

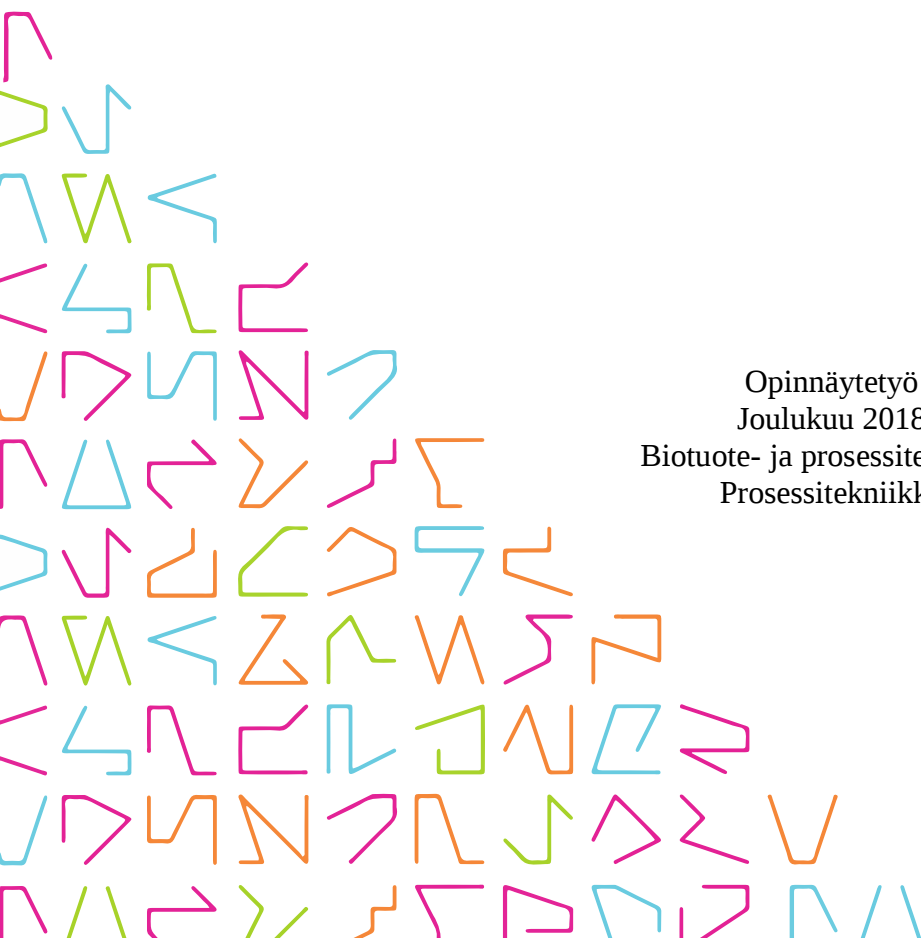


TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

VIERTEEN VALMISTUSPROSESSI

Mikko Vanhatalo

Opinnäytetyö
Joulukuu 2018
Biotuote- ja prosessitekniikka
Prosessitekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Biotuote- ja prosessitekniikka
Prosessitekniikka

VANHATALO, MIKKO:

Vierteen valmistusprosessi

Opinnäytetyö 30 sivua, joista liitteitä 5 sivua

Joulukuu 2018

Tämä opinnäytetyö on tehty Nokian Panimo Oy:lle, joka valmistaa erilaisia oluita, siidereitä ja virvoitusjuomia. Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata Nokian Panimon vierteen valmistusprosessia sekä selvittää erillisen mäsäyskattilan hankinnasta tuleva hyöty vierteen valmistusprosessin nopeuteen. Tällä hetkellä panimolla käytetään mäsäämiseen ja vierteen keittämiseen samaa kattilaa, mihin on lämmitys. Keittoraporteista selvitettiin eri oluiden vierteen valmistusajat ja prosessin eri vaiheiden kestot. Tämän tiedon pohjalta sovelletaan erillisen mäsäyskattilan investoinnista tuleva hyöty valmistusprosessiin. Teoriaosuus koostuu omasta kokemuksesta panimolla työskentelystä sekä kirjallisuudesta.

Edellisten keittopöytäkirjauksien perusteella luotiin valmistusprosessitaulukot tutkielmaa varten. Keittopöytäkirjauksista määriteltiin prosessin eri vaiheiden kestot ja käytettiin hyväksi tutkiessa erillisen mäsäyskattilan vaikutusta valmistusprosessin keston. Eri oluttyypeillä mäsäyksessä ja siivilöinnissä kuluu vaihteleva aika. Mäsäyksen keston ei voida vaikuttaa, mutta siivilöintiin voidaan.

Vertaillen nykyistä ja erillisen mäsäyskattilan kanssa prosessin kestoa huomattiin, että keittoaika lyheni keskimäärin noin kahdella tunnilla. Suurin hyöty erillisen mäsäyskattilan hankinnasta saataisiin irti, kun vaikutettaisiin siivilöinnin keston sekä investoimalla käymistankkiin. Whirlpoolin vaihtaminen separaattoriin kasvattaisi keittojen kokoja.

Asiasanat: mäsäys, vierre, olut, panimo

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Bioproduct and Process Engineering
Process Engineering

VANHATALO, MIKKO :
Manufacturing Process of Wort
Bachelor's thesis 30 pages, appendices 5 pages
December 2018

The final thesis was commissioned by Nokia Panimo Ltd, which manufactures various craft beers, soft drinks and ciders. Nokia Panimo is a small brewery. The purpose of this study was to gather information on the process duration and results based on these times.

The information on the times was gathered from previous cookbooks. These times was used to create theoretical wort manufacturing durations. The results were compared with the process duration at present and if there will be separate mashing kettle in the process. The results confirm that a separate mashing kettle in process reduce duration about 2 hours per cooking.

It would be advisable to examine lautering, which is the longest stage in the process. The best benefit from separate boiling kettle would be obtained by influencing the lautering rate and invest into ferment tanks. Replacing the whirlpool with a separator could increase the cooking volumes.

Key words: beer, wort, brewery, mashing

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	RAAKA-AINEET	8
2.1	Mallas	8
2.2	Vesi	10
2.3	Humala	11
3	VIERTEEN VALMISTUS	12
3.1	Rouhinta	13
3.2	Mäskäys	13
3.3	Siivilöinti	15
3.4	Keitto	17
3.5	Seisotus	18
3.6	Jäähdytys	19
4	VAIKUTUS PROSESSIIN JA TULOKSET	20
4.1	Vierteen valmistusprosessin kulku	20
4.2	Vierteen valmistusprosessi erillistä mäskäyskattilaa käyttäen	21
4.3	Teoreettinen vertailu	22
5	POHDINTA	24
	LÄHTEET	25
	LIITTEET	26
	Liite 1. Eri oluiden vierteen valmistusprosessien kestot	26
	Liite 2. Vierteen valmistusprosessi nykyisillä järjestelyillä	27
	Liite 3. Vierteen valmistusprosessi erillisellä mäskäyskattilalla	29

LYHENTEET JA TERMIT

Flavor	oluen maun ja aromin yhdistelmä
Dekstriini	tärkkelyskumi, tärkkelyksen pilkkoutumistuote
Vierre	mäskäyksessä syntynyt sokeripitoinen neste hiivan ravinnoksi
Rupa	vierteen keitossa muodostunut sakka
Whirlpool	pyörreamme, missä pyörteen voimasta rupa saostuu altaan keskelle
Kolbach-luku	liukoisen typen prosenttiosuutta kokonaistypestä kongressimäskäyksessä
Kongressimäskäys	vakio-olosuhteissa suoritettu mallasanalyysi
EBC	(European Brewing Convention Scale) Kertoo oluen väristä

1 JOHDANTO

Nokian Panimo Oy on virvoitusjuoma- ja panimoteollisuuden alan pienpanimo Nokiolla. Panimo perustettiin vuonna 1991 Pirkanmaan Uusi Panimo nimellä ja vuonna 2004 nimeksi vaihtui Nokian Panimo Oy. Panimo valmistaa käsityöllä useita eri tyyppisiä oluita, siidereitä sekä virvoitusjuomia.

Oluen valmistuksen raaka-aineisiin kuuluvat mallas, humala, vesi ja hiiva. Yleisimmin käytetty mallas on valmistettu ohrasta, joka on idätettyä viljaa. Maltaat saapuvat panimolle Viking Malt – mallastamolta, jolla on alan monopoliasema Suomessa (Aaltonen, 2015). Humalat ovat jaoteltu kahteen eriryhmään: aromi- ja katkerointihumalat. Humalat tuovat olueen katkeruutta ja flavoria, ja vaikuttavat edullisesti oluen vaahtoon sekä saattavat parantaa oluen säilyvyyttä. Veden osuus oluesta riippuen on 90% oluesta, joten on tärkeitä, että vesi on puhdasta sekä oikeanlaista. Vesi voidaan lajitella kahteen ryhmään, pintavesi ja pohjavesi. Pintaveden laatu vaihtelee ympärivuoden ja paikkakunta-kohtaisesti toisin kuin pohjavesi, joka on lähes muuttumatonta. (Enari & Mäkinen 2014, 15, 54, 63, 68) Oluet jaetaan niiden valmistuksessa käytettävän hiivan mukaan pinta- ja pohjahiivaoluisiin (Panimoliitto). Taulukossa 1 on jaoteltu erityyppisiä oluita käymishiivan mukaan.

TAULUKKO 1. Oluttyyppejä pinta- ja pohjahiivan mukaan. (panimoliitto)

Pintahiivaoluet	Pohjahiivaoluet
Vehnä	Lager
Lambic	Pils
Stout	Rauchbier
Portteri	Dortmunder
Ale	Märzen
Bitter	Wiener
Alt	Münchener
Kölsch	Bock
Sahti	Light

Olut sopii suomalaisten mielestä parhaiten nautittavaksi sauna-, seurustelu sekä ruokajuomana, kertoo tutkimus. Olut kuitenkin sopii hyvin myös alku-, pää-, sekä jälkiruuan kanssa nautittavaksi, tuoden esiin voimakkaamman makuelämyksen sekä korostaa eri

mausteiden makua. Olutta voidaan myös käyttää ruuan laitossa ja leipomisessa (Panimo-liitto).

Opinnäytetyössä käsitellään nimenomaan Nokian Panimon vierteen valmistusta. Opin-näytetyö pohjautuu osaksi omaan henkilökohtaiseen kokemukseen panimolla sekä alan kirjallisuuteen. Teoriaosuudessa käsitellään vierteen valmistuksen pääraaka-aineita ja nii-den ominaisuuksia ja roolia, ja valmistusprosessin eri vaiheita ja niiden tarkoitusta.

2 RAAKA-AINEET

Oluen valmistuksen tärkeimmät raaka-aineet ovat mallas, humala, vesi ja hiiva. Tärkeimmät vierteen valmistuksessa olevat raaka-aineet ovat vesi, mallas ja humala. Veden tarvitsee olla puhdasta, maltaan sopivanlaista, ja humalaa käytetään oluen katkerointiin ja maustamiseen. Hiiva käyttää käymisvaiheessa vierteestä olutta muodostaen alkoholia ja hiilidioksidia.

2.1 Mallas

Mallas on oluen valmistuksen yksi tärkein raaka-aine, sillä se sisältää

- tärkkelyksen, josta muodostuu hiivan käyttämänä alkoholia ja hiilidioksidia
- entsyymisysteemin tärkkelyksen pilkkomista varten
- vaahtoon muodostumista varten peptidit ja proteiinit
- sekä aminohapot, rasvat ja mineraalit hiivan kasvua varten. (Enari & Mäkinen 2014, 43)

Erilaisia maltaita varten valmistetaan erityyppisiä maltaita. Maltaan laatuun vaikuttavat ohralajike, kasvupaikka ja kasvuolosuhteet. Merkittävimpiä tekijöitä ohran laatuun ja prosessikäyttäytymiseen ovat

- Gelatinoitumislämpötila eli liisteröitymislämpötila
- Homeisuus
- Lajittelu
- Proteiinitaso (Enari & Mäkinen 2014, 43)

Sääolosuhteet vaikuttavat liisteröitymislämpötilaan vahvasti, jolloin pahimmillaan se voi olla suurempi kuin β – amylaasin optimi toiminta-alue, mikä tuo haasteita mäsäykseen. (Enari & Mäkinen 2014, 43)

Maltaiden laatuvaatimukset ja seuranta takaavat, että panimot saavat laadukasta mallasta hyvän oluen valmistukseen ja oluenvalmistusprosessissa ei tule vaikeuksia. Pilsnermaltaasta muodostuu pääraaka-aine perinteiselle lager-oluelle. Pilsnermaltaalle on esitetty ohjearvoja (taulukko 1). Uutepitoisuus on tärkein analyysiarvo taloudellisesti ja muut arvot antavat viitteitä oluenlaatuominaisuuksista sekä tietoa maltaan prosessoitavuudesta.

Möyhentymisarvo takaa oluen hyvän laadun ja ongelmattoman valmistusprosessin. (Enari & Mäkinen 2014, 43–45)

TAULUKKO 1. Pilsnermaltaiden analyysin ohjearvoja. (Enari & Mäkinen 2014, 44)

Analyyysi	Ohjearvo
Kosteus	< 4,7 %
Uutepitoisuus, hieno	> 82 %
Uute-ero	1 - 2 %
Friabiliteetti	< 85 %
Proteiini	9,5 - 11,5 %
Liukoinen tyyppi	0,65 - 0,75 %
Kolbach-luku	38 - 46
Vapaa animohappo	> 140 mg/100 g
Kongressivierteen viskositeetti	< 1,55 cP
Kongressivierteen β -glukaani	< 200 mg/l
Kongressivierteen väri	3 - 4 °EBC
Sokeroitumisaika	< 15 min
α -amylaasi	> 45 DU
Diastaattinen voima	> 260 W.K.
Sameus	< 2 °EBC
NLKA	80 - 84 %
NDMA	< 2,5 ppb
DMSP	< 4,5 ppm
Möyhentyminen	> 90 %
Homogeenisuus	< 65 %

Jos halutaan valmistaa vaaleampaa olutta, on käytettävä vaaleita maitaita. Tummempia oluita valmistettaessa osa maltaista korvataan tummemmilla maltailla. Erimaltaille on olemassa eri °EBC arvoja. (taulukko 2) Mitä suurempi °EBC arvo on, sitä tummempaa mallas on. (Enari & Mäkinen 2014, 45)

TAULUKKO 2. Maltaiden °EBC (Lappo Oy. Maltaat)

Mallastyyppe	°EBC
Caramel	100
Dark Ale	35
Pale Ale	5
Pilsner	3
vehnä	3
Vienna	5,5

Raakaviljaa käytettäessä oluenvalmistuksessa, osa maltaista on hyvä korvata ns. entsyymimaltailla, koska raakaviljasta ei juuri liukene typpiyhdisteitä eikä se sisällä merkittäviä entsyymiaktiivisuuksia. (Enari & Mäkinen 2014, 45)

Mallasuutteita käytetään täydentämään perinteisempää raaka-ainevalikoimaa tuomaan oluenvalmistukseen yksinkertaisen ja helpon tavan rikastuttaa valmistusprosessia ja lisätä tuotevalikoimaa. Mallasuutteita valmistetaan ohramaltaasta, sekä muista viljoista kuten, kaurasta, rukiista ja vehnästä. (Enari & Mäkinen 2014, 53)

2.2 Vesi

Vesi on oluen yksi pääraaka-aineista, joka vaikuttaa lopputuotteeseen. Yhden olutlitran tuottamiseen kuluu kaikkiaan 2,5 – 10 litraa vettä, joista suurin osa menee jäähdytykseen, höyrystymiseen ja pesuihin. Oluen valmistukseen käytettävälle vedelle on asetettu suurin piirtein samat laatuvaatimukset kuin hyvälle juomakelpoiselle vedelle. Panimovedelle on esitetty mm. seuraavia ohjearvoja:

- Ammoniakkia ei saa olla
- Nitriittiä ei saa olla
- Nitraattia saa sisältää korkeintaan 50 mg/l
- Klorideja saa olla korkeintaan 300 mg/l
- Klooria ei saa olla
- Silikaattia korkeintaan 40 mg/l
- Kaliumia korkeintaan 10 mg/l
- Natriumia korkeintaan 300 mg/l
- Rautaa ja mangaania korkeintaan 0,5 mg/l (Enari & Mäkinen 2014, 61, 63)

Ammoniakin ja nitriitin esiintyminen panimovedessä ovat merkkejä haitallisesta bakteeritoiminnasta. Suuremmat määrät nitraattia on myrkyllistä hiivalle ja aiheuttaa käymisvaikeuksia. Kloridit ovat sopivissa määrin edullisia antaen täyteläisen maun oluelle ja parantavat kylmästabiliteettia. Korkeammissa määrin kloridit aiheuttavat käymisvaikeuksia. Klooria ei saisi olla, koska se antaa oluelle ummehtuneen maun. Rauta ja mangaani ovat myrkyllisiä hiivalle sekä kalium suuremmissa määrin. (Enari & Mäkinen 2014, 61, 63–64)

2.3 Humala

Humalaa käytetään antamaan oluelle tyypillisen katkeran maun. Oluen valmistuksessa humala kasvista käytetään emikukintoa. Emikukinnot sisältävät katkerointihartsia ja eteerisiä öljyjä, jotka antavat katkerointi- ja aromaattisia yhdisteitä olueen. Panimolla käytetään kuivattuja humalapellettejä vierteen valmistuksessa. (Kunze 2010, 59)

Humalan tärkeimmät aineet ovat oluen valmistuksen kannalta katkeroaineet, jotka antavat oluelle tyypillisen katkeran maun sekä ovat bakteriostaattisia estäen näin useimpien bakteerien kasvun. Humalan katkeroaineet jaetaan laboratorioanalyysissä seuraaviin ryhmiin:

- Kokonaishartsit n. 17 % humalan painosta
- Pehmeät hartsit n. 16 %
 - α -hapot n. 7 – 23 %
 - β -hapot n. 5 %
- Kovat hartsit n. 1 % (Enari & Mäkinen 2014, 70–71)

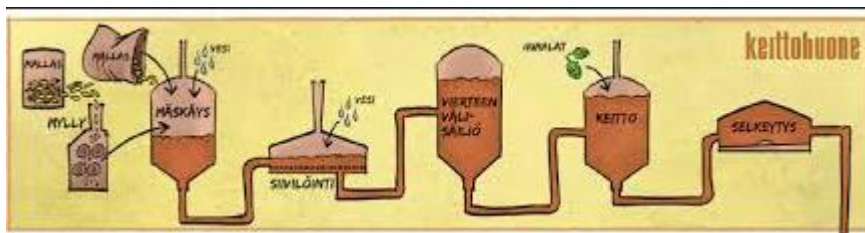
Humalaöljy koostuu erilaisista alkoholien, hiilivetyjen, estereiden ja ketonien seoksesta. Ne poistuvat keiton aikana vierteestä vesihöyryn mukana. Tästä syystä humala lisätään vasta keiton lopussa, jolloin humalaöljyt jäävät vierteeseen. (Enari & Mäkinen 2014, 70–71) Eri humalalajikkeet sisältävät eri määrän α -happoja ja niillä on tarkoitus tuoda olueen aromia tai katkeruutta (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Humalalajikkeiden α -happopitoisuudet (Lappo Oy. Humalat)

Humala	α -happo (%)	Käyttö
Amarillo	8 - 9	aromihumala
Cascade	4,5 - 7	aromihumala
Challenger	6,5 - 8,5	katkerointi
Columbus	11- 16	aromihumala
Magnum	12 - 16	katkerointi
Northern Brewer	7 -10	katkerointi

3 VIERTEEN VALMISTUS

Vierteen valmistuksen tarkoituksena on valmistaa ravintopitoinen alusta hiivalle. Ravintoliuoksen tarvitsee sisältää riittävästi käymiskelpoisia hiilihydraatteja alkoholikäymiseen sekä muita hiivalle tärkeitä ravintoaineita mm. typpi. Vierteen pitää täyttää sille annetut vaatimukset hyvän alkoholikäymisen ja riittävän alkoholipitoisuuden saavuttamiseksi.



KUVA 1. Vierteen valmistusprosessi. (Yritys)

Halutun flavorin saamiseksi käymisessä, vierteen on täytettävä muita vaatimuksia. 12 % mallasvierteelle on esitetty tyypillisiä analyysiarvoja (taulukko 4). Oluen flavorin huonontuminen ja käymisen hidastuminen saattaa johtua alhaisesta sinkkipitoisuudesta, jota voidaan lisätä vierteen keiton aikana. Kaikkia vierteen sisältämiä hiilihydraatteja ei käytetä loppuun käymisessä, koska oluen suutuntuma vaatii, että olueen jää käymiskelvottomia dekstriinejä. (Enari & Mäkinen 2014, 76, 83)

TAULUKKO 4. Vierteen mineraaliaineet, hivenaineet ja hapot. (Enari & Mäkinen 2014)

Aine	konsentraatio(mg/l)	Aine	Konsentraatio(mg/l)
Kalium	550	Sinkki	0,15
Natrium	30	Rikki, epäorg.	35
Kalsium	35	Rikki, org.	55
Magnesium	100	Kloridi	45
kupari	0,1	Sitraatti	170
rauta	0,1	Glukonaatti	50
Mangaani	0,15	Malaatti	60

3.1 Rouhinta

Vierteen valmistaminen alkaa rouhinnalla. Maltaat rouhitaan kuivana valssimyllyllä, jotta uuttuminen nopeutuisi. Maltaista uutetaan mäsäyksessä entsyymit, jotka sitten hydrolysoituvat liukenemattomaan substraattiinsa. Mitä hienojakoisemmaksi mallas on rouhittu sitä nopeammin hydrolysoituminen ja uuttuminen tapahtuvat. Mutta jos maltaat rouhitaan liian hienoksi, siivilöintivaihe vaikeutuu. Maltaiden kuoret muodostavat siivilöintiammeeseen pohjalle suodattavan kerroksen. Hienoksi jauhettu mallas sitoo suuren määrän vierrettä ja näin ollen tarvitaan suurempi määrä vettä huuhdellakseen uutteen ravasta, joka on aikaa vievää ja epätaloudellista. Maltaiden rouhinta on siis säädetty optimaaliseksi prosessin kannalta niin, että saadaan hyvä uutensaanto muttei hidasta siivilöintiä. (Enari & Mäkinen 2014, 83-84)

3.2 Mäsäys

Mäsäys aloitetaan lisäämällä tietty määrä vettä mäsäyskattilaan, oluesta riippuen. Vesi lämmitetään tiettyyn lämpötilaan, ja lisätään pH:ta alentavaa happoa ja mikrobiperäistä β -glukanaasivalmistetta. Korkea β -glukaanipitoisuus hidastaa vierteen siivilöintiä sekä oluen suodatusta. (Enari & Mäkinen 2014, 88)

Mäsäysveden pH on normaalisti 5,7 – 5,8, mutta se voidaan säätää 5,2 – 5,3:ksi lisäämällä happoa, jolloin saavutetaan joitakin etuja: mm. uutensaanto paranee, käymisaste nousee, sokeroitumisaika lyhenee ja vapaa aminotyyppi nousee. Alennettu pH on edullisempi amylaaseille ja proteolyttisille entsyymeille, mistä seuraa edellä mainitut vaikutukset. (Enari & Mäkinen 2014, 88)

Kun ollaan saavutettu mäsäyksen aloituslämpötila sekä lisätty happo sekä β -glukanaasivalmiste, lisätään kattilaan rouhitut maltaat. Ensimmäisenä lisätään erikoismaltaat ja niiden jälkeen bulkkimallas.

Mäsäyksen aikana sekoittimen pyörimisnopeus ei saa olla suurempi kuin mäskin virtausnopeus. Sekoittimen aiheuttama leikkausvoima (shear force) aiheuttaa suuri molekyylisten substanssien muutoksia tai tuhoutumista. Mäskin siirrossakin pitää ottaa huo-

mioon pumpun siirtonopeus, ettei liian suuri paine tuhoa substansseja. Sekoittajan pyörimisnopeutta voidaan säädellä mäsäyksen aikana. Lämmityksen aikana suositeltu kierrosnopeus on 20 – 25 kierrosta/min ja taukojen aikana 9 – 10 kierrosta/min. (Kunze 2010, 279)

Ilma liukenee vierteeseen tietyissä määrin. Tähän vaikuttavat lämpötila, paine ja vierteen määrä. Vierteen hapetus aiheuttaa seuraavia haittoja:

- Tummempi vierre ja oluen väri
- Vähemmin jalostunut oluen flavori
- Epävakaampi flavori

Näistä syistä olisi hyvä välttää vierteen hapettumista mäsäyksen aikana. Hapettumista mäsäyksen aikana voidaan estää säätämällä sekoittimen pyörimisnopeutta alhaisemmaksi. (Kunze 2010, 280)



KUVA 2. Mäsäyksen loppuvaihe.

Panimolla on käytössä ohjelmoitu infuusiomäsäys, joka on yksinkertaisin mäsäystapa, koska koko mäsän lämpötilaa ohjataan halutulla tavalla. Lämpötilojen nostojen välissä pidetään β -glukaani, proteolyysi- ja sokeroitumistaukoja, jotka ovat merkitty taulukkoon 2. (Enari & Mäkinen 2014, 84-88). Hyvät puolet infuusiomäsäyksessä ovat:

- Automatisoitu
- Kuluttaa vähemmän energiaa
- Helpompi valvoa
- Lyhyt kestoinen 2 – 3h

Mäskäyksessä lämpötilaa nostetaan entsyymien optimilämpötila alueelle, joka halutaan aktivoida (taulukko 5). Mäskäyksen jälkeen mäski siirretään pumpun avulla siiviläammeeseen.

TAULUKKO 5. Mäskäyksen entsyymien optimilämpötilat. (Kunze 2010, 277)

Tauko	Lämpötila(°C)
Proteiini & β -glukanaasi	45 – 48
Proteolyyysi	50 – 55
Sokeroituminen	62 – 64
Sakkarointi	70 – 72
Loppumäskäys	75 – 78

3.3 Siivilöinti

Mäskin annetaan tasoittua siiviläammeessa noin 20 minuuttia, jonka aikana välisäiliöstä siirretään siivilöity vierre mäskäyskattilaan keittämistä varten. Seisotuksen aikana rapa eli kiintoaines laskeutuu siiviläammeen pohjalle muodostaen suodattavan kerroksen. Ennen vierteen siivilöimistä välisäiliöön, vierrettä kierrätetään takaisin siiviläammeeseen niin kauan, kunnes vierre on kirkasta. Vierteen kirkastuttua, aloitetaan vierteen siivilöinti välisäiliöön. Tarvittaessa suodatinkakku leikataan siiviläammeen sekoittajan terillä, jolloin saadaan tiivistynyt kakku kuohkeammaksi estääkseen siivilöinnin pysähtymistä. Kun kantavierre on saatu siivilöityä, mäskikakku pestään kuumalla (75–80 °C) vedellä. Näin saadaan mäskikakkuun sitoutunut uute paremmin talteen, ja mitä paremmin sen pesee, sitä parempi on uutesaanto. Siivilöintinopeus on 1500 – 2500 litraa/tunnissa ja optimaalinen lämpötila vierteen siivilöinnille on 75 – 78 °C. (Enari & Mäkinen 2014, 102)

Etuvierteen kutsutaan siivilöityä vierrettä, joka on siivilöity ennen huuhteluvettä. Jotta saavutetaan haluttu kantavierrepitoisuus, etuvierteen täytyy sisältää 4 % - 6 % enemmän uutetta kuin siitä valmistuva olut. Esimerkiksi 12 % oluen etuvierteen täytyy olla 16 – 18 %. Mäskikakku huuhdellaan kuumalla vedellä, joka muodostaa toisen vierteen (eng. Second wort). Toinen vierre sisältää vähemmän uuteainetta kuin etuvierre ja näin ollen suodattuu paremmin kuin etuvierre. Mäskikakku huuhdellaan kolmannen kerran ja näin saadaan koko siivilöidyn kokonaiskantavierre oikeaksi keittämistä varten. Huuhteluveden

määrään vaikuttaa etuvierteen määrä ja konsentraatio sekä halutun kantavierteen konsentraatio keittokattilassa (taulukko 6). (Kunze 2010, 296–297) Uutesaanto voidaan laskea seuraavan kaavan mukaan: (Enari & Mäkinen 2014, 103)

$$uutesaanto = \frac{\text{vierteen tilavuus(hl)} \cdot 0,96 \cdot \text{ominaispaino} \cdot \text{uutepitoisuus(g/100ml)}}{\text{mallasmäärä(kg)}} \quad (1)$$

TAULUKKO 6. huuhteluvesien määrä suhteessa etuvierteeseen. (Kunze 2010, 296)

Etuvierteen konsentraatio (%)	Etuvierteen ja huuhteluveden määrien suhde
14	1 : 0,7
16	1 : 1
18	1 : 1,2
20	1 : 1,5
22	1 : 1,9

Mitä enempi huuhteluvettä käyttää mäsikakun huuhtelussa sitä paremmin siitä saadaan talteen uute, mutta se voi aiheuttaa kantavierteen liika laimenemisen. Liiasta laimenemisesta seuraa liian laiha kantavierre jolloin keitosta täytyy haihduttaa enempi vettä pois, mikä pidentää keittoaikaa. (Kunze 2010, 296–297)



KUVA 3. Kirkastamaton vierre.

Siivilöinnin loputtua, siiviläammeen pohjasta aukaistaan linja viemäriin ja annetaan valua loppu samea neste viemäriin ennen kuin rapa siirretään siiviläammeesta mäskisäiliöön mäskiruuville. Lopuksi siiviläamme sekä putkisto huuhdellaan kuumalla vedellä ja aukaistaan tukkiutuneet putket sekä lisätään pohjavesi siiviläammeeseen.



KUVA 4. Selkeytynyt vierre.

Toinen tapa, millä voidaan erottaa makea vierre kiintoaineesta, on mäskisuodatin. Tällä tavalla siivilöintiaika saadaan laskettua jopa kahteen tuntiin. (Enari & Mäkinen 2014, 102)

3.4 Keitto

Välsäiliöstä pumpataan siivilöity vierre keittokattilaan, tässä tapauksessa keittokattilana ja mäskäyskattilana toimii sama kattila, jossa on höyryllä toimiva vaippalämmitys. Pumpauksen alussa laitetaan alavaipan lämpöasetus 100 °C asteeseen ja pumpppauksen puolella välissä säädetään ylävaipan asetus täysille, jotta saadaan mahdollisimman nopeasti vierre kiehumislämpötilaan. Kiehumisen alkuvaiheessa lisätään keittoon katkerointihumalat ja loppuvaiheessa aromihumalat. Keittovaiheen jälkeen keitto pumpataan whirlpooliin.

Vierteen keiton aikana tapahtuu seuraavia tärkeitä prosesseja:

- Humalan ainesosien uuttuminen ja muuttuminen
- Proteiini-polyfenoleiden muodostuminen ja saostuminen
- Veden haihtuminen
- Vierteen sterilointi
- Entsyymien tuhoutumista
- Vierteen pH:n aleneminen
- Aineiden vähempi muodostuminen
- Ei toivottujen aromiaineiden haihtuminen (Kunze 2010, 324)

Keiton tarkoituksena on entsyymien denaturoiminen, mikä pysäyttää mäsäysprosessin, vierteen sterilointi, veden ja haitallisten yhdisteiden haihduttaminen, mikä vaikuttaa vierteen uutepitoisuuteen, humalan katkeroaineiden liuottaminen ja isomerointi sekä saostaa proteiinien ja polyfenolien muodostamat yhdisteet. (Enari & Mäkinen 2014, 91)

3.5 Seisotus

Keitto ajetaan tangentaalisesti whirlpooliin, jonka pohja on hieman kalteva. Kun vierre ajetaan whirlpooliin, tangentaalisesti, vierre saadaan pyörremäiseen liikkeeseen ja keiton aikana muodostunut kuumarupa kerääntyy tankin keskelle kekoon. (Enari & Mäkinen 2014, 109)



KUVA 5. Whirlpooliin jäävä kiiintoaines.

Tapa, millä vierre pumpataan whirlpooliin, on erityisen tärkeä. Vierende sisäänvirtausnopeus ei saisi ylittää 3,5 m/s, koska se aiheuttaa leikkausvoimia. Usein paljon matalammalla virtausnopeudella saavutetaan vierende pyörimisliike ja whirlpool-ilmiö. Seisotustauko ei saa olla liian pitkä (yli 60 min) tai liian lyhyt (alle 20 min). Lyhyemmän tauon hyviä puolia ovat:

- Vierende vähempi värjäytyminen
- Parempi flavorin pysyvyys oluessa (Kunze 2010, 389, 391)

3.6 Jäähdytys

Seisotuksen jälkeen vierre siirretään lauhduttimen kautta käymistankkeihin ja samalla vierre ilmastetaan, jotta hiivalla on tarpeeksi happea elääkseen. Jäähdytyksen aikana otetaan näyte vienteestä ja tarkkaillaan vierende lämpötilaa, jotta vierre menee tietyn lämpöisenä käymistankkiin. Liian kuuma vierre tappaa hiivan ja näin ollen koko tankillinen vierrettä menee pilalle. Jäähdytyksen lopuksi rupa huuhdellaan whirlpoolista, ja linjat pestään.

Kuuma vierre pitää jäähdyttää mahdollisimman nopeasti ennen käymistankkeihin ajoa hiivalle sopivaksi lämpötilaan. Hiiva elää matalissa lämpötiloissa ja kuuma (+60 °C) vierre tappaa sen. Jäähdytyksen aikana kirkas vierre muuttuu sameaksi johtuen kylmäruvan muodostumisesta. Nopea käyminen ja kypsyminen vaativat optimaalisen kylmäruvan poiston jäähdytyksessä. Nopea hiivan fermentoituminen vaatii optimaalisen määrän ilmaa. Siirrettävä linjasto whirlpoolista käymissäiliöön on oltava puhdas ja mikro-organismi vapaa, etteivät mikro-organismit pääse pilaamaan olutta. (Kunze 2010, 398–399)

4 VAIKUTUS PROSESSIIN JA TULOKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää teoreettisesti erillisen mäsikäyskattilan hankinnasta tuleva vaikutus vierteen valmistusprosessin keston. Tällä hetkellä Nokian Panimolla on käytössä yksi lämmityksellä toimiva kattila, missä tapahtuvat mäsikäys sekä vierteen keitto. Tämä hidastaa valmistusprosessia, koska aina pitää odottaa kattilan vapautumista mäsikäyksestä tai keitosta.

4.1 Vierteen valmistusprosessin kulku

Vierteen valmistus lähtee liikkeelle maltaiden jauhamisesta. Tähän kuluu aikaa mallasmäärästä riippuen 30 – 110 min. Rouhinnan keston vaikuttaa myllyn jauhamisnopeus, joka ei saa olla liian suuri, jolloin se aiheuttaa myllyn tukkiutumisen. Rouhinnan aikana kattilaan siirretään mäsikäysvesi ja lämmitetään se sisäänmäsikäyslämpötilaan.

Rouhinnan jälkeen seuraa mäsikäys, johon aikaa kuluu 120 – 190 min. Mäsikäyksen keston vaikuttavat: Sisäänmäsikäysnopeus eli kuinka nopeasti maltaat saadaan siirrettyä kattilaan sekä lämmitysvaipan höyrynpaine ja lämpötila. Panimolla käytetään höyryä muuhunkin, joten se saattaa vaikuttaa silloin myös siihenkin, kuinka nopeasti lämpötila saadaan nostettua taukojen välillä. Seuraava mäsikäys voidaan aloittaa noin 30 – 60 min aikaisemmin kuin edellinen siivilöinti päättyy. Ravan kuivaksi valuttamiseksi ja siiviläammeen pesemiseksi on hyvä varata aikaa noin tunti.

Mäsikäyksen lopuksi mäski siirretään siiviläammeeseen, missä makea vierre erotetaan liukenemattomasta maltaasta eli kuorista yms. Siirron jälkeen mäsikäyskattila huuhdellaan vedellä ennen kuin välisäiliöstä siirretään siivilöity vierre siihen keittoa varten. Tänä aikana siivilöintiammeessa oleva rapa laskeutuu ammeen pohjalle muodostaen suodattavan kerroksen. Siivilöinti kestää siivilöintinopeudesta riippuen 150 – 240 min ja lopun aikaa se odottaa välisäiliössä keittokattilaan pääsyä. Siivilöintiin vaikuttavat monet tekijät, kuten lämpötila, suodattavan ravan tiiveys sekä liian nopea siivilöintinopeus joka kuljettaa ravan siivilöintipohjan alapuolelle tukkien keräysputket. Siivilöinnin ja välisäiliössä odotuksen aikana tapahtuvat ravan siirto mäsikäyskattilaan, siivilöintiammeen pesu, edellisen siivilöidyn vierteen keitto sekä seuraava mäsikäys.

Välisäiliöstä kiehumisen alkuun kestää 60 – 100 min ja keittoon kuluu aikaa noin 80 min. Ennen keittoa ja keittämisen jälkeen mitataan kantavierteen vahvuus. Jos vierre on liian laimeata, voidaan keittoaikaa pidentää. Silloin pitää siirtää aromihumalien lisäysajan kohtaa myöhemmäksi.

Keittämisen jälkeen vierre siirretään whirlpooliin, missä rupa eli keitonaikana muodostunut sakka erottuu vienteestä keskelle whirlpoolin pohjaa keoksi. Whirlpoolissa vierre seisoo noin 45 – 60 min. Liian pitkä aika whirlpoolissa aiheuttaa väri- ja flavorivirheitä olueen. Lopuksi vierre jäähdytetään, otetaan näyte ja ilmastetaan.

Vierteen valmistus rouhinnasta käymistankkiin vie aikaa tällä tavalla oluttyypistä riippuen 975 – 1045 min eli noin 16 – 18 h. Tänä aikana ainut kattila, missä on lämmitys mahdollisuus, on koko ajan käytössä.

4.2 Vierteen valmistusprosessi erillistä mäsäyskattilaa käyttäen

Valmistusprosessi on muuten sama kuin edellä kuvattu, mutta tässä mäsäykseen ja vienteen keittoon on erilliset lämmitysvaipoilla toimivat kattilat. Otetaan tarkasteluun oluen 1 valmistusprosessin kesto. Taulukossa 8 on merkitty eri prosessinvaiheiden kestot käyttäen nykyistä tapaa.

TAULUKKO 8. Olut 1:n prosessinvaiheiden kestot.

OLUT 1	KESTO(min)
ROUHINTA	90
MÄSKÄYS	135
SIIRTO + SEISOTUS	35
SIIVILÖINTI + VÄLISÄILIÖ	430
SIIRTO + LÄMMITYS	70
KEITTO	85
SIIRTO	30
WHIRLPOOL	65
JÄÄHDYTYS	35
YHTEENSÄ:	975

Koko vienteen valmistus kestää 975 min. Tänä aikana siivilöinti ja välisäiliössä odotus kestää 430 min. Jos käytössä olisi erillinen mäsäyskattila, prosessin pituutta voitaisiin

lyhentää 280 min, olettaen että siivilöintiin kuluu aikaa 150 min. Toisessa tapauksessa esimerkiksi olut 4 valmistuksessa prosessin kestoa voitaisiin lyhentää 225 min, jos siivilöintiin on kulunut aikaa 240 min. Siivilöintivaihe kestää keskimäärin kuitenkin noin 3 - 4,5 h, jonka päälle tulee vielä ravan poisto ja siiviläammeen huuhtelu, mihin kuluu aikaa noin tunti. Taulukossa 9 on merkitty eri prosessinvaiheiden kestot käyttäen nykyistä tapaa.

TAULUKKO 9. Oluen 4 prosessin kesto.

OLUT 4	KESTO(min)
ROUHINTA	105
MÄSKÄYS	165
SIIRTO + SEISOTUS	50
SIIVILÖINTI + VÄLISÄILIÖ	465
SIIRTO + LÄMMITYS	80
KEITTO	80
SIIRTO	20
WHIRLPOOL	50
JÄÄHDYTYS	35
YHTEENSÄ:	1050

Jos välisäiliö otetaan pois käytöstä, saadaan prosessista vieläkin lyhyempi, kun vierre siivilöidään suoraan keittokattilaan. Esimerkiksi oluen 4 valmistusprosessia saadaan noin 300 min lyhyemmäksi, koska siirto välisäiliöstä keittokattilaan jää pois ja keiton lämpötilan voi siivilöinnin aikana nostaa lähelle kiehumispistettä.

4.3 Teoreettinen vertailu

Mittauspöytäkirjan pohjalta (Liite 1) luotiin teoreettiset prosessin kesto taulukot sekä nykyisellä menetelmällä (Liite 2) että erillisen mäsikäyskattilan (Liite 3) kanssa. Neljän keiton valmistukseen kului aikaa nykyisellä menetelmällä 36 h 45 min ja erillisen mäsikäyskattilan kanssa 30 h 10 min. Oletetaan, että viikossa työaikaa on sunnuntaista klo 22.00 perjantaihin klo 06.00 asti. Näin ollen viikon vierteen valmistukseen kuluva aikaa on 106 h. Erillisen mäsikäyskattilan kanssa keittoja saisi ajettua käymistakkeihin noin 14 kpl ja nykyisellä tavalla noin 12 kpl. Keittoja siis saisi valmistettua noin 17 % enemmän.

Todellisuudessa näin se ei ole. Valmistusprosessissa on niin monia tekijöitä, jotka vaikuttavat vierteen valmistukseen. Mainittakoon maltaan jauhatuksen kesto, mäsäyksen kesto, siivilöintiaika ja keittoajan pituus.

Tällä hetkellä panimon käymistankkien vetoisuus on noin 3,7 miljoonaa litraa. Vuoden 2017 vierremäärä oli noin 3,59 miljoonaa litraa. Maksimäärän saavutettaisiin käyttämällä tehokkaammin käymistankkeja eli ajamalla mahdollisimman täyteen tankit. Investoimalla kahteen uuteen käymistankkiin saataisiin nostettua käymistankkien kapasiteetti 4,42 miljoonaan litraan, jolloin erillisen mäsäyskattilan hyöty taloudellisesti olisi järkevämpää ja tehokkaampaa.

5 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää erillisen mäsikäyskattilan hankinnasta tuleva hyöty vierteen valmistusprosessin keston. Tulosten määrittämiseen käytettiin eri oluttyyppien vierteen valmistusprosesseihin kulunutta aikaa, jonka pohjalta laadittiin teoreettiset taulukot.

Vierteen valmistus alkaa maltojen rouhinnasta, jotta niistä saadaan uutettua veteen mäsikäyksen aikana hiivan ravintoaineet. Mäsikäyksen on tarkoitus aktivoida eri entsyymit. Siivilöinnissä kiintoaines erotetaan makeasta vierteestä, minkä jälkeen vierre keitetään ja humaloidaan käymistä varten. Lopuksi vierre seisotetaan, jonka aikana kuumarupa erottuu vierteestä. Lopuksi vierre hapetetaan ja siirretään käymistankkeihin.

Tulokset ovat suuntaa antavia todellisuuteen. Erillisen mäsikäyskattilan hankinta nopeuttaisi parilla tunnilla jokaista panosprosessia. Suurin hyöty erillisen mäsikäyskattilan hankinnasta saataisiin irti vaikuttamalla siivilöintinopeuteen.

Makean vierteen erottamista varten voisi miettiä vaihtoehtoa laajemman siivilöintiammeen ja mäsikisuodattimen välillä tai perehtyä tarkemmin siivilöintiin vaikuttaviin tekijöihin. Toinen vaihtoehto olisi vaihtaa whirlpooli separaattoriin, jolloin whirlpoolin tilavuus, joka on tällä hetkellä maksimissaan 8150 litraa, ei rajoittaisi keittojen kokoa. Silloin voitaisiin kasvattaa keittojen kokoa esimerkiksi 10 000 litraan.

LÄHTEET

Aaltonen T. 2015. Suuri suomalainen pienpanimobuumi: olut on tiedettä ja teknologiaa. Luettu 22.09.2018

<https://tekniikanmaailma.fi/suuri-suomalainen-pienpanimobuumi-olut-on-tiedetta-ja-teknologiaa/>

Juomatarviketukku Lappo Oy. Humalat. Luettu 03.09.2018

<https://www.lappo.fi/category/9/humalat>

Juomatarviketukku Lappo Oy. Maltaat. Luettu 03.09.2018

https://www.lappo.fi/category/5/maltaat?gclid=EAIaIQobChMIjKTqkcC13QIV-lxoYCh1xTw85EAAYASAAEgKboPD_BwE

Enari, T-M. & Mäkinen, V. 2014. Panimotekniikka. 3. painos, Kuopio: Grano Oy.

Kunze, W. 2010. Technology Brewing & Malting. 4th updated edition 2010, Germany: VLB Berlin

Paavola J. Panimo vierailut kiinnostavat. 2017. Luettu 14.09.2018

<http://www.nokianpanimo.fi/panimovierailut-kiinnostavat/>

Panimoliitto. Olut ja ruoka. Luettu 22.09.2018

<http://www.panimoliitto.fi/juomat/olut/olut-ja-ruoka/>

Panimoliitto. 2011. Olut maistuu ruuan kanssa, parasta kuitenkin saunajuomana. Luettu 22.09.2018

<http://www.panimoliitto.fi/olut-maistuu-ruoan-kanssa-parasta-kuitenkin-saunajuomana/>

Panimoliitto. Oluttyypit. Luettu 22.09.2018

<http://www.panimoliitto.fi/juomat/olut/oluttyypit/>

Yritys. Luettu 15.09.2018 <http://nokianpanimo.fi/yritys/>

LIITTEET

Liite 1. Eri oluiden vierteen valmistusprosessien kestot

OLUT 1	KESTO(min)
ROUHINTA	90
MÄSKÄYS	135
SIIRTO + SEISOTUS	35
SIIVILÖINTI + VÄLISÄILIÖ	430
SIIRTO + LÄMMITYS	70
KEITTO	85
SIIRTO	30
WHIRLPOOL	65
JÄÄHDYTYS	35
YHTEENSÄ:	975

OLUT 2	KESTO(min)
ROUHINTA	70
MÄSKÄYS	175
SIIRTO + SEISOTUS	30
SIIVILÖINTI + VÄLISÄILIÖ	520
SIIRTO + LÄMMITYS	60
KEITTO	80
SIIRTO	25
WHIRLPOOL	50
JÄÄHDYTYS	35
YHTEENSÄ:	1045

OLUT 3	KESTO(min)
ROUHINTA	70
MÄSKÄYS	120
SIIRTO + SEISOTUS	35
SIIVILÖINTI + VÄLISÄILIÖ	485
SIIRTO + LÄMMITYS	100
KEITTO	80
SIIRTO	20
WHIRLPOOL	50
JÄÄHDYTYS	35
YHTEENSÄ:	995

OLUT 4	KESTO(min)
ROUHINTA	105
MÄSKÄYS	165
SIIRTO + SEISOTUS	50
SIIVILÖINTI + VÄLISÄILIÖ	465
SIIRTO + LÄMMITYS	80
KEITTO	80
SIIRTO	20
WHIRLPOOL	50
JÄÄHDYTYS	35
YHTEENSÄ:	1050

OLUT 5	KESTO(min)
ROUHINTA	30
MÄSKÄYS	190
SIIRTO + SEISOTUS	40
SIIVILÖINTI + VÄLISÄILIÖ	475
SIIRTO + LÄMMITYS	60
KEITTO	80
SIIRTO	25
WHIRLPOOL	50
JÄÄHDYTYS	35
YHTEENSÄ:	985

OLUT 6	KESTO(min)
ROUHINTA	110
MÄSKÄYS	155
SIIRTO + SEISOTUS	40
SIIVILÖINTI + VÄLISÄILIÖ	455
SIIRTO + LÄMMITYS	75
KEITTO	80
SIIRTO	25
WHIRLPOOL	55
JÄÄHDYTYS	35
YHTEENSÄ:	1030

Liite 2. Vierteen valmistusprosessi nykyisillä järjestelyillä

1 (2)

OLUT 1: 1. panosprosessi	ALOITUS (KLO AIKA)	LOPETUS (KLO AIKA)	KESTO (MIN)
ROUHINTA	00.00	1.30	90
MÄSKÄYS	1.30	3.45	135
SIIRTO + SEISOTUS	3.45	4.20	35
SIIVILÖINTI + VÄLISÄILIÖ	4.20	11.30	430
SIIRTO + LÄMMITYS	11.30	12.40	70
KEITTO	12.40	14.05	85
SIIRTO	14.05	14.30	25
WHIRLPOOL	14.30	15.20	50
JÄÄHDYTYS	15.20	15.55	35

OLUT 1: 2. panosprosessi	ALOITUS (KLO AIKA)	LOPETUS (KLO AIKA)	KESTO (MIN)
ROUHINTA	6.20	7.50	90
MÄSKÄYS	7.50	10.05	135
SIIRTO + SEISOTUS	10.05	10.40	35
SIIVILÖINTI + VÄLISÄILIÖ	10.40	17.50	430
SIIRTO + LÄMMITYS	17.50	19.00	70
KEITTO	19.00	20.25	85
SIIRTO	20.25	20.50	25
WHIRLPOOL	20.50	21.40	50
JÄÄHDYTYS	21.40	22.15	35

OLUT 1: 3. panosprosessi	ALOITUS (KLO AIKA)	LOPETUS (KLO AIKA)	KESTO (MIN)
ROUHINTA	14.30	16.00	90
MÄSKÄYS	16.00	18.15	135
SIIRTO + SEISOTUS	18.15	18.50	35
SIIVILÖINTI + VÄLISÄILIÖ	18.50	2.00	430
SIIRTO + LÄMMITYS	2.00	3.10	70
KEITTO	3.10	4.35	85
SIIRTO	4.35	5.00	25
WHIRLPOOL	5.00	5.50	50
JÄÄHDYTYS	5.50	6.25	35

OLUT 1: 4. panosprosessi	ALOITUS (KLO AIKA)	LOPETUS (KLO AIKA)	KESTO (MIN)
ROUHINTA	20.50	22.20	90
MÄSKÄYS	22.20	00.35	135
SIIRTO + SEISOTUS	00.35	1.10	35
SIIVILÖINTI + VÄLISÄILIÖ	1.10	8.20	430
SIIRTO + LÄMMITYS	8.20	9.30	70
KEITTO	9.30	10.55	85
SIIRTO	10.55	11.20	25
WHIRLPOOL	11.20	12.10	50
JÄÄHDYTYS	12.10	12.45	35

Liite 3. Vierteen valmistusprosessi erillisellä mäskäyskattilalla

1 (2)

OLUT 1: 1. panosprosessi	ALOITUS (KLO AIKA)	LOPETUS (KLO AIKA)	KESTO (MIN)
ROUHINTA	00.00	1. 30	90
MÄSKÄYS	1.30	3.45	135
SIIRTO + SEISOTUS	3.45	4.20	35
SIIVILÖINTI	4.20	8.20	240
SIIRTO + LÄMMITYS	8.20	9.30	70
KEITTO	9.30	10.55	85
SIIRTO	10.55	11.20	25
WHIRLPOOL	11.20	12.10	50
JÄÄHDYTYS	12.10	12.45	35

OLUT 1: 2. panosprosessi	ALOITUS (KLO AIKA)	LOPETUS (KLO AIKA)	KESTO (MIN)
ROUHINTA	5.35	7.05	90
MÄSKÄYS	7.05	9.20	135
SIIRTO + SEISOTUS	9.20	9.55	35
SIIVILÖINTI	9.55	13.55	240
SIIRTO + LÄMMITYS	13.55	15.05	70
KEITTO	15.05	16.30	85
SIIRTO	16.30	16.55	25
WHIRLPOOL	16.55	17.45	50
JÄÄHDYTYS	17.45	18.20	35

OLUT 1: 3. panosprosessi	ALOITUS (KLO AIKA)	LOPETUS (KLO AIKA)	KESTO (MIN)
ROUHINTA	11.10	12.40	90
MÄSKÄYS	12.40	14.55	135
SIIRTO + SEISOTUS	14.55	15.30	35
SIIVILÖINTI	15.30	19.30	240
SIIRTO + LÄMMITYS	19.30	20.40	70
KEITTO	20.40	22.05	85
SIIRTO	22.05	22.30	25
WHIRLPOOL	22.30	23.20	50
JÄÄHDYTYS	23.20	23.55	35

OLUT 1: 4. panosprosessi	ALOITUS (KLO AIKA)	LOPETUS (KLO AIKA)	KESTO (MIN)
ROUHINTA	16.45	18.15	90
MÄSKÄYS	18.15	20.30	135
SIIRTO + SEISOTUS	20.30	21.05	35
SIIVILÖINTI	21.05	1.05	240
SIIRTO + LÄMMITYS	1.05	2.15	70
KEITTO	2.15	3.40	85
SIIRTO	3.40	4.45	25
WHIRLPOOL	4.45	5.35	50
JÄÄHDYTYS	5.35	6.10	35