiheet on erotettu taulukossa paksulla viivalla). Vesi tai mäski lämpiää aluksi noin 5 °C kuumemmaksi kuin asetusravo 55 °C. Kattilan anturin mittaama luku kuvaa paremmin poikkeamaa asetusravoista, sillä lämpötilaa säädetään ohjauskeskuksessa kattilan anturin mittausten avulla. Kattilan anturin mittausten poikkeamaa todellisesta lämpötilasta ei huomioitu tarkoituksella arvoja asettaessa. Aikavälillä 80 – 115 min on havaittavissa lämpötilan heilahtelua asetusravon ympärillä.

TAULUKKO 13. Vaiheinfuusiomäskäyksen lämpötila

t/min	$T_{\text{käsi}}/^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{kattila}}/^{\circ}\text{C}$
0	45,9	44
5	48,9	45
10	52,2	48
15	57,3	52
20	62,4	56
30	62,1	60
40	61,4	59
50	60,5	58
70	58,2	56
90	56,7	54
110	58,5	56
112	58,7	56
117	61,1	56
127	68,3	63
137	70,1	67
147	68,3	66
149	68,3	66
154	70,5	66
164	77,5	72
174	83,7	78
184	81,5	78
194	79	76



KAAVIO 10. Vaiheinfuusiomäskäyksen lämpötila

5.1.3 Mäskin happamuus

Taulukossa 14 vertaillaan kahta eri mäsikäystä. Panoksessa 18 oli tarpeeksi alhainen pH, ja panoksen 14 pH:n arvo oli hiukan liikaa (yli 5,8). Vaikka panoksessa 14 oli suhteessa hieman enemmän maltaita kuin panoksessa 18, oli panos 18 happamampi. Ero voi johtua siitä, että panoksissa käytettiin erilaisia maltaita. Happamuus välillä 5,2 – 5,3 on optimaalinen sokereita ja proteiineja pilkkovien entsyymien toiminnalle.

TAULUKKO 14. Mäskin pH

mäsikäys	pH	<i>m (maltaat) / kg</i>	<i>V (vesi) / l</i>	maltojen ja veden massasuhde
Panos 14	5,81	pale ale 11,0	43	1:3,9
Panos 18	5,70	pilsner 10,5	42	1:4,0

5.2 Vierteen erotus

Pyynikin käsityöläispanimon Heikki Eräsalon ehdottama tapa erottaa vierre maltaista (2015b) osoittautui toimivaksi. Vierrettä suodattava mallaskakku muodostettiin mäsikäyskattilassa siiviläastian sijaan. Mäsikäyksen jälkeen sekoitus pysäytettiin, ja maltaat vajosivat pohjaventtiilin päälle pohjalla olevan siivilän sijaan. Noin puolen tunnin vajoamisen jälkeen kattilan pohjaventtiiliä avattiin varovasti, jolloin pieni ja kirkas noro valui siiviläastiaan tuoden vain muutamia maltaan kappaleita mukanaan. Vierre erotetaan edelleen kattilassa edellä kuvatulla tavalla.

5.3 Keitto

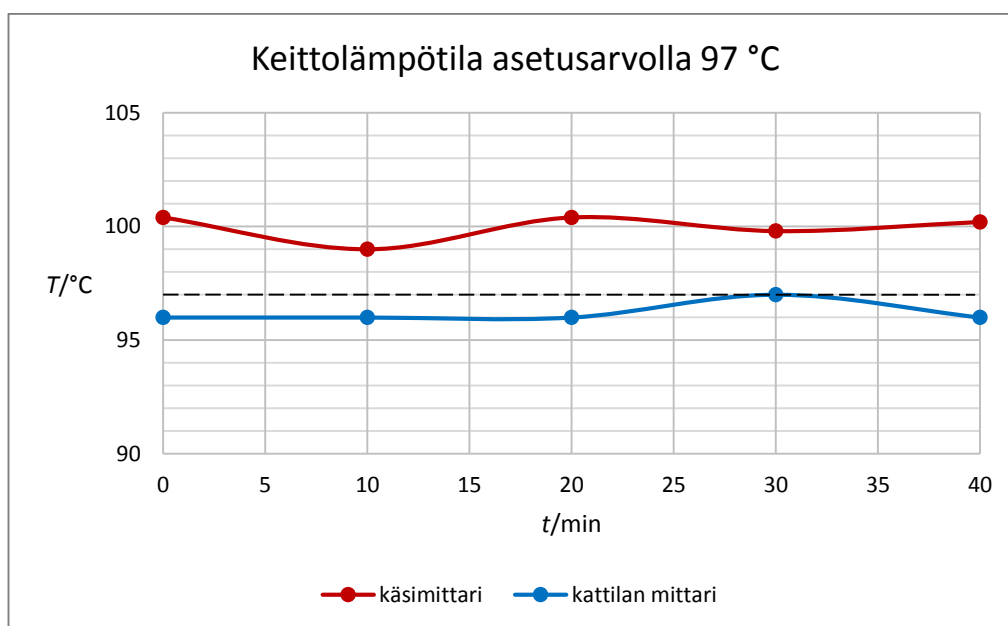
5.3.1 Keittolämpötila

Keiton lämpötilamittauksissa (taulukko 15 ja kaavio 11 sekä taulukko 16 ja kaavio 12) selvisi, että vierteen todellinen lämpötila on keskimäärin noin 4 °C korkeampi kuin kattilan anturin mittaama lämpötila. Koska normaalissa ilmanpaineessa veden lämpötila ei voi olla yli 100 °C, normaalin kiehumispisteen ylittävät lämpötilat voivat selittyvät pienellä

ylipaineella, joka syntyy kattilaan. Kattila ei ole täysin avonainen, sillä höyry pääsee vain näköluukun ja pienen höyryputken kautta ulos kattilasta. Mittausvirheet eivät ole todennäköisiä, koska kaksi eri käsimitaria, joista toisen virheeksi on ilmoitettu $\pm 0,1$ °C, ovat mitanneet yli 100 °C lämpötiloja keiton aikana.

TAULUKKO 15. Keittolämpötila asetusarvolla 97 °C

t/min	$T_{\text{käsi}}/^\circ\text{C}$	$T_{\text{kattila}}/^\circ\text{C}$
0	100,4	96
10	99,0	96
20	100,4	96
30	99,8	97
40	100,2	96
keskiarvo	100,0	96,2

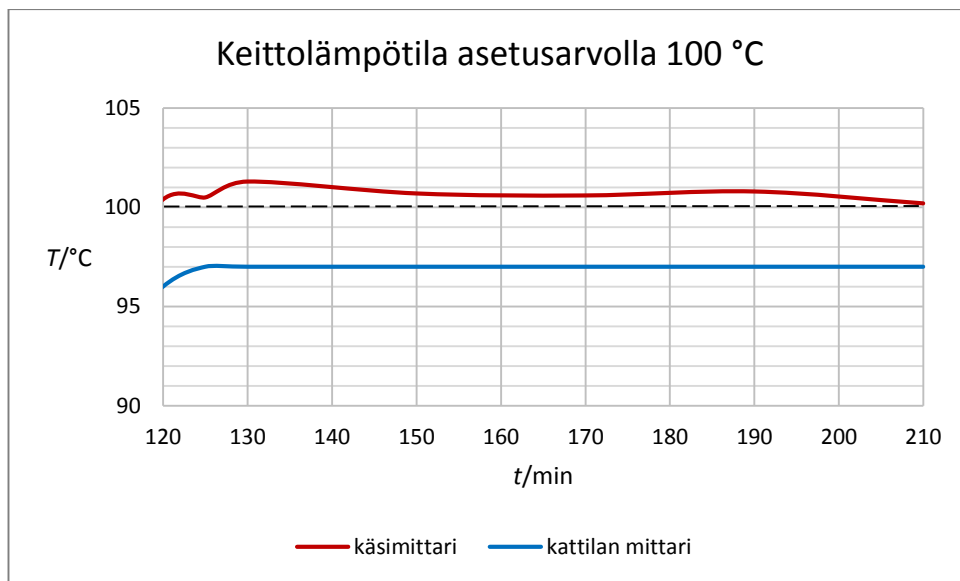


KAAVIO 11. Keittolämpötila asetusarvolla 97 °C

Keittoa on kokeiltu myös asetusarvolla 102 °C (taulukko 7 haihtumakokeessa), mutta lämpötilat eivät olleet taulukon 16 ja kaavion 12 mittaustuloksia suurempia. 100 °C asetusarvolla tehdyssä kokeessa keskimääräinen lämpötila on 0,6 °C korkeampi, kuin 97 °C asetusarvolla suoritettussa keitossa (taulukko 16, kaavio 12).

TAULUKKO 16. Keittolämpötila asetusarvolla 100 °C

t/min	$T_{\text{käsi}}/^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{kattila}}/^{\circ}\text{C}$
120	100,4	96
125	100,5	97
130	101,3	97
150	100,7	97
170	100,6	97
190	100,8	97
210	100,2	97
keiton keskiarvo	100,6	96,9



KAAVIO 12. Keittolämpötila asetusarvolla 100 °C

5.3.2 Haihtuma

Haihtumakoe suoritettiin asetusarvolla 102 °C, ja 90 minuuttia kestäneen keiton lämpötilan keskiarvo oli keskimäärin 100,4 °C. Kokeessa haihtui keiton ja lämmityksen aikana 8,15 litraa vettä, mikä on 19,4 % veden alkuperäisestä tilavuudesta ennen keittoa ja lämmitystä. Haihtuma on kirjallisuudessa esitettyihin arvoihin verrattuna suuri, sillä keiton haihtuma on panimoteollisuudessa 4 – 15 % (Enari & Mäkinen 2014, 92, 106).

5.4 Pohjahiivaoluen pääkäyminen

Pohjahiivaolutta saatiin valmistettua, koska sen jäähdyttäminen käymisen aikana onnistui. Käyvää vierrettä pumpattiin 5 päivän ajan toisiojäähdyttimen (E-4) ja käymisastian (E-5) välillä, kunnes sen todettiin käyneen loppuun asti ominaispainomittauksen perusteella (alkuperäinen ominaispaino $OG = 1,0525$, käymisen jälkeinen ominaispaino $FG = 1,0068$). Ominaispainon tulee olla suunnilleen 1,010 tai alle käymisen lopussa. Oluen pääkäyminen kestää yleensä 7 – 9 vuorokautta (Enari & Mäkinen 2014, 149), joten kokeen pääkäyminen tapahtui tavallista nopeammin.

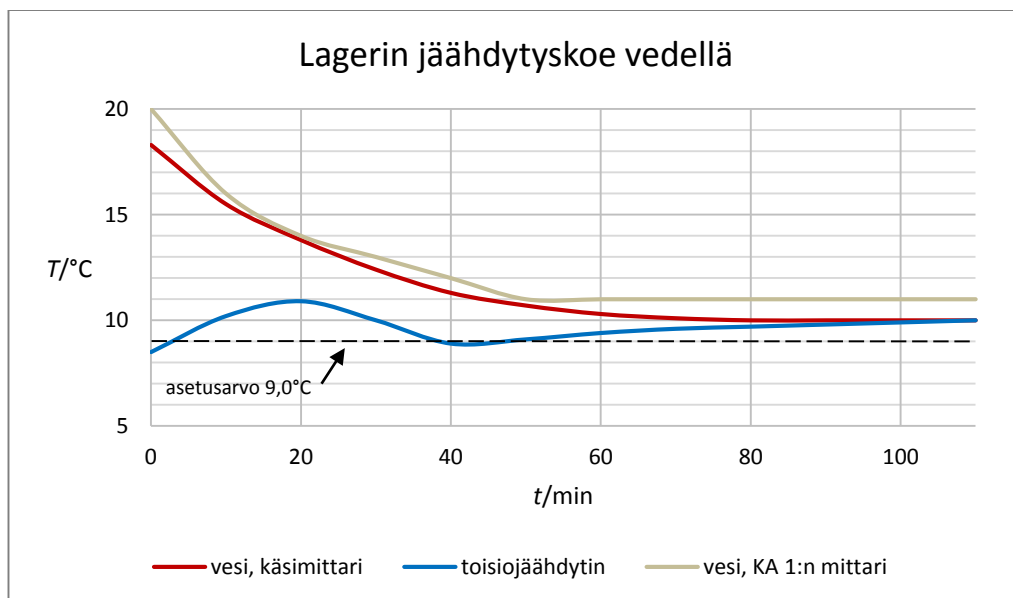
5.5 Jäähdytys kylmäaineella

5.5.1 Pohjahiivaoluen vierteen jäähdytys käymisen aikana

Vedellä suoritetun lagerin jäähdytyskokeen tulokset (taulukko 17, kaavio 13) osoittavat, että toisiojäähdyttimen todellinen lämpötila poikkeaa asetusarvosta (9,0 °C). Joissakin muissa mittauksissa oikea lämpötila on voinut poiketa noin 2 °C asetusarvosta. Oikea lämpötila on ollut yleensä korkeampi kuin asetusarvo. Koska asetusarvo on lähes aina alhaisempi kuin todellinen lämpötila toisiojäähdyttimessä, se tulee ottaa huomioon lagerivierteen jäähdytyksessä käymisen aikana. Vesi jäähdytti tavoitteen mukaisesti 10 °C lämpötilaan.

TAULUKKO 17. Lagerin jäähdytyskoe vedellä

t/min	$T_{\text{käsi}}/^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{toisioj.}}/^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{KA 1}}/^{\circ}\text{C}$
0	18,3	8,5	20
10	15,5	10,2	16
20	13,8	10,9	14
30	12,4	10,0	13
40	11,3	8,9	12
50	10,7	9,1	11
60	10,3	9,4	11
70	10,1	9,6	11
80	10,0	9,7	11
90	10,0	9,8	11
100	10,0	9,9	11
110	10,0	10,0	11

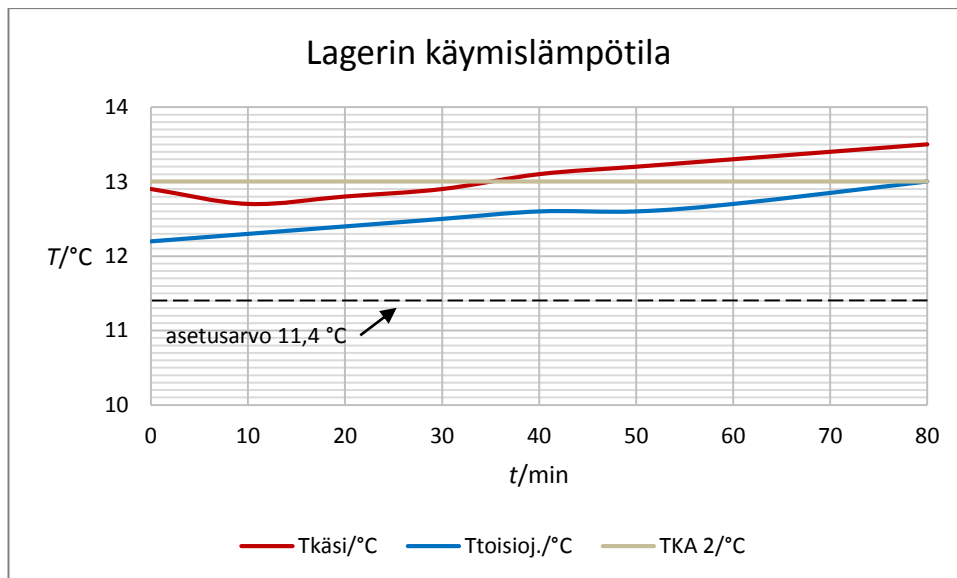


KAAVIO 13. Lagerin jäähdytyskoe vedellä

Pohjahiivaoluen vierteellä suoritettu jäähdytyskoe kesti 5 vuorokautta. Vierteen lämpötila oli joka päivä noin 11 – 14 °C, kun tavoitteena oli noin 12 – 15 °C. Käytetty asetusarvo 11,4 °C oli siis melko lähellä sopivaa arvoa. Lämpötila vaihteli hiukan toisiojäähdyttimen lämpötilan vaihtelemisen takia. Taulukossa 18 ja kaaviossa 14 nähdään jo olueksi käyneen tuotteen lämpötila lyhyellä aikavälillä.

TAULUKKO 18. Lagerin käymislämpötila

t/min	$T_{\text{käsi}}/^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{toisioj.}}/^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{KA 2}}/^{\circ}\text{C}$
0	12,9	12,2	13
10	12,7	12,3	13
20	12,8	12,4	13
30	12,9	12,5	13
40	13,1	12,6	13
50	13,2	12,6	13
60	13,3	12,7	13
80	13,5	13,0	13



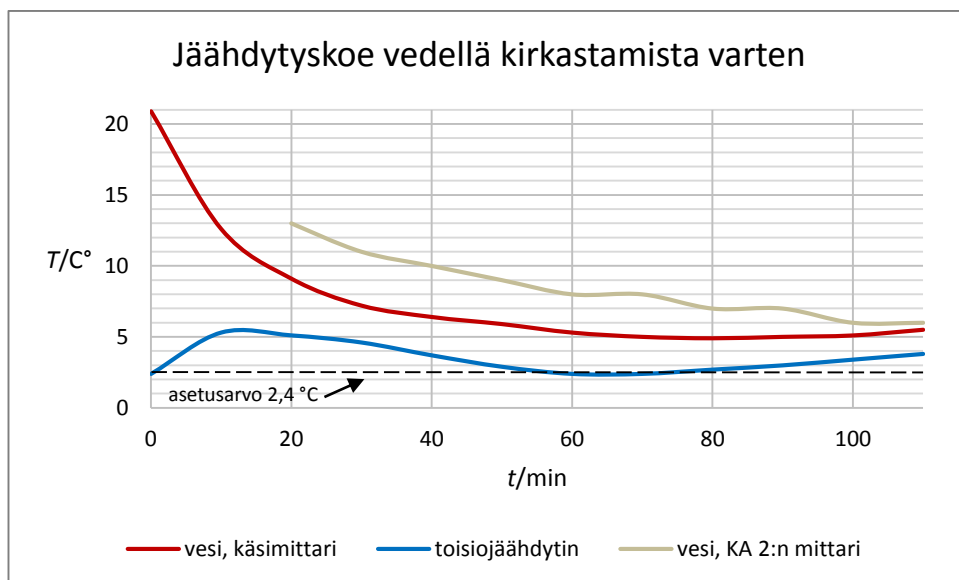
KAAVIO 14. Lagerin käymislämpötila

5.5.2 Jäähdytys oluen kirkastamiseksi pääkäymisen jälkeen

Myös vedellä suoritettun käyneen oluen kirkastamista mallintaneen kokeen tuloksien (taulukko 19, kaavio 15) perusteella toisiojäähdyttimen lämpötila ei pysy kovin tarkasti asetussarvossa (kokeessa 2,4 °C). Kokeessa oluen sijaan jäähdytetyn veden tavoitelämpötila oli 4 °C. Lämpötila oli kuitenkin lämpötilojen tasaannuttua noin 70 minuutin jäähdytyksen jälkeen lähempänä 5 °C:ta. Veden lämpötila nousi kokeen loppua kohden, koska toisiojäähdyttimen lämpötila alkoi nousta.

TAULUKKO 19. Jäähdytyskoe vedellä kirkastamista varten

t/min	$T_{\text{käsi}}/^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{toisioj.}}/^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{KA 2}}/^{\circ}\text{C}$
0	20,9	2,4	-
10	12,6	5,3	-
20	9,1	5,1	13
30	7,2	4,6	11
40	6,4	3,7	10
50	5,9	2,9	9
60	5,3	2,4	8
70	5	2,4	8
80	4,9	2,7	7
90	5,0	3	7
100	5,1	3,4	6
110	5,5	3,8	6



KAAVIO 15: Jäähdytyskoe vedellä kirkastamista varten

Vedellä tehdyn testin perusteella asetusravoksi asetettiin $2,0^{\circ}\text{C}$, ja oluen tavoitelämpötila oli noin 4°C . Pohjahiivaoluen lämpötila kirkastuksessa vuorokauden jäähdyttämisen jälkeen oli $3,9^{\circ}\text{C}$. Toisiojäähdyttimen lämpötila oli $2,7^{\circ}\text{C}$, ja käymisastia 2:n anturi mittasi 4°C lukeman.

5.6 Suodatus

Pohjahiivaoluen suodatus onnistui, mutta suodatin tukkeutui suodatuksen puolella välissä. Oluen virtaaminen suodattimen läpi ehtyi vähitellen luultavasti siksi, että suodatinlevyt tukkeutuivat. Noin puolet suodatettavasta oluesta (kokonaismäärä noin 25 litraa) suodattui. Tukkeutuminen voi johtua siitä, että olut ei ollut kirkastunut tarpeeksi ennen suodatusta. Panimoilla tavallisesti seisotetaan olutta useita päiviä, jotta laskeutuvan sakan voisi erottaa siitä. Joskus olut kirkastetaan myös separaattorilla.

6 POHDINTA

6.1 Tulokset ja käyttöohjeet

6.1.1 Mäskäys

Mäskäyskattilassa (E-1) tapahtuvassa mäskäyksessä suoritettujen lämpötilamittausten tarkoitus oli selvittää, näyttääkö panimon lämpömittari oikeita lukemia. Mittausten mukaan mäskin oikea lämpötila on noin 2,5 °C korkeampi kuin kattilan lämpötila-anturin mittaamat tulokset. Poikkeaman vuoksi ohjeellinen asetusarvo 67 °C muutetaan 63 °C:ksi, jotta mäskin todellinen lämpötila on yhdessä lämpötilassa tapahtuvan infuusiomäskäyksen optimaalista lämpötilaa 66 °C:ta lähempänä. Maltaat lisätään kattilaan 67 °C lämpötilassa, sillä ne viilentävät veden lämpötilaa muutamalla asteella.

Vedellä suoritettussa vaiheinfuusiomäskäyskokeessa todettiin, että lämpötila nousee aluksi noin 5 °C korkeammaksi panimon mittarilla mitattuna kuin asetusarvo 55 °C. Panimon mittarin lukemat kuvaavat paremmin poikkeamaa asetusarvosta, koska lämpötilaa säädetään kattilan anturin mittaukseen perustuen. Logiikka tulee ohjelmoida säätämään lämpötilaa tarkemmin, koska vaiheinfuusiomäskäys ei toimisi kovin hyvin käytännössä lämpötilan liiallisen heilahtelun vuoksi. Käyttöliittymällä tulisi olla mahdollisuus ohjelmoida koko lämmitys kerralla, jotta lämmitysohjelmaa ei tarvitsisi pysäyttää ja lämpötilaa asettaa kesken mäskäyksen. Laite voisi säätää lämpötilan itse haluttuun aikaan, esimerkiksi silloin, kun 55 °C lämpötilassa tapahtuvan proteolyysitauon jälkeen tulisi lämpötila nostaa 63 °C:een sokeroitumistauon ajaksi.

Opinnäytetyössä mitattiin kahden eri panoksen mäskin happamuus, koska Nokian panimon panimomestari Riitta Sulkaman neuvoi pitämään pH-arvon alle 5,8 (2015). Molempien panoksien mäskin pH oli sallitun ylärajoilla. Happamuus välillä 5,2 – 5,3 on optimaalinen sokereita ja proteiineja pilkkovien entsyymien toiminnalle (Enari & Mäkinen 2014, 88). Mäskäyksissä kattilaan voisi lisätä happoa, jotta sokerisaanto parantuisi.

Veden haihtumista mäskäyksen ja mäskäysveden lämmityksen aikana voisi tutkia, koska kokeen tuottamalla tiedolla saattaisi olla käyttöä reseptien tekemisessä ja soveltamisessa.

Opinnäytetyössä on mitattu veden haihtumista keiton aikana, joka kestää yleensä yhtä kauan kuin mäsikäys, mutta tulokset eivät päde mäsikäykseen. Mäsikäys suoritetaan huomattavasti matalammassa lämpötilassa kuin keitto.

6.1.2 Vierteen erotus

Pienpanimon siiviläastiassa (E-2) on alun perin ollut tarkoitus erottaa maltaat vierteestä. Keväällä 2015 suoritetuissa ensimmäisissä siivilöintikokeissa todettiin, että suuri osa mäsikistä ei valu kattilasta siiviläastialle, eikä kattilaan pumpattu siivilöitynyt vierre tuonut sitä mukanaan siivilälle. Siivilöityneen vierteen joukkoon pääsi toisinaan myös maltaita mahdollisesti siksi, että siivilä ei ollut tarpeeksi tiiviisti paikoillaan. Siivilä ei myöskään ollut välttämättä kunnollinen, sillä se taipui mäsikin painosta ja verkon silmäkoko saattoi olla vääränlainen. Yleensä panimoiden siivilät ovat jonkinlaisesta reikälevystä valmistettuja. Lisäksi valuminen siiviläastian herkälle mallaskerroksen pinnalle saattoi olla liian ”terävää”, koska mäski valui keskittyneesti yhteen kohtaan. Kattilan minimipanos on noin 42 litraa, ja siiviläastian tilavuus on noin 40 litraa. Mikäli kattilaan jääneitä maltaita olisi yritetty huuhdella letkulla alas siiviläastialle, mäski olisi voinut valua yli siitä, vaikka osa kattilaan lisäystä vedestä on haihtunut mäsikäyksessä. Siivilöitynyttä vierrettä ei saa siirrettyä siiviläastialta antamaan tilaa huuhteluvedelle, ellei sitä pumpata ulos laitteistosta.

Pyynikin käsityöläispanimon laatupäällikkö Heikki Eräsalon ehdotuksesta (2015b) maltaita kokeiltiin erottaa niin, että ne vajosivat mäsikäyksen jälkeen suoraan kattilan alaventtiilin (V-1) päälle ja puolen tunnin kuluttua venttiiliä avattiin varovaisesti. Mikäli kattilan pohjalla olisi siivilä, kattilan kansi tulisi voida irrottaa helposti maltaiden poistamista varten. Vierre valui siiviläastialle eikä sen mukana tullut kuin muutamia maltaita, jotka jäivät siivilän päälle. Menetelmä on todettu useissa ajoissa toimivaksi. Alussa siivilöityvää sameampaa vierrettä ei saa kuitenkaan pumpattua kattilaan uudelleen siivilöitymään ilman vierrettä suodattavan mäsikakun rikkoutumista. Vierteen pumpaamista kattilaan mahdollisimman hellävaraisesti tulisi tutkia.

6.1.3 Keitto

Myös keiton aikana mitattiin lämpötilaa, jotta osattaisiin arvioida oikean suuntainen asetusarvo lämpötilalle. Kattilan (E-1) lämpötila-anturin mittaamat lukemat ovat digitaalisella käsimittarilla tehtyjen mittausten mukaan noin 4 °C todellista lämpötilaa alhaisempia. Poikkeama johtunee siitä, että kattilan anturin metallinen kotelo johtaa lämpöä ympäristöön kattilan metallipinnan kautta. Ero on suurempi kuin mäsikäyksessä, sillä virhe ja johtuvan lämpöenergian määrä kasvavat lämpötilan noustessa. Poikkeama tulee ottaa huomioon käytetyissä asetusarvoissa. 102 °C asetusarvolla suoritettussa keitossa ei mitattu korkeampia lämpötiloja kuin 100 °C asetusarvolla, joten sopiva asetusarvo voisi olla 100 °C voimakkaan kiehumisen ja niin suuren lämpötilan saavuttamiseksi kuin normaalissa ilmanpaineessa on mahdollista. Aiemmissa ajoissa vierteen on todettu kiehuvan yli täyden panoksen keitossa, mutta keittoa voisi kokeilla vielä täydellä panoksella pienemmällä asetusarvolla ja portaittaisella lämmityksellä, mikä voisi ehkäistä liian voimakasta kiehumista. Jatkossa keittoa voisi kokeilla myös niin, että näköluukku olisi kiinni, jotta kokeessa mitattava paine ja sen vaikutuksesta lämpötila mahdollisesti kasvaisivat. Keiton lämpötilan tulisi olla 102 – 107 °C, jotta rupaa muodostuisi tehokkaasti (Enari & Mäkinen 2014, 105–106).

Keitossa mitattiin myös haihtuneen veden tilavuus ja haihtuma, eli haihtuneen veden prosentuaalinen määrä veden kokonaistilavuudesta ennen keittoa. Koe tehtiin keittämällä pelkkää vettä. Haihtuma (19,4 %) on kirjallisuuden arvoihin verrattuna suuri, sillä haihtuma on panimoteollisuudessa 4 – 15 % (Enari & Mäkinen 2014, 92, 106). Mittaustuloksilla voi olla merkitystä olutreseptejä laadittaessa tai sovellettaessa.

6.1.4 Pohjahiivaoluen pääkäyminen

6.1.5 Jäähdytys kylmäaineella

Kylmäaineella toimivalla toisiojäähdyttimellä (E-4) tehtiin koe pohjahiiva eli lager-oluen jäähdyttämisestä käymisen aikana. Pohjahiivavierre tarvitsee käymisen ajaksi noin 10 – 15 °C lämpötilan. Aluksi tehtiin koe jäähdyttämällä vettä, jotta sopiva asetusarvo voitaisiin arvioida vierteellä tehtävää koetta varten. Mittaustulosten mukaan toisiojäähdyttimen

todellinen lämpötila on noin asteen korkeampi kuin asetusarvo. Myös muissa jäähdyttimellä tehdyissä kokeissa todellinen lämpötila on ollut yleensä hieman korkeampi kuin asetusarvo riippuen jäähdytyksen lämpötilasta. Koska hiivapakkauksen mukaan vierteen käymislämpötilan tuli olla 12 – 15 °C, vierteen jäähdytykseen valittiin kokeen perusteella asetusarvoksi 11,4 °C. Toisessa kokeessa käyvää vierrettä kierrätettiin toisiojäähdyttimen läpi viiden päivän ajan, kunnes käymisen todettiin loppuneen ominaispainomittauksessa. Vierteen todellinen lämpötila oli jokaisena tarkasteltuna päivänä noin 11 – 14 °C. Esimerkiksi 12 – 15 °C lämpötilassa käyvälle hiivalle sopiva asetusarvo voisi olla kokeen tulosten perusteella noin 12 °C. Miettimisen arvoista on, kuinka haitallista on oluelle käymislämpötilan pieni epätasaisuus.

Pohjahiivaoluen käyminen kesti viisi päivää. Oluen pääkäyminen kestää yleensä 7 – 9 vuorokautta (Enari & Mäkinen 2014, 149), joten kokeen pääkäyminen tapahtui tavallista nopeammin. Syy lyhyeen pääkäymiseen voi olla se, että vierrettä pumpattiin koko käymisen ajan toisiojäähdyttimen läpi, mikä saattoi vilkastuttaa hiivan toimintaa. Käyminen nopeutuu hiivasolujen ja ravinteiden kontaktin lisääntyessä (Enari & Mäkinen 2014, 158), mikä saattoi tapahtua vierteen jatkuvassa liikkeessä.

Pääkäymisen jälkeen suoritettavaan kylmäkirkastukseen tarvittavaa jäähdytystä kokeiltiin vedellä. Tuloksien perusteella toisiojäähdyttimen lämpötila ei pysy kovin tarkasti asetusarvossa (2,4 °C). Veden tavoitelämpötila oli noin 4 °C, ja kokeessa vesi jäähtyi noin 5 °C:een. Käyneen pohjahiivaoluen kirkastuksessa käytettiin 2,0 °C asetusarvoa, koska sen arveltiin voivan riittää jäähdyttämään olut noin 4 °C:een. Alhaisemmat lämpötilat saisivat oluen jäähtymään nopeammin, mutta jäähdyttimen putkeen jäänyt huuhteluvesi saattaisi jäätyä ja tukkia putken. Jäähdytyskoe kirkastuksessa suoritettiin varmuuden vuoksi reilusti yli 0 °C asetusarvolla (2,0 °C), mutta jatkossa voisi kokeilla myös alempia asetusarvoja. Vuorokauden jäähdyttämisen jälkeen (jäähtyy pienemmässäkin ajassa) oluen lämpötila oli mittauksen mukaan käymisastiassa 3,9 °C, mikä on tarpeeksi lähellä tavoitelämpötilaa 4,0 °C. Mittauksen jälkeen oluen jäähdyttäminen lopetettiin, ja sakan annettiin vajota vuorokauden ajan käymisastian pohjalle. Kirkastamista toisiojäähdyttimellä voisi kokeilla niin, että jäähdytys ja sakan poisto suoritettaisiin kaksi kertaa peräkkäin. Kirkastamista voisi kokeilla myös jääkaapissa tapahtuvassa jälkikäymisessä, ja kirkastuksessa voisi kokeilla erilaisia stabilointiaineita.

6.1.6 Suodatus

Suodatusta kokeiltiin ensin vedellä, jotta suodattimen käyttäytymistä voisi ennakoida olutta suodatettaessa. Kun suodatustesti tehtiin käytännössä, pumppu ja suodattimen pumpun imuletku täytettiin ensin oluella. Pumpun paine säädettiin ensin noin 0,3 bariin laitteen ohjeiden mukaisesti. Suunnilleen minuutin suodatuksen jälkeen paine säädettiin noin 3,0 bariin, ja tätä suuremmaksi paine ei pumpun paineputkessa kasvanut, vaikka venttiilin olisi aukaissut kokonaan. Noin puolet (~10 l) oluesta suodattui, sillä suodatin tukkeutui. Tukkeutuminen voi johtua siitä, että olutta ei kirkastettu tarpeeksi ennen suodatusta. Oluen jälkikäymiseen kulunut aika sekä stabilointiaika ja -tapa vaikuttavat suodattuvuuteen (Enari & Mäkinen 2014, 173). Olutta seisotetaan tavallisesti pääkäymisen jälkeen kylmässä useita päiviä, jotta sakka laskeutuisi pohjalle laskettavaksi pois. Suodatettu olut kylmennettiin vain kerran toisiojäähdyttimellä noin 4 °C lämpötilaan, ja sakan annettiin vajota käymisastian pohjalle vuorokauden ajan. Suodattimen toimintaa tulee tutkia lisää. Esimerkiksi kirkastamisen vaikutusta suodatukseen voisi selvittää.

6.1.7 Käyttöohjeet

Käyttöohjeiden kirjoittaminen alkoi jo ennen opinnäytetyön tekemistä keväällä 2015. Ohjeiden esiversiota kehitettiin ja kirjoitettiin monta kuukautta kesäkuun alkupuolelle asti sitä mukaa, kun koeajoissa ilmeni uusia asioita laitteen toiminnasta. Siitä huolimatta, että ohjeita kirjoitettiin pitkään, ne olivat kuitenkin vielä hyvin keskeneräiset, koska laitteen käytänteet olivat myös kehittymättömiä. Ohjeiden kehittämistä jatkettiin opinnäytetyön aikana, kun kokeissa tehtiin muistiinpanoja. Opiskelijat pitivät ohjeiden esiversioita selkeinä syksyllä opinnäytetyön laitekokeissa, joissa järjestettiin samalla opetusta. Omien havaintojen ja muun muassa opiskelijoiden palautteeseen perustuvat parannukset selkeytivät varmasti ohjeita entisestään.

Käyttöohjeet jaettiin ajo-ohjeeksi (liite 2) ja pesuohjeeksi (liite 3). Ajo-ohjeeseen muutettiin mäskäyksen ja keiton lämpötilan asetusarvoja lämpötilamittausten perusteella, koska panimon oma lämpömittari näyttää muutaman asteen todellista alhaisempia lukuja korkeissa lämpötiloissa. Muita merkittäviä muutoksia olivat muutettu käytäntö mal-

taiden tyhjentämiseksi siivilöinnin jälkeen, kirkastusjäähdytyksen ohje ja pohjahiiva-oluen valmistukseen liittyvät ohjeet. Pohjahiivaolutta varten tuli luoda käytänteet hiivan käsittelemiseen, käymisen aikana tapahtuvaan jäähdyttämiseen ja suodatukseen.

Pesuohjeeseen luotiin käytäntö toisiojäähdyttimen (E-4) pesemiseen ja pesukierro muuttui suuresti. Esiversion käytänteissä käyvää olutta haluttiin suojella pesukierrossa pesu- ja desinfiointiaineilta niin, että aineet eivät saaneet virrata vain yhden venttiilin eristämänä oluesta. Käytäntö monimutkaisti pesukierroa, ja se teki vaikeaksi toisiojäähdyttimen pesemisen. Pesu- ja desinfiointiainetta kului enemmän, koska liuos piti valmistaa erikseen sekä panimon ”kuumalle puolelle” (kattila, siiviläastia ja ensiojäähdytin) ja toiselle käymisastialle, sillä saman aineen lisääminen ”kuuman puolen” kierron jälkeen käymisastiaan olisi ollut hankalaa ja aikaa vievää. Putkea P-48 ei voitu käyttää pesuaineen pumppaamiseksi kuumalta puolelta käymisastiaan, koska pesuaineen ja oluen välissä olisi ollut ainoastaan venttiili V-10 tai V-11. Toisiojäähdyttimessä pesuliuosta kierrätettäessä oluen ja pesuliuksen olisi erottanut toisistaan vain venttiili V-6 tai V-7. Uusi käytäntö päätettiin luoda ajon yksinkertaistumisen ja pesuaineen säästämisen lisäksi siksi, että venttiilien arveltiin olevan luotettavia. Mitään käymisastiaa ympäröivää venttiiliä vasten ei muodostu suurta painetta pesuaineen puolelta ajojen aikana.

6.2 Muut kehitysideat

6.2.1 Maltaiden rouhiminen

Jotkut, varsinkin tummemmat mallastyypit voivat saapua panimolle rouhimattomina. Maltaat tulee hienontaa, jotta niistä uuttuu tarpeeksi tarvittavia entsyymejä ja muita aineita vierteeseen (Enari & Mäkinen 2014, 96; Sint-Sebastian Microbrewery 2008). Maltaiden hienonnusasteen tulisi olla sopiva, sillä liian hienon maltaan erotus on vaikeaa, ja liian karkealla maltaalla on vähäinen uutensaanto (Enari & Mäkinen 2014, 96). Maltaiden rouhimista varten tulisi löytää sopiva menetelmä. Esimerkiksi valssimyllyn, märkärouhemyllyn ja kostutusmyllyn tapaiset laitteet sopivat yhteen panimon siivilöinnillä tapahtuvan maltaidenerotuksen kanssa (Enari & Mäkinen 2014, 96–100). Märkärouhe- ja kostutusmyllyissä lisätään vettä maltaisiin. Sopiva hienous jauhetavalle maltaalle lienee sama kuin valmiiksi jauhetulla maltaalla.

6.2.2 Ulosmäskäys

Ulosmäskäyksessä lisätään noin 80 °C vettä mäskäyskattilaan tai siiviläastiaan siivilöinnin aikana (Pihkala 1998, 48). Kuuma vesi parantaa vierteen uutesaantoa. Kuuma vesi lisätään siivilöinnissä pisaroina, jotta siivilän päällä vierrettä suodattavan mäskikerroksen pinta ei rikkoutuisi. Panimolle voisi kehittää käytännön, jossa kuuma vesi saataisiin lisättyä turvallisesti ja mäskikerroksen pintaa rikkomatta mäskäyskattilaan, jossa siivilöinti tapahtuu.

6.2.3 Eristykset

Erityisesti panimon mäskäyskattila (E-1) vaatii lisäeristystä, sillä se luovuttaa ympäristöön huomattavasti lämpöä keiton ja mäskäyksen aikana. Kattilan pinta voi nousta keitossa yli 100 °C lämpötilaan. Energiaa voisi säästää myös lisäämällä eristettä toisiojäähdyttimeen (E-4) ja käymisastioille (E-5 ja E-6), sillä ne eivät eristä tarpeeksi jäähdytettävää vierrettä tai olutta ympäristön lämmöltä, mikä kuormittaa jäähdytintä. Eristeet voisivat olla mainittujen laitteiden pinnoille kiinnitettäviä. Eristeet saisivat kattilan lämpötilanturinin näyttämään todellisempia lukemia, kun anturin metallikotelosta ei johtuisi niin paljon mitattavaa lämpöä ympäristöön. Tällöin tulisi muuttaa ohjeellisia asetusarvoja, kun kattilan anturin poikkeama oikeasta lämpötilasta olisi erilainen.

6.2.4 Ruvan erotus

Tredun pienpanimossa ei ole tällä hetkellä käytössä keinoa erottaa rupaa vierteestä keiton jälkeen. Poistamaton rupa haittaa oluen säilyvyyttä, ja ruvan poistaminen katsotaan yleisesti välttämättömäksi prosessiksi (Enari & Mäkinen 2014, 94) ainakin kaupallisen oluen valmistuksessa. Jatkossa panimoon tulisi kehittää jonkinlainen ruvan erotusprosessi, jotta panimon opetuksellinen arvo kasvaisi panimolaitteiston muistuttaessa mahdollisimman paljon teollista oluen valmistuksen kokonaisprosessia.

Ruvan poistamiseen käytetään tai on käytetty vierreseparaattoreita, suodattimia, jäähdytysammeita ja laskeutussäiliöitä, joissa rupa vajoaa pohjaan poistettavaksi (Enari & Mäkinen 2014, 109). Nykyisin yleinen erotusmenetelmä on monien panimolle hankittavaksi

ehdottama whirlpool-sykloni, jossa vierre saadaan pyörivään liikkeeseen. Rupa muodostuu keoksi syklonin pohjalle erotettavaksi. Panimon kattilaa voi mahdollisesti käyttää vierresyklonina, kun kuumaa vierrettä sekoitettaisiin keittämisen jälkeen kattilassa, vaikka nykyisen sekoittimen kierrosnopeus saattaa olla riittämätön erotukseen. Vierrettä voi olla hyvä jäähdyttää hieman ennen ruvan erottamista, koska kiehuminen voi haitata prosessia. Kun vierre olisi kokonaan pyörivässä liikkeessä, lopetettaisiin sekoitus, ja annettaisiin rupakeon muodostua kattilan pohjalle. Pyörivän liikkeen hidastuttua vierteen voisi laskea siiviläastian putken P-37 kautta, jolloin rupa jäisi pohjaventtiilin päälle. Ruvan voisi laskea pois, kun kattilan ja siiviläastian välinen putki siirrettäisiin sivuun. Jos rupa näyttäisi imeytyvän putken P-37 kautta vierteen sekaan, voisi kokeilla ruvan päästämistä ensin pois kattilan pohjalta ja laskea vierre vasta sitten siiviläastialle. Jotta ruvan laskeminen kattilan pohjalta venttiilin V-1 kautta sujuisi vaivattomammin, kattilan ja siiviläastian välinen putki voitaisiin katkaista loivasta kohdasta ja asentaa putken kappaleiden välille käsin helposti avattava ja suljettava kiinnike. Nykyisin putken joutuu irrottamaan suoraan venttiilistä V-1, mikä tekee kiinnittämisestä raskasta ja vaivalloista, koska painavaa putkea joutuu työntämään ylöspäin kiinnitettäessä. Jos erotus ei toimi kattilassa ilman laitteiston muokkaamista, voisi prosessia mahdollisesti testata siiviläastiassa sekoittamalla vierrettä voimakkaasti käsityönä ja laskemalla rupakeon venttiilin V-5 kautta pois.

6.2.5 Vierteen hapettaminen

Panimolla hapetetaan vierre ennen käymistä kierrättämällä sitä siiviläastian (E-2) ja mäs-käyskattilan (E-1) välillä. Hiiva tarvitsee happea käymisen alussa (Enari & Mäkinen 2014, 148). Happea liukenee vierteeseen, kun se valuu ohuena norona lähes tyhjillään olevaan siiviläastiaan. Nykyinen käytäntö toimii, mutta se voisi mahdollisesti tapahtua nopeammin ja kätevämmiin. Happea voisi lisätä siiviläastialle jonkinlaisella ilma- tai happipumpulla, joka pumppaisi happea vierteeseen liuottaen sitä siihen nopeasti. Panimon putkeen voisi mahdollisesti myös lisätä venttiilin, josta sekoittuisi paineistettua happea pumpattavaan vierteeseen. Kun happi lisättäisiin venttiilin kautta, vierrettä pumpattaisiin joko kierrättäen siiviläastian ja käymisastian välillä tai vierrettä samalla pumpattaisiin mahdollisesti jo lisätyn hiivan kanssa käymisastiaan.

6.2.6 Pullotus

Tredun panimolla olut pakataan lasipulloihin, jotka suljetaan kruunukorkeilla käsityönä. Suodattamattoman, huoneenlämmössä käyvän pintahiivaoluen pulloihin lisätään sokeria, jonka oluessa valmiiksi oleva hiiva muuttaa hiilihapoiksi ja pieneksi määräksi alkoholia. Sokerin lisääminen ei ole välttämätöntä, jos pääkäyminen keskeytetään aloittamalla jälkikäyminen kylmässä, jolloin olueen jää maltaista peräisin olevaa sokeria pullokäymiseen. Suodatetun oluen, eli yleensä pohjahiivaoluen pullotuksessa tulee lisätä pieni määrä hiivaa, koska oluen pääkäymisestä peräisin oleva hiiva jää suodattimeen. Lager-oluen pullokäyminen tapahtuu jääkaapissa.

Toistaiseksi pullotus ei ole erityisen vaivalloista, sillä olutta pullotetaan vain muutaman pullon verran valmistettua panosta kohti. Pullotus voi kuitenkin onnistua jonkinlaisella pullotuslaitteella hygieenisemmin, ja se voisi olla prosessitekniikan kannalta opettavaisempaa. Pakattava tuotantomäärä voi myös nousta, jos Tredulla on tulevaisuudessa myyntilupa. Erilaisia pullotus- tai muita pakkausmenetelmiä kannattaa selvittää tulevaisuutta varten.

6.2.7 Vierteen ja oluen pumppaaminen

Liian suuri pumppausnopeus voi olla haitallista vierteen tai oluen laadulle, koska se aiheuttaa turbulenttista virtausta (The Brewers Professional Alliance 2012). Turbulenttiossa virtauksessa neste sekoittuu voimakkaasti, koska se virtaa pyörteisesti. Turbulenttisen virtauksen muodostumiseen putkessa vaikuttaa virtausnopeuden lisäksi oluen tai vierteen dynaaminen viskositeetti, tiheys ja putken sisähalkaisija. Oluen viskositeettia voi mitata viskosimetrillä. Turbulenttista virtausta esiintyy, jos edellä mainittujen tekijöiden vaikutuksesta Reynoldsin luvuksi voidaan laskea 2100 tai yli (kaava 4) (Subramanian 2014, 1). Huomion arvoinen asia turbulenssia tutkittaessa voi olla kalvopumppujen sykkäykseen perustuva nesteen liikuttaminen, koska ne eivät siirrä nestettä yhtä tasaisesti kuin keskipakopumput.

KAAVA 4: Reynoldsin luvun laskeminen

$$\text{Re} = \frac{\rho v D}{\mu}$$

Re = Reynoldsin luku (yksikötön suhdeluku)

ρ = nesteen tiheys [kg/m^3]

u = nesteen virtausnopeus [m/s]

μ = dynaaminen viskositeetti [$\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}$]

6.2.8 Pesu

Käymisastioiden puhtaus on erityisen tärkeää oluen valmistamisessa. Pesukierron aikana käymisastiat ovat suljettuja, ja pesu- tai desinfiointiliuos koskettaa vain käymisastian sisävaippaa ja pohjaa. Kannen sisäpinta ja sisävaipan yläreuna jäävät pesukierrossa pesemättä. Kansi ja yläreuna on pesty käymisastian tyhjentämisen yhteydessä harjalla ja laboratoriovälineiden pesuaineella, ja ne on desinfioitu etanolilla. Käymisastia ja sen alaputket ja -venttiilit on joka tapauksessa pestävä käsin harjalla tyhjentämisessä, koska ne ovat käymisen jälkeen hiivassa, mutta käymisastian suhteellisen puhtaana pysyvän kannen voisi mahdollisesti pestä jonkinlaisella tankkipesurilla. Pesua voisi kehittää myös kokonaisuudessaan tehokkaammaksi. Esimerkiksi panimon kattilaa on vaikea saada puhtaaksi, ja käymisastioiden yläpuolella olevassa putkessa P-48 virtaa pesuneste vain lyhyen ajan kiertopesussa. Pesutulokseen vaikuttavat aika, lämpötila, kemialliset tekijät ja mekaaninen vaikutus, ja jonkin tekijän ollessa puutteellinen voi muilla kompensoida pesutulosta (Tiilikainen 2011, 15).

6.3 Yhteenveto

Opinnäytetyö oli sisällöltään melko laaja. Panimon käyttöönottoon sisältyy niin paljon erilaisia prosesseja ja muuta huomioitavaa, että kaikkea on mahdotonta käsitellä kerralla. Osa käsiteltävistä asioista oli karsittava pois. Opinnäytetyön tekemisen olisikin voinut aloittaa hieman aikaisemmin, jotta sen rajaaminen ja keskittyminen olennaisimpiin asioihin olisi ollut helpompaa. Rajaaminen sinällään ei ollut ongelma, vaan se oli tarpeellista. Myös mittauksiin valmistautumisen olisi voinut tehdä paremmin. Mittausten puutteellinen suunnittelu vaikeutti toisinaan keskittymistä tärkeimpiin asioihin. Opinnäytetyöhön päätyneitä tuloksia voi kuitenkin pitää melko luotettavina, sillä suuri osa tehdyistä ko-

keista, kuten lämmityksistä on tehty moneen kertaan. Kaikki teoriaan ja panimoalan ammattilaisten neuvoihin nojautuvat kokeet on suoritettu huolellisesti, ja opinnäytetyössä esitetyn tiedon oikeellisuutta on mietitty tarkkaan vetämättä liian hätäisiä johtopäätöksiä.

Tavoitteet saavutettiin, sillä panimolaitteistosta ja oluen valmistamisesta kerättiin paljon tietoa ja melkein kaikkiin olennaisimpiin kysymyksiin saatiin vastaus. Niihinkin ongelmiin saatiin kerättyä tietoa, joihin ei pääasiassa ajan puutteen vuoksi ratkaisua löytynyt. Käytäntöjä luotiin selkeiksi käyttöohjeiksi, joita voi kehittää edelleen. Vuoden 2015 alussa laitteiston käyttäminen kunnollisen oluen valmistamiseksi oli vielä kaukainen ajatus, mutta nyt perusasiat alkavat olla kunnossa. Laitteiston tarkoitusta, eli opetuskäyttöä on toteutettu jo 2015 kevästä alkaen. Opettaminen ja oppiminen kuitenkin varmasti helpottuvat paranneltujen ohjeiden myötä. Työn tuloksista ja kootuista lisätutkimus- ja kehittämisehdotuksista voi olla hyötyä myös samanlaisen Lounais-Suomen ammattiopiston pienpanimon ja mahdollisesti Sybimar Oy:n tulevien asiakkaiden panimoiden käyttöön-otoissa. Sybimar Oy voi käyttää opinnäytetyötä laitteistonsa kehittämisessä. Myös muunlaisten laitteistojen käyttöönotto voi helpottua työn tiedoista.

Panimon käyttöönotto tai kehittäminen jatkuu varsinkin ratkaisemattomien asioiden kohdalla, vaikka suurimmat haasteet ovat jo takana. Opinnäytetyön kehittämisehdotuksien parissa voivat jatkaa opettajien lisäksi seuraavat Tredulla työskentelevät opinnäytetyöntekijät, jotka voivat tutkia ja parannella prosessia yksityiskohtaisemmin. Tutkittavaa vielä riittää ainakin melkein jokaisessa yksikköprosessissa.

LÄHTEET

A-lehdet Oy. 2014. Tummiin iltojen portterimenu. Tulostettu 9.11.2015.
<http://www.maku.fi/artikkelit/tummiin-iltojen-portterimenu>

Alkoholilaki 8.12.1994/1143.

Eight Degrees Brewing Company. 2014/2015. Brewing Process. Tulostettu 1.12.2015.
<http://www.eightdegrees.ie/brewing-process-2/>

Enari T.-M. & Mäkinen, V. 2014. Panimotekniikka. 3. painos. Espoo: Oy Panimolaboratorio-Bryggerilaboratorium Ab.

Eräsalo, H. 2015a. Panimon laatupäällikkö. Luento 23.3.2015.

Eräsalo, H. 2015b. Panimon laatupäällikkö. Haastattelu maaliskuu 2015.

Korpinen, S. & Nikulainen, H. 2014. Suomalaiset pienpanimot. 1. painos. Jyväskylä: Kirjakaari.

Kärki, V. 2015. Oluen valmistaja. Haastattelu 1.6.2015. Haastattelija Puntila, T.

Laki alkoholi- ja alkoholijuomaverosta 29.12.1994/1471.

Laki eräiden juomapakkausten valmisteverosta 3.12.2004/1037.

Pere, T. Panimomestari. Haastattelu 4.2.2015.

Pihkala, J. 1998. Prosessitekniikan kokonaisprosessit. 3. painos. Helsinki: Hakapaino Oy.

Pöntynen, H. 2012. Raaka-aineiden vaikutus oluen laatuun. Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Raley, L. 1998. Beer History. Tulostettu 16.10.2015.
http://www.beerhistory.com/library/holdings/raley_timetable.shtml

Sakamoto, K & Konings, W. 2003. Beer Spoilage Bacteria and Hop Resistance. International Journal of Food Microbiology 20 (9), 106.

Sint-Sebastiaan Belgian Microbrewery. 2008. Beer Brewing Process. Tulostettu 19.10.2015.
http://www.sterkensbrew.be/sbm/beer_making.html#mashing

Subramanian, R. 2014. Reynolds Number.
<http://web2.clarkson.edu/projects/subramanian/ch330/notes/Reynolds%20Number.pdf>

Sulkama, R. Panimomestari. 2015. Haastattelu 27.5.2015.

The Brewers Professional Alliance. 2012. For Better Beer, Note Ale Speed. Tulostettu 3.11.2015.
<http://brewerybiz.com/news/blog/27-engineering-architecture/119-for-better-beer-note-ale-speed>

The Institute of Beer & Distilling. What is Beer? Tulostettu 16.10.2015.
<http://www.beeracademy.co.uk/beer-info/what-is-beer/>

Tiilikainen, T. 2011. Tuotantoympäristön puhtaustason kehittäminen. Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Vallo, A. 2014. Parempaa olutta pienellä vaivalla – olutravintolan opas hanaoluen laadun ylläpitämiseen. Hotelli- ja ravintola-alan liikkeenjohdon koulutusohjelma. Haaga-Helia ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Wyeast Laboratories. 2015. Lager Brewing. Tulostettu 2.12.2015.
https://www.wyeastlab.com/hb_lagerbrewing.cfm

LIITTEET

Liite 1. Tekniset tiedot

1 (8)

Tredun pienpanimon tekniset tiedot

SISÄLLYS

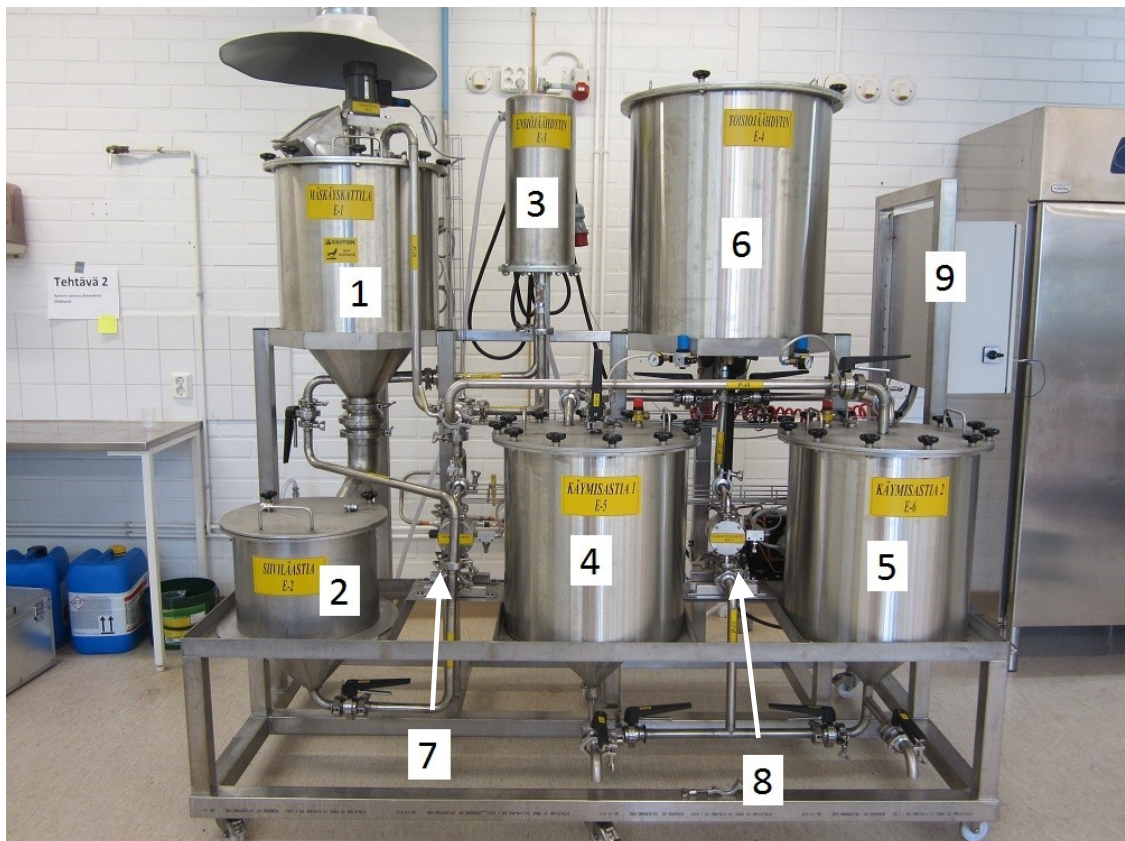
1	LAITTEET	3
1.1	Mäskäyskattila (E-1).....	4
1.1.1	Sekoitin (M-1).....	4
1.2	Siiviläastia (E-2)	4
1.3	Ensiöjäähdytin (E-3)	5
1.4	Käymisastiat (E-5 ja E-6).....	5
1.4.1	Varoventtiilit (V-19 ja V-22)	5
1.4.2	Paineensäätöventtiilit (V-29 ja V-30)	6
1.5	Toisiojäähdytin	6
1.6	Pumput	6
1.7	Venttiilit	7
1.8	Ohjauskeskus	7
1.9	Suodatin	7
2	PI-KAAVIO	9

1 LAITTEET

3 (9)

Tekniset tiedot on kirjoitettu panimon valmistajan Sybimarin ja TEM Jolly 10 -suodattimen manuaalien pohjalta. Kuvan 1 numeroiden selitteet:

10. Mäskäyskattila
11. Siiviläastia
12. Ensiöjäähdytin
13. Käymisastia 1
14. Käymisastia 2
15. Toisiojäähdytin
16. Kalvopumppu KP-1
17. Kalvopumppu KP-2
18. Ohjauskeskus



KUVA 1. Pienpanimolaitteisto

1.1 Mäskäyskattila (E-1)

Kartiopohjaisen ja eristetyn mäskäyskattilan (kuva 1, numero 1) tilavuus on 60 l, ja siinä on kaksi lämmityselementtiä (R-1 ja R-2) sekä sekoitin. Logiikka säätelee lämpötilaa anturin TI-1 mittausten perusteella.

Mäskäyskattila (E-1) on tarkoitettu sekä mäskin lämmittämiseen että vierteen keittämiseen (kuvassa 1 numero 1). Kattila panostetaan näkölasillisen luukun kautta. Kattilassa voi suorittaa joko täyden (50 – 60 l) tai puolikkaan (42 – 50 l) panoksen lämmityksiä.

1.1.1 Sekoitin (M-1)

Sekoitin (M-1) koostuu kattilan E-1 kannen päällä olevasta sähkömoottorista ja siihen kiinnitettävästä sekoitinlavasta, joka on kattilan sisällä. Sekoitin pyörii vakionopeudella. Sekoittajan tehtävä on estää maltaan palamisen kiinni kattilan vaipan sisäreunoihin mäskäyksen aikana. Sekoittajan voi irrottaa ja asentaa ilman työkaluja.

1.2 Siiviläastia (E-2)

Siiviläastia (E-2) sijaitsee kattilan alapuolella (kuva 1, numero 2). Siiviläastiaan lasketaan vierre mäskäyksen jälkeen. Alun perin sen tarkoitus oli erottaa maltaat vierteestä. Käyttötarkoitus kuitenkin vaihtui, ja astia on vierteen välisäiliö, jolla voidaan lisätä myös hii-vaa vierteeseen. Siiviläastian siivilälle lasketaan myös maltaat poistettavaksi mäskäyksen jälkeen, ja siivilä kerää pesuissa ja huuhteluissa oluen valmistuksessa laitteistoon jäävää roskaa. Kartiopohjaisen siiviläastian tilavuus on 40 litraa, ja sen yläpään kiinnittyy kattilasta E-1 laskeva putki.

1.3 Ensiöjäähdytin (E-3)

Kattilan oikealla puolella oleva ensiöjäähdytin (E-3) (kuva 1, numero 3) on kylmällä vesijohtovedellä täyttyvä lämmönvaihdin, jonka vaipan sisäpuolella on kupariputkikierukka. Kierukan sisällä virtaa vierre, joka jäähtyy virratessaan sitä viileämmän veden ympäröimänä. Jäähdyttimen tilavuus on 10 l.

Ensiöjäähdytin riittää yksinään jäähdyttämään vierteen ainakin 15 °C lämpötilaan. Huoneenlämpötila on riittävän alhainen pintahiivaoluiden käymislämpötila. Vaikka tarkoitus olisi valmistaa pohjahiivaolutta, joka käy huomattavasti huoneenlämpöä alhaisemmissa lämpötiloissa, tulee vierre jäähdyttää ensin mahdollisimman alhaiseksi ensiöjäähdyttimellä. Toisiojäähdytin (E-4) ei kykene jäähdyttämään yksin vierrettä riittävän kylmäksi.

1.4 Käymisastiat (E-5 ja E-6)

Käymisastioiden (kuva 1, numerot 4 ja 5) tilavuus on 60 l, ja ne ovat kartiopohjaisia. Käymisastiat voidaan sulkea pitämään painetta käymisen ajaksi, ja niiden painetta voidaan mitata. Käymisastioissa on lämpötila-anturit (TI-3 ja TI-4), joilla voidaan mitata lämpötilaa käymisen aikana.

Kaksi käymisastiaa mahdollistavat viikoittaisen oluen panemisen. Kun yksi panos saadaan käymään toiseen käymisastiaan noin viikon ajaksi, kuluvan viikon aikana ehtii pesemään muun laitteiston ja valmistamaan toisen panoksen vierrettä käymään tyhjänä olleeseen käymisastiaan.

1.4.1 Varoventtiilit (V-19 ja V-22)

Käymisastioiden kansissa on varoventtiilit (V-19 ja V-22), jotka laukeavat paineen ylitäessä 1,5 bar.

1.4.2 Paineensäätöventtiilit (V-29 ja V-30)

Paineensäätöventtiileillä voi säätää käymisprosessin painetta välillä 0 – 1,5 bar. Venttiilien yhteydessä on painemittarit.

1.5 Toisiojäähdytin

Toisiojäähdytin (E-4) (kuva 1, numero 6) koostuu jäähdytinainesäiliöstä, kuparisista vierre- ja kylmäainekierukoista ja kylmäkoneikosta. Vaipan sisällä säiliössä on etanoliliuosta. Kylmäkoneikon kierukassa kierrättämä kylmäaine jäähdyttää säiliössä olevan etanoliliuoksen, ja jäähdytetyn etanolin ympäröimässä vierrekierukassa virtaava vierre jäähtyy etanolin välityksellä. Toisiojäähdytin on käyttövalmis 5 tunnissa kylmäkoneikon käynnistämisestä.

Toisiojäähdytin on tarkoitettu vierteen jäähdytykseen keiton jälkeen, mikäli vierteen lämpötila on liian korkea ensiojäähdytyksen jälkeen. Toisiojäähdyttimellä voi jäähdyttää pohjahiivaoluen vierrettä käymisen aikana ja sitä voi käyttää myös oluen kirkastamiseen.

1.6 Pumput

Panimon paineilmalla toimivat pumput KP-1 ja KP-2 (kuva 1, numerot 7 ja 8) ovat elintarvikekäyttöön tarkoitettuja kalvopumppuja, jotka on valmistettu ruostumattomasta teräksestä ja PTFE-muovista. Pumput voi käynnistää ja sammuttaa käyttöliittymältä. KP-1 siirtää vierrettä kattilan, siiviläastian ja ensiojäähdyttimen välillä. KP-1:llä voi siirtää vierteen myös käymisastioihin. KP-2 kierrättää vierrettä toisiojäähdyttimen ja käymisastioiden välillä. Pumput kestävät enimmillään 110 °C lämpötilan.

1.7 Venttiilit

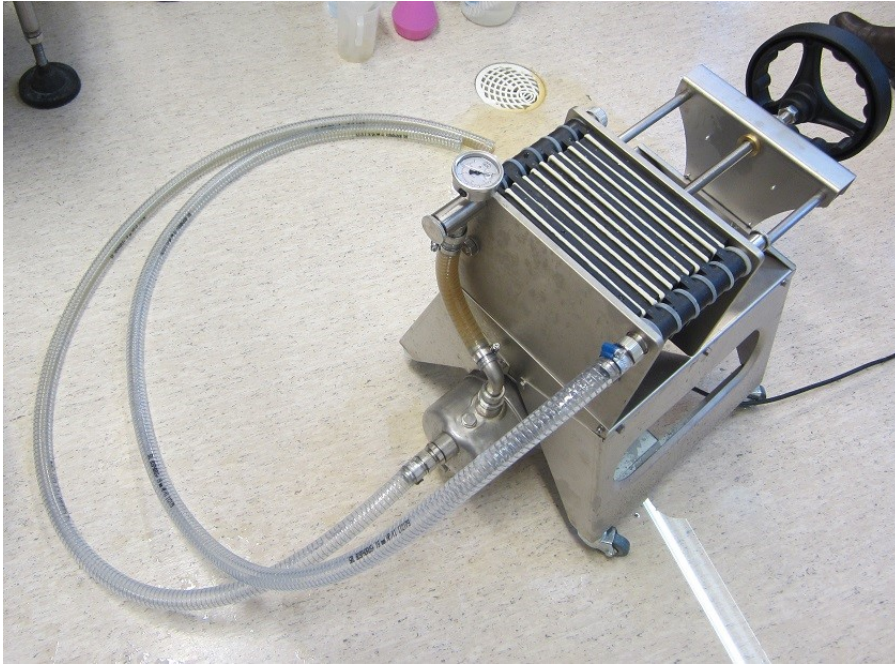
Pienpanimossa on monta käsikäyttöistä läppäventtiiliä. Mäskäyskattilan pohjassa olevalla suurimmalla venttiilillä V-1 säädelään siiviläastialle valuvan vierteen virtausta. Kaikkia muita läppäventtiilejä käytetään sulkuventtiileinä, jotka ovat joko täysin kiinni tai auki. Panimossa on myös kaksi kolmitieventtiiliä (V-24 ja V-12) ja maistohanan venttiili V-17.

1.8 Ohjauskeskus

Ohjelmoitava logiikka vastaa panimon kattilan (E-1) lämpötilan säätämisestä. Ohjauskeskuksessa (kuva 1, numero 9) on Siemens Simatic Touch Panel -kosketuskäyttöliittymä. Käyttöliittymällä asetetaan vastusten käyttö (puolikas ja täysi panos), aikakatkaisu ja lämpötila. Monitorilla nähdään prosessikaavionäkymältä kattilan ja käymisastioiden lämpötila ja siltä voi käynnistää tai sammuttaa pumput KP-1 ja KP-2. Lisäksi kattilan sekoittaja voidaan käynnistää tai sammuttaa samasta näkymästä.

1.9 Suodatin

Olutsuodatin (kuva 3) on hankittu panimolle erikseen. TEM Jolly 10 on levysuodatin, jossa käytetään 10 suodattavaa selluloosalevyä. Suodattimella on tarkoitus suodattaa enimmäkseen lager-olutta, jotta siitä poistuu sameutta, virheeksi tulkittavia makuja ja mikrobeja.



KUVA 2. Suodatin

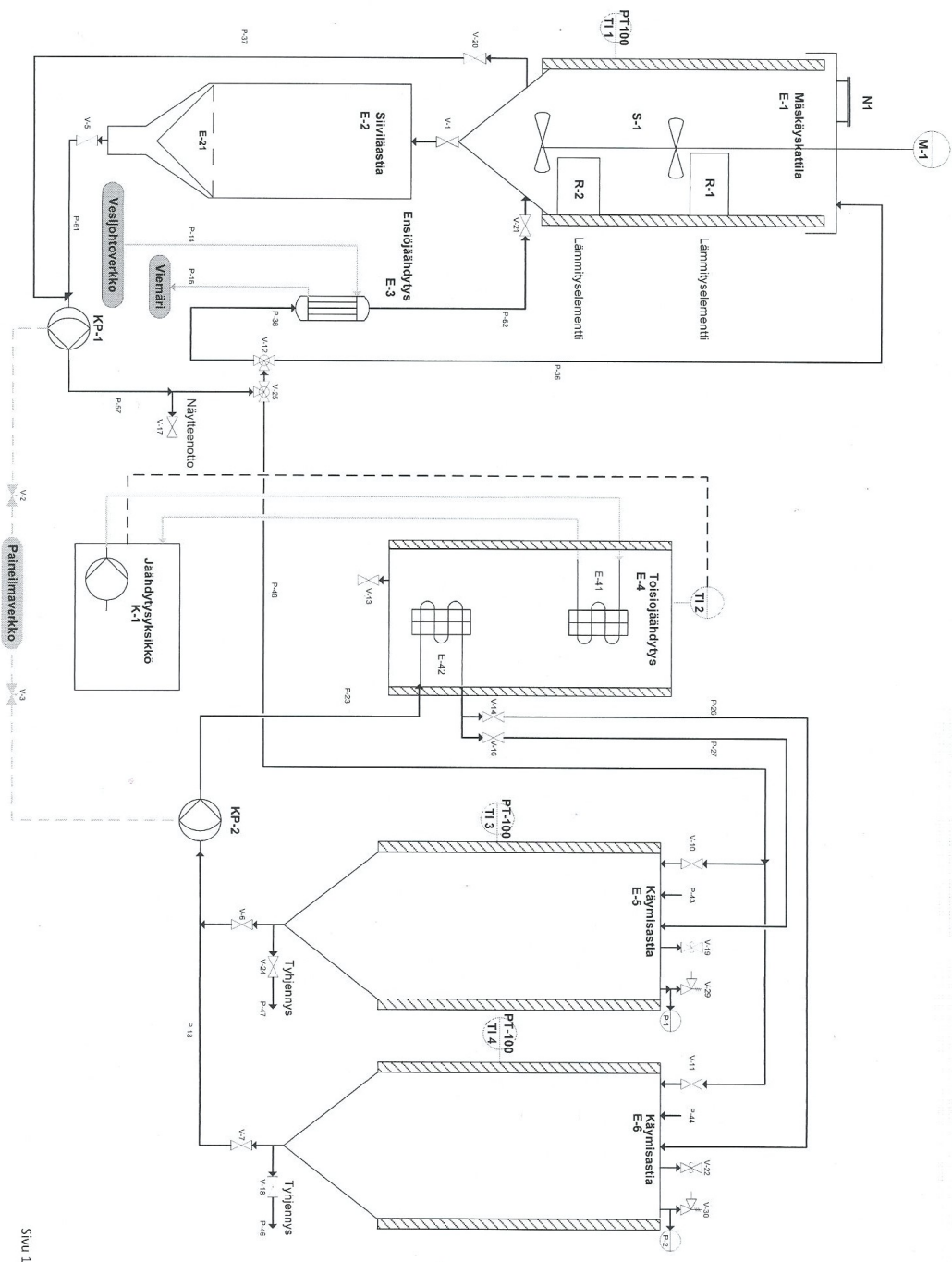
Ominaisuuksia:

Tuotanto: 280 l/h

Oluen suodatuspaine: 3 bar

Levyjen lukumäärä: 10

Levyjen pinta-ala yhteensä noin: 0,4 m²



2 PI-KAAVIO

KUVA 3. PI-kaavio

Tredun pienpanimon ajo-ohje



SISÄLLYS

1	YLEISTÄ	3
2	PROSESSIN HALLINTA MONITORILLA	4
2.1	Ohjelman valinta ja arvojen asettaminen	4
2.2	Prosessin hallinta	5
3	VENTTIILIEN JA PUMPPUJEN SÄÄTÄMINEN	6
3.1	Venttiilien käyttö	6
3.1.1	Sulkuventtiilit	6
3.1.2	Kolmitieventtiilit	8
3.1.3	Paineventtiilit	13
4	OLUTAJO	14
4.1	Mäskäys	14
4.2	Siivilöinti	16
4.3	Keitto	17
4.4	Jäähdytys (ensiö), ilmastus ja hiivan lisääminen	19
4.5	Pohjahiivaoluen jäähdytys käymisen aikana	22
4.6	Pääkäyminen	24
4.7	Kirkastaminen	25
4.7.1	Kirkastaminen jääkaapissa	26
4.7.2	Kirkastaminen toisiojäähdyttimellä	26
4.8	Suodatus	28
4.9	Pullotus	30
4.9.1	Suodattamattoman oluen pullotus	30
4.9.2	Suodatetun oluen pullotus	31

1 YLEISTÄ

3 (32)

Tässä ohjeessa on tietoa laitteiston hallinnasta pumppujen, venttiilien ja käyttöliittymän osalta, sekä ohje olutajoon. Ennen jokaista ajoa tulee tarkistaa, ovatko käsin ruuvattavat kiinnikkeet tarpeeksi kireällä. Ajossa käytetään kemikaaliessua, kasv suojaa ja pitkävar-tisia kumihanskoja, koska olutprosessissa on kuumia nesteitä ja pesuajossa haitallisia pe-suaineita. Myös laboratoriahanskoja on käytettävä hygieniasyistä.

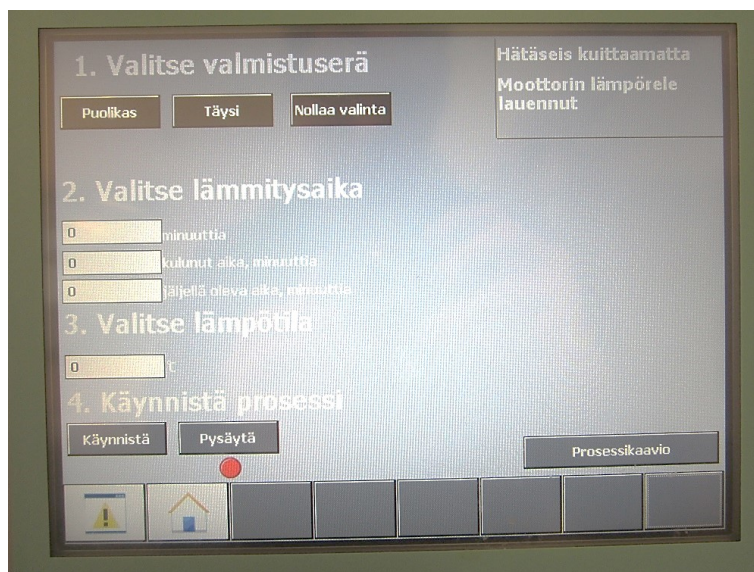
Pesuajoa varten on oma yksityiskohtainen ohje erikseen. Ennen kuin ryhdytään ajamaan oluen valmistusprosessia, tulee lukea tämän ohjeen kohdat ”2 Prosessin hallinta monito-rilla” ja ”3 Venttiilien ja pumppujen säätäminen”.

2 PROSESSIN HALLINTA MONITORILLA

4 (32)

2.1 Ohjelman valinta ja arvojen asettaminen

1. Työnnä paksu punainen pistoke pistorasiaan ja avaa seinällä oleva paineilmaventtiili, johon panimon kihara paineilmajohto liittyy.
2. Kytke käyttöliittymämonitori päälle mustasta vivusta (harmaan monitorillisen laatikon vasemmalla sivulla) OFF-asennosta ON-asentoon.
3. Kun ruudulla näkyy ”Loader” -laatikko, paina START-nappia tai odota, kunnes näkyviin tulee kuvan 1 mukainen näkymä.
4. Paina ruudun alapuolella olevaa mustaa HÄTÄSEISKUITTAUS-nappia.



KUVA 1. Ohjelman valinta ja arvojen asettaminen monitorilla

5. Täytä kattila (E-1) vedellä (katso kohta 4.1 Mäskäys tai 4.3 Keitto). Ruudun ylä-laidassa näkyy teksti VALITSE VALMISTUSERÄ. Valitse PUOLIKAS (40 – 50 l).
6. VALITSE LÄMMITYSAIKA. Mäskäys ja keittäminen 200 minuuttia. BSP-painikkeella voi poistaa virheellisen numeron arvojen syöttämisessä.
7. VALITSE LÄMPÖTILA. Mäskäyksessä 66 °C ja keitossa 100 °C.

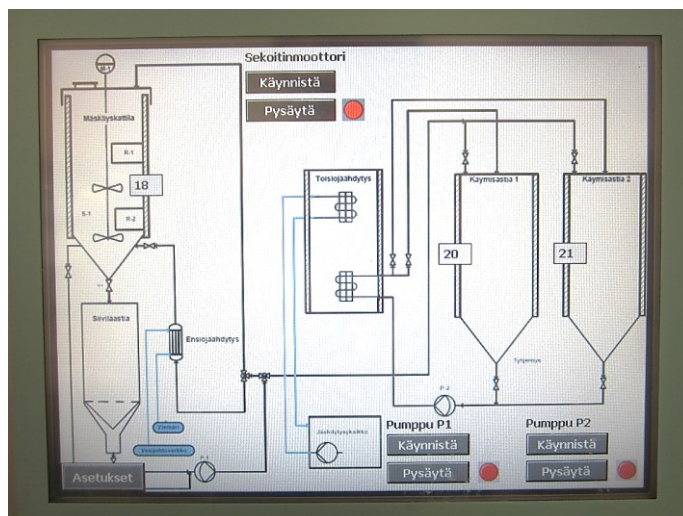
8. KÄYNNISTÄ PROSESSI. Tästä kohdasta voit joko käynnistää tai lopettaa mäs-käyskattilan lämmityksen ja sekoituksen.

Jos ”hätäseiskuittaus” unohtui tehdä ennen aika- ja lämpötila-arvojen asettamista, nappia voi painaa myöhemminkin ja prosessin saa käyntiin. Ohjelman valitsemisnäkymän vasemmassa alakulmassa on keltainen huutomerkkikolmionappi (kuva 1), josta näkee mahdolliset ilmenneet hälytykset.

Kun ajot (viimeisenä huuhtelu) on suoritettu, laite sammutetaan harmaan monitorillisen laatikon vasemmalla sivulla olevasta mustasta ON/OFF-vivusta jolla laite käynnistettiin, pistoke otetaan irti (myös toisiojähdyttimen jos sitä on käytetty) ja seinällä oleva paineilmaventtiili suljetaan.

2.2 Prosessin hallinta

PROSESSIKAAVIO-napista (kuva 1) pääsee prosessikaavionäkymään (kuva 2), jossa näkyy mäs-käyskattilan ja käymisastioiden lämpötilat ja siellä voi käynnistää tai sammuttaa mäs-käyskattilan sekoittajan tai pumput (KP-1 = P1 ja KP-2 = P2). ASETUKSET-napista pääsee takaisin ohjelman valintanäkymään, jossa voi esimerkiksi pysäyttää prosessin.

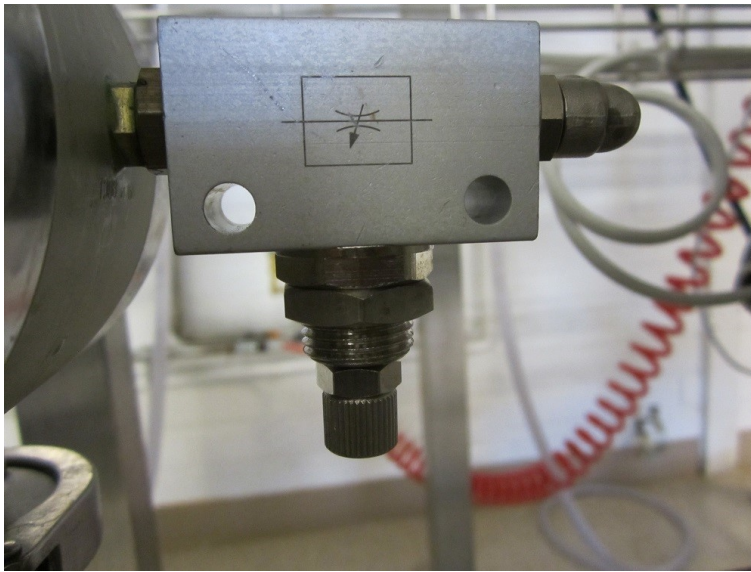


KUVA 2. Prosessikaavio ja pumpujen ja sekoittimen käynnistäminen monitorilla

3 VENTTIILIEN JA PUMPPUJEN SÄÄTÄMINEN

6 (32)

Pumppujen ja venttiilien säätö tapahtuu käsisäätönä. Jotta osaat käyttää venttiilejä, lue ennen ajoa kohta ”4.1 Venttiilien käyttö”. Pumppujen kierrosnopeutta voi säätää kuvan 3 osoittamasta ruuvista. Kiertämällä myötä päivään ylhäältä katsottuna kierrosnopeutta voi lisätä ja kiertämällä vastapäivään kierrosnopeutta voi vähentää ja tarpeeksi ruuvattua lopettaa pumpun toiminnan kokonaan.



KUVA 3. Pumpun kierrosnopeusruuvi

3.1 Venttiilien käyttö

Pienpanimossa on monta sulkuventtiileinä toimivaa läppäventtiiliä, maisto/näytehana (V-17), kaksi kolmitieventtiiliä ja kaksi paineventtiiliä. Kaikki venttiilit ovat käsikäyttöisiä. Venttiilien oikeanlainen käyttö on olennaista prosessin onnistumisen kannalta.

3.1.1 Sulkuventtiilit

Kun mustilla kahvoilla varustetut sulkuventtiilit ovat kiinni, niiden kahvat ovat kohtisuorassa suunnassa putkien suhteen. Kun venttiili on auki, kahva on samansuuntainen putken

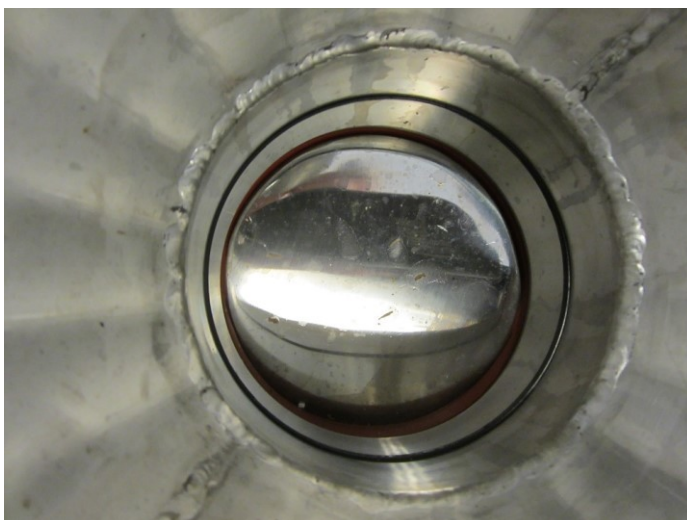
kanssa. Venttiilin sisällä kääntyvä läppä on siis samassa asennossa, missä kahva. Venttiilin on tärkeää olla ääriasennoissaan joko täysin kiinni tai täysin auki riippuen tilanteesta,

paitsi V-1, kun säädetään mäskin, huuhteluveden tai pesuliuoksen valumista siiviläastiaan. Panimon käytön jälkeen kaikki sulkuventtiilit on väännettävä kiinni-asentoon, ellei toisin ohjeisteta. Kun venttiili väännetään kunnolla kiinni, sen kaksi metallihammasta napsahtavat putkilaippojen ympärille lukitsemaan venttiilin.

Kuvissa on venttiilin V-1 kaksi ääriasentoa. Kuvissa 4 ja 6 on kahvan asento, ja kuvissa 5 ja 7 näkyy kahvan asentoa vastaava läpän asento.



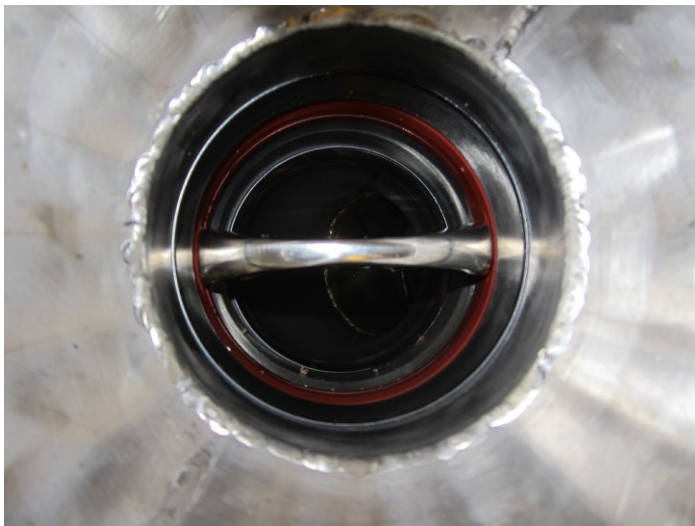
KUVA 4. Kahvan asento, kun sulkuventtiili on kiinni



KUVA 5: läpän asento, kun sulkuventtiili on kiinni



KUVA 6. Kahvan asento, kun sulkuventtiili on auki



KUVA 7. Lämpän asento, kun sulkuventtiili on auki

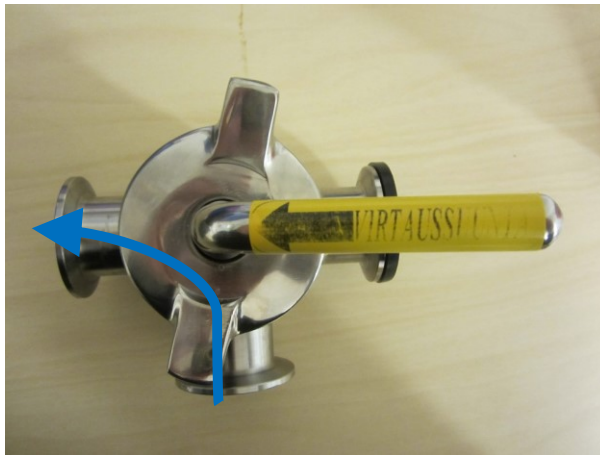
3.1.2 Kolmitieventtiilit

Laitteistossa on kaksi kolmitieventtiiliä (V-12 ja V-25). Molemmat sijaitsevat lähekkäin putkissa, jotka ovat mäskäyskattilan, siiviläastian, ensiöjäähdyttimen ja käymisastioiden välillä. Kolmitieventtiilin tarkoitus on ohjata neste putkiristeyksessä valittuun suuntaan. Venttiilin kahva ja siinä oleva nuoli pitää suunnata mahdollisimman suoraan haluttuun suuntaan, jotta venttiilin vinossa olevasta karasta ei aiheutuisi turhaa virtausvastusta.

Venttiilin kahvan ympärillä oleva leveä käsiruuvi tulee kiristää halutun suunnan asettamisen jälkeen, jotta venttiili on tiivis.

Venttiilit voivat olla neljässä eri asennossa (kuivissa tiiviste on asetettu suljettuun liitokseen):

- A) Venttiilin virtaussuunta säädetty **vasemmalle** (perusasento). Tällöin taaksepäin ja oikealle osoittavat liitokset ovat auki, ja oikealle osoittava on kiinni.



KUVA 8. A-asento, ohjaa vasemmalle



KUVA 9. A-asento: kara estää virtauksen oikealle

- B) Venttiilin virtaussuunta säädetty **oikealle**. Taaksepäin ja oikealle osoittavat liitokset ovat auki, ja vasemmalle osoittava on kiinni.

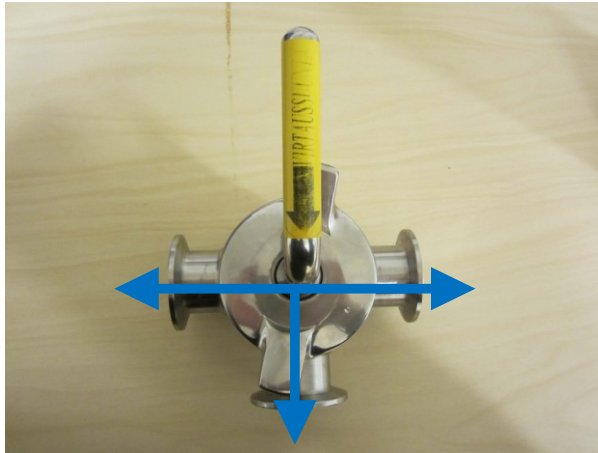


KUVA 10. B-asento, ohjaa oikealle



KUVA 11. B-asento: venttiilin kara estää virtauksen vasemmalle

- C) Virtaussuuntanuoli osoittaa taaksepäin pumpun KP-1 suuntaan. Tässä tapauksessa **kaikki liitokset ovat auki**. Tätä asentoa tarvitsee lähinnä silloin, kun käytön jälkeen laitteistossa halutaan ilman kiertävän.



KUVA 12. C-asento, kaikki liitokset ovat auki



KUVA 13. C-asento: venttiilin kara sallii pumppaamisen oikealle ja vasemmalle

- D) Virtaussuuntanuoli osoittaa eteenpäin reiätöntä seinämää kohti. Vasemmalle ja oikealle osoittavat liitokset ovat auki, mutta taaksepäin osoittava liitos on kiinni. **Tässä asennossa neste ei virtaa venttiilin läpi.** Tätä asentoa käytetään vain venttiilillä V-25 silloin, kun pumpun KP-1 halutaan pumppaavan kaiken vierteen ulos maistohanan V-17 kautta esimerkiksi oluen siivilöinnin jälkeen.



KUVA 14. D-asento, pumppaus venttiilin läpi on estetty



KUVA 15. D-asento: venttiilin kara estää pumppaamisen venttiilin läpi

Käytön jälkeen kolmitieventtiilit tulee suunnata perusasentoon, eli osoittamaan vasemmalle. Jos V-25 on suunnattu vahingossa oikealle tai alaspäin, pumpattava neste virtaa liian aikaisin käymisastioita kohti. Jos käymisastian venttiili (V-10 ja V-11) on lisäksi

jäänyt auki, neste pääsee käymisastiaan. Käymisastiasta nesteen joutuu siirtämään ämpärillä takaisin ”kuumalle puolelle”, ja käymisastian hygienia voi olla vaarassa. Jos V-12 on suunnattu oikealle tai alaspäin, kulkee neste ensiöjäähdyttimen läpi. Jäähdyttimen läpi pumppaaminen väärään aikaan ja väärällä nopeudella ei ole hyödyllistä ja voi jopa pilata tuotteen.

3.1.3 Paineventtiilit

Käymisastioihin letkuilla liitettävät paineventtiilit V-29 ja V-30 voi pitää puolittain auki kierrettyinä normaalisti (+). Painemittarilla varustetut paineventtiilit pidetään täysin kiinni kierrettyinä (-) silloin, kun halutaan käymisen tapahtuvan paineenalaisena. Mikäli venttiilit ovat kiinni, käymisessä syntyvä hiilidioksidi imeytyy hiilihappoina olueen ja tästä syntyvä kuohunta voi hankaloittaa käymisastian tyhjentämistä.

4 OLUTAJO

14 (32)

Ennen olutajoon ryhtymistä tulee lukea ”2 Prosessin hallinta monitorilla” ja ”3 Venttiilien ja pumppujen säätäminen”, jotta prosessia osaa hallita. Prosessin kulku riippuu tavoiteltavasta oluttyypistä ja -reseptistä. Edellä mainittuihin ohjeisiin kannattaa palata aina, kun laitteiden käyttö herättää kysymyksiä. Ajon lämpötilatiedot, tapahtumat (varsinkin erikoiset), raaka-ainemäärät ja muut tiedot kirjataan ajopöytäkirjaan.

4.1 Mäskäys

Mäskäys on uuttoprosessi, jossa maltaiden entsyymit alkavat lämpöenergian vaikutuksesta hajottaa pitkäketjuisia tärkkelyshiilihydraatteja jotka liukenevat monien muiden aineiden, kuten proteiinien kanssa veteen. Liuenneet aineet mahdollistavat käymisprosessin ja antavat oluelle ominaisen rungon. Tyypillinen mäskäysaika on 60 - 90 minuuttia.

1. Jos putki P-61 ja P-62 eivät ole kiinni venttiileissä V-5 ja V-21, kiinnitä ne. Koeta, että kaikki laitteen kiinnikkeet ovat kireällä. Sulje kaikki auki olevat kattilan ja siiviläastian sulkuventtiilit ja V-17, jos se on auki.

Laita suuri punainen pistoke seinään, avaa seinän kaasuhana ja aseta harmaan monitorillisen säätimen kytkin ON-asennosta OFF-asentoon. Varmista, että V-1, V-20 ja V-21 ovat kiinni.

Täytä mäskäyskattila ensin kuumimmalla hanavedellä niin, että anturi peittyy juuri ja juuri veteen (noin 36 l). Lisää mittakannulla vettä kattilaan haluttu kokonaistilavuus 42 – 50 l (yleensä käytetty **42 l**).

(Jos teet Lager-olutta ja poikkeuksellisesti mäskäyksen ja keiton samana päivänä: Laita toisiojäähdyttimen pistoke seinään, ja syötä kylmäkoneikolle sopiva asetusarvo (yleensä 12,0 °C). Parin tunnin päästä jäähdytin on riittävän kylmä.)

2. Paina monitorilla mustaa hätäkuittauspainiketta ja valitse PUOLIKAS lämmitettävä panos. Puolikas panos on 40 – 50 litraa. Aseta ajaksi **200 min** ja lämpötilaksi **63 °C**. Paina KÄYNNISTÄ. Kirjaa tapahtuma ja kellonaika ylös.
3. Ota lämpötila ja kellonaika ylös ajopöytäkirjaan. Lämpötila ei nouse suunnilleen ensimmäisten viiden minuutin aikana. Tarkkaile lämmityksen aikana, nouseeko lämpötila normaalisti.
4. Punnitse maltaat isolla vaa'alla. Maltaita voi punnita 10 – 14 kg / 42 litraa (yleensä punnittu **10 – 11 kg / 42 l**).

Paina ON. Kun näytöllä näkyy saavin paino, aseta punnitussaavi vaa'alle, paina TARE ja kauho muovikuupalla maltaita haluttu määrä. Kirjaa ajopöytäkirjaan maltaiden paino ja sammuta vaaka painamalla OFF.

5. Kun lämpötila on 67 °C, kirjoita kellonaika ja lämpötila ylös ajopöytäkirjaan ja kauho maltaat muovikuupalla näkölasiaukosta kattilaan. Pidä kansi auki mäs-käyksen ajan. Tarkkaile mäs-käyksen aikana lämpötilaa, se saa poiketa enintään 3 °C asetusarvosta (63 °C) tasoittumisen jälkeen.

Mäs-käysaika on 60 – 90 min, yleensä **90 min**.

6. Kun mäs-käysaika on täynnä, paina ASETUKSET-näkymässä PYSÄYTÄ (näky-män kohta 4. Käynnistä prosessi). Kirjoita aika ja lämpötila ylös.

Anna maltaiden vajota kattilan pohjalle noin puolen tunnin ajan. Tässä kohtaa on hyvä pitää ruokatauko.

4.2 Siivilöinti

Siivilöinnin tarkoitus on erottaa märät maltaat eli mäski tai rapa vierteestä. Vierre on siivilöinnissä erottuva neste, johon on liennut maltaista sokeria ja muita aineita. Rapa toimii siivilöinnissä suodattimena, kun se laskeutuu nestepinnan alla olevan siivilän (tässä laitteessa venttiilin V-1) päälle ja päästää vain vierteen läpi.

1. Avaa venttiiliä V-1 hieman hyvin hitaasti ja varovaisesti, kunnes paksusta putkesta virtaa siiviläastian pieni parin sentin levyinen vierrenoro. Noron mukana saa tulla lusikallinen tai pari maltaita, jotka kertyvät siivilälle. Kirjaa tapahtuma ja kellonaika ylös. Vierteen valuminen kestää 30 – 60 minuuttia, ja sen aikana voi pitää ruokatauon.
2. Anna siiviläastian täytyä, kunnes vierrenoro tyrehtyy kokonaan tai pinta on alle 5 cm siiviläastian yläreunasta. Siiviläastiaan mahtuu 40 l vierrettä.

(Jos mäskäyksessä on ollut 46 l tai enemmän vettä, tulee siiviläastian täyttymiseen varautua pumppaamalla vierrettä V-17 kautta pois.)

Jos keitto tehdään toisena päivänä, avaa V-5 ja aseta kolmitieventtiili V-25 D-asentoon. Pumppaa siivilöitynyt vierre kahteen muoviseen käymisastiaan (ensimmäiseen 15 l), ja kirjoita ylös niihin pumpatun vierteen yhteistilavuus.

3. Lisää näköluukusta vettä mäskäyskattilaan noin 20 litraa. Yksi voi olla vaivaa-massa mäskiä kepin kanssa näköluukulla ja toinen voi olla venttiilin V-1 luona säätelemässä mäskin valumista siiviläastiaan.

Kun kaikki mäski on suurin piirtein valunut alas, se kauhotaan siiviläastialta siivilällä, ja mäskiä puristetaan kuupalla nesteen vähentämiseksi ennen isoon saavissa olevaan biojätepussiin kippaamista. Ota kuupan reunoista kiinni kahvan si

jaan painaessa ja aseta siivilän hakaset siiviläastian reunaan vasten. (Mäski on mahdollista tyhjentää myös niin, että kattilan ja siiviläastian välinen putki irrotetaan ja maltaat valutetaan venttiilistä V-1 suoraan ämpäriin. Putken irrottaminen voi olla kuitenkin liian hankalaa.)

4. Irrota putken P-61 kaksi alinta kiinnikettä, ja työnnä se syrjään. Kiinnitä venttiiliin V-5 letku, ja laske sillä huuhteluvettä siiviläastialta avaamalla V-5.
5. Huuhtelee panimon mäskäyksessä ja siivilöinnissä käytetyt osat kaksi kertaa. Varmista, että venttiilien V-20 ja V-21 taakse ei jää mäskiä. Jätä käytetyt venttiilit lopuksi auki.

4.3 Keitto

Keittämisen tarkoitus on tuhota mikrobit vierteestä, jotta hiivalla ei olisi käymisen aikana kilpailijoita ja olut säilyisi. Keittämisvaiheessa myös lisätään yleensä katkero- ja aromihumala. Vierre jäähdytetään jäähdyttimellä suhteellisen nopeasti käymislämpötilaan, jotta hiivalla olisi suotuisat olosuhteet. Keitto tapahtuu samassa kattilassa (E-1) kuin mäs-käys.

1. Avaa V-5 ja käännä kolmitieventtiilit V-25 ja V-12 osoittamaan vasemmalle. Varmista, että V-1, V-17, V-20 ja V-21 ovat kiinni. Käynnistä pumppu KP-1/P-1 ja säädä pumppu nopeudelle 2 sykäystä / sekunti. Pumpun ääni muuttuu papattavaksi, kun kaikki vierre on pumpattu kattilaan ja pumpun voi pysäyttää.

Irrota P-61 venttiilistä V-5 ja laske putkiin jäänyt vierre kannuun. Kaada vierre kannusta kattilaan.

Lisää vettä kattilaan, kunnes vierteen ja veden tilavuus on yhteensä 42 – 46 l. Tavallisimmassa 1,5 tunnin keitossa voi lisätä esimerkiksi **44 l** vettä.

2. Valitse monitorilla valmistuseräksi PUOLIKAS panos. Aseta ajaksi **200 min** ja lämpötilaksi **100 °C**. Paina KÄYNNISTÄ.

Pidä kattilan kantta koko keiton ja lämmityksen ajan auki. Pidä siiviläastian kansi kiinni, jotta astiaan ei tippuisi vettä huuvalta.

(Jos teet Lager-olutta ja keitto tehdään eri päivänä kuin mäsikäys ja siivilöinti: Laita toisiojäähdyttimen pistoke seinään ja syötä kylmäkoneikolle sopiva asetusarvo (esim. 12,0 °C). Toisiojäähdytin on tarpeeksi viileä parin tunnin kuluttua.)

3. Ota lämpötila ja kellonaika ylös. Lämpötila ei nouse suunnilleen ensimmäisten viiden minuutin aikana. Tarkkaile lämmityksen aikana, nouseeko lämpötila normaalisti.
4. Punnitse reseptin mukainen määrä katkero- ja aromihumalaa ja lisää ne eri humalapusseihin.
5. Kaikki, mikä koskee vierteeseen jäähdytyksen aikana ja sen jälkeen pitää olla puhdasta ja desinfioitua. Pue laboratorioskäsiin ja tiskaa sekä desinfioi seuraavat välineet etanolilla:
 - lusikat
 - dekantterilasit (esim. ominaispainon mittaukseen)
 - metallikauhat ja kattila
 - 2 litran kannu
 - kaikki mahdolliset muut esineet, jotka ovat kosketuksissa vierteen tai hiivan kanssa.
6. Kun lämpötila on 96 °C, kirjoita aika ja lämpötila ylös ajopöytäkirjaan. Laita katkerohumalapussi näköluukusta mäsikäyskattilaan ja kirjaa tapahtuma.

Jos vierre kuohuu kattilasta yli, älä panikoi, vaan lisää rauhallisesti suojarusteet yllä kattilaan kaksi litraa kylmää vettä näköluukusta.

7. Tarkkaile keiton aikana lämpötilalukemaa monitorilla, se saa olla 95 – 98 °C välillä.
8. Kun keittoaika on jäljellä 10 minuuttia, laita aromihumalapussi näköluukusta mäskäyskattilaan ja kirjaa tapahtuma kellonaikoineen.
9. Kun vierrettä on keitetty tarpeeksi (usein 90 min), ota kellonaika ja lämpötila ylös. Paina monitorilla ASETUKSET-näkymässä PYSÄYTÄ*

*ASETUKSET-näkymän kohta ”4. Käynnistä prosessi”.

4.4 Jäähdytys (ensiö), ilmastus ja hiivan lisääminen

Keiton jälkeisen jäähdytyksen tarkoitus on saada vierre nopeasti käymislämpötilaan, jotta prosessi nopeutuu ja mikrobit eivät ehdi pesiytymään vierteeseen. Ensiöjäähdytin (E-3) toimii kylmällä vesijohtovedellä, jonka läpi kulkee vierre ohuessa kupari putkessa. Pintahiiva- eli ale-vierteen jäähdyttämiseen riittää pelkkä ensiöjäähdytys huoneen lämpötilaan.

1. Avaa V-20 ja anna kiehuvan vierteen valua alakautta siiviläastialle noin 5 sekuntia.
2. Avaa varovasti venttiiliä V-1 ja laske paksun putken kautta siiviläastiaan kiehuvaa vierrettä niin, että siivilän kahvat jäävät pinnan alle. Jos kaikki vierre mahtuu siiviläastialle ilman ylivalumisen vaaraa, voi kaiken laskea siiviläastialle*.

3. Avaa V-5 ja V-21. Katso, että kolmitieventtiili V-25 osoittaa vasemmalle ja käännä kolmitieventtiili V-12 osoittamaan oikealle. Käynnistä sekoitin.
4. Kiinnitä seinällä olevaan putkeen liittyvä letku ensiöjäähdyttimeen. Käännä seinän putkessa oleva sininen kylmän veden venttiili osoittamaan ”kello 7.30:een”. Nyt jäähdyttimessä virtaa jäähdytysvesi.
5. Käynnistä pumppu KP-1/P1 ja säädä pumppu nopeudelle 2 sykäystä / 1 sekunti. Avaa venttiiliä V-1 hieman niin, että siiviläastian pinnantasoo pysyy kattilasta valuvan vierteen ansiosta suunnilleen muuttumattomana.

Aseta desinfioidun lämpömittarin anturi siivilälle, ja tarkkaile lämpötilaa. Kirjaa jäähdytyksen aloittamisen kellonaika ja lämpötila.

Punnitse hiiva (**ale:** noin 15 g, **lager:** noin 44 g).

6. **Alehiiva:** Kun lämpötila on 35 – 40 °C, ota kauhalla vierrettä 150 ml isoon, yli 500 ml dekantterilasiin. Kaada hiiva dekantterilasiin ja sekoita se sinne hyvin lusikalla. Anna hiivan elpyä 15 min.

Pohjahiiva: Sekoita hiiva 300 millilitraan kylmää hanavettä tai noin myöhemmin noin 15 °C jäähtyneeseen vierteeseen. Anna elpyä 15 min.

7. Kun **ale-vierre** on jäähtynyt huoneenlämpötilaan (21 °C), kirjaa jäähdytyksen lopettamisen kellonaika ja lämpötila. Pysäytä pumppu ja laita sininen kylmän veden venttiili kiinni (suuntana ”kello 9.00”). Sammuta sekoitin.

Jos teet lageria, jatka jäähdytystä niin pitkälle kuin mahdollista. Jäähdytin pystyy jäähdyttämän vierteen alimmillaan noin 15 asteiseksi. Kirjaa jäähdytyksen lopettamisen kellonaika ja lämpötila. Pysäytä pumppu ja laita sininen kylmän veden venttiili kiinni (suuntana ”kello 9.00”). Sammuta sekoitin.

8. Ilmasta vierre kierrättämällä sitä siiviläastian ja kattilan välillä niin, että vierre tippuu norona siiviläastian pohjalle. Vierteen pinta ei saa olla siivilää ylempänä. Kierrätä 5 – 10 minuuttia.
9. Ota kauhalla noin 50 ml vierrettä dekanterilasiin. Tarkista Anton Paar -tiheysmittarin mittaustarkkuus mittaamalla ionivaihdetun veden tiheys (saa poiketa $\pm 0,001 \text{ g/cm}^3$, veden tiheys = $0,9980 \text{ 21 }^\circ\text{C}$ lämpötilassa).

Ime laitteeseen vierrettä kolme kertaa, ennen kuin mittaat. Mittaa ominaispaino (yksikötön tiheys) *OG*, ja kirjoita tulos mittauspöytäkirjaan.

10. Kun **ale-hiiva** on elpynyt dekanterilasissa 15 minuuttia, laita dekanterilasi kattilaan ja laske kylmää vettä kattilaan ympäröimään hiivaliuosta. Laita desinfioitu lasinen lämpömittari dekanterilasiin, ja tarkkaile lukemaa. Kun hiivaliuoksen lämpötila on noin $21 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$), kaada se siiviläastiaan ja sekoita vierrettä.

Lager-hiivan voi kaataa dekanterilasista 15 minuutin elpymisen ja vierteen ilmastamisen jälkeen siiviläastiaan. Sekoita hiivattua vierrettä.

11. Tarkista, että käytettävän käymisastian alaventtiilit (V-6 ja V-24 tai V-7 ja V-18) sekä V-17 ovat kiinni. Avaa V-5 ja V-10 tai V-11 riippuen käymisastiasta, jota käytetään, ja suuntaa kolmitieventtiili V-25 osoittamaan oikealle.

Käynnistä pumppu KP-1/P-1 ja aseta nopeudeksi noin 2 sykäystä / 1 sekunti. Kun vierre on käymisastiassa, sulje käymisastian kannen venttiili (V-10 tai V-11).

12. Avaa V-20, V-21 ja V-5. Käännä kolmitieventtiilit V-12 ja V-25 C-asentoon. Irrota P-62 venttiilistä V-21 ja laske vierre ämpäriin. Avaa V-17 ja laske vierre ämpäriin. Irrota viimeiseksi putki P-61 venttiilistä V-5, ja laske vierre pois.

Kiinnitä putket P-61 ja P-62 takaisin paikoilleen ja huuhtelee kattila kattoa myöten vedellä näköluukun kautta. Aseta kolmitieventtiili V-25 A-asentoon ohjaamaan vasemmalle.

Kierrätä vettä (noin 20 l) kaksi kertaa siiviläastian, kattilan ja ensiöjäähdyttimen välisissä putkissa. Huuhteluveden voi pumpata esimerkiksi V-17 kautta saaviin

Jätä kuuman puolen (laitteisto putken P-48 vasemmalla puolella) venttiilit auki (kolmitieventtiilit C-asentoon), ja laske putkiin jäänyt huuhteluvesi pois samalla tavalla kuin putkiin jäänyt vierre ennen huuhtelua.

4.5 Pohjahiivaoluen jäähdytys käymisen aikana

Pohjahiiva- eli Lager-vierre käy huoneenlämpötilaa alhaisemmissa lämpötiloissa. Jotta vierre saadaan jäähtymään tarpeeksi, sitä pitää kierrättää toisiojäähdytyksen jälkeen käymisastian ja toisiojäähdyttimen välillä. Toisiojäähdyttimelle (E-4) tulee olla asetettu sopiva asetusarvo (**12,0 °C**), ja kylmäkoneikko pitää käynnistää ainakin 5 tuntia ennen vierteen jäähdytystä. Jäähdytys on mahdollista suorittaa myös jääkaapissa.

1. Kiinnittäkää putki P-13 käymisastioiden ja pumpun välille, jos se ei ole paikallaan.
2. Varo avaamasta väärän käymisastian venttiilejä ja pumpaamasta vierrettä väärään käymisastiaan toisiojäähdyttimen kautta. **Avaa** seuraavat venttiilit:

Vierre käymisastiassa 1: V-16 ja V-6

Vierre käymisastiassa 2: V-14 ja V-7

3. Varmista, että nämä venttiilit ovat **kiinni**:

Vierre käymisastiassa 1: V-14 ja V-7

Vierre käymisastiassa 2: V-16 ja V-6

4. Käynnistä pumppu KP-2/P2. Säädä pumppu pumppaamaan nopeudella 2 sykäystä / 1 sekunti.
5. Seuraa lämpötilan alenemista monitorilla. Lämpötilan tulisi olla noin tunnin päästä 11 – 15 °C. Lämpötilaa on hyvä vilkaista jokaisena käymispäivänä, kun se on mahdollista.

Lue kohta ”4.6 Pääkäyminen”.

4.6 Pääkäyminen

Käyminen on prosessi, jonka saa aikaan hiivan toiminta käymisastiassa. Käymisessä hiiva käyttää vierteeseen liuenneita aineita ravinnokseen ja muuntaa sokerit alkoholiksi ja hiidioksidiksi. Hiiva tuottaa myös erilaisia makuja oluisiin ja parantaa oluen säilyvyyttä.

Lue ennen tätä kohtaa ”4.5.1 Pohjahiivaoluen jäähdytys käymisen aikana”, jos teet pohjahiiva eli lager-olutta.

1. Katso, että käymisastioihin letkulla liitettävä paineventtiili V-29 tai V-30 on kierretty täysin auki (+).
2. Mittaa pääkäymisen 4. päivänä ja siitä eteenpäin jokaisena päivänä ominaispaino *G* Anton Paar -tiheysmittarilla. Laske ensin hiivasakka kannuun (noin 1 litra) ennen kuin mittaat ominaispainon kirkkaammasta vierteestä/oluesta.

Kun käyminen on loppunut, ominaispaino ei enää alene oleellisesti mittauspäivien välillä. Vierre käy noin 7 päivää. Käymisen viimeisenä päivänä mitattu ominaispaino on *FG* (*final gravity*).

Oluen alkoholiprosentti lasketaan seuraavalla kaavalla:

Kaava 2: alkoholiprosentti

$$A_v = \frac{OG - FG}{0,00753}$$

A_v = alkoholin tilavuusprosentti

OG = ominaispaino ennen käymistä (*original gravity*). Otetaan jäähtyneestä vierreestä ennen käymistä.

FG = ominaispaino pääkäymisen jälkeen (*final gravity*).

4.7 Kirkastaminen

Kirkastamisessa oluessa sakkaantuu pohjalle aineita, jotka ovat oluen säilyvyydelle haitallisia. Kirkastuminen tapahtuu kylmässä, sillä sakkaantuminen on alhaisissa lämpötiloissa tehokkaampaa.

Siirry kohtaan ”4.8 Suodatus”, jos kirkastamista ei tehdä. Jos suodatustakaan ei suoriteta, siirry kohtaan ”4.9 Pullotus”.

4.7.1 Kirkastaminen jääkaapissa

1. Laske sakkaisin olut pois käymisastiasta (noin puoliämpärillistä).
2. Siirrä olut hygieenisesti kirkastusastiaan (esim. kanisteri): ota venttiilin V-24 tai V-18 hanaosa ja tiiviste pois ja tiskaa, desinfioi ja huuhtelee ne. Tiskaa, desinfioi ja huuhtelee myös suljetun venttiilin (V-24 tai V-18) näkyvässä oleva läpän pinta. Älä avaa venttiiliä. Voit huuhtoa puhtaalla kannulla venttiiliä ja pitää venttiilin alla ämpäriä, johon vesi valuu.
3. Kiinnitä hanaosa takaisin venttiiliin. Nyt käymisastiasta voi laskea olutta puhtaaseen ja desinfioituun ämpäriin. Sekoita olut rauhallisesti.
4. Sulje kirkastusastia ja laita se jääkaappiin ainakin muutamaksi päiväksi.
5. Sopivaksi katsotun kirkastusajan päätyttyä astia tyhjennetään puhtaalla ja desinfioidulla lapolla samanlaisen käsittelyn saaneeseen ämpäriin. Olut sekoitetaan tasalaatuisiksi. Siirry kohtaan ”4.8 Pullotus” tai kohtaan ”4.9 Suodatus”, jos olut suodatetaan.

4.7.2 Kirkastaminen toisiojäähdyttimellä

Toisiojäähdyttimellä voi kylmentää oluen pääkäymisen jälkeen, jotta se kirkastuisi. Olut jäähdytetään noin 4 °C lämpötilaan, jonka jälkeen sen annetaan laskeutua. Kirkastamisen voi suorittaa kaksi kertaa peräkkäin.

1. Aseta toisiojäähdyttimen asetusarvoksi **2,0 °C** jäähdytystä edeltävänä päivänä tai ainakin 3 tuntia ennen.

2. Kun toisiojäähdyttimen lämpötila on 1,0 – 3,0 °C, **avaa** seuraavat venttiilit:

Vierre käymisastiassa 1: V-16 ja V-6

Vierre käymisastiassa 2: V-14 ja V-7

6. Varmista, että nämä venttiilit ovat **kiinni**:

Vierre käymisastiassa 1: V-14 ja V-7

Vierre käymisastiassa 2: V-16 ja V-6

7. Käynnistä pumppu KP-2/P2. Säädä pumppausnopeudeksi 2 sykäystä / 1 sekunti.
8. Kun oluen lämpötila on monitorilla 4 – 5 °C, voi pumppaamisen lopettaa. Jos kirkastus tehdään vain kerran, tulee myös toisiojäähdytin sammuttaa.

Lämpötilaa voi mitata myös desinfioidulla käsilämpömittarilla, kun avaa käymisastian kannessa olevan ison pultin ja työntää anturin käymisastiaan.

9. Kun pumppaamisen lopettamisesta on kulunut vuorokausi, laske pohjasakka (muutama litra) käymisastiasta venttiilien V-18/V-24 ja V-6/V-7 kautta riippuen käymisastiasta. Jotta venttiilin V-6/V-7 kautta voi laskea sakkaa, tulee putki P-13 ottaa irti.

Jos olut kirkastetaan toisen kerran, aloita pumppaaminen (2 sykäystä / 1 sekunti) pumpulla KP-2/P2. Pysäytä taas pumppu oluen kylmennettyä noin 4 °C lämpötilaan. Sammuta toisiojäähdytin. Päästä pohjasakka samalla tavalla pois vuorokauden kuluttua, kuin ensimmäisellä kerralla.

4.8 Suodatus

Olutta ei aina suodateta. Pohjahiiva- eli lager-oluet yleensä kuitenkin suodatetaan. Suodatus tehdään levysuodattimella, jossa käytetään selluloosalevyjä. Suodatin saattaa tukkeutua kesken suodatuksen, jos olutta ei ole kirkastettu riittävästi tai ollenkaan. Suodatin tulee olla pesty ennen suodatusta, ja se tulee pestä myös mahdollisimman pian suodatuksen jälkeen. Ohjeet pesuun löytyvät pesuohjeesta. Suodatinta käytetään samat suojava-rusteet päällä kuin panimoa käytettäessä.

Siirry kohtaan ”4.9 Pullotus”, jos olutta ei suodateta.

1. Pue laboratoriahanskat ja pese sekä desinfioi kätesi. Kastele 10 aiemmin pestyä ja desinfioitua suodatinlevyä kylmällä hanavedellä.
2. Aseta suodatinlevyt paikoilleen niin, että karhea puoli on letkujen puolella. Metallisten päätylevyjen ja muovisten levyjen väliin ei tule laittaa suodatinlevyjä. Kiristä levyt yhteen tiukasti ”rattia” kiertämällä.
3. Pese ja desinfioi muoviset käymisastiat (2) ja niiden kannet.
4. Siirrä olut hygieenisesti toiseen muoviseen käymisastiaan.
5. Pese, desinfioi ja kuivaa suodattimen letkut. Letkuja ei tarvitse puhdistaa kokonaan, mutta noin metrin verran niiden päästä, jotta olut ei kontaminoidu niiden takia. Asettele letkujen päät jotenkin hygieenisesti, esimerkiksi puhtaiden muovisten käymisastioiden kansien päälle.
6. Pese ja desinfioi letkujen ja pumppujen täyttökannu ja suppilo.

7. Varmista, että pumpun täyttö- ja tyhjennyspulkit ovat paikoillaan ja kohtalaisen kireällä. Tarkista myös letkujen kiristimien ruuvien kireys.
 8. Täytä imuletku oluella suppilon ja kannun avulla. Samalla täyttyy pumppu. Aseta imuletku oluella täytettyyn muoviseen käymisastiaan ja ulostuloletku tyhjään käymisastiaan. Letkuja saattaa joutua pitämään paikoillaan.
 9. Kierrä paineensäätöruuvi kiinni. Avaa ruuvia puolikierrosta.
 10. Kiinnitä johto pistorasiaan ja käynnistä pumppu. Säädä säätöruuvista paine 0,3 bariin.
- ÄLÄ SAMMUTA PUMPPUA KESKEN SUODATUKSEN, ELLEI SUODATIN MENE TUKKOON.
11. Minuutin suodatuksen kuluttua säädä paine rauhallisesti 3,0 bariin.
 12. Sammuta pumppu, kun olut on suodattunut tai suodatin on tukkeutunut.
 13. Päästä olut pumpusta viemäriin avaamalla tyhjennyspulkit.
 14. Suorita oluen pullotus kohdan ”4.9.2 Suodatetun oluen pullotus” mukaisesti.
 15. Ota suodatinlevyt pois ja laita ne biojätepussiin. Huuhtelee likaantuneet muoviset välilevyt huolellisesti.

16. Pumppaa suodattimen läpi vettä samalla tavalla kuin olutta, mutta ”hullun kiertona”. Imu- ja ulostuloletku ovat siis samassa saavissa, ja vesi kaadetaan pois muutaman minuutin kierrättämisen jälkeen. Paine ei nouse kuin noin 1,4 bariin.

Suorita siis kohdat 7 – 13 uudelleen, mutta oluen sijasta käsitellään lämmintä vettä.

Kierrätä vettä suodattimessa kaksi kertaa, sammuta pumppu ja ota johto pois seinästä. Päästä pumpusta vesi. Vie täyttö- ja tyhjennyspultit niille kuuluvaan säilytyspaikkaan.

4.9 Pullotus

Olut pakataan panimolla lasipulloihin, jotka ovat yleensä käytettyjä. Pullot suljetaan käsin kruunukorkeilla. Pullotuksessa lisätään pulloihin sokeria, jotta olueen muodostuisi hiilihappoja. Suodatetun oluen pullotuksessa lisätään myös pieni määrä hiivaa.

4.9.1 Suodattamattoman oluen pullotus

1. Pese ja desinfioi kaikki välineet, jotka ovat kosketuksissa oluen kanssa:
 - Lusikka
 - Pieni sokerin punnitusdekka
 - Ämpäri (oluen lasku ja pullotus)
 - Kauha
 - Pullotusastia
 - Lappo
 - Pullot (yleensä 4 kpl)
2. Laske sakkaisin olut pois käymisastiasta (noin puoliämpärillistä).

3. Siirrä olut hygieenisesti pullotusastiaan: ota venttiilin V-24 tai V-18 hanaosa ja tiiviste pois ja tiskaa, desinfioi ja huuhtele ne. Tiskaa, desinfioi ja huuhtele myös suljetun venttiilin näkyvässä oleva läpän pinta. Älä avaa venttiiliä. Voit huuhtoa puhtaalla kannulla venttiiliä ja pitää venttiilin alla ämpäriä, johon vesi valuu.
4. Kiinnitä hanaosa takaisin venttiiliin. Nyt käymisastiasta voi laskea olutta puhtaaseen ja desinfioituun ämpäriin. Sekoita olut rauhallisesti.
5. Punnitse sokeri dekkaan ja lisää se pulloihin (4 g/0,33 l).
6. Lappoa olut ämpäristä pulloihin ja korkita. Kaada pullottamaton olut viemäriin. Anna pullojen olla huoneenlämmössä hiilihapottumassa viikon, jonka jälkeen ne voi siirtää jääkaappiin. Olut on viikon kuluttua pullotuksesta valmista.
7. Tiskaa lusikat, dekantterilasit, kannut yms. Käytetyt välineet. Pese käymisastia pesuohjeiden mukaisesti.

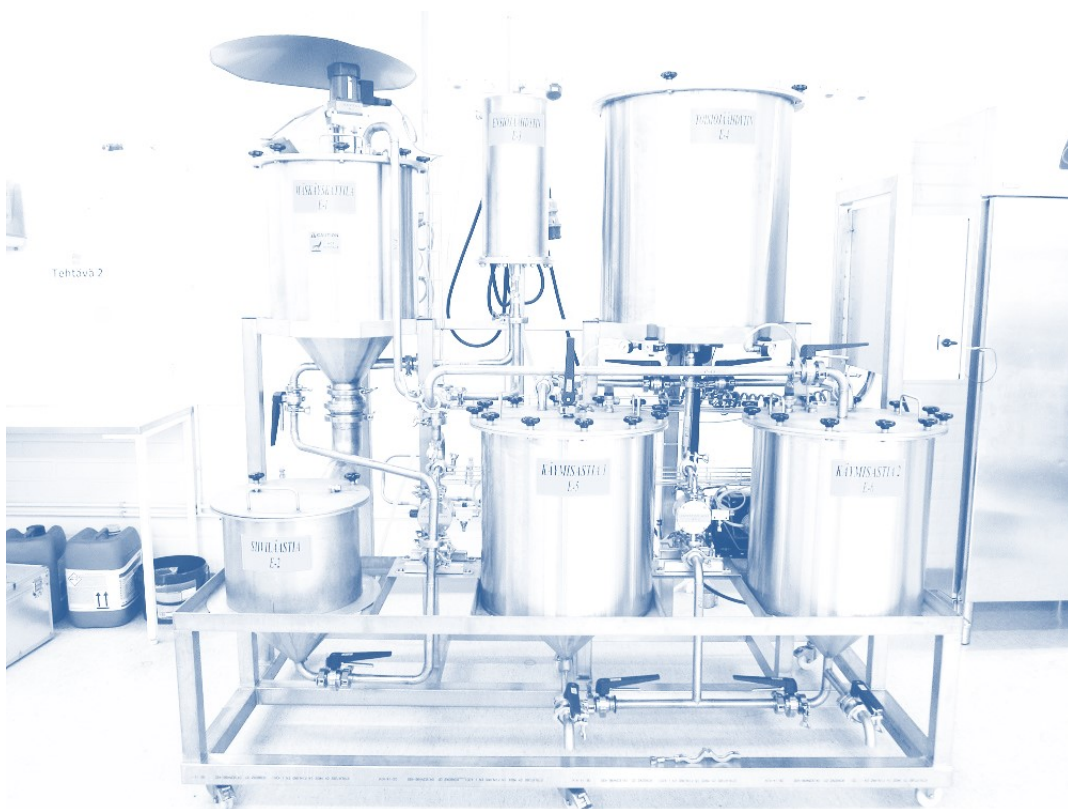
4.9.2 Suodatetun oluen pullotus

1. Pese ja desinfioi kaikki välineet, jotka ovat kosketuksissa oluen kanssa:
 - 2 lusikkaa
 - Pienet sokerin ja hiivan punnitusdekat
 - Pieni hiivasuppilo
 - Oluenlaskuämpäri
 - Kauha
 - Lappo
 - Pullot (yleensä 4 kpl)
2. Punnitse sokeri dekkaan ja lisää se pulloihin (4 g/0,33 l). Punnitse hiiva dekkaan, ja kaada se suppilon avulla pulloihin (0,1 g/0,33 l).

3. Lappoa olut suodatusastiasta pulloihin ja korkita. Kaada pullottamaton olut viemäriin. Siirrä pullojät jääkaappiin jälkikäymään. Olut on valmista muutaman viikon päästä.

4. Tiskaa lusikat, dekantterilasit, kannut yms. käytetyt välineet.

Tredun pienpanimon pesuohje



SISÄLLYS

1	ENNEN PESUAJOJA HUOMIOITAVAA	3
1.1	Järjestys.....	3
1.2	Desinfointi	3
1.3	Muuta	4
2	PUMPPUJEN HALLINTA MONITORILLA	5
3	VENTTIILIEN JA PUMPPUJEN SÄÄTÄMINEN	7
3.1	Venttiilien käyttö	7
3.1.1	Sulkuventtiilit.....	7
3.1.2	Kolmitieventtiilit.....	9
3.1.3	Paineventtiilit	14
4	LIUOSTEN VALMISTAMINEN.....	15
4.1	Emäs- ja happopesuliuoksen valmistaminen	15
4.2	Desinfointiaineliuoksen valmistaminen.....	16
5	KIERTO, KUN KÄYMISASTIASSA 1 ON KÄYMISPROSESSI	18
6	KIERTO, KUN KÄYMISASTIASSA 2 ON KÄYMISPROSESSI	21
7	KOKO PANIMON KIERTO (TYHJÄT KÄYMISASTIAT)	24
8	KÄYMISASTIAN PESEMINEN PÄÄKÄYMISEN JÄLKEEN	27
9	SUODATTIMEN PESEMINEN.....	28

1 ENNEN PESUAJOJA HUOMIOITAVAA

3 (29)

1.1 Järjestys

- Ennen olutajoa suoritetaan järjestyksessä:

1. emäspesu,
2. huuhtelu
3. happopesu
4. huuhtelu
5. desinfiointi
6. 2 huuhtelua.

Emäs- ja happopesut huuhteluineen 3 - 1 päivää ennen olutajoa. Desinfiointi ja sen jälkeiset kaksi huuhtelua kannattaa tehdä olutajoa edeltävänä päivänä.

- Olutajon jälkeen järjestyksessä:

1. Emäspesu
2. Huuhtelu
3. Happopesu
4. huuhtelu.

Suoritetaan ajoa seuraavana päivänä, mikäli mahdollista. Tiskaus tehdään käymisastian tyhjentämisen yhteydessä ja joskus mäsikäskattilan puhdistamiseksi.

1.2 Desinfiointi

Desinfiointi tehdään pesujen jälkeen ajallisesti mahdollisimman lähellä mäsikäystä. Desinfiointiaineliuos valmistetaan kohdan ”4.2 Desinfiointiaineliuoksen valmistaminen” mukaisesti. Desinfiointikierto suoritetaan samalla tavalla, kuin pesukierto. Kiertoa ei välttämättä tarvitse tehdä molemmissa käymisastioissa, vaikka molemmat olisivat tyhjillään. Laitteisto huuhdellaan kahdesti desinfioinnin jälkeen.

1.3 Muuta

- Päivän viimeisen huuhtelun ja putkistoon jääneen veden poiston jälkeen kaikki venttiilit jätetään auki ja kolmitieventtiilit C-asentoon.

- Varmista ennen ajoa, että kiinnikkeet ovat tiukalla. Laita kaikki mustat venttiilit ja V-17 kiinni ja aseta venttiilit V-25 ja V-12 A-asentoon osoittamaan vasemmalle.

- Ennen pesu- ja desinfiointiajoja tulee lukea kohdat ”2. Pumppujen hallinta monitorilla” ja ”3. Venttiilien ja pumppujen säätäminen”. Pumppujen sykkimismisnopeus saa olla suuri pesu-, desinfiointi ja huuhtelukierroissa.

- Suojavarusteet: turvakengät, laboratoriahanskat, pitkävartiset kumihanskat, kemikaaliessu, kasvosuoja ja kuulosuojaimet.

2 PUMPPUJEN HALLINTA MONITORILLA

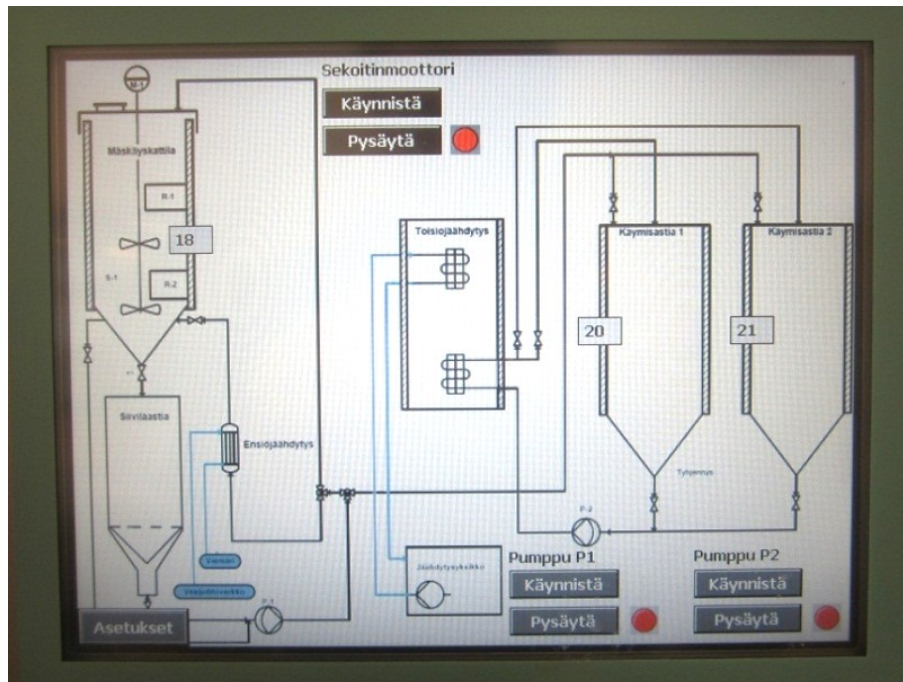
5 (29)

9. Työnnä paksu punainen pistoke pistorasiaan ja avaa seinällä oleva paineilmaventtiili, johon panimon kihara paineilmajohto liittyy.
10. Kytke käyttöliittymämonitori päälle mustasta vivusta (harmaan monitorillisen laatikon vasemmalla sivulla) OFF-asennosta ON-asentoon.
11. Kun ruudulla näkyy ”Loader” -laatikko, paina START-nappia tai odota, kunnes näkyviin tulee kuvan 1 mukainen näkymä.
12. Paina ruudun alapuolella olevaa mustaa HÄTÄSEISKUITTAUS-nappia.
13. Siirry prosessikaavioon PROSESSIKAAVIO-napista alkunäkymän oikeasta alalaidasta (kuva 1). Kohta 6. on seuraavalla sivulla.



KUVA 1. Alkunäkymä

14. Kuvassa 2 on prosessikaavionäkymä. Siinä näkyy mäskäyskattilan ja käymisasioiden lämpötilat, ja siellä voi käynnistää tai sammuttaa mäskäyskattilan sekoittajan tai pumput (KP-1 = P1 ja KP-2 = P2). ASETUKSET-napista pääsee takaisin ohjelman valintanäkymään. Laitteen voi sammuttaa käytön jälkeen suoraan ON/OFF-kytkimestä.

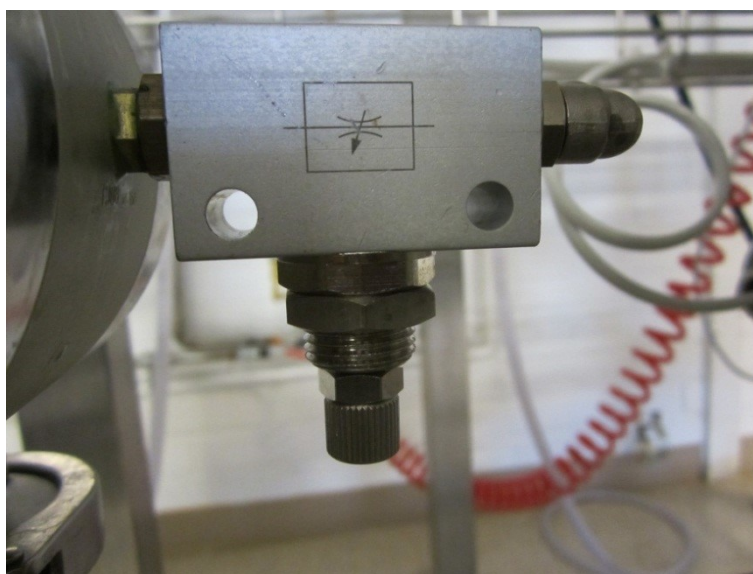


KUVA 2. Prosessikaavio (pumppujen ja sekoittimen käynnistäminen monitorilla)

3 VENTTIILIEN JA PUMPPUJEN SÄÄTÄMINEN

7 (29)

Pumppujen ja venttiilien säätö tapahtuu käsisäätönä. Jotta osaat käyttää venttiilejä, lue ennen ajoa kohta ”4.1 Venttiilien käyttö”. Pumppujen kierrosnopeutta voi säätää kuvan 3 osoittamasta ruuvista. Kiertämällä myötä päivään ylhäältä katsottuna kierrosnopeutta voi lisätä ja kiertämällä vastapäivään kierrosnopeutta voi vähentää ja tarpeeksi ruuvattua lopettaa pumpun toiminnan kokonaan.



KUVA 3. Pumpun kierrosnopeusruuvi

3.1 Venttiilien käyttö

Pienpanimossa on monta sulkuventtiileinä toimivaa läppäventtiiliä, maisto/näytehana (V-17), kaksi kolmitieventtiiliä ja kaksi paineventtiiliä. Kaikki venttiilit ovat käsikäyttöisiä. Venttiilien oikeanlainen käyttö on olennaista prosessin onnistumisen kannalta.

3.1.1 Sulkuventtiilit

Kun mustilla kahvoilla varustetut sulkuventtiilit ovat kiinni, niiden kahvat ovat kohtisuorassa suunnassa putkien suhteen. Kun venttiili on auki, kahva on samansuuntainen putken

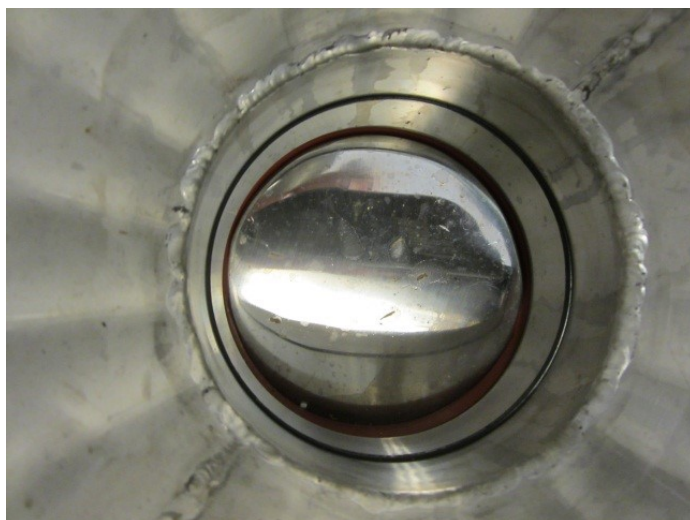
kanssa. Venttiilin sisällä kääntyvä läppä on siis samassa asennossa, missä kahva. Venttiilin on tärkeää olla ääriasennoissaan joko täysin kiinni tai täysin auki riippuen tilanteesta,

paitsi V-1, kun säädetään mäskin, huuhteluveden tai pesuliuoksen valumista siiviläastiaan. Panimon käytön jälkeen kaikki sulkuventtiilit on väännettävä kiinni-asentoon, ellei toisin ohjeisteta. Kun venttiili väännetään kunnolla kiinni, sen kaksi metallihammasta napsahtavat putkilaippojen ympärille lukitsemaan venttiilin.

Kuvissa on venttiilin V-1 kaksi ääriasentoa. Kuvissa 4 ja 6 on kahvan asento, ja kuvissa 5 ja 7 näkyy kahvan asentoa vastaava läpän asento.



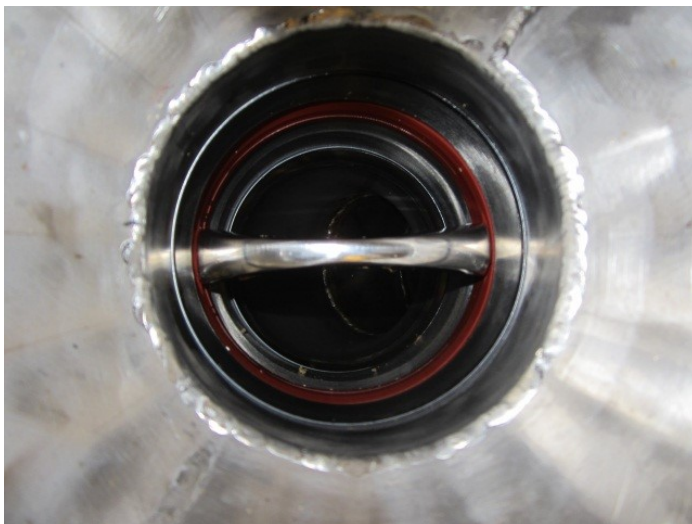
KUVA 4. Kahvan asento, kun sulkuventtiili on kiinni



KUVA 5. Läpän asento, kun sulkuventtiili on kiinni



KUVA 6. Kahvan asento, kun sulkuventtiili on auki



KUVA 7. Lämpän asento, kun sulkuventtiili on auki

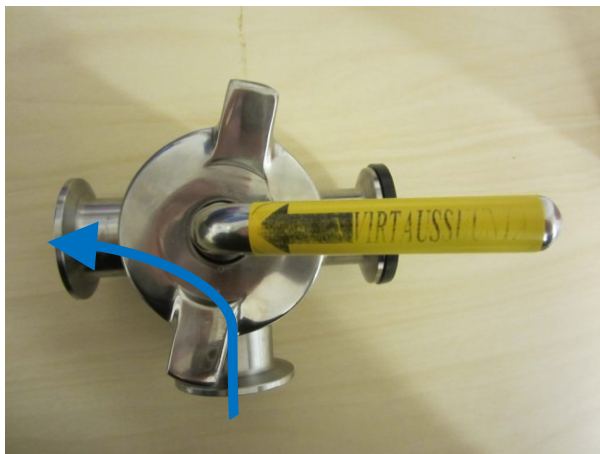
3.1.2 Kolmitieventtiilit

Laitteistossa on kaksi kolmitieventtiiliä (V-12 ja V-25). Molemmat sijaitsevat lähekkäin putkissa, jotka ovat mäskäyskattilan, siiviläastian, ensiöjäähdyttimen ja käymisastioiden välillä. Kolmitieventtiilin tarkoitus on ohjata neste putkiristeyksessä valittuun suuntaan. Venttiilin kahva ja siinä oleva nuoli pitää suunnata mahdollisimman suoraan haluttuun suuntaan, jotta venttiilin vinossa olevasta karasta ei aiheutuisi turhaa virtausvastusta.

Venttiilin kahvan ympärillä oleva leveä käsiruuvi tulee kiristää halutun suunnan asettamisen jälkeen, jotta venttiili on tiivis.

Venttiilit voivat olla neljässä eri asennossa (kuivissa tiiviste on asetettu suljettuun liitokseen):

- E) Venttiilin virtaussuunta säädetty **vasemmalle** (perusasento). Tällöin taaksepäin ja oikealle osoittavat liitokset ovat auki, ja oikealle osoittava on kiinni.



KUVA 8. A-asento, ohjaa vasemmalle



KUVA 9. A-asento: kara estää virtauksen oikealle

- F) Venttiilin virtaussuunta säädetty **oikealle**. Taaksepäin ja oikealle osoittavat liitokset ovat auki, ja vasemmalle osoittava on kiinni.

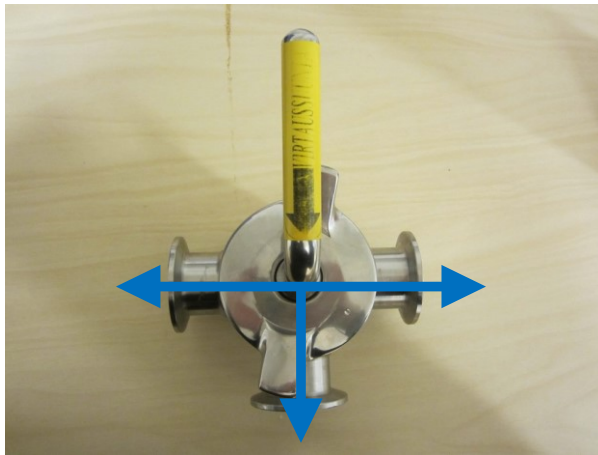


KUVA 10. B-asento, ohjaa oikealle



KUVA 11. B-asento: venttiilin kara estää virtauksen vasemmalle

- G) Virtaussuuntanuoli osoittaa taaksepäin pumpun KP-1 suuntaan. Tässä tapauksessa **kaikki liitokset ovat auki**. Tätä asentoa tarvitsee lähinnä silloin, kun käytön jälkeen laitteistossa halutaan ilman kiertävän.



KUVA 12. C-asento, kaikki liitokset ovat auki



KUVA 13. C-asento: venttiilin kara sallii pumppaamisen oikealle ja vasemmalle

- H) Virtaussuuntanuoli osoittaa eteenpäin reiätöntä seinämää kohti. Vasemmalle ja oikealle osoittavat liitokset ovat auki, mutta taaksepäin osoittava liitos on kiinni. **Tässä asennossa neste ei virtaa venttiilin läpi**. Tätä asentoa käytetään vain venttiilillä V-25 silloin, kun pumppu KP-1:n halutaan pumppaavan kaiken vierteen ulos maistohanan V-17 kautta esimerkiksi oluen siivilöinnin jälkeen.



KUVA 14. D-asento, pumppaus venttiilin läpi on estetty



KUVA 15. D-asento: venttiilin kara estää pumppaamisen venttiilin läpi

Käytön jälkeen kolmitieventtiilit tulee suunnata perusasentoon, eli osoittamaan vasemmalle. Jos V-25 on suunnattu vahingossa oikealle tai alaspäin, pumpattava neste virtaa liian aikaisin käymisastioita kohti. Jos käymisastian venttiili (V-10 ja V-11) on lisäksi jäänyt auki, neste pääsee käymisastiaan. Käymisastiasta nesteen joutuu siirtämään ämpärillä takaisin ”kuumalle puolelle”, ja käymisastian hygienia voi olla vaarassa. Jos V-12 on suunnattu oikealle tai alaspäin, kulkee neste ensiöjäähdyttimen läpi. Jäähdyttimen läpi pumppaaminen väärään aikaan ja väärällä nopeudella ei ole hyödyllistä ja voi jopa pilata tuotteen.

3.1.3 Paineventtiilit

Käymisastioihin letkuilla liitettävät paineventtiilit V-29 ja V-30 voi pitää puolittain auki kierrettyinä normaalisti (+). Painemittarilla varustetut paineventtiilit pidetään täysin kiinni kierrettyinä (-) silloin, kun halutaan käymisen tapahtuvan paineenalaisena. Mikäli venttiilit ovat kiinni, käymisessä syntyvä hiilidioksidi imeytyy hiilihappoina olueen ja tästä syntyvä kuohunta voi hankaloittaa käymisastian tyhjentämistä.

4 LIUOSTEN VALMISTAMINEN

15 (29)

4.1 Emäs- ja happopesuliuoksen valmistaminen

1. Pue kemikaaliessu, kasvosuoja ja pitkävartiset kumihanskat (kuva 16). Laita jalkaan turvakengät.
2. Katso, että P-61 on kiinni venttiilissä V-5. Laske siiviläastiaan lämmintä vettä letkulla niin, että veden pinta on paksun putken reiän kohdalla (kuva 17).
3. Laske ämpäriin pari senttiä vettä, ja laske pesuainemittakannuun noin 200 ml (kohdalla sininen viiva) vettä.
4. Kaada pesuainetta mittakannuun noin 800 ml (kohdalla sininen viiva) kohdalle.

Jos pesuainetta roiskuu lattialle, sen päälle pitää tiputtaa vettä laimennukseksi esimerkiksi rättiä puristamalla. Pyyhi lattia kumihanskat kädessä. Huuhtelee rätti hyvin.

5. Varmista, että P-61 on paikoillaan. Kaada pesuliuos mittakannusta siiviläastiaan (kuva 2). Kaada myös ämpäriin vesi siiviläastiaan. Vie mittakannu ämpäriin tiskialtaalle. Huuhtelee ämpäri kerran ja mittakannu kolme kertaa.



KUVA 16. Välineet liuoksen tekemiseen



KUVA 17. Liuos kaadetaan siiviläastiaan

4.2 Desinfointiaineliuoksen valmistaminen

1. Pue kemikaaliessu, suojalasit ja laboratorihanskat (kuva 16). Laita jalkaan turvakengät.

2. Kaada 30 % vetyperoksidiliuosta 600 ml mittakannuun vetokaapissa. Lisää vetyperoksidi puolillaan vettä olevaan kanisteriin.
3. Varmista, että putki P-61 on paikoillaan.
4. Kaada kanisterin sisältö siiviläastialle.

5 KIERTO, KUN KÄYMISSASTIASSA 1 ON KÄYMISSPROSESSI

18 (29)

1. Valmista liuos (4.1 Emäs- ja happopesuliuoksen valmistaminen, 2.2 Desinfiointiuoksen valmistaminen) ellet tee huuhtelukiertoa.
2. Kiinnitä johto seinään, avaa paineilmahana ja käännä monitorilla oleva kytkin OFF-asennosta ON-asentoon. Tarkista, että kaikki laitteen mustat venttiilit ja V-17 ovat kiinni. Tarkista, että molemmat kolmitieventtiilit ovat suunnattu vasemmalle (A-asento).

Kun aiemmin valmistettu pesuliuos (tai huuhteluvesi) on siiviläastiassa, avaa V-5 ja käynnistä pumpu KP-1/P-1 monitorilta. Ota muutama litra nestettä ämpäriin maistohanan V-17 kautta pumpaamisen aikana ja kaada neste ämpäristä takaisin siiviläastiaan ennen kuin liuos siiviläastialta ehtyy. Kun pumpun ääni muuttuu papattavaksi, sammuta pumpu.

Lisää mäskäyskattilaan luukusta vielä lämmintä vettä letkulla niin, että sekoittajan ylälavat jäävät juuri pinnan alle (huuhtelussa 5 cm ylemmäs). Pidä pesu- tai desinfiointiliuosta mäskäyskattilassa ainakin 5 minuuttia sekoitus päällä.

3. Sammuta sekoittaja. Avaa V-20 ja anna liuoksen valua alakautta siiviläastiaan ja sulje V-20 kun siivilän kahvat peittyvät. Osa liuksesta päästetään suoraan alas siiviläastialle avaamalla V-1:ä niin kauan, kunnes siiviläastia tulee lähes täyteen. Varo roiskeita siiviläastialta, niitä voi tulla, vaikka kansi olisi kiinni. Anna liota 5 minuuttia.

(Jos P-36:n ja P-37:n haluaa pestä perusteellisemmin, liuosta voi kierrättää siiviläastian ja mäskäyskattilan välillä: pumpkaa P-36 kautta mäskäyskattilaan liuosta ja anna V-20 valuttaa liuosta siiviläastialle samaa vauhtia kuin pumpaat.)

4. Suuntaa kolmitieventtiili V-12 ohjaamaan oikealle, avaa V-21 ja käynnistä pumpu KP-1/P-1. Nyt liuosta voidaan kierrättää ensiöjäähdyttimen kautta kattilaan. Sammuta pumpu, kun noin puolet siiviläastian liuksesta on pumpattu.

5. Nyt kun siiviläastia on puolillaan, lasketaan siiviläastiaan suoraan liuosta paksua putkea pitkin avaamalla V-1. Sulje V-1, kun siiviläastia on melkein täynnä.

6. Tarkista, että paineventtiilit (V-29 ja V-30) ovat auki.

Suuntaa kolmitieventtiili V-25 oikealle ja V-12 vasemmalle. Avaa V-11. Varmista, että käymisastia 2:n alapuolella olevat venttiilit (V-18 ja V-7) ja **V-10** ovat **kiinni**. Käynnistä pumppu KP-1/P-1 ja ota pumpun käydessä maistohanasta V-17 taas pari litraa liuosta ämpäriin. Palauta liuos nopeasti ämpäristä siiviläastiaan, ennen kuin pumppu on ehtinyt imeä kaiken liuoksen käymisastiaan.

Päästä siiviläastiaan lisää nestettä, kun siiviläastia tyhjenee. Sammuta pumppu, kun kaikki neste on pumpattu käymisastiaan 2.

7. Anna pesuliuoksen liota käymisastiassa 2 noin 5 minuuttia.

Avaa V-7 ja V-14. **Varmista, että V-16 on kiinni**. Käynnistä KP-2/P2 ja anna nesteen kiertää toisiojäähdyttimen ja käymisastian välillä ainakin 5 minuuttia.

8. Laita ämpärit käymisastian 2 alle. Päästä 2 ämpärillistä venttiilin V-18 kautta.

Kiinnitä Käymisastia 2 hanan tilalle letku, ja päästä sen kautta minuutin ajan nestettä avaamalla V-18. Sulje venttiili, ja vaihda tilalle toinen letku. Anna lopun nesteen tulla vaihdetun letkun kautta.

9. Päästä putkiin jäänyt liuos: Avaa putken P-62 ja venttiilin V-21 välinen kiinnike ja päästä ensiojäähdyttimeen jäänyt liuos pois työntämällä putkea hieman sivuun. Avaa myös V-21.

Avaa V-20, käännä kolmitieventtiilit taaksepäin osoittavaan asentoon (C-asento) ja päästä ensiöjäähdyttimen kierukan liuokset pois maistohanasta V-17. Tämän jälkeen päästä vielä liuosta: avaa V-5 ja kiinnike venttiilin V-5 liitoksessa ja työnnä putkea P-61 hieman sivuun. Suorita edellä mainitut toimenpiteet mainitussa järjestyksessä eli ylhäältä alas.

Päästä huuhtelun jälkeen myös käymisastia 2:n pohjalle jäänyt liuos pois avaamalla venttiilin V-7 pumpun puolinen kiinnike. Siirrä putkea P-13 hieman sivuun.

Viimeisen huuhtelun ja putkistoihin jääneen veden poistamisen jälkeen väännä kolmitieventtiilit osoittamaan taaksepäin (C-asento) ja muut käytetyt venttiilit jättää auki, jotta putkisto tuulettuu.

6 KIERTO, KUN KÄYMISASTIASSA 2 ON KÄYMISPROSESSI

21 (29)

1. Valmista pesuliuos (4.1 Emäs- ja happopesuliuoksen valmistaminen), ellet tee huuhtelukiertoa.
2. Kiinnitä johto seinään, avaa paineilmahana ja käännä monitorilla oleva kytkin OFF-asennosta ON-asentoon. Tarkista, että kaikki laitteen mustat venttiilit ja V-17 ovat kiinni. Tarkista, että molemmat kolmitieventtiilit ovat suunnattu vasemmalle (A-asento).

Kun aiemmin valmistettu pesuliuos (tai huuhteluvesi) on siiviläastiassa, avaa V-5 ja käynnistä pumppu KP-1/P-1 monitorilta. Ota muutama litra nestettä ämpäriin maistohanan V-17 kautta pumpppaamisen aikana ja kaada neste ämpäristä takaisin siiviläastiaan ennen kuin liuos siiviläastialta ehtyy. Kun pumpun ääni muuttuu papattavaksi, sammuta pumppu.

Lisää mäsikäskattilaan luukusta vielä vettä letkulla niin, että sekoittajan ylälavat jäävät juuri pinnan alle (huuhtelussa 5 cm ylemmäs). Pidä pesuliuosta mäsikäskattilassa ainakin 5 minuuttia sekoitus päällä.

3. Sammuta sekoittaja. Avaa V-20 ja anna liuoksen valua alakautta siiviläastiaan ja sulje V-20 kun siivilän kahvat peittyvät. Osa liuoksesta päästetään suoraan alas siiviläastialle avaamalla V-1:ä niin kauan, kunnes siiviläastia tulee lähes täyteen. Varo roiskeita siiviläastialta, niitä voi tulla, vaikka kansi olisi kiinni. Anna liota 5 minuuttia.

(Jos P-36:n ja P-37:n haluaa pestä perusteellisemmin, liuosta voi kierrättää siiviläastian ja mäsikäskattilan välillä: pumpppaa P-36 kautta mäsikäskattilaan liuosta ja anna V-20 valuttaa liuosta siiviläastialle samaa vauhtia kuin pumppaat.)

4. Suuntaa kolmitieventtiili V-12 ohjaamaan oikealle, avaa V-21 ja käynnistä pumppu KP-1/P-1. Nyt liuosta voidaan kierrättää ensiöjäähdyttimen kautta kattilaan. Sammuta pumppu, kun noin puolet siiviläastian liuoksesta on pumpattu.

5. Nyt kun siiviläastia on puolillaan, lasketaan siiviläastiaan suoraan liuosta paksua putkea pitkin avaamalla V-1. Sulje V-1, kun siiviläastia on melkein täynnä.

6. Tarkista, että paineventtiilit (V-29 ja V-30) ovat auki.

Suuntaa kolmitieventtiili V-25 oikealle ja V-12 vasemmalle. Avaa V-10. Varmista, että käymisastia 2:n alapuolella olevat venttiilit (V-24 ja V-6) ja **V-11** ovat **kiinni**. Käynnistä pumppu KP-1/P-1 ja ota maistohanasta V-17 taas pari litraa liuosta ämpäriin pumpun käydessä. Palauta liuos nopeasti ämpäristä siiviläastiaan, ennen kuin pumppu on ehtinyt imeä kaiken liuoksen käymisastiaan.

Päästä siiviläastiaan lisää nestettä, kun siiviläastia tyhjenee. Sammuta pumppu, kun kaikki neste on pumpattu käymisastiaan 2.

7. Anna pesuliuoksen liota käymisastiassa 1 noin 5 minuuttia.

Avaa V-6 ja V-16. **Varmista, että V-14 on kiinni**. Käynnistä KP-2/P2 ja anna nesteen kiertää toisiojäähdyttimen ja käymisastian välillä ainakin 5 minuuttia.

8. Laita ämpärit käymisastian 1 alle. Päästä 2 ämpärillistä venttiilin V-24 kautta.

Kiinnitä Käymisastia 1 hanan tilalle letku, ja päästä sen kautta minuutin ajan nestettä avaamalla V-24. Sulje venttiili, ja vaihda tilalle toinen letku. Anna lopun nesteen tulla vaihdetun letkun kautta.

9. Päästä putkiin jäänyt liuos: Avaa putken P-62 ja venttiilin V-21 välinen kiinnike ja päästä ensiojäähdyttimeen jäänyt liuos pois työntämällä putkea hieman sivuun. Avaa myös V-21.

Avaa V-20, käännä kolmitieventtiilit taaksepäin osoittavaan asentoon (C-asento) ja päästä ensiojäähdyttimen kierukan liuokset pois maistohanasta V-17. Tämän

jälkeen päästä vielä liuosta: avaa V-5 ja kiinnike venttiilin V-5 liitoksessa ja työnnä putkea P-61 hieman sivuun. Suorita edellä mainitut toimenpiteet mainitussa järjestyksessä eli ylhäältä alas.

Päästä huuhtelun jälkeen myös käymisastia 2:n pohjalle jäänyt liuos pois avaamalla venttiilin V-7 pumpun puolinen kiinnike. Siirrä putkea P-13 hieman sivuun.

Viimeisen huuhtelun ja putkistoihin jääneen veden poistamisen jälkeen väännä kolmitieventtiilit osoittamaan taaksepäin (C-asento) ja muut käytetyt venttiilit jättää auki, jotta putkisto tuulettuu.

7 KOKO PANIMON KIERTO (TYHJÄT KÄYMISSASTIAT)

24 (29)

1. Valmista pesuliuos (4.1 Emäs- ja happopesuliuoksen valmistaminen).
2. Kiinnitä johto seinään, avaa paineilmahana ja käännä monitorilla oleva kytkin OFF-asennosta ON-asentoon. Tarkista, että kaikki laitteen mustat venttiilit ja V-17 ovat kiinni. Tarkista, että molemmat kolmitieventtiilit ovat suunnattu vasemmalle (A-asento).

Kun aiemmin valmistettu pesuliuos (tai huuhteluvesi) on siiviläastiassa, avaa V-5 ja käynnistä pumppu KP-1/P-1 monitorilta. Ota muutama litra nestettä ämpäriin maistohanan V-17 kautta pumppaamisen aikana ja kaada neste ämpäristä takaisin siiviläastiaan ennen kuin liuos siiviläastialta ehtyy. Kun pumpun ääni muuttuu papattavaksi, sammuta pumppu.

Lisää mäsikäskattilaan luukusta vielä vettä letkulla niin, että sekoittajan ylälavat jäävät juuri pinnan alle (huuhtelussa 5 cm ylemmäs). Pidä pesuliuosta mäsikäskattilassa ainakin 5 minuuttia sekoitus päällä.

3. Sammuta sekoittaja. Avaa V-20 ja anna liuoksen valua alakautta siiviläastiaan ja sulje V-20 kun siivilän kahvat peittyvät. Osa liuoksesta päästetään suoraan alas siiviläastialle avaamalla V-1:ä niin kauan, kunnes siiviläastia tulee lähes täyteen. Varo roiskeita siiviläastialta, niitä voi tulla, vaikka kansi olisi kiinni. Anna liota 5 minuuttia.

(Jos P-36:n ja P-37:n haluaa pestä perusteellisemmin, liuosta voi kierrättää siiviläastian ja mäsikäskattilan välillä: pumppaa P-36 kautta mäsikäskattilaan liuosta ja anna V-20 valuttaa liuosta siiviläastialle samaa vauhtia kuin pumppaat.)

4. Suuntaa kolmitieventtiili V-12 ohjaamaan oikealle, avaa V-21 ja käynnistä pumppu KP-1/P-1. Nyt liuosta voidaan kierrättää ensiöjäähdyttimen kautta kattilaan. Sammuta pumppu, kun noin puolet siiviläastian liuoksesta on pumpattu.

5. Nyt kun siiviläastia on puolillaan, lasketaan siiviläastiaan suoraan liuosta paksua putkea pitkin avaamalla V-1. Sulje V-1, kun siiviläastia on melkein täynnä.

6. Tarkista, että paineventtiilit (V-29 ja V-30) ovat auki.

Suuntaa kolmitieventtiili V-25 oikealle ja V-12 vasemmalle. Avaa V-11. Varmista, että käymisastioiden alapuolella olevat venttiilit (V-18, V-7 ja V-24, V-6) ja **V-11** ovat **kiinni**. Käynnistä pumppu KP-1/P-1 ja ota maistohanasta V-17 taas pari litraa liuosta ämpäriin pumpun käydessä. Palauta liuos nopeasti ämpäristä siiviläastiaan, ennen kuin pumppu on ehtinyt imeä kaiken liuoksen käymisastiaan. Sammuta pumppu, kun noin puoli siiviläastiallista on pumpattu käymisastiaan 1.

7. Päästä kattilasta loput nesteet siiviläastialle. **Sulje V-10**, ja avaa V-11. Käynnistä pumppu KP1/P1 ja pumpppaa loput nesteet käymisastiaan 2. Sulje V-11.

8. Avaa V-6 ja V-14. **Varmista, että V-16 on kiinni**. Käynnistä KP-2/P2 ja sammuta se sitten, kun pumpun ääni muuttuu. Nyt neste on kokonaan käymisastiassa 2. Anna nesteen liota 5 minuuttia.

9. Avaa V-7 ja V-6. Käymisastioiden pinnat tasoittuvat putken P-13 kautta. Sulje V-6, kun paineventtiilien suhina vaimenee. Avaa V-16, ja **varmista, että V-14 on kiinni**. Käynnistä pumppu KP-2/P2.

Lopeta pumppaaminen taas, kun pumpun ääni muuttuu. Anna nesteen liota 5 minuuttia.

10. Laita ämpärit käymisastioiden alle. Päästä ämpärillinen venttiilin V-24 kautta.

Avaa järjestyksessä V-18, V-7 ja V-6. Sulje V-6, kun käymisastia 2 hanan kautta on tullut ämpärillinen nestettä.

Kiinnitä Käymisastia 1 hanan tilalle letku, ja päästä sen kautta minuutin ajan nestettä avaamalla V-24. Sulje venttiili, ja vaihda tilalle toinen letku. Anna lopun nesteen tulla vaihdetun letkun kautta.

11. Päästä putkiin jäänyt liuos: Avaa putken P-62 venttiilin V-21 kiinnike ja päästä ensiöjäähdyttimeen jäänyt liuos pois työntämällä putkea hieman sivuun. Avaa myös V-21.

Avaa V-20, käännä kolmitieventtiilit taaksepäin osoittavaan asentoon (C-asento) ja päästä ensiöjäähdyttimen kierukan toisen puolen liuokset pois maistohanasta V-17. Tämän jälkeen päästä vielä liuosta: avaa V-5 ja kiinnike venttiilin V-5 liittoksessa ja työnnä putkea P-61 hieman sivuun. Suorita edellä mainitut toimenpiteet mainitussa järjestyksessä eli ylhäältä alas.

Päästä huuhtelun jälkeen myös käymisastioiden pohjalle jäänyt liuos pois avaamalla venttiilin V-6 pumpun puolinen kiinnike sekä venttiilit V-6 ja V-7. Siirrä putkea P-13 hieman sivuun.

Viimeisen huuhtelun ja putkistoihin jääneen veden poistamisen jälkeen väännä kolmitieventtiilit osoittamaan taaksepäin (C-asento) ja muut käytetyt venttiilit jättää auki, jotta putkisto tuulettuu.

8 KÄYMISSASTIAN PESEMINEN PÄÄKÄYMISEN JÄLKEEN

27 (29)

1. Ottakaa käymisastian kansi irti (myös venttiili). Kansi tulee ottaa irti kaksin työturvallisuussyistä.
2. Harjaa hiivat irti reunoilta ja päästä likavesi pois.
3. Tiskaa käymisastian sisäpinnat.
4. Irrota putki P-13. Ota Käymisastian alaventtiilit irti (V-24 ja V-6 tai V-18 ja V-7). Tiskaa ja ne ja tiivisteet pulloharjalla. Huuhtelee.
5. Pese kannen sisäpuoli putkineen ja reikineen pulloharjalla ja tavallisella tiskiharjalla. Huuhtelee. Desinfioi pestyt paikat etanolilla ja huuhtelee.
6. Pese käymisastian alaputket pulloharjalla.
7. Kiinnitä P-13 ja venttiilit putkiin takaisin. Suihkuta etanolia käymisastian sisäpintaan anturitapista ylöspäin. Huuhtelee käymisastia.
8. Asentakaa kansi takaisin paikalleen ja jättäkää hanaventtiili (V-24 tai V-18) auki.

9 SUODATTIMEN PESEMINEN

28 (29)

Suodatin pestään ennen suodatusta samassa järjestyksessä kuin panimo: emäskierto, huuhtelu, happokierto, huuhtelu, desinfiointi ja kaksi huuhtelua. Suodatuksen jälkeen voi jättää desinfiointin välistä ja huuhdella lopuksi vain kerran. Kohdat 4 – 12 pätevät kaikkien kierrätettävien nesteiden kohdalla. Suodatinta käytetään samat suojavarusteet päällä kuin panimoa käytettäessä.

17. Pue laboratoriahanskat ja pese sekä desinfioi kätesi. Kastele 10 käyttämätöntä suodatinlevyä kylmällä hanavedellä.
18. Aseta suodatinlevyt paikoilleen niin, että karhea puoli on letkujen puolella. Metallisten päätylevyjen ja muovisten levyjen väliin ei tule laittaa suodatinlevyjä. Kiristä levyt yhteen tiukasti ”rattia” kiertämällä.
19. Pese ja huuhtele yksi saavi.
20. Valmista noin 25 l pesu- tai desinfiointinaineliuos saaviin (”4 Liuosten valmistaminen”). Jos teet huuhtelun, täytä saavi vain vedellä.
21. Pese letkujen ja pumppujen täyttökannu ja suppilo.
22. Varmista, että pumpun täyttö- ja tyhjennyspultti ovat paikoillaan ja kohtalaisen kireällä. Tarkista myös letkujen kiristimien ruuvien kireys.
23. Täytä imuletku nesteellä suppilon ja kannun avulla. Samalla täyttyy pumppu. Aseta imuletku ja ulostuletku saaviin. Letkuja saattaa joutua pitämään paikoillaan.

24. Kierrä paineensäätöruuvi kiinni. Avaa ruuvia puolikierrosta.
25. Kiinnitä johto pistorasiaan ja käynnistä pumppu. Säädä säätöruuvista paine 0,3 bariin.
26. Säädä minuutin suodatuksen kuluttua paine rauhallisesti 1,4 bariin.
27. Sammuta pumppu, kun neste on kiertänyt 3 minuuttia.
28. Päästä neste pumpusta viemäriin avaamalla tyhjennyspultti. Toista kohdat 4 – 12 eri nesteellä, ellet ole suorittamassa viimeistä huuhtelua.
29. Väännä viimeisen huuhtelun jälkeen suodatinlevyjen kiristysruuvi ”ratilla” pari kymmentä senttiä taaksepäin ja siirrä samalla metallinen päätylevy taaksepäin. Levitä muovisia välilevyjä niin, että suodatinlevyt kuivuvat. Jätä suodatin levyt paikoilleen.

Vie täyttö- ja tyhjennyspultit niille kuuluvaan säilytyspaikkaan. Ota johto pois seinästä.