

Teuvo Norrgård

Höyrystimen käyttöasteen kartoitus osana toiminnanohjausjärjestelmän kehittämisprojektia

Opinnäytetyö

Syksy 2017

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö:	Seinäjoen Ammattikorkeakoulu
Tutkinto-ohjelma:	Konetekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä:	Teuvo Norrgård
Työn nimi:	Höyrystimen käyttöasteen kartoitus osana toiminnanohjausjärjestelmän kehittämisprojektia
Ohjaaja:	Pasi Junell
Vuosi: 2018	Sivumäärä: 32

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin höyrystimen käyttöastetta, asetusaikaa sekä höyrystämiskapasiteettia. Opinnäytetyö suoritettiin tuotannonohjausjärjestelmän kehitysprojektin osaprojektina.

Opinnäytetyön teoriaosassa kerrotaan toiminnanohjausjärjestelmistä sekä toiminnan ohjausprosessista. Teoriassa käytiin myös läpi termodynamiikan perusteet yleisellä tasolla sekä lämmön siirtymistä ja paineen merkityksestä höyrystymiseen. Teoriassa paneuduttiin myös nesteiden ominaisuuksiin ja siihen, miten niihin pystytään vaikuttamaan.

Opinnäytetyössä käytiin läpi höyrystimen toimintaperiaate ja kuinka höyrystyminen laitteessa tapahtuu. Työssä laskettiin höyrystimen käyttöaste, asetusaika sekä höyrystämiskapasiteetti yrityksen tuntikirjausraporttien pohjalta.

Avainsanat: höyrystin, käyttöaste, kapasiteetti, asetusaika

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty:	School of Technology
Degree programme:	Mechanical Engineering
Specialisation:	Mechanical and Production Engineering
Author/s:	Teuvo Norrgård
Title of thesis:	Measure Capacity Utilization of Evaporator integrated with ERP Project
Supervisor:	Pasi Junell
Year:2018	Number of pages:32

In this thesis the capacity utilization rate, evaporation capacity and setting times of an evaporator were researched as a part of an ERP project. In the theory part of the thesis the basic principles of ERP and production control process were studied. Attention was also paid to the basics of thermodynamics and evaporation and how pressure affects evaporation. In the theory part, also features of liquids and how it is possible to affect them were studied. In the practical part, the functioning principles of an evaporator were introduced and it was studied how evaporation occurs in the evaporator.

In this thesis the capacity utilization rate, evaporation capacity and setting times were calculated using the data collected from the company's hourly reports. In the end of thesis, the whole research was summarized.

Keywords: capacity utilization, evaporator, setting time, capacity

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO.....	8
1.1 Yrityskuvaus.....	8
1.2 Opinnäytetyön aihe ja tavoite.....	9
1.3 Tutkimusongelma.....	9
2 TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄ ELI ERP.....	10
2.1 Toiminnanohjausjärjestelmän määrittely.....	10
2.2 Toiminnanohjauksen historia lyhyesti.....	11
3 TOIMINNANOHJAUSPROSESSI.....	13
4 HAIHDUTUS.....	15
4.1 Yleistä.....	15
4.2 Lämmönsiirto.....	16
4.3 Alipaine.....	17
5 NESTEEN OMINAISUUDET.....	19
5.1.1 Pitoisuus.....	19
5.1.2 Vaahtoaminen.....	19
5.1.3 Lämpötilaherkkyys.....	19
5.1.4 Likaantuminen.....	20
6 HÖYRYSTIMEN TOIMINTAPERIAATE.....	21
7 TULOKSET.....	23
7.1 Käyttöaste.....	23
7.2 Asetusaika.....	25
7.3 Kapasiteetti.....	25
8 TULOSTEN ANALYSOINTI.....	28
8.1 Käyttöaste.....	28

8.2 Asetusaika	29
8.3 Kapasiteetti	29
8.3.1 Eri tuotteiden höyrystymismäärät.....	29
8.3.2 Tuotekohtainen vaihteluväli.....	30
9 YHTEENVETO.....	31
LÄHTEET	32

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Tuotannonohjausprosessin vaiheet. (Uusi-Rauva, Haverila, Kouri & Miettinen 2003, 353.)	13
Kuvio 2. Rullaavan suunnittelun periaate (Uusi-Rauva, Haverila, Kouri & Miettinen 2003, 354.).....	14
Kuvio 3. Veden kiehumispisteen ja paineen suhde. (Seppäinen, Kervinen, Parkkila, Karkela & Meriläinen 2009, 82.)	18
Kuvio 4. Höyrystimen toimintaperiaatekaavio.	21
Kuvio 5. Viikkokohtainen varausaste laskettuna seitsemälle päivälle.	23
Kuvio 6. Viikkokohtainen varausaste laskettuna viidelle päivälle.	24
Kuvio 7. Asetusajan osuus käytetystä varausajasta.	25
Kuvio 8. Toteutuneet haihdutusmäärät tuotekohtaisesti.	26
Kuvio 9. Höyrystysmäärien vaihteluväli tuotekohtaisesti.....	27

Käytetyt termit ja lyhenteet

ERP	ERP-järjestelmä (Enterprise Resource Planning) eli toiminnanohjausjärjestelmä , joka integroi eri toimintoja kuten kirjanpitoa, tuotantoa ja varaston hallintaa
Konsentraatti	Onnistuneen haihdutuksen lopputuotetta kutsutaan konsentraatiksi. Konsentraatti on kylläinen liuos, josta on haihdutettu vesi/alkoholi.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on toteutettu toiminnanohjausjärjestelmän kehitysprojektin osaprojektina. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää ja tunnistaa höyrystimen todellinen käyttöaste ja varausaste verrattuna suunniteltuun varaus- ja käyttöasteeseen. Saatujen tietojen pohjalta selvitetään, millä tavoin koneen käyttöastetta voitaisiin parantaa.

Kappaleessa kaksi kerrotaan yleisesti teoriaa toiminnan ohjausjärjestelmästä ja siitä, mitä toiminnan ohjausjärjestelmä on ja miten toiminnanohjausjärjestelmä määritellään sekä kerrotaan yleisellä tasolla toiminnanohjauksen historiasta. Kappaleessa kolme kerrotaan toiminnanohjausprosessista ja rullaavan suunnittelun periaatteesta siitä, kuinka seuraava suunnittelutaso täydentää ja tarkentaa seuraavan suunnittelun astetta. Kappaleessa neljä kerrotaan teoriaa haihdutuksesta: Mitä haihdutus on ja mitkä asiat haihdutukseen vaikuttavat. Kappaleessa neljä käydään myös läpi lämmönsiirtymismekanismit sekä alipaineen vaikutus kiehumiseen. Kappaleessa viisi kerrotaan nesteen ominaisuudesta, kuinka eri nesteillä saattaa olla erilaisia taipumuksia käyttäytyä ei tavalla ja kuinka näihin ominaisuudet tulee ottaa huomioon. Kappaleessa viisi kerrotaan nesteiden ominaisuuksista: liuksen pitoisuus, vaahtoaminen, lämpöherkkyys sekä laitteiston likaantumisen vaikutus nesteen käyttäytymiseen prosessissa. Kappaleessa kuusi käydään läpi höyrystimen toimintaperiaate. Kappaleessa seitsemän on työn tulokset laitteen käyttöasteesta, asetusajasta sekä laitteen höyrystymiskapasiteetista. Kappaleessa kahdeksan analysoidaan tuloksia, joiden pohjalta tehdään yhteenveto kappaleessa yhdeksän.

1.1 Yrityskuvaus

Eevia Health on vuonna 2017 perustettu suomalaisnorjalainen yritys, joka valmistaa terveysvaikutteisia luontaistuotteita arktisista marjoista ja raaka-aineista. Eevia Health:in toimistotilat sijaitsevat Seinäjoella ja tuotanto Kauhajoella.

1.2 Opinnäytetyön aihe ja tavoite

Tämän työn aiheena on tutkia käyttöaste ja selvittää, miten saatuja tietoja voidaan hyödyntää Eevia Health Oy:n tuotannon suunnittelussa ja toteutuksessa Kauha-joella.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää ja tunnistaa höyrystimen todellinen käyttöaste ja varausaste verrattuna suunniteltuun varaus- ja käyttöasteeseen. Saatujen tietojen pohjalta selvitetään, millä tavoin koneen käyttöastetta voitaisiin parantaa.

Eryistavoitteena on keksiä vähintään kolme konkreettista korjaustoimenpidettä, joilla arvioidaan olevan vaikutusta tuotannon tehostamiseen.

1.3 Tutkimusongelma

Kohdeyritys on pieni tuotantolaitos, jolla on moninainen konekanta. ja koneiden kapasiteetit ovat hyvin erilaisia ja vaihtelevat eri tuotteiden ja valmistusprosessien välillä suuresti. Tutkimusongelmana on, miten voidaan mitata ja hallinnoida tuotantokapasiteetin käyttöä samalla kun optimoidaan hyöty, tuottavuus ja laatu. Mitä työkaluja, tekniikoita ja mittausten menetelmiä voidaan käyttää käyttöasteen hallitsemiseen? Mitkä mittaustyyppit ja raporttien muodot ovat avuksi käyttöasteen ja tuottavuuden jatkuvassa parantamisessa? Lopuksi, miten pieni yritys, tässä tapauksessa Eevia Health Oy, pyrkii jatkuvasti parantamaan valmistusvalmiuksiensa ja -ominaisuuksiensa tuottavuutta ja tehokkuutta?

Tutkimuskysymykset työssä ovat:

- 1) Mikä on höyrystimen käyttöaste?
- 2) Mikä on höyrystimen asetus aika?
- 3) Mikä on höyrystimen höyrytys kapasiteetti?

2 TOIMINNAHOJAUSJÄRJESTELMÄ ELI ERP

Erilaisia toiminnanohjausjärjestelmä on ollut käytössä jo vuosia. Toiminnanohjausjärjestelmät ovat aikaisemmin olleet lähinnä suurten yritysten työkaluja ja painopiste niissä on ollut talouden ja tuotannon ohjaamisessa. Tietotekniikan kehittyessä ja ratkaisujen halventuessa toiminnan ohjausjärjestelmät ovat tulleet myös pk-yritysten saataville. Toiminnanohjausjärjestelmän käytön avulla voidaan tekniikkaa hyväksikäyttämällä säästää aikaa ja helpottaa rutiineja. (Berglund, Järvenpää, Lehtinen & Ylinen 2001, 9.)

Yritysten kehittyessä tietojärjestelmien ominaisuuksien vaatimukset ovat kasvaneet merkittävästi. Koko toimintaketjun läpi ulottuvia prosesseja kontrolloimaan tarvitaan yhä monimutkaisempia toiminnanohjausjärjestelmiä. Monimutkaisista ja kehittyneistä toiminnanohjausjärjestelmistä on saatava valita toiminnan kannalta parhaan hyödyn tuottava vaihtoehto. Uuden teknologian soveltamisessa tulee ymmärtää työyhteisön kyvyt ja mahdollisuudet sisäistää uudistukset, joita se tuo tullessaan. Suomessa ollaan jo pitkällä sähköisten liiketoiminnan menetelmien ja järjestelmien kehittämisessä. Yhä tiiviimpi ketju valmistajien, alihankkijoiden, myyjien ja ostajien välillä on mahdollista tietojärjestelmien ja toiminnanohjausjärjestelmien kehittyessä kovaa vauhtia. (Berglund, Järvenpää, Lehtinen & Ylinen 2001, 9.)

2.1 Toiminnanohjausjärjestelmän määrittely

Toiminnanohjausjärjestelmät olivat alun perin lähinnä tuotannonohjausta, josta se on kehittynyt monimutkaiseksi oppien ja järjestelmien kokonaisuudeksi. Toiminnanohjaus on yrityksessä hyvin kokonaisvaltaista. Se jakautuu pääosin seuraaviin osa-alueisiin: tuotantoon, materiaali-, talous-, ja henkilöstöhallintoon sekä markkinointiin ja myyntiin. Suhteellisen uutena osa-alueena on projektihallinta, jolla on laajat yhteydet toiminnanohjausjärjestelmän muihin osa-alueisiin. (Berglund, Järvenpää, Lehtinen & Ylinen 2001, 9.)

Toiminnanohjausjärjestelmä kokoaa yhteen yrityksen toiminnan osa-alueet. Tämän avulla yritys voi luoda yhtenäisen hallintajärjestelmän. Suurimman hyödyn toimin-

nanohjausjärjestelmästä saavat globaalit yritykset, jotka voivat käyttää samaa toiminnanohjausjärjestelmään eripuolilla maailmaa sijaitsevilla toimipisteissään. Toiminnanohjauksesta on hyötyä myös pk-yrityksille, mutta se edellyttää sitoutumista. (Berglund, Järvenpää, Lehtinen & Ylinen 2001, 10.)

2.2 Toiminnanohjauksen historia lyhyesti

Nykyiset toiminnanohjausjärjestelmät pohjautuvat 1960- ja 1970-luvun tietokonepohjaisiin tuotannonohjausjärjestelmiin. Juuret juontavat Yhdysvalloista 1960-luvun varastonvalvontajärjestelmistä. Alussa tietokoneiden uskottiin ratkaisevan monia vaikeita ongelmia. Ohjausjärjestelmistä tuli monimutkaisia ja niihin oli vaikea kerätä ja ylläpitää tarvittavaa tietoa. Ohjausjärjestelmät olivat lähinnä rajoittava tekijä, koska ne eivät pystyneet sopeutumaan muuttuviin olosuhteisiin. (Berglund, Järvenpää, Lehtinen & Ylinen 2001, 10.)

Tuotannonohjausta lähdettiin kehittämään tarpeesta yhdistää tuotannon ja taloushallinnon järjestelmät. Järjestelmiä yhdisteltiin aluksi manuaalisesti ja ohjelmallisten siltojen avulla aluksi. Ongelmaksi muodostui tietojen pitäminen ajan tasalla, koska yhdenkin tietoa syöttävän henkilön puuttuminen aiheutti virheitä ja viivästyksiä. 1980-luvulla syntyi idea tietojen integroinnista, josta 1990-luvulla ollaan pyritty prosessien integrointiin ja tehostamiseen. (Berglund, Järvenpää, Lehtinen & Ylinen 2001, 10.)

1990-luvun alussa vakiintui termi ERP (Enterprise Resource Planning). Tästä muotoutuu suomenkielinen käsite toiminnanohjausjärjestelmä. ERP:n käyttö on tehostanut informaatiovirtoja yrityksen sisäisessä toimintaketjussa. Vasta vuosikymmenen lopulla on markkinoille tullut kokonaistoiminnanohjausjärjestelmien toimittajia, jotka ovat kyenneet maailmanlaajuiseen liiketoimintaan. (Berglund, Järvenpää, Lehtinen & Ylinen 2001, 10.)

Tietotekniikan kehittymisen ja halpenemisen myötä uusien toimintatapojen syntyminen ja taloudellinen kasvu ovat tulleet mahdollisiksi. Samalla ne ovat luonteet tietotulvan ja suuren määrän työkaluja niin yksittäisen ihmisen kuin yrityksen näkökulmasta. Yritykselle on vaikea valita, miten se tulee hyödyntämään uutta tekniikkaa.

Kattavia vertailuja eri järjestelmistä on vaikea löytää, koska yrityksen on tehtävä hankintapäätökset omista tarpeistaan. (Berglund, Järvenpää, Lehtinen & Ylinen 2001, 10.)

Toiminnanohjausjärjestelmät ovat perinteisesti keskittyneet tuotannollisen toiminnan ohjaamiseen. Viime vuosina ollaan pyritty osaamisen hallinnan tehostamiseen eli inhimillisten voimavarojen tehokkaaseen käyttöön. Tarkoituksena on tehostaa kerätyn tiedon uudelleen käyttöä sekä kehittää menetelmiä ja toimintatapoja, jotka auttavat löytämään eri tehtäviin parhaiten soveltuvan osaajan. Ratkaisujen onnistuneisuus riippuu pitkälti monimutkaisten asioiden yksinkertaistamisesta ja oikeanlaisen kulttuurin luomisesta, eikä ainoastaan tietoteknisistä ratkaisuista. Toiminnanohjauksen tavoitteena on koko tilaus-toimitus-ketjun entistä tehokkaampi hallinta, joka on kuitenkin laajassa toiminnanohjausjärjestelmässä vain pieni osa järjestelmää. Viime vuosina on kehitetty mittaristoja, jotka pyrkivät mittaamaan toiminnan onnistumista mahdollisimman moniulotteisesti. Kokonaisvaltainen toiminnanohjausjärjestelmä luo mahdollisuuden tämänlaisten mittausjärjestelmien toimivuudelle. (Berglund, Järvenpää, Lehtinen & Ylinen 2001, 11.)

Verkostoituminen on ollut yksi 1990-luvun lopun merkittävistä muutoksista. Tähän johti maailmanlaajuinen kilpailu, jossa vahvuuksia ovat aika, nopeus ja joustavuus. Yritykset pyrkivät parantamaan kilpailukykyään keskittymällä ydinosaamiseensa ja sen kehittämiseen. Verkostoitumisen tarkoituksena on auttaa sopeutumaan koko ajan muuttuviin olosuhteisiin. Maailmanlaajuinen toimintamalli sitoo yrityksiä yhteistyöverkkoon, jonka hallitsemisessa nykyaikaisilla tietoverkkoja käyttävällä tietojärjestelmällä on olennainen tehtävä. Yhteyksien yhteistyökumppaneiden tietojärjestelmiin on oltava kunnossa, jotta on mahdollista hallita tilauksia ja toimituksia. Toiminnanohjaus verkostotaloudessa vaatii keskinäistä luottamusta ja syviä yhteistyömuotoja. Tällä hetkellä on käytössä jo joitain web-pohjaisia ratkaisuja. Tulevaisuudessa voi olla, että web-pohjaiset ratkaisut yleistyvät, jolloin toiminnanohjauksella ei ole maantieteellisiä rajoitteita. Uudet tietojärjestelmäratkaisut mahdollistavat myös tilaus-toimitus-ketjun eri osapuolten helpomman kommunikoinnin. (Berglund, Järvenpää, Lehtinen & Ylinen 2001, 11.)

3 TOIMINNANOHJAUSPROSESSI

Toiminannanohjauksen suunnittelutehtävät ja päätöksenteko ovat hierarkkisia järjestelmiä, jotka jatkuvat toiminnan eri tasoille. Ylimmällä tasolla huolehditaan resursien riittävydestä ja koordinoinnista yleisellä tasolla. Ohjaus tarkentuu lähestyttäessä valmistusta ohjaavaa tasoa. Tuotannon ohjausta voidaan tarkastella vaiheittain etenevänä ohjausprosessina. (Uusi-Rauva, Haverila, Kouri & Miettinen 2003, 353.)



Kuvio 1. Tuotannonohjausprosessin vaiheet. (Uusi-Rauva, Haverila, Kouri & Miettinen 2003, 353.)

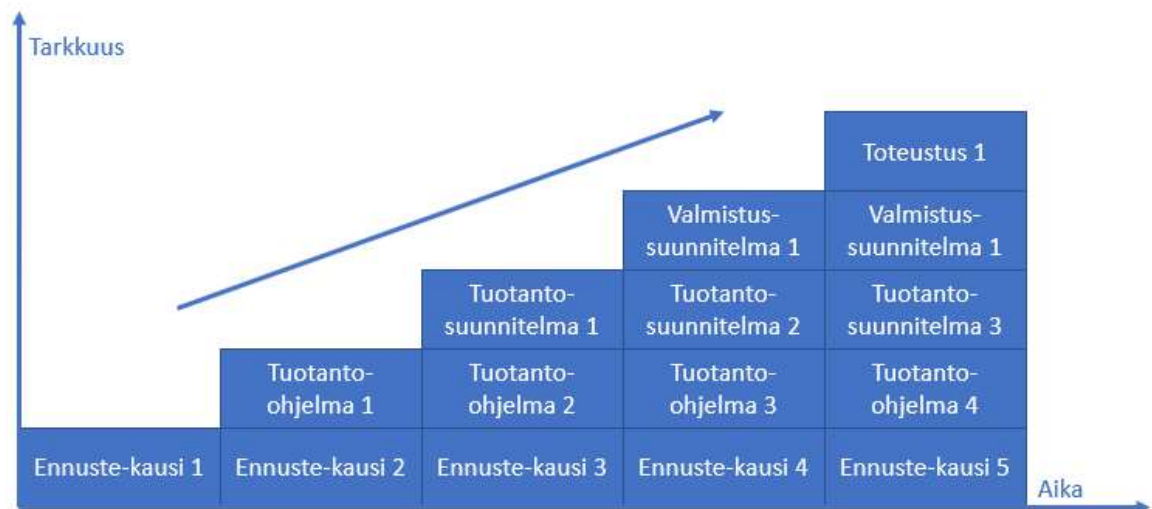
Kuviossa 1 on esitetty yleinen tuotannonohjausprosessi. Sitä tarkastellessa on muistettava, että näennäisesti selkeästi etenevässä ohjauksessa tapahtuu koko ajan uudelleensuunnittelua ja eri suunnittelutehtävien välistä koordinaatiota. Uudelleen suunnittelun ja koordinoinnin määrä kasvaa sen mukaan, mitä yksityiskohtaisempia suunnitelmat ovat ja mitä monimutkaisempi suunnittelutilanne on. (Uusi-Rauva, Haverila, Kouri & Miettinen 2003, 353.)

Toiminnanohjausprosessit ovat usein ainutlaatuisia. Ohjausjärjestelmän rakenne ja toimintaperiaatteet riippuvat toimialasta, tuotteesta, tuotantokoneistosta, tietojärjes-

telmästä, kilpailutilanteesta ja yrityksen henkilökunnasta. Toiminnanohjausjärjestelmä on usein historiallisen kehityksen tulos; järjestelmän eri osa-alueet ovat kehittyneet eri aikakausina eri lähtökohdista. Tästä syystä toiminnanohjausjärjestelmien rakenne ja toiminta voivat poiketa suuresti saman toimialan yritysten kesken. (Uusi-Rauva, Haverila, Kouri & Miettinen 2003, 353.)

Rullaavan suunnittelun periaate.

Toimintaa suunnitellessa käytetään usein rullaavan suunnitelman periaatetta, jossa ennusteet ja alustavat suunnitelmat tarkentuvat ajan kuluessa. Alustavat toimintasuunnitelmat muuttuvat tarkemmiksi tuotantosuunnitelmiksi, jotka edelleen tarkentuvat toteutusajankohdan lähestyessä. Suunnitelmien kehittyessä ja ajan kuluessa tehdään uusia alustavia suunnitelmia tuleville ajanjaksoille. Tarkkaa yksityiskohtaista suunnitelmaa lykätään usein viimeiseen mahdolliseen ajankohtaan, jotta välttäisiin tuotantosuunnitelmien muutoksilta. Rullaavan suunnittelun periaate on kuvattu kuvissa 2. (Uusi-Rauva, Haverila, Kouri & Miettinen 2003, 354.)



Kuvio 2. Rullaavan suunnittelun periaate (Uusi-Rauva, Haverila, Kouri & Miettinen 2003, 354.)

4 HAIHDUTUS

4.1 Yleistä

Haihdutus on tärkeä yleisesti käytössä oleva prosessin osa, jota käytetään veden poistamiseksi nesteistä ja laimeista liuoksista. Veden poistamien elintarvikkeesta parantaa tuotteen säilyvyyttä sekä pienentää kuljetus- ja varastointikustannuksia. (Singh & Heldman 2001, 447.)

Haihdutuksella vaikutetaan tuotteen painoon ja tilavuuteen, minkä seurauksena sitä voidaan muiden prosessien esivalmisteluun, joita ovat mm. kuivaus, jäähdytys ja sterilointi. (Fellows 2000, 278.)

Haihdutuksessa latenttilämpö siirtyy lämmittävästä höyrystä nesteeseen kohottaen lämpötilaa. Höyrynpaineen kohotessa nesteessä muodostuu höyrykuplia. Höyry poistuu nesteen pinnasta, jolloin neste konsentroituu. Haihdutus on yleensä onnistunut, kun osa nesteestä on poistunut ja jäljelle jää konsentroitunut liuos. Haihdutusta jatketaan haluttuun yleensä haluttuun konsentraatioon asti. (Oranto 2012. 6.)

Kiehumispistettä voidaan alentaa alipaineella, mikä voi olla tarpeen ainakin lämpöherkkien nesteiden käsittelyssä. Lämpötilan ollessa liian korkea voi tuotteessa tapahtua ei-toivottuja muutoksia, joita lämpötilaa alentamalla voidaan kuitenkin estää. Kiehuminen alkaa, kun nesteen höyryn paine saavuttaa ympäröivän paineen. (Singh & Heldman 2001, 451.)

Haihdutuksen määrän vaikuttavat tekijät:

- lämmön siirtymisnopeus nesteeseen
 - haihdutukseen tarvittava lämmön määrä
 - nesteen suurin sallittu lämpötila
 - paine, jossa haihdutus tapahtuu
 - muutokset, jotka voivat vaikuttaa tuotteeseen haihdutuksen aikana.
- (Oranto 2012, 6-7.)

4.2 Lämmönsiirto

Energiaa siirtyy aina, kun kaksi eri-lämpöistä systeemiä tuodaan kosketuksiin. Prosessia, jossa energian siirto tapahtuu, kutsutaan lämmönsiirroksi. Lämmönsiirtoa ei voida mitata tai huomioida suoraan, mutta sen vaikutuksia voidaan. (Singh & Heldman 2001, 40.)

Termodynamiikka käsittelee lämmön ja energian muiden muotojen välistä suhdetta. Termodynamiikan ensimmäinen pääsääntö on, että energiaa ei voida tuhota eikä luoda, vain muuttaa muodosta toiseen. Termodynamiikan toinen pääsääntö on, että prosessi etenee suuntaan, jossa entropia kasvaa. Kaikkea lämpöä ei voi tällöin muuttaa työksi. (Singh & Heldman 2001, 38-40.)

Kaikissa lämmönsiirtoprosesseissa energia siirtyy ja muuttaa muotoaan. Termodynamiikan näkökulmasta lämmön määrä, joka siirtyy, vastaa eroa energiavaihdoksen ja tehdyn työn välillä. (Singh & Heldman 2001, 40.)

Lämmönsiirto voi tapahtua neljällä eri tavalla: säteilemällä, johtumalla, konvektoitumalla tai faasimuutoksella. Säteilystä lämpimämpi kappale säteilee lämpöä kylmempään kappaleeseen. Johtumalla lämpö liikkuu molekyyli tasolla hankautuen toisiaan vasten. Konvektoitumalla lämpö siirtyy konkreettisesti virtaavan nesteen kuljettamana. Faasimuutoksella lämpöä siirtyy aina, kun faasi muuttuu. (Figura & Teixeira 2007, 274-275.)

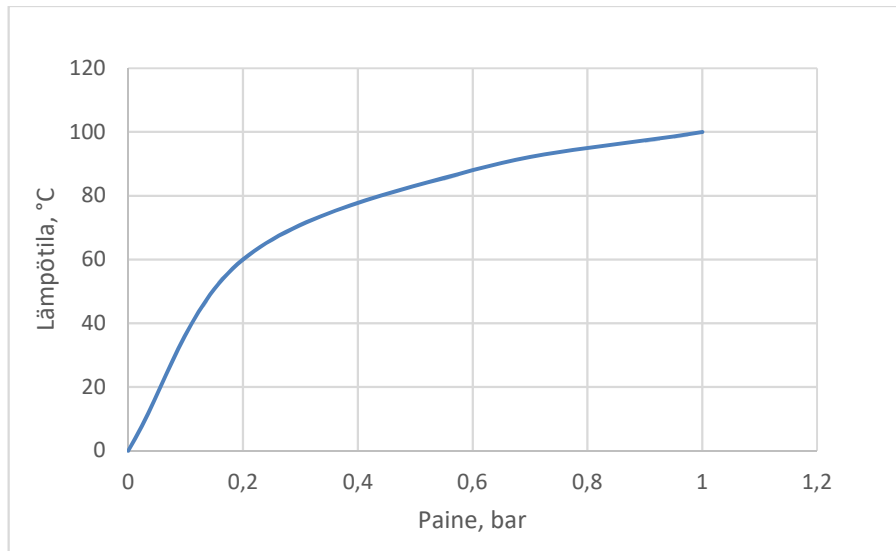
Lämmönsiirtonopeuteen vaikuttavat seuraavat tekijät:

1. Lämpötilaero kiehuvan nesteen ja höyryn välillä. Paineen alentuessa haihtuminen saa aikaan korkeamman lämpötilaeron, koska matalampi paine laskee kiehumispistettä. Kiehumispistettä ei lasketa alle 40 celsiusasteen kaupallisissa höyrystimissä, koska tyhjiön tuottamisessa on kovat kustannukset. Höyrystimen rakenne tulisi myös olla vahvempi, jotta se kestäisi suuren paineenmuodostuksen. Lämpöero pienentyy, kun kiehumispisteen nostamisen takia liuokset tulevat väkevimmiksi. Tästä syystä lämmönsiirtonopeus laskee haihtumisen jatkuessa.

2. Lämmönsiirtopinnoilla oleva sakka. Lämmönsiirtonopeutta hidastaa höyrystimen pintojen likaantuminen. Likaantuminen vaikuttaa liuoksen, lämpöpinnan, koostumuksen ja kemiallisen koostumuksen välillä lämpötilaeroihin.
3. Rajapinnan kalvot. Lämmönsiirron päävastus on usean nesteen muodostama kalvo höyrystimen seinillä. Säättämällä liuoksen virtausnopeutta voidaan vaikuttaa rajapinnan kalvon paksuuteen. Kalvosta saadaan ohuempi lisäämällä liuoksen virtausnopeutta ja laskemalla virtausnopeutta kalvosta tulee paksumpi. Mekaanisilla terillä ja pyörteillä voidaan myös vaikuttaa kalvon paksuuteen. Konsentraation noustessa monien aineiden viskositeetti kasvaa. Tämä vähentää Reynoldsin lukua ja näin ollen vähentää lämmönsiirtonopeutta. Lisäksi viskoottisemmat aineet ovat yhteydessä kuumiin pintoihin pidempään, joka seurauksena lämpövaurioiden riski kasvaa. (Oranto 2012, 7-8.)

4.3 Alipaine

Alipaine laskee nesteen kiehumispistettä, mikä mahdollistaa kiehumisen matalammassa lämpötiloissa. Tämä on erityisen tärkeää lämpöherkille tuotteille. Veden kiehumispisteen ja paineen välinen suhde näkyy alla olevassa kuviossa 3. (Singh & Heldman 2001, 451.)



Kuvio 3. Veden kiehumispisteen ja paineen suhde. (Seppäinen, Kervinen, Parkkila, Karkela & Meriläinen 2009, 82.)

5 NESTEEN OMINAISUUDET

Nesteen ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi haihdutuksen onnistumiseen. Osalla nesteistä on taipumusta käyttäytyä muista nesteistä poikkeavasti, mikä lisää haastetta haihdutukseen.

5.1.1 Pitoisuus

Liuoksen ominaisuudet voivat äkkiseltään muuttua liuoksen konsentroituaessa. Jähmeämmän koostumuksen myötä tiheys ja viskositeetti voivat nousta, kunnes liuos tulee kylläiseksi tai lämmön siirto vähenee. Kylläisen liuoksen kiehumisen voi aiheuttaa kiteitä, jotka lämmönsiirtopinnan tukkeutumisen tai likaantumisen ehkäisemiseksi täytyy poistaa. Konsentroituaessa liuoksen kiehumispiste nousee myös huomattavasti. (Oranto 2012, 9-10.)

5.1.2 Vaahtoaminen

Erityisesti proteiinipitoisilla elintarvikkeilla on taipumus vaahtota höyrystymisen aikana. Joissakin tapauksissa haihdutettava liuos voi kiehua yli vahvan vaahtoamisen seurauksena. Vaahtoamista voidaan estää vaahtoamisenestoaineella, mutta elintarviketeollisuudessa tulee käyttää vaahtoutumisenestoaineita, jotka ovat elintarvikkekelpoisia. (Valentas, Rostein & Singh 1997, 214.)

5.1.3 Lämpötilaherkkyys

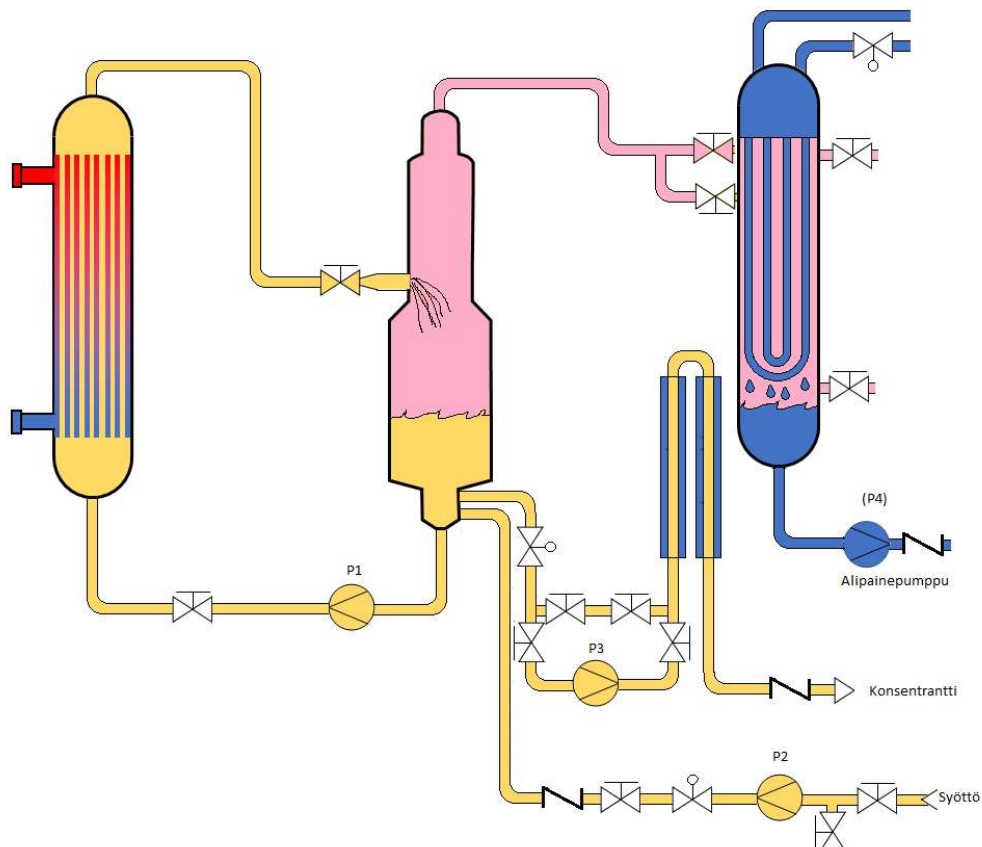
Monet toivotut elintarvikkeiden ominaisuudet, kuten aromit, värit ja ravintoaineet, ovat lämpöherkkiä, ja ne voivat vaurioitua matalissakin lämpötiloissa. Vaurioituminen voi tapahtua lyhyessäkin ajassa. Pitämällä prosessiajat ja -lämpötilat mahdollisimman alhaisina voidaan ylläpitää optimaalista laatua. (Valentas, Rostein & Singh 1997, 214.)

5.1.4 Likaantuminen

Likaantuessa saostumia muodostuu lämmönsiirtopinnoille, mikä estää lämmön siirron ja lisää nesteen virtausvastusta. Lämmönsiirtopintojen likaantuminen on monimutkainen ilmiö. Tästä syystä on tärkeää, että höyrystimellä on oma puhdistussuunnitelma. (Valentas, Rostein & Singh 1997, 214.)

6 HÖYRYSTIMEN TOIMINTAPERIAATE

Höyrystimen käyttötarkoitus on haihduttaa liuksesta suurin vesi- tai alkoholimassa. Haihdutusta jatketaan yleisesti siihen asti, kunnes liuos on kylläinen eli konsentraatti.



Kuvio 4. Höyrystimen toimintaperiaatekaavio.

Höyrystimen toimintaperiaate koostuu kolmesta osasta: lämmittimestä, höyrystimestä ja lauhduttajasta. Tuotetta (elintarvikeliuos) syötetään prosessiin syöttökanaavaa pitkin P2-pumppua käyttäen höyrystimeen ajovalmiiksi. Kun elintarvikeliuos erä on syötetty höyrystimeen, voidaan aloittaa ajo. Prosessin ollessa käynnissä tuotetta ajetaan lämmittimeen pumpulla P2. Lämmittimen yläosasta lämmin elintarvikeliuos ajautuu takaisin höyrystimen. Höyrystimen yläosa (vaaleanpunainen alue) on alipaineistettu. Kun lämmin elintarvikeliuos palaa alipaineistettuun tilaan, lämmennyt liuos alkaa kiehua.

Höyrystimen yläosasta höyry poistuu lauhduttimeen, jossa höyry tiivistyy edelleen nesteeksi. Uudelleen tiivistetty neste pumpataan pois järjestelmästä alipainepumpulla P4, samalla pitäen järjestelmän alipaineistettuna.

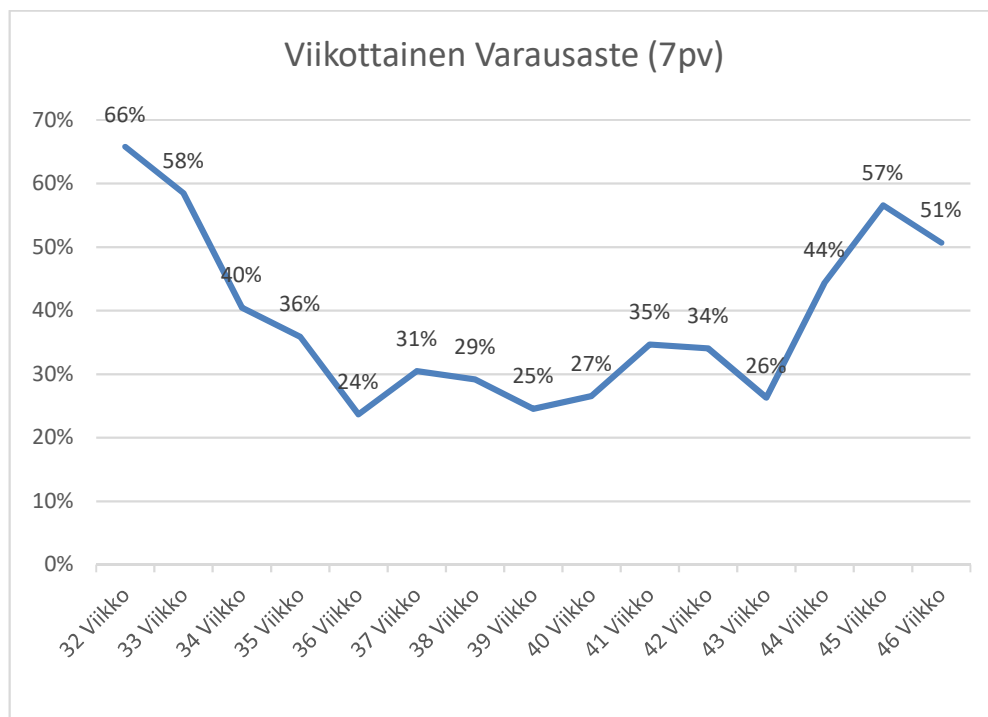
Ajon aikana höyrystyneen nesteen tilalle voidaan syöttää lisää elintarvikeliuosta syöttökanavaa pitkin, kunhan höyrystimen maksimitilavuus ei ylity. Tällaisissa tilanteissa vaarana on tuotteen yli kiehuminen ja siten tuotetta menee hukkaan. (Kivimäki 2017,)

Prosessin aikana elintarvikeliuoksesta poistuu osa nesteestä. Höyrystymisen tavoitteena on saada nesteestä kylläinen eli konsentraatti. Ajoa jatketaan yleensä siihen asti, että tuote on konsentroitunut. Ajon valmistuttua valmis tuote ajetaan pois järjestelmästä konsentraattikanavaa pitkin käyttäen pumppua P3.

7 TULOKSET

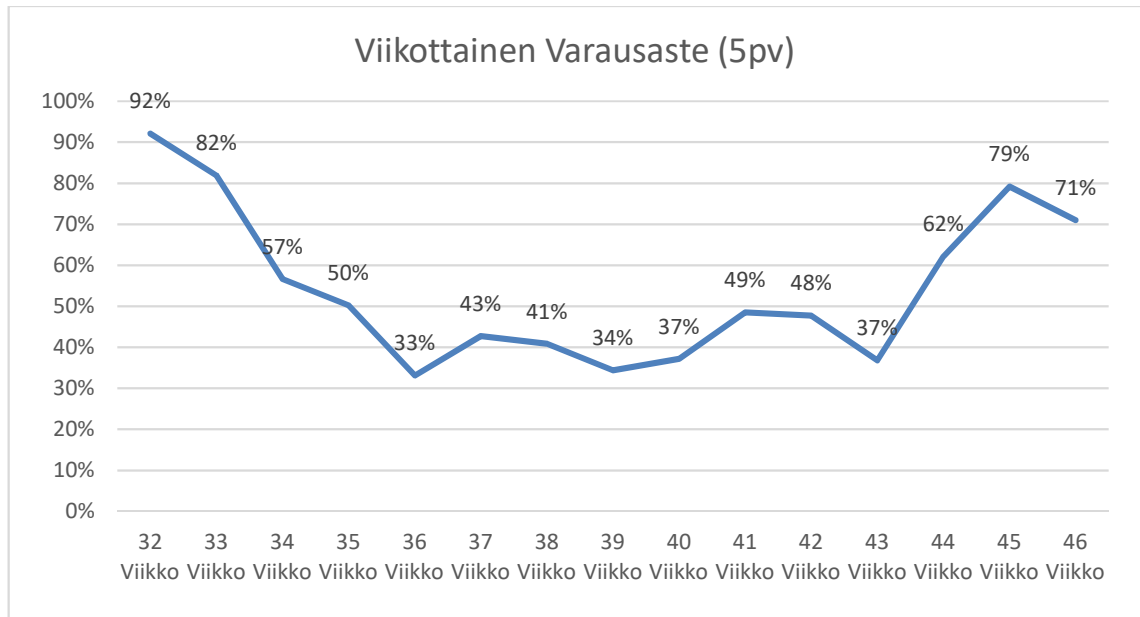
7.1 Käyttöaste

Höyrystimen käyttöaste laskettiin yrityksen tuntikirjausraportin ERP V5_2017-11-28.xls pohjalta.



Kuvio 5. Viikkokohtainen varausaste laskettuna seitsemälle päivälle.

Kuviossa 5 on havainnollistettu koneen varausastetta seurantajakson aikana. Varausaste on laskettu seitsemän päivän mukaan 24 tuntia vuorokaudessa, mikä pienentää käyttöastetta, koska viikonloppuna ei tuotannossa ole toimintaa. Kuviosta käy ilmi, että koneen varausjakson huippu oli viikolla 32, jolloin varausaste oli 66%. Viikoilla 32, 33, 45, ja 46 saavutettiin yli 50%:n varausaste koneelle. Kuviosta voidaan nähdä, että viikoilla 36, 39, 40 ja 43 varausaste on alle 27% ollen alimmillaan viikolla 36, jolloin varausaste oli 24%.

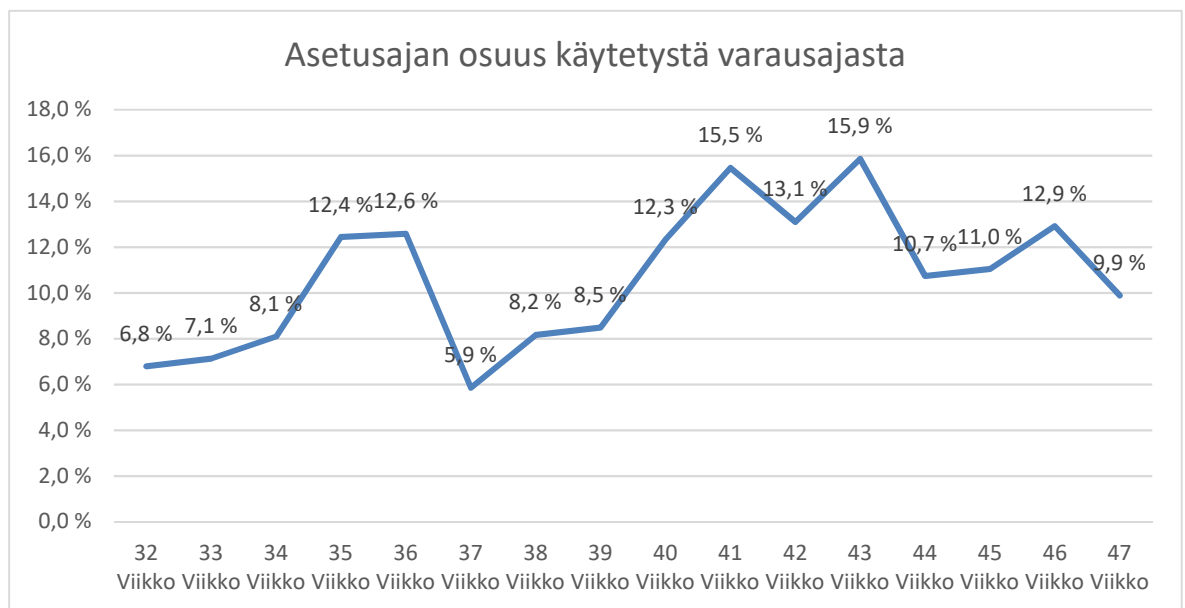


Kuvio 6. Viikkokohtainen varausaste laskettuna viidelle päivälle.

Kuviossa 6 on koneen käyttöaste laskettuna viidelle päivälle. Kuvio havainnollistaa koneen varausaikaa niinä aikoina, kun tuotannossa on toimintaa. Korkein varausaste on ollut viikolla 32 jolloin varausaste oli 92%. Viikoilla 32, 33, 34 ja 35 saavutettiin yli 50%:n varausaste. Alimmat varausasteet ovat olleet viikoilla 36, 39, 40 ja 43, jolloin varausaste oli alle 37%. Alimmillaan varausaste oli 33% viikolla 36.

7.2 Asetusaika

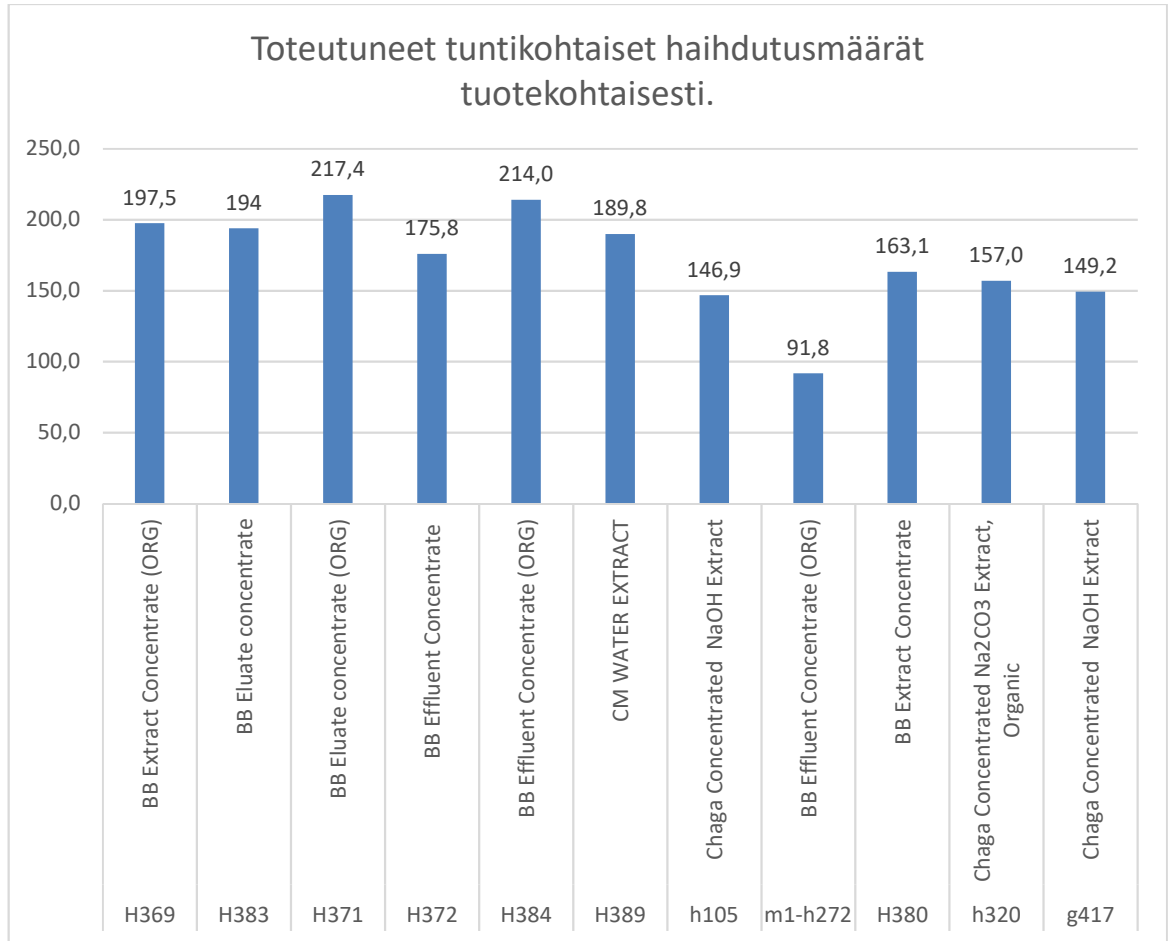
Kuviossa 7 on havainnollistettu asetusajan osuutta koneen varausajasta. Asetusaika vaihtelee viikoittain 5,9 ja 15,9%:n välillä. Suurimmillaan asetusajan osuus varausajasta oli viikoilla 41 (15,5%) ja 43 (15,9%). Pienimmillään asetusajan osuus oli viikoilla 32 (6,8%) ja 37 (5,9%). Keskiarvo asetusajan osuus viikkovarausajasta oli 10,7%, seurantajaksolla.



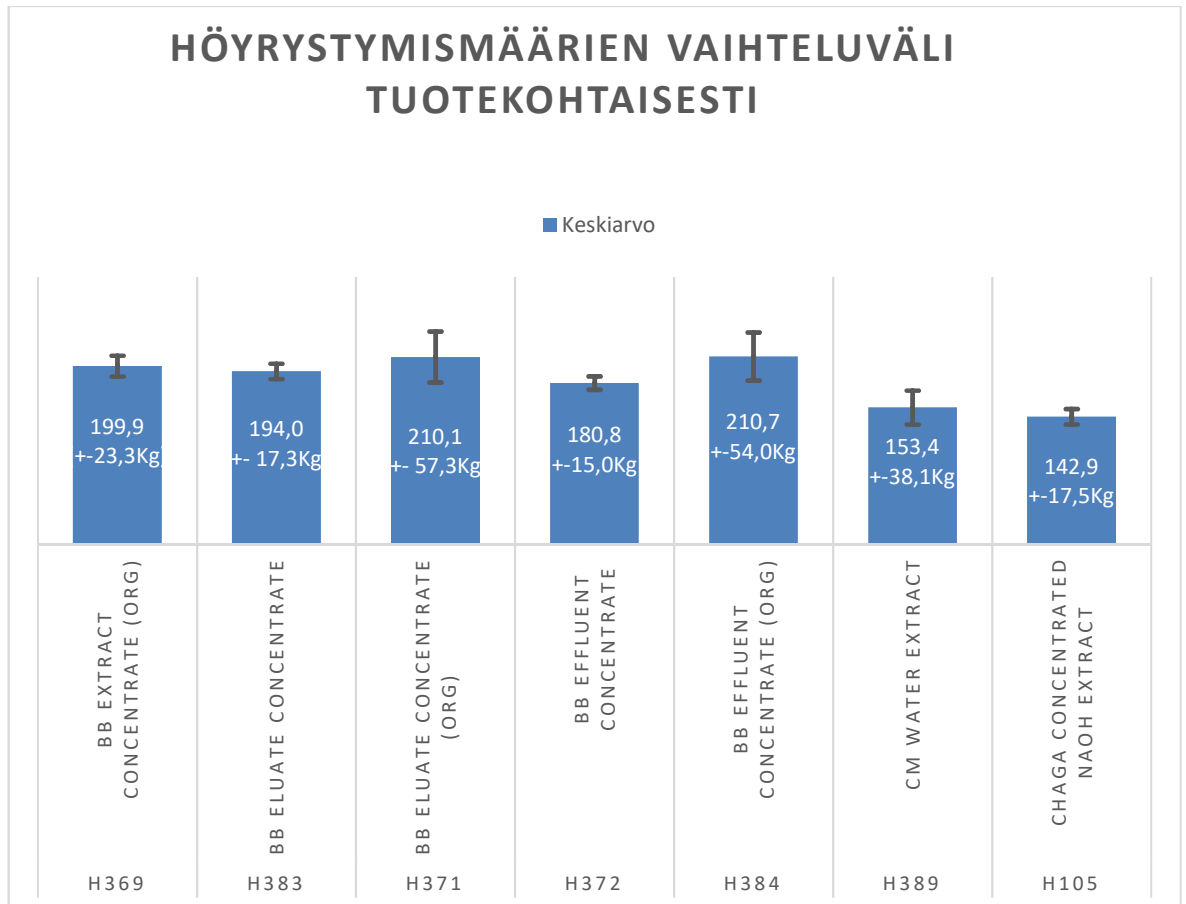
Kuvio 7. Asetusajan osuus käytetystä varausajasta.

7.3 Kapasiteetti

Kuviossa 8 on verrattu eri tuotteiden valmistuksessa haihtuvan veden/alkoholin määrää. Tuote-erät on valittu satunnaisotannalla koko tuotannon ajalta. Kuvioista havaittava haihdutusmäärät ovat tuntikohtaisia keskiarvoja koko tuotteen historian ajalta. Kokonaisotanta kattaa kymmenen eri tuotetta 387:ltä konetyötunnilta. Kuvioista 8 voidaan havaita, että suurin höyrystymismäärä oli tuotteella BB Eluate concentrate (ORG) (H371) määrällään 217,4 kg/tunti. Pienin keskiarvoinen haihdutusmäärä oli tuotteella BB Effluent Concentrate (ORG) (m1-h272) määrällä 91,8 kg/h. Kaikkien kymmenen tuotteen keskiarvo höyrystymiskapasiteetti oli 183,5 kg/h



Kuvio 8. Toteutuneet haihdutusmäärät tuotekohtaisesti.



Kuvio 9. Höyrystysmäärien vaihteluväli tuotekohtaisesti.

Yllä olevassa kuviossa on esitettyä höyrystymisen vaihteluväli tuotekohtaisesti. Kuviossa on verrattu eräkohtaisia keskiarvoja keskenään. Kuvioista nähdään, paljonko haihdutusmäärät vaihtelevat saman tuotteen kohdalla eri erien välillä. Suurin vaihteluväli oli tuotteella BB Eluate Concentrate (ORG) (H371) 57,3kg/tunti, mikä on 27% keskiarvoisesta haihdutusmäärästä. Toinen merkittävän suuri vaihteluväli oli tuotteella BB Effluent Concentrate (ORG) (H384) 54kg/tunti, mikä on 26% keskiarvoisesta haihdutusmäärästä. Pienin vaihteluväli oli tuotteella BB Effluent concentrate (H372) 15,0kg/tunti mikä on 8% keskiarvoisesta haihdutusmäärästä. Toiseksi pienin vaihteluväli oli tuotteella BB Eluate concentrate (H383), 17,3kg/tunti, mikä on 9% keskiarvoisesta haihdutusmäärästä. Vaihteluvälin keskiarvo oli kyseisten tuotteiden kohdalla 31,8kg/tunti, joka on 17% keskiarvoisesta haihdutusmäärästä.

8 TULOSTEN ANALYSOINTI

8.1 Käyttöaste

Höyrystimen käyttöaste laskettuna 24:lle tunnille vuorokaudessa ja seitsemälle päivälle viikossa näkyy (kuviossa 5). Viikonloppuisin, jolloin tuotannossa ei ole toimintaa, ei tarkoita kuitenkaan, että höyrystimen käyttöaste olisi nolla, koska konetta voidaan ajaa ilman kokoaikaista aktiivista valvontaa.

Viikoittainen käyttöaste höyrystimellä oli keskiarvoisesti 39% ja vaihteli 24% ja 66% välillä. Koska höyrystin toimii ympärivuorokautisesti, tulisi käyttöasteen olla lähempänä 100%:a Höyrystimen käyttöasteen ollessa maksimissaan 66% ja keskiarvoisesti 39% tarkoittaa, että koneen käyttöastetta voidaan nostaa tarvittaessa merkittävästi suunnittelemalla huolellisesti höyrystimen tuotantoaikataulu.

Niinä aikoina, jolloin tuotannossa on ollut toimintaa, höyrystimen käyttöaste on ollut keskiarvoisesti noin 15% korkeampi, mikä selittyy sillä, ettei viikonloppuisin tuotannossa ole toimintaa. Tämä tarkoittaa, että kuormitushuippuja voidaan pyrkiä tasamaan ottamalla viikonloppuvuorot käyttöön.

Kuviosta 6 voidaan todeta, että tuotannon ollessa ruuhkainen voidaan saavuttaa 92%:n varausaste. Tuotannon kapasiteettia voidaan tehostaa merkittävästi, koska seurantajakson aikana varausasteen keskiarvo oli 54,3%. Keskiarvon ollessa 54,3% ja suurimman saavutetun varausasteen ollessa 92% pystytään varausastetta nostamaan 37,7% huolellisella tuotannon suunnittelulla.

Suunnittelussa voidaan pohtia, onko mahdollista ajaa tiettyjä tuotteita varastoon, jolloin voidaan nostaa tuotteen käyttöastetta.

Käyttöasteen korottamisessa voidaan miettiä, mitä korottamisella haetaan. Seurantaajanjakson mukainen tuotantotahti olisi toteutettavissa kahdella työvuorolla, kuormitushuippuja tasaamalla, eikä välttämättä olisi tarvetta kolmelle työvuorolle. Seuranta-ajanjakso sijoittui marjojen ja sienien satokauteen alkaessa viikolta 32 ja päättyen viikkoon 46, jolloin raaka-aineita oli runsaasti saatavilla, mutta voidaan kuitenkin pohtia, onko tämä ruuhkaisin aika tuotannossa.

8.2 Asetusaika

Kuviossa 7 on havainnollistettu asetusajan osuutta koneen varausajasta. Asetusaika on keskiarvoisesti 10,7% ja vaihtelee viikoittain 5,9 ja 15,9%:n välillä. Asetusaikaan vaikuttavat merkittävästi erien määrä sekä tuotteiden vaihtuvuus. Mikäli halutaan valmistaa useita eri tuotteita viikon aikana, ei 10%:n asetusajaksi ole viikkotasolla merkittävä. Vaihteluväli 5,9% ja 15,9% on merkittävä seikka, johon voidaan vaikuttaa huolellisella tuotannon suunnittelulla. Asetusajan 10 prosenttiyksikön vaihteluväli viikkojen välillä vaikeuttaa huomattavasti resurssien budjetoimista ja kapasiteetin maksimaalista käyttöä. Suunnittelussa voidaan pohtia, voiko asetusajoja tasata ajamalla joitakin tuotteita puskurivarastoon tilauksen ajon yhteydessä. Tuotteen ajaminen puskurivarastoon pienentäisi asetusajaa sekä parantaisi laitteen käyttöastetta.

8.3 Kapasiteetti

Kapasiteettia on analysoitu kahdelta eri tarkastelu kannalta. Kappaleessa 8.3.1 on verrattu eri tuotteiden haihdutusmääriä keskenään. Kappaleessa 8.3.2 on verrattu saman tuotteen haihdutusmääriä erien välillä.

8.3.1 Eri tuotteiden höyrystymismäärät

Kuviossa 8 on verrattu eri tuotteiden valmistuksessa haihtuvan veden/alkoholin määrää. Tuote-erät on valittu satunnaisotannalla koko tuotannon ajalta.

Haihdutusmäärään vaikuttavat monet ominaisuudet, joihin ei voi tai on erittäin haasteellinen vaikuttaa. Sisäisesti haihtumiseen vaikuttavat tuotteen omat ominaisuudet sekä haihtuvan nesteen ominaisuudet. Ulkoisesti vaikuttavia ominaisuuksia haihdutusmäärään on mm. ilmanpaine ja – kosteus sekä ulkolämpötila.

Vaikka olosuhteisiin vaikuttaminen on haastavaa, voidaan kuviosta 8 huomata, että tuotteiden keskimääräinen tuntikohtainen haihdutusmäärä on lähellä keskiarvoa. Keskiarvoisesti haihdutusmäärä on 183,5kg/tunti, josta ainoana merkittävänä poikkeuksena oli BB Effluent Concentrate (ORG) (m1-h272) määrällä 91,8 kg/h. Kyseisen tuotteen poikkeama keskiarvosta on 91,7kg/tunti, mikä saattaa johtua edellä mainituista tuotteen omista tai ulkoisista ominaisuuksista. Poikkeamaan voi vaikuttaa myös tuotantoajankohta, eikä kirjausvirhettäkään voida sulkea täysin pois. Muut vertailu tuotteet höyrystivät hyvinkin tasaisesti keskiarvosta poiketen maltilliset \pm 33,9 kg/tunti.

8.3.2 Tuotekohtainen vaihteluväli

Kuviossa 9 on verrattu eräkohtaisia keskiarvoja keskenään. Kuviossa 9 nähdään, paljonko haihdutusmäärät vaihtelevat saman tuotteen kohdalla eri erien välillä. Haihdutusmäärään vaikuttavat tuotanto-olosuhteet, kuten ulkolämpötila ja ilmanpaine ja -kosteus. Tuotekohtaisessa tarkastelussa tuotteen omat ominaisuudet ovat rajautuneet pois, koska vertailukohtana on sama tuote.

Kuviossa 9 voidaan päätellä, että haihdutusmäärät pysyvät hyvin samoina suurimmalla osalla tuotteista. Suurin vaihteluväli oli tuotteella BB Eluate Concentrate (ORG) (H371), 57,3kg/tunti, mikä on 27% keskiarvoisesta haihdutusmäärästä. Toinen merkittävän suuri vaihteluväli oli tuotteella BB Effluent Concentrate (ORG), (H384) 54kg/tunti, mikä on 26% keskiarvoisesta haihdutusmäärästä.

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä kohdeyrityksenä oli Eevia Health Oy, joka pyrkii jatkuvasti parantamaan valmistusvalmiuksiensa ja -ominaisuuksiensa tuottavuutta ja tehokkuutta. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia höyrystimen käyttöaste, asetusaika sekä höyryttämiskapasiteetti.

Opinnäytetyöstä käy ilmi, että höyrystin ei tutkimusajanjaksolla toiminut maksimikapasiteetilla. Höyrystimen viikkokohtaista varausastetta pystytään nostamaan 37,7% huolellisella tuotannon suunnittelulla ja tasaamalla kuormitushuippuja. Tarvittaessa viikonloppuvuorojen käyttöönotto tarjoaa kapasiteettia, jota voidaan käyttää tasaamaan kuormitushuippuja.

Työn lopputuloksena saatiin vastaukset tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksen tulokset varmistivat yritykselle sen tiedon, mitä he osasivat olettaa. Tutkimuksessa saadut tulokset toimivat pohjana tuotannon suunnittelussa ja jatkokehittelyssä.

Jatkokehittelyä tuotannon kapasiteetin ja tehokkuuden tutkimiselle voisi olla saman kaltaisen tutkimuksen toteuttaminen myös muille koneille tuotantoketjussa.

LÄHTEET

- Berglund, A., Järvenpää, M., Lehtinen, J. & Ylinen, M. 2001. Toiminnanohjausjärjestelmien hyväksikäytön nykytila Keksi-Pohjanmaan, Seinäjoen ja Vaasan ammattikorkeakoulujen toimialueella. Kokkola: Centria ammattikorkeakoulu.
- Fellows, P. 2000. Food processing technology Principles and practice. 2. painos. New York: CRC Press.
- Figura, L. O. & Teixeira, A. A. 2007. Food Physics. Berliini: Springer.
- Kivimäki, O. 2017. Koneenkäyttöinsinööri. Eevia-Health. Haastattelu 24.11.2007.
- Oranto, O. 2012 Ohutfilmihaihduttimen käyttöohjeen laatiminen ja malliliuoksen valinta. [Verkkolähde]. Turku: Turun Ammattikorkeakoulu. Bio- Ja elintarviketekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 20.4.2018]. Saatavana: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/51819/Oristo_Carita.pdf?sequence=1
- Seppänen, R., Kervinen, M., Parkkila, I., Karkela, L. & Meriläinen, P. 2009 maol taulukot. Helsinki: Otava.
- Singh, R. P. & Heldman, D. R. 2001. Introduction to Food Engineering 3. painos Lontoo: Academic Press.
- Uusi-Rauva, E., Haverila, M., Kouri, I. & Miettinen, A. 2003. Teollisuustalous 4. painos. Tampere: Tammer-Paino.
- Valentas, K. J., Rostein, E. & Singh R. P. 1997. Handbook of Food Engineering Practice. New York: CRC Press.