

Mirva Pietilä

Esijäähdytyksen käyttömahdollisuudet maidon jäähdytyksessä suomalaisella maitotilalla

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Maa- ja metsätalouden yksikkö Ilmajoki

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Maatalouden tuotantotalous



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Maa- ja metsätalouden yksikkö Ilmajoki
Koulutusohjelma: Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto: Maatalouden tuotantotalous

Tekijä: Mirva Pietilä

Työn nimi: Esijäähdytyksen käyttömahdollisuudet maidon jäähdytyksessä suomalaisella maitotilalla

Ohjaaja: Kimmo Nissinen

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 36

Liitteiden lukumäärä: 0

Toimiva ja nopea jäähdytys on avainasemassa maidon laadun ja jäähtymisen kannalta. Suomalaisessa lainsäädännössä on säädetty vastaanotettavan maidon lämpötilavaatimuksista ja siitä, että maito ei saa jäätyä. Lisäksi osuuskuntien hoitamassa maidonkeräilyssä liian lämmintä maitoa ei saa ottaa kyytiin. Tällä hetkellä suomalaisilla maitotiloilla maito jäähdytetään vasta tilasäiliössä, mikä asettaa tiettyjä vaatimuksia tilasäiliölle ja jäähdytyslaitteistolle. Maidon jäähdytys on yksi energiaa kuluttavimmista lypsyprosessin vaiheista. Näihin haasteisiin pyritään vastaamaan tehostamalla jäähdytystä ja energian käyttöä maidon esijäähdyttimen avulla.

Opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää maidon esijäähdytysjärjestelmän käyttöönottomahdollisuuksia jäähdytysprosessissa suomalaisella maidontuotantotilalla. Lisäksi tavoitteena oli selvittää, että vähentääkö maidon esijäähdytys maidon jäähdytykseen kuluva energiamäärä. Tietoa työhöni hankittiin erilaisista kirjallisista lähteistä, haastattelemalla ihmisiä ja tutkimalla laitevalmistajien Internet -sivuja. Eri lähteitä vertailemalla ja analysoimalla löysin luotettavimmat tiedot ja niitä olen käyttänyt työssäni.

Esijäähdytysjärjestelmän hyötyinä voidaan pitää sen tuomaa joustavuutta lypsyyn, maidon jäähdytykseen ja maidon keräilyyn. Lisäksi esijäähdytysjärjestelmä toimii varajäähdyttimenä, jos tilasäiliön jäähdytyslaitteiden kanssa on ongelmia. Esijäähdyttimen käyttö on energiatehokasta ja pienentää jäähdytyksen energiankulutusta. Lisäksi esijäähdyttimen avulla voidaan esilämmittää käyttövettä. Paras mahdollinen hyöty esijäähdyttimestä saadaan, kun sitä käytetään yhdessä tilasäiliön lämmöntalteenottojärjestelmän kanssa. Esijäähdyttimen epävarmuustekijänä voidaan pitää, että laite ei peseudy kunnolla.

Saatuja tuloksia voivat hyödyntää tuottajat, MTT Maitokoneet -yksikkö sekä maidon jalostuslaitokset. Tuottajat voivat hyödyntää tuloksia toimintansa kehittämiseen. Jalostuslaitokset ja MTT Maitokoneet -yksikkö voivat käyttää tuloksia tuottajien neuvonnassa.

Avainsanat: Maidon jäähdytys, maidon esijäähdytys, maidon lämmön talteenotto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Ilmajoki School of Agriculture and Forestry
Degree programme: Agriculture and Rural enterprises
Specialisation: Agricultural production economics and farm management

Author/s: Mirva Pietilä

Title of thesis: Use of pre-cooling systems to cool milk at Finnish dairy farms

Supervisor(s): Kimmo Nissinen

Year: 2011

Number of pages: 36

Number of appendices: 0

Effective and rapid cooling is the key to the quality of milk from the cooling point of view. The law stipulates the temperature of incoming milk and that milk cannot freeze. Also milk collection can't be carried out if the milk is too warm. Nowadays milk cools in bulk tanks on Finnish dairy farms. The size of the farm determines the required size of the bulk tanks and cooling units. Cooling milk is one of the biggest energy consumption phases in the milking process. These challenging energy costs are answered by intensifying cooling and energy use with a milk pre-cooling system.

The purpose of my thesis was to find out how a milk pre-cooling system could work on Finnish dairy farms. In addition one of the goals was to find ways to reduce the amount of energy which is used for milk cooling. I have found information for my thesis from different literary sources, interviewing people and researching the web pages of equipment manufacturers. By analyzing and comparing different sources I found the most reliable information and I used this in my thesis.

The benefits of a milk pre-cooling system are that it gives flexibility to milking, milk cooling and milk collection. Besides this it acts as a reserve cooling system if there is a problem with the bulk tanks' cooling system. It is energy-efficient to use a milk pre-cooling system. Also it can pre-warm water which can be used elsewhere. The best benefit comes from using a milk pre-cooling system with a heat recovery unit. One uncertain factor about using a milk pre-cooling system is its cleaning.

This research is useful for milk producers, MTT Maitokoneet and milk processing factories. Milk producers can use the results for developing their dairy farms. Milk processing factories and MTT Maitokoneet can use the results for advising milk producers.

Keywords: Cooling milk, milk pre-cooling system, milk heat recovery unit

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
1 JOHDANTO.....	6
2 MAIDON LAATU.....	7
2.1 Maidon lainsäädännöllinen laatu.....	7
2.2 Maidon laatusopimuksen mukainen laatu.....	8
3 MAIDONKÄSITTELYN PROSESSIT.....	12
3.1 Lypsy.....	12
3.2 Maidon käsittelylaitteiden pesu.....	13
3.3 Jäähdytys.....	15
3.4 Prosessien energiankulutus.....	17
3.4.1 Työvaiheiden energiankulutus.....	17
3.4.2 Käytössä olevat keinot energian kulutuksen vähentämiseksi.....	18
4 MAIDON ESIJÄÄHDYTYSMENETELMÄ.....	20
4.1 Erilaiset esijäähdytysjärjestelmät ja niiden toimintaperiaatteet.....	20
4.2 Lämmön talteenottojärjestelmä ja esijäähdytin.....	23
4.3 Esijäähdytysjärjestelmän hyödyt ja sen hankinta.....	23
4.4 Tilaesimerkki esijäähdytys- ja maidon lämmön talteenottojärjestelmän käytöstä.....	25
5 MAIDON ESIJÄÄHDYTYKSEN KÄYTTÖMAHDOLLISUUKSIEN KARTOITUS.....	28
5.1 Maidon jäähdytyksen nykytilanteen kuvaus.....	28
5.2 Kehittämistyön tarkoitus, kehittämismenetelmät ja tietojen analysointi.....	31
5.3 Tulokset ja niiden tulkinta.....	31
5.3.1 Esijäähdytysmenetelmän käyttöönotto maidon jäähdytysprosessissa	31
5.3.2 Jäähdytykseen kuluvan energiamäärän vähentäminen.....	34

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	36
LÄHTEET	37

1 JOHDANTO

Kautta aikojen suomalainen maito on tuotettu pienillä perhetiloilla, mutta viimeisen viidentoista vuoden aikana maidontuotannon rakenne on muuttunut radikaalisti. Osa suomalaisesta maidosta tuotetaan jo yli sadan lehmän tiloilla. Samalla, kun tilakoko on Suomessa kasvanut, ovat maitotilat vähentyneet huomattavasti. Vuonna 2009 suomalaista maitoa tuotetaan 11 244 tilalla, joiden keskilehmäluku on 27 eläintä.

Vaikka maitotilojen määrä on viime vuosina vähentynyt, maidontuotanto on kuitenkin pysynyt lähes ennallaan. Vuositasolla Suomessa maitoa tuotetaan meijeriin noin 2 200 miljoonaa litraa. Tähän on päästy pitkäjänteisellä eläinten jalostustyöllä, jonka ansiosta lehmien keskituotos on noussut huomattavasti. Kohonneen keskituotoksen myötä myös tilakohtaiset tuotokset ovat nousseet. Tämä puolestaan on tuonut lisähaastetta maidon jäähdyttämiseen ja säilyttämiseen. Osuuskunnat hoitavat maidonkeräilyn Suomessa. Maidon on säilyttävä tilalla kaksi päivää, eli neljän lypsykerran maidot on pystyttävä jäähdyttämään ja varastoimaan tilalla vaaditun ajan. Tämä asettaa tiettyjä vaatimuksia tilasäiliöille ja maidon jäähdytyslaitteistoille. Toimiva ja nopea jäähdytys ovat avainasemassa maidon laadun ja jäähdytyksen kannalta. Tällä hetkellä suomalaisilla maitotiloilla maito jäähdytetään vasta tilasäiliössä, mikä asettaa jo pelkästään maituhuoneelle tiettyjä vaatimuksia.

Sain työhöni aiheen MTT Maitokoneet -yksiköltä ja toteutin työni osana Kilpailukykyä maidontuotantoon –hanketta. Työn tavoitteena oli selvittää maidon esijäähdytyksen käyttömahdollisuuksia suomalaisilla maitotiloilla sekä sen vaikutusta maidon jäähdytykseen ja energiakäyttöön. Kasvava tilakoko ja lisääntynyt maidontuotanto tuovat maidon jäähdyttämislle oman haasteensa, johon nyt pyritään saamaan lisäapua tehostamalla jäähdytystä ja energiakäyttöä maidon esijäähdyttimen avulla. Esijäähdytysjärjestelmää käytettiin Suomessa 1970 - 1980 - luvuilla. Nykyään maidon esijäähdytysjärjestelmä on Suomessa harvinainen, mutta joiltakin tiloilta sellainen löytyy. Yhdysvalloissa esijäähdytysjärjestelmä on yleinen suurilla tiloilla.

2 MAIDON LAATU

Maidon peruslaatu syntyy maidontuotantotilalla, sillä kun maito on lähtenyt tilalta jalostettavaksi, sen laatutekijöistä voivat muuttua vain lämpötila, jäätymispiste ja bakteerimäärä. Näin ollen tilat ovat ratkaisevassa asemassa hyvälaatuisen raakamaidon tuottamisessa teollisuudelle. Maidon laadun arviointi alkaa jo lypsyn aikana. Alkusuihkeen avulla tuottaja arvioi maidon ulkonäköä ja sen kelvollisuutta. Lypsyn jälkeen tilasäiliössä olevan maidon laatua seurataan päivittäin. Suomalainen maito onkin laadultaan EU:n parhaimpia, kun verrataan eri maissa tuotetun maidon solu- ja bakteeripitoisuuksia. Lisäksi suomalaisessa maidossa todetaan harvoin antibioottijäämiä, vaikka vahinkoja silloin tällöin sattuu. Maidon laatuvaatimukset perustuvat sekä lakisääteisiin että meijeriteollisuuden omiin vaatimuksiin. (Aho & Hildén 2007, 12 - 16.)

2.1 Maidon lainsäädännöllinen laatu

Euroopan parlamentin ja neuvoston antaman asetuksen mukaan maidon on täytettävä tietyt laatuvaatimukset. Tässä asetuksessa painotetaan etenkin maitoa tuottavien eläinten terveyttä. Asetuksen mukaan maidon tulee olla peräisin eläimistä, joissa ei ole oireita maidon välityksellä ihmisiin leviävistä tartuntataudeista. Lisäksi näiden eläinten yleisen terveydentilan tulee olla hyvä. Sellaisia eläimiä, joille on annettu Euroopan parlamentin kieltämiä aineita tai tuotteita, ei saa käyttää maidontuotannossa. Jos eläimelle annetaan sellaisia aineita tai tuotteita, jotka Euroopan parlamentti on hyväksynyt mutta joissa on varo aika, tulee tätä varoaikaa noudattaa. Lisäksi maitoa tuottavien tilojen on oltava luomistaudista ja turbekuloosista vapaita. (Euroopan unionin virallinen lehti, 2004, L226/69.) Suomalaisessa maidontuotantoa koskevassa lainsäädännössä on edellisten lisäksi painotettu eläinten puhtaanapitoa. Tällöin tuottajan on jatkuvasti seurattava eläinten puhtautta ja varmistettava, että eläimet täyttävät eläimistä saatavien elintarvikkeiden hygieniasetuksen. (Oikeusministeriö, 2006, 437.)

Asetuksen mukaan maidosta on myös otettava pistokokein edustava määrä näytteitä, jotta voidaan varmistua maidon laadusta ja puhtaudesta.

Raakamaidon on täytettävä seuraavat laatuvaatimukset:

- Meijerituotteiden valmistukseen käytettävän maidon bakteerien pesäkemäärä 30 °C:ssa /ml \leq 100 000
- Somaattisten solujen määrä / ml \leq 400 000

Pesäkemäärä mitataan liukuvana geometrisena keskiarvona (taulukko 2) kahden kuukauden aikana, jolloin on otettava vähintään kaksi näytettä kuukaudessa. Somaattisten solujen määrä mitataan kolmen kuukauden geometrisena keskiarvona, jolloin on otettava vähintään yksi näyte kuukaudessa, jollei vastaanottava osuuskunta toisin määrää. (Euroopan unionin virallinen lehti, 2004, L226/72.)

Suomalaisessa lainsäädännössä on myös säädetty maidon keräilylämpötilasta. Meijerikuljetusta varten maidon lämpötila voi korkeintaan olla 6 °C. Yksittäistapa-uksissa kuljetukseen voidaan kuitenkin ottaa maitoa, jonka lämpötila on korkeintaan 10 °C. Tämä kuitenkin edellyttää, että kuljetussäiliössä olevan maidon lämpötila ei saa ylittää 6 °C. Nämä lämpötila-asetukset pätevät myös tilasäilytyksessä ja lisäksi on huolehdittava siitä, että maito ei pääse tilalla jäätymään. Suositus kuitenkin on, että maidon säilytyslämpötila tilalla on alle 4 °C. (Oikeusministeriö, 2006, 439 - 440.)

2.2 Maidon laatusopimuksen mukainen laatu

Valiolaisen laatuohjelman mukaan tilalta luovutettavan maitoerän tulee täyttää voimassa olevat vaatimukset, jotka perustuvat Euroopan Unionin hygieniapakettiin ja kansalliseen lainsäädäntöön. Maidosta ei saa poistaa eikä siihen saa lisätä mitään. Tilalta ei saa luovuttaa ominaisuuksiltaan hylättävää maitoa elintarvikkeiden valmistukseen. Myöskään maitoa, jossa epäillään olevan haitallisia kemiallisten aineiden jäämiä, ei saa luovuttaa tilalta. Jos maito ei täytä laatuvaatimuksia, tuottajan on ryhdyttävä korjaaviin toimenpiteisiin. Maidontuottajan tulee välittömästi

ilmoittaa hankintaosuuskuntaan, jos tilasäiliössä oleva maito on jalostukseen kelpaamatonta. Maidontuottajalla onkin oltava tuotantomenetelmät, joilla hän varmistaa laatuvaatimusten täyttymisen. (Maidon laatukäsikirja 2007, 15 - 20.)

Ternimaitoa ei saa lähettää meijeriin, koska sitä ei voida koostumuksensa takia käyttää meijeriprosesseissa. Valio on laatukriteereissä asettanut ternimaidolle varoajaksi 8 lypsykertaa eli neljä vuorokautta poikimisesta lähtien. Myös ennen poikimista lypsetyn maidon suhteen pitää noudattaa 4 vuorokauden varoaikaa. Maidon laatu pitää tarkastaa ennen meijeriin lähettämistä ja maidon on oltava normaalin näköistä ja hajuista. Umpeenmenevien lehmien maidon laatu pitää myös tarkastaa. Vähäisessä maidossa olevilla eläimillä haju- ja makuvirheet ovat maidossa yleisiä. Jopa pari virheellistä maitolitraa voi pilata koko tilan maidon tai jopa maitokuorman. (Maidon laatukäsikirja 2007, 21.)

Taulukko 1. Tilan raakamaidon laatuvaatimukset (Maidon laatukäsikirja 2007).

Ominaisuus	Tavoitearvo	Hyväksymisraja	Hylkäysraja
Estoaine/ antibi- oottijäämät	negatiivinen	negatiivinen	+
Haju/ ulkonäkö	normaali	normaali	selvästi poikkeava
Lämpötila	≤ 4 °C, ei saa olla jäätynyt	0 – 6 °C	> 10 °C
Somaattiset solut	< 250 000 kpl/ml	3:n kk geom. ka ≤400 000 kpl/ml	toistuvat ylitykset
Bakteerien pesä- kemäärät	< 50 000 pmy/ml	2:n kk geom. ka ≤100 000 pmy/ml	toistuvat ylitykset

Maitoauton kuljettaja tarkastaa maidon lämpötilan ennen sen vastaanottamista. Maitoauton vastaanottojärjestelmä mittaa automaattisesti koko imun ajan tilasäiliömaidon lämpötilaa. Tieto tallentuu maidonkeräilyn tietokantaan, ja kun maidon vastaanotto päättyy, tuottajalle jätetään kuitti, jossa on maitomäärä ja lämpötila. Tehtaalla maitoauton kuljettaja tulostaa kuormaan kerätyistä maidoista raportin, jossa näkyy lämpötilat. Tietokannasta lähtee tekstiviestinä, sähköpostiviestinä tai kirjeenä hälytysviesti tiloille, joilla maidon lämpötila on ollut yli 6 °C. (Ylinen 2011.)

Maidon laadulla ja koostumuksella on merkitystä siitä saatavaan hintaan. Hinnan muodostuksessa otetaan huomioon valkuaisosa, rasvaosa sekä kausiosa. Näistä tekijöistä muodostuu maidon kuukausitilityshinta. Lopullinen hinta muodostuu tilakohtaisesti toteutuneen maidon laadun ja koostumuksen pohjalta. Koostumushinnoittelua varten maidosta otetaan näytteet pääsääntöisesti kaksi kertaa kuukaudessa ja hinnoittelun perusteena on kahden viimeisimmän kuukauden rasva- ja valkuaistulosten aritmeettiseen keskiarvoon. (Maidon laatukäsikirja 2007, 22 - 23.) Maitonäytteet otetaan maitoautoissa olevilla automaattisilla maidonnäytteenottolaitteilla. Näytteenotto on niin sanottu suhteellinen näyte, jolloin näytteenottolaite tiputtaa maitoa näytteenottopikariin koko tilasäiliön maitomäärästä. (Ylinen 2011.)

Tuotettu maito voidaan jakaa laatuluokkiin, joita on kolme. Tuottajamaidon hinnoittelu määritellään Valion laatusopimuksessa. Tuottajalle voidaan myös maksaa laatusopimuslisää yhden kuukauden jaksoissa. Maidon tulee olla koko kyseisen jakson ajan parhaassa luokassa. Laatusopimuslisä perustuu voimassa olevaan laatusopimukseen ja laatusopimusehtojen noudattamiseen. (Maidon laatukäsikirja 2007, 22 - 23.)

Taulukko 2. Maidon laatuluokat (Maidon laatukäsikirja 2007).

Luokka	Bakteerien pesäkemäärä, 2:n kk geom. ka	Somaattiset solut 3:n kk geom. ka
E	< 50 000	< 250 000
I	50 000 – 100 000	250 000 – 400 000
II	> 100 000	> 400 000

Geometrinen keskiarvo: 3 kuukauden geometrinen keskiarvo mitataan yleensä kaksi kertaa kuukaudessa otettavien näytteiden perusteella. 2 kuukauden geometristä keskiarvoa käytettäessä otetaan vähintään kaksi näytettä kuukaudessa.

3 MAIDONKÄSITTELYN PROSESSIT

3.1 Lypsy

Maidontuotantorakennuksessa on oltava tilat eläintenpidolle, lypsämiselle sekä maidon jäädyttämiselle ja varastoinnille. Maidontuotantorakennus on pidettävä puhtaana ja hyvässä kunnossa. Lypsypaikan on oltava riittävän tilava, jotta lypsy voidaan suorittaa hygieenisesti. Pintamateriaaleiltaan lypsypaikan on oltava sellainen, että se voidaan helposti pitää puhtaana sekä ulosteet ja jätteet on voitava tehokkaasti poistaa sieltä. Riittävä valaistus on tärkeää, jotta eläimet voidaan todeta terveeksi ja lypsyn suorittaminen hygieenisesti on mahdollista. Jos lypsy tapahtuu muualla kuin eläintenpitotiloissa, on lypsämistä varten oltava lypsyasema, jota käytetään vain lypsyssä. Kulkureitit lypsypaikalle on pidettävä puhtaana niin, ettei eläinten, lypsäjien ja lypsyvälineiden mukana kulkeudu likaa siinä määrin, että lypsyhygieniä vaarantuu. (Oikeusministeriö 2006, 437 - 438.)

Ennen lypsämistä ja sen aikana lypsypaikalla ei saa tehdä sellaista työtä, joka voi vaikuttaa haitallisesti maidon hygieeniseen laatuun. Ennen lypsyn aloittamista lypsylaitteiston maitosuodattimet on vaihdettava ja lypsäjien sekä maidonkäsittelyyn osallistuvien henkilöiden on pestävä kätensä. Kädet tulee pitää puhtaina myös lypsyn ajan. (Oikeusministeriö 2006, 439.) Itse lypsäminen on suoritettava hygieenisesti. Lypsy aloitetaan pesemällä vetimet ja tarvittaessa utare sekä niiden lähi-alueet. Jokaisen eläimen maito on tarkastettava alkusuihkeilla ennen koneen kiinnittämistä joko aistinvaraisten tai fysikaalisten ja kemiallisten muutosten varalta. (Euroopan unionin virallinen lehti 2004, L226/71.) Eläimet, joissa havaitaan utare-tulehduksia tai joiden maito voi lääkityksestä johtuen sisältää antibioottijäämiä, lypsetään viimeiseksi ja maitoa ei laiteta elintarvikekäyttöön. Myös ternimaito on lypsettävä erikseen muusta elintarvikkeeksi tarkoitettusta maidosta. (Oikeusministeriö 2006, 439.)

Lypsimen kiinnitys tapahtuu huolellisen vetimien pesun jälkeen. Lypsin voidaan kiinnittää, kun maito on laskeutunut utareen alaosaan. Lypsin on asetettava niin, että sen painon jakautuminen eri vetimille saadaan mahdollisimman tasaiseksi. Lypsyä on seurattava koko ajan. Lypsin voidaan irrottaa, kun utare on lähes tyhjä. Jokaiseen terveeseen neljännekseen saa jäädä vähän maitoa ja tätä voidaan pitää onnistuneen lypsyn mittana. Lypsintä käsiteltäessä on aina vältettävä ilman päästämistä maitoputkistoon. (Maidon laatukäsikirja 2007, 60 - 61.)

Lypsimen irrottamisen jälkeen voidaan käyttää vedinkastoaineita, joiden tulee olla toimivaltaisen viranomaisen hyväksymiä (Euroopan unionin virallinen lehti 2004, L226/71). Vedinkastoon tarkoitettuja tuotteita saa käyttää vain välittömästi lypsimisen jälkeen (Oikeusministeriö 2006, 439). Vedinkastoaineen tarkoituksena on tuhota utaretulehduksia aiheuttavia bakteereita vetimen iholta (Moisio 2002). Vedinkastoaineet sisältävät utaretulehdusbakteereita vastaan vaikuttavia ja ihoa hoitavia aineita. Vaikuttavia aineita ovat muun muassa jodi, klooriheksidiini, klooridioksidi ja maitohappo. Hoitavia aineita ovat muun muassa glyseroli, sorbitoli, lano-liini ja aloe vera. (Hovinen, Arminen & Pyörälä 2010, 1 - 3.)

3.2 Maidon käsittelylaitteiden pesu

Lainsäädäntö vaatii, että pesuihin käytettävän veden on täytettävä tietyt vaatimukset. Sellaisen veden, jota alkutuotantopaikalla käytetään eläinten juomavetenä sekä alkutuotantopaikan laitteiden ja välineiden puhdistamiseen ja huuhteluun, on oltava puhdasta. Vedessä ei saa olla vierasta hajua tai makua, pieneliöitä, loisia eikä vieraita aineita, jotka saattavat vaarantaa alkutuotannon tuotteiden ja niistä saatavien elintarvikkeiden turvallisuuden. Vedestä tulee tutkia vähintään *Escherichia coli* ja suolistoperäiset enterokokit. Lisäksi vedestä pitää aistinvaraisesti tutkia hajua ja makua. Nämä tutkimukset on tehtävä ennen veden käyttöönottoa ja sen jälkeen vähintään kolmen vuoden välein vesinäytteestä, joka edustaa pesuun ja huuhteluun käytettyä vettä. Käyttöönottotutkimuksesta saatava todistus on säilytettävä pysyvästi ja muista tutkimuksista tulokset pitää säilyttää vähintään kymmenen vuotta. (A 13.1.2006/134.)

Maidon käsittelylaitteiden pesutapahtumaan on sisällyttävä esihuuhtelu, pesuvaihe, välihuuhtelu, desinfiointi sekä loppuhuuhtelu. Laitteet ja välineet ovat puhdistuksen ja desinfioinnin jälkeen huuhdeltava asetuksen vaatimukset täyttävällä vedellä. Pesutapahtuman jälkeen tulee varmistua siitä, että huuhteluvesi valuu pois laitteista ja säiliöistä. (Maidon laatukäsikirja 2007, 67.)

Esihuuhtelun tarkoituksena on poistaa laitteista suurin osa maitojäämistä. Lämpötilan on oltava noin 40° C, mutta se ei saa ylittää 50° C, jotta maidon valkuainen ei pala kiinni laitteen pintoihin. Esihuuhtelu tulee tehdä läpihuuhteluna, sillä maitoista vettä ei kannata kierrättää laitteistossa. Esihuuhtelun jälkeen tulee pesuvaihe, jonka lähtölämpötilan tulee olla 80 - 85° C, jotta veden loppulämpötila olisi yli 50 - 55° C. Käsipesussa pesuvien lämpötilasuositus on 50° C. Pesun tulee kestää 5 - 8 minuuttia. Pesuvaiheen jälkeen tulee välihuuhtelu, joka tehdään yleensä läpihuuhteluna. Sen tarkoitus on poistaa laitteistosta sinne jääneet pesuainejäämät. Välihuuhtelun jälkeen tulee loppuhuuhtelu, sillä välihuuhtelu harvoin riittää poistamaan pesuainejäämät. Myös loppuhuuhtelu tehdään läpihuuhteluna. Desinfiointi voidaan tarvittaessa suorittaa välihuuhtelun ja loppuhuuhtelun välissä, jos esimerkiksi veden laatu on tilapäisesti heikko. Desinfiointi voidaan tehdä tarpeen mukaan joko kloorilla, hapolla tai kuumalla vedellä. (Maidon laatukäsikirja 2007, 67.)

Maidonostajan laatuvaatimuksena on, että maidon käsittelylaitteiden pesussa käytettävien pesuaineiden tulee olla MTT:n ylläpitämällä Maidonkäsittelyn pesu- ja desinfiointiaineet -listalla. Yleinen pesutapa on käyttää emäksistä yhdistelmäpesuainetta, johon lisätty klooria desinfiointivaikutuksen aikaansaamiseksi. Hapopesun tarkoituksena on poistaa saostumia ja se tehdään kerran viikossa tai tarvittaessa useamminkin. Toinen pesutapa on vuoropesu, jossa pestään vuoroittain pesukerros happamalla ja emäksisellä pesuaineella. Tätä tapaa suositellaan etenkin silloin, kun vesi on kovaa tai rautapitoista. Tärkeää on muistaa, että happoa ja emästä ei saa sekoittaa keskenään, sillä klooria sisältävät pesuaineet ja happo muodostavat myrkyllistä kloorikaasua. (Maidon laatukäsikirja 2007, 68.)

Tilasäiliön pesussa vaiheet ovat samat kuin lypsykoneen pesussa. Pesussa on tärkeää huomioida se, että veden lämpötila laskee nopeasti kylmällä teräspinnalla.

Tästä johtuen huuhteluvesien ja pesuveden lämpötilan kanssa on oltava erittäin tarkka. Erona on se, että pesu voidaan suorittaa koneellisesti tai käsin. Käytännössä kaikki umpisäiliöt ovat tarkoitettu koneellisesti pestäviksi. Avosäiliöt pestään yleensä käsin. Koneellinen pesu voidaan tehdä joko pesupumpulla, tilasäiliön pesuautomaatilla tai tilasäiliön ja lypsykoneen yhdistelmäpesuautomaatilla. Pesulaitteen toimintaperiaatteesta riippumatta tärkeää on, että vesimäärä, veden lämpötila sekä pesu- ja desinfiointiaineiden annostus ovat kunnossa. Vaikka tilasäiliö pestäänkin pesulaitteella, sen käyttö ei aina poista käsin pesun tarvetta. Pesu- ja huuhtelutulosta on tarkkailtava jatkuvasti ja itse pesulaitteet on pidettävä kunnossa ja puhtaana. (Rantti, Manninen & Kjerp 1997, 26 - 27; Mäki, Manninen & Nyman 2005, 17 - 21.)

3.3 Jäähdytys

Lainsäädäntö määrää, että maito tulee jäähdyttää ja säilyttää erillisessä maitohuoneessa. Se tulee sijoittaa siten, että se ei ole suorassa yhteydessä eläintenpitotiloihin tai muihin tiloihin, joista voi siirtyä likaa maitohuoneeseen. Näin ollen maitohuone on erotettava muista tiloista välitilan ja kahden suljettavan oven avulla tai yhden oven avulla, jolloin ilmapirta ei saa olla likaisista tiloista maitohuoneeseen päin. Maitohuonetta saa käyttää vain ja ainoastaan maidon ja lypsyvälineiden käsittelyyn. Huoneen tulee olla helposti puhtaana pidettävistä ja kestävästä materiaaleista valmistettu. (Oikeusministeriö 2006, 438.)

Maitohuoneen lämpötilan tulee olla 5 - 25 °C (Maidonlaatukäsikirja 2007, 65). Maitohuoneen ilmanvaihto saattaa helposti olla ongelma maidon jäähdytykselle. Liian korkea ympäristön lämpötila hidastaa maidon jäähdytystä, lisää energian kulutusta ja rasittaa kylmäkoneistoa enemmän. Tähän ongelmaan on lähinnä kolme ratkaisua. Ensimmäinen vaihtoehto on hoitaa maitohuoneen koneellinen ilmanvaihto termostaatilla. Toinen vaihtoehto on maidon lämpö määrän siirtäminen veteen, mutta tämä onnistuu vain silloin, kun varaajassa on kylmää vettä. Kolmas vaihtoehto on koko koneiston tai lauhduttimen sijoittaminen pois maitohuoneesta tilaan, jossa ilma vaihtuu tehokkaammin. Ilmanvaihtoa suunniteltaessa on otettava huo-

mioon, että maitohuoneeseen ei saa tulla ilmaa navetan puolelta, eli maitohuoneessa on aina oltava ylipaine navettaan verrattuna. Etenkin nykyiset tilasäiliöt rasittavat maitohuoneen ilmanvaihtoa huomattavasti, sillä ne siirtävät maidon lämpö määrän välittömästi ilmaan. (Manninen & Nyman 2003, 25.)

Suomalaisilla maitotiloilla jäähdytys tapahtuu tilasäiliöissä, joihin maito myös varastoidaan. Tällä hetkellä käytössä olevat tilasäiliöt ovat toimintatyyppiltään suorasti jäähdyttäviä, mikä käytännössä tarkoittaa, että tilasäiliössä maito ja kylmäaine ovat mahdollisimman läheisessä kosketuksessa keskenään. Tällöin jäähdytyskoneisto tuottaa kaiken tarvitsemansa kylmätehon jäähdytyksen aikana. Tilasäiliön perusosa on maitosäiliö, joka on ympäröity lämpöeristeellä ja ulkoverhoilulla. Suorajäähdytteinen tilasäiliö tekee koko jäähdytystyön lypsyn aikana sekä välittömästi sen jälkeen. Varastoinnin aikana maidon lämpötila pysyy haluttuna kompressorin tarpeen mukaan käyttämällä. Kompressorin toimintaa säädellään termostaatilla, joka on sijoitettu joko maitosäiliön pohjapellin alapintaan tai säiliön seinämän alaosaan. (Rantti ym. 1997, 7 - 9.)

Yleisenä suosituksena on hankkia ISO - standardin 5708 jäähdytysluokka 4Cl:n vaatimukset täyttävä tilasäiliö. Standardin mukaan tämä tarkoittaa sitä, että neljän lypsykerran (=4) tilasäiliö jäähdyttää 25 °C ympäristölämpötilassa (=C) maidon korkeintaan kahdessa ja puolessa tunnissa (=I) 6 °C. Muussa tapauksessa jäähdytymisen kestää turhan kauan, jolloin bakteereiden kasvu lisääntyy ja maito muokautuu. (Manninen & Nyman 2003, 24.)

Lainsäädäntö toteaa, että maito on jäähdytettävä mahdollisimman nopeasti alle 6 °C. Maito ei saa missään tapauksessa jäätyä, sillä jäätyminen johtaa maidon makuvirheisiin. (Manninen & Nyman 2003, 24.) Maidon säilytyslämpötilan tulisi olla tilalla noin 4 °C, jotta bakteerien kokonaismäärä maidossa ei kasvaisi (Rantti ym. 1997, 4). Tilasäiliön jäähdytysteho on riittävä, jos lypsyn päätyttyä maidon jäähtyminen yhdellä asteella kestää korkeintaan 20 minuuttia. Tämä koskee täyttä säiliötä ja maitohuonetta, jonka ympäristölämpötila on korkeintaan 25 °C. (Maidon laatuksikirja 2007, 65.)

3.4 Prosessien energian kulutus

3.4.1 Työvaiheiden energiankulutus

Maidontuotannossa energiankulutus jakaantuu lypsytoimintoihin, maidon jäähdytykseen sekä pesuveden lämmitykseen. Energiankulutus voidaan ilmoittaa kWh/eläinpaikka/vuosi tai kWh/maitotonni. Energiankulutus vaihtelee eri lypsymenetelmien välillä (taulukko 3). Automaattilypsyssä energiankulutus vaihtelee lypsyrobotista riippuen, jolloin erot voivat olla huomattavat. Asemalypsyn energiankulutukseen vaikuttaa myös lypsyjärjestelmän valinta. Navetan putkilypsyssä energiankulutus on pienintä muihin lypsymenetelmiin verrattuna. Tutkimuksen mukaan eniten energiaa kuluttava lypsytoiminto on veden lämmittäminen. (Posio 2009, 27 - 28.)

Taulukko 3. Eri lypsymenetelmien energiankulutus esimerkkitalalla, jossa on 60 lypsylehmäpaikkaa (Posio 2009).

	Maidon jäähdytys	Lämmin vesi	Lypsy	Yhteensä	
Putkilypsy	90	170	60	320	kWh/lehmäpaikka/vuosi
Asemalypsy	131		245	376	kWh/lehmäpaikka/vuosi
*Robottilypsy	131	89 - 184	158 - 604	378 - 919	kWh/lehmäpaikka/vuosi

* Automaattilypsyn energiankulutus vaihtelee lypsyrobottimerkeittäin

Tilasäiliön energiankulutus maitoa jäähdytettäessä voidaan ilmoittaa kWh/maitolitra. Todenmukaisin tapa on ilmoittaa tilasäiliön energiankulutus tyhjennyksestä tyhjennykseen eli neljän peräkkäisen lypsykerran energiankulutus. Tällöin energiankulutukseen sisältyvät sekä jäähdytykset lypsyjen aikana että komp-

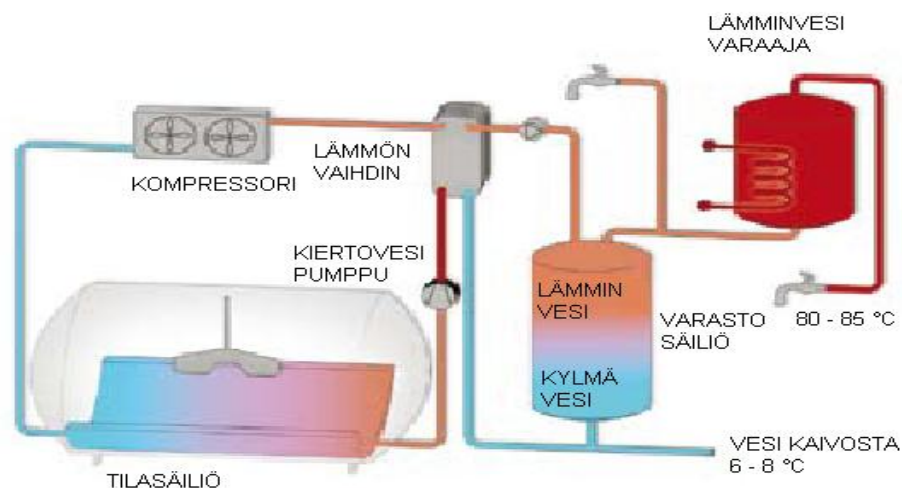
ressorin ja sekoittimen käyttö varastoinnin aikana. (Rantti, Manninen & Kjerp 1997, 12.)

3.4.2 Käytössä olevat keinot energian kulutuksen vähentämiseksi

Maidon lämmön talteenotto on yksi merkittävimmistä keinoista vähentää energiankulutusta. Nykytekniikalla pystytään ottamaan maidon lämmöstä jopa 60 % talteen. Tätä lämpöä voidaan käyttää esimerkiksi juoma- tai käyttöveden lämmitykseen. Jokaisesta litrasta lypsylämmintä maitoa vapautuu lämpöä 0,7 vesilitran lämmittämiseen 50 - 55 °C. (DeLaval, [viitattu 19.1.2011].)

Lämmön talteenottojärjestelmä tuottaa lämmintä vettä koko jäädytyksen ajan (kuva 1). Lämmönvaihtimessa kiertää tilasäiliön kylmäaine toisella puolella ja varastosäiliössä oleva vesi toisella puolella. Lämmitetty vesi johdetaan varastosäiliöön, josta se edelleen kulkeutuu lämminvesivaraajan kautta käyttövedeksi. Varastosäiliöitä on myös saatavana sähkökäyttöisillä lämmittimillä, jolloin sitä voidaan käyttää sekä lämminvesivaraajana että lämmön talteenottojärjestelmänä. Tämä ratkaisu on suositeltavaa silloin, kun tilaa on rajoitetusti ja lämpimän veden kulutus on vähäistä, mutta energiankulutusta halutaan kuitenkin vähentää. (Sanford 2003a, 2; DeLaval maidon lämmön 2010, 2 - 3.)

Kuva 1. Lämmön talteenottojärjestelmä (DeLaval maidon lämmön 2010).



Lämmitetyn veden käyttö kaivokylmän veden sijaan vähentää veden lämmityksen energiankulutusta huomattavasti. Säästöä syntyy myös muilla tavoilla. Kun lämpöä kerätään talteen, maituhuone viilenee oleellisesti. Tällöin kompressorin käyttöikä pitenee ja maituhuoneen tuuletusta ja ilmanvaihtoa ei tarvitse tehostaa. (DeLaval maidon lämmön 2010, 2 - 3.)

Toinen keino pienentää jäähdytyksen energiankulutusta on tehostaa jäähdytystä. Tämä onnistuu esimerkiksi lämpöpumpun ja jääpankin avulla. Tällöin lämpöpumppu korvaa kylmäkoneen ja toimii yhdessä jääpankin kanssa. Lämpöpumppu tuottaa tarvittavan jäähdytysveden ja se varastoidaan jääpankkiin lypsyjen välissä. Jääpankin jäähdytysteho perustuu putkiston tasaiseen jääpeittoon. Laitteessa on ilmapumppu, joka sekoittaa vettä ja varmistaa tasaisen jääpinnan kaikkialla putkistossa. (DeLaval lämpöpumppu 2010.)

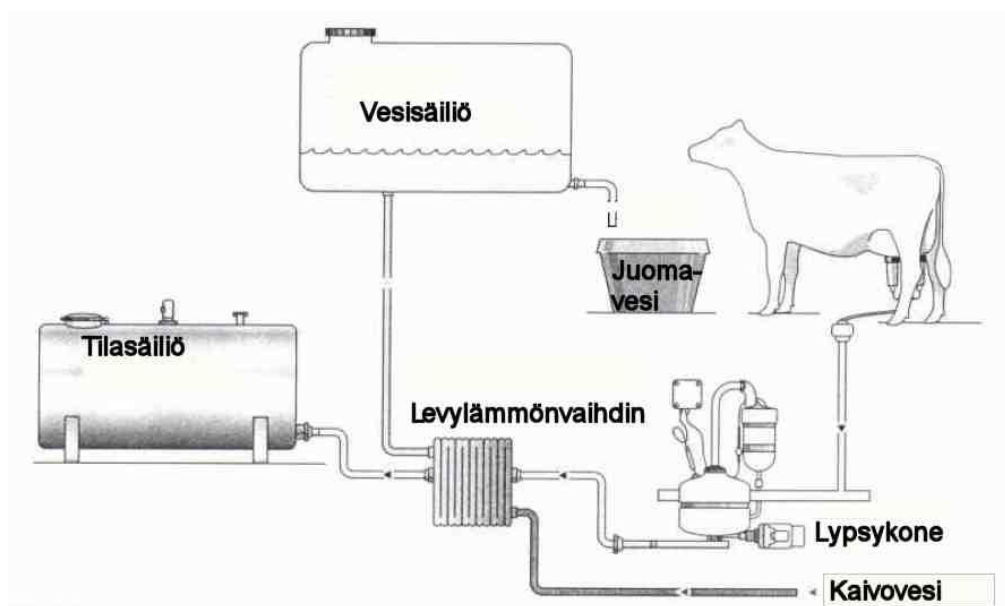
Lämpöpumppu tuottaa myös kuumaa käyttöveden. Lämmin vesi varastoidaan kaksoisvaippavaraajaan, jossa on kaksi puolta toinen puoli keskuslämmitykselle ja toinen kuumalle käyttövedelle. Muu syntyvä hukkalämpö siirretään ja varastoidaan maahan. Varastointi tapahtuu kesäaikaan ja maahan siirretty lämpö voidaan hyödyntää talven aikana esimerkiksi veden lämmitykseen navetassa tai asuinrakennuksen keskuslämmitykseen. (DeLaval lämpöpumppu 2010.)

4 MAIDON ESIJÄÄHDYTYSMENETELMÄ

4.1 Erilaiset esijäähdytysjärjestelmät ja niiden toimintaperiaatteet

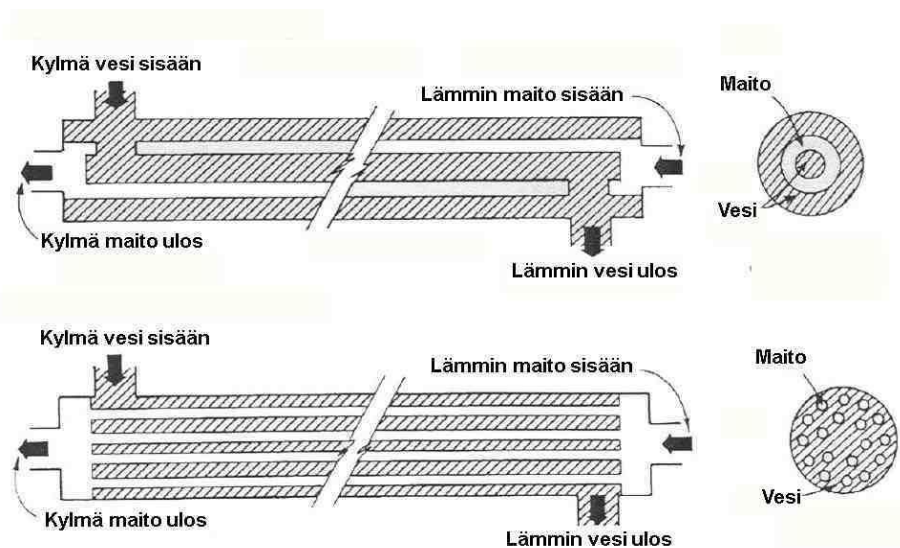
Esijäähdytyksen avulla maidon lämpötilaa voidaan parhaimmillaan laskea jopa 10 - 16 °C. Yleisimmät esijäähdytysjärjestelmät ovat putki- ja levylämmönvaihtimet. Näissä lämmönvaihtimissa kylmäaineena käytetään kaivokylmää vettä. Lämmönvaihdin tulee sijoittaa maitosuodattimen ja tilasäiliön väliin. Tällöin estetään roskien kertyminen lämmönvaihtimeen. Veden ja maidon virtaussuuntien tulee olla vastakkaiset, jotta maidon lämpötila saadaan laskemaan mahdollisimman nopeasti. Veden virtausnopeuden tulee vähintään olla sama kuin maidon, mielellään jopa 2 - 3 kertaa nopeampi. Maidon lämpö siirtyy virtauksen aikana veteen, minkä jälkeen lämmin vesi varastoidaan ja voidaan myöhemmin käyttää pesuvetenä tai lehmille juomavetenä (kuva 2). (Sanford 2003b, 1; Manninen 2010.)

Kuva 2. Esimerkki lämmönvaihtimen hyödyntämisestä lypsyssä (Allers 2000).



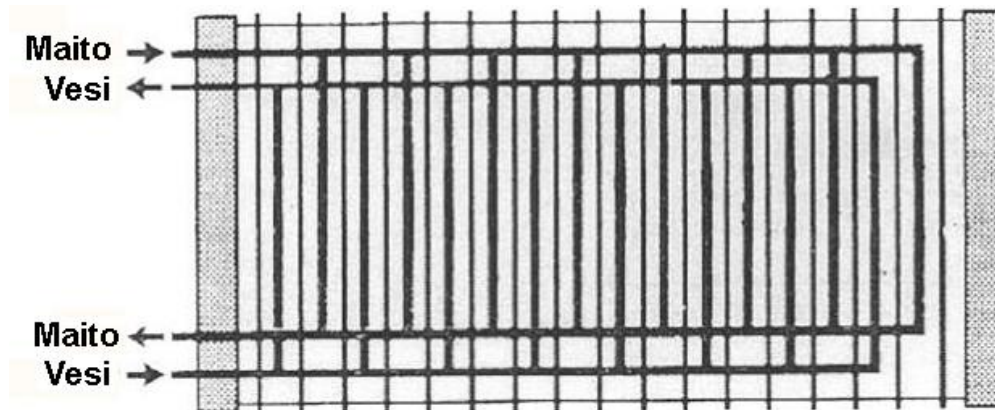
Putkilämmönvaihtimia on ainakin kahta eri mallia (kuva 3). Yksinkertaisemmassa lämmönvaihtimessa suuremman putken sisällä on pienempi putki, jonka läpi maito virtaa. Suuremman putken sisällä virtaa vesi. Toisessa lämmönvaihtinmallissa on useita pieniä putkia suuren putken tai kuoren sisällä. Näissä pienissä putkissa virtaa maito ja niiden ympärillä vesi. Putkilämmönvaihtimen huonona puoleena voidaan pitää sitä, että ne yleensä tulevat kiinteinä järjestelminä, joten sen jäähdytyskapasiteetin lisääminen voi olla ongelmallista. Myös järjestelmän pituus saattaa vaikeuttaa kapasiteetin kasvattamista. (Sanford 2003b, 2.)

Kuva 3. Erilaisten putkilämmönvaihtimien toimintaperiaatteet (Sanford 2003b).



Levylämmönvaihdin on putkilämmönvaihdinta suositumpi esijäähdytysjärjestelmä. Sen toiminta perustuu sarjaan kytkettyihin levyihin, joissa on kumitiivisteillä erotettu kaksi reittiä, toinen maidolle ja toinen vedelle. Maito virtaa joka toisen levyn välissä samalla, kun vesi virtaa vastakkaisella puolella levyä. Samalla, kun maitopumppu ryhtyy pumppaamaan maitoa kokoojasta maitosäiliötä kohti, vesipumppu ryhtyy kierrättämään vettä levylämmönvaihtimessa. Maitopumpun pysähtyessä vesipumpussa on pieni viive, jolloin vesi kiertää edelleen lämmönvaihtimessa ja jäähdyttää sen valmiiksi seuraavaa kiertoa varten. Virtauksen ja lämmön siirron edistämiseksi levyt ovat juovitetuja. Levylämmönvaihtimen etuja ovat pieni koko sekä mahdollisuus kasvattaa jäähdytyskapasiteettia lisäämällä levyjen määrää. (Sanford 2003b, 2; Tikka 2011.)

Kuva 4. Levylämmönvaihtimen toimintaperiaate (Sanford 2003b).



Yksikertaisimmissa lämmönvaihdinjärjestelmissä maidon ja veden sisääntulo- ja ulosmenoreitit ovat samalla puolella lämmönvaihdinta (kuva 4). Maito ja vesi kulkevat molemmat omissa putkissaan tai omien levyjen välissä. Tällaisissa lämmönvaihtimissa nesteet voivat kiertää joko samaan tai vastakkaisiin suuntiin. Yleisempi nesteiden kiertosuunta on vastakkainen, sillä sen avulla pystytään saavuttamaan maidolle alhaisempi lämpötila kierron aikana. Lisäksi painehäviöt ovat minimaalisia tässä mallissa (Sanford 2003b, 2.)

Lämmönvaihtimet voidaan suunnitella myös niin, että nesteiden sisääntulo- ja ulosmenoreitit ovat eri puolilla lämmönvaihdinta tai sitten maidon tulo- ja menoreitit ovat eri puolilla, mutta vesi kulkee sisään ja ulos samalta puolelta. Tällaisissa lämmönvaihtimissa maidon ja veden lämmönsiirto on tehokkaampaa kuin saman puoleisessa esijäähdyttimessä, sillä maito viipyy putkistossa tai lautasten välissä pidemmän ajan. Tosin lämmönvaihtimen haittana on ehkä jopa liian korkea vastapaine. (Sanford 2003b, 3.)

Käytettäessä esijäähdytintä maitosuodattimen tulee olla aina paikallaan, myös pesun aikana. Näin estetään roskien pääsy esijäähdyttimen putkistoon tai levyjen väleihin. Pesun aikana vedenkierto jäähdyttimessä tulee katkaista ja jäähdytin tulee mielellään tyhjentää vedestä ennen pesua. Jos vettä on jäänyt laitteeseen tai veden tuloa ei ole katkaistu, lämmönvaihtimessa oleva vesi jäähdyy pesuveden ja tämän takia laite ei peseydy kunnolla. Tällöin laitteeseen saattaa jäädä maitokertymiä, mikä lopulta nostaa laitteen käyttökustannuksia. Jos lämmönvaihtimeen

pääsee roskaa, joita ei muutoin saada normaalilla pesulla pois, laite pitää avata ja puhdistaa kunnolla. (Sanford 2003b, 6.)

4.2 Lämmön talteenottojärjestelmä ja esijäähdytin

Maidon jäähdytyksestä syntyvä lämpö voidaan ensisijaisesti varastoida veteen myöhempää käyttöä varten lämmön talteenottojärjestelmän avulla. Järjestelmä pystyy ottamaan talteen jopa 30 - 50 % maidon lämmöstä. Lämmön talteenottojärjestelmän avulla veden lämpötila voidaan nostaa jopa 60 °C:een. Veden lämpötilaan vaikuttavat kuitenkin monet tekijät. Lämpötilan nousu riippuu muun muassa kuumen veden käyttömäärästä järjestelmän toiminnan aikana, ympäristön lämpötilasta sekä jäähdytettävästä maitomäärästä. Järjestelmä esilämmittää veden ennen sen siirtymistä vesivaraajaan. (Sanford 2003a, 1 - 2.)

Esijäähdytin ja lämmön talteenottojärjestelmä ovat kilpailevia teknologioita. Esijäähdytin poistaa maidosta lämpöä, jota käytetään veden esilämmittämiseen. Lämmön talteenottojärjestelmä puolestaan hyödyntää tilasäiliön jäähdyttämistä syntyvän lämmön ja siirtää sen veteen. Tutkimus kuitenkin osoittaa, että näiden kahden järjestelmän käyttö yhdessä ei juuri nosta energiakustannuksia. (Sanford 2003a, 4.) Tikka (2011) kertoo, että lisäksi varajärjestelmä on hyvä olla olemassa, sillä jos jompikumpi esijäähdytin tai lämmön talteenottojärjestelmä rikkoutuu, toinen kuitenkin toimii ja nopeuttaa jäähdytystä.

4.3 Esijäähdytysjärjestelmän hyödyt ja sen hankinta

Maidon esijäähdyttäminen vähentää tilasäiliön kylmäkoneiston kuormitusta huomattavasti. Maidon ollessa valmiiksi osittain jäähdytettyä tilasäiliössä tapahtuva jäähdyttäminen vie vähemmän aikaa. Lisäksi nopeampi jäähdytys vähentää bakteerien kasvua maidossa. On todettu, että esijäähdyttimen käyttö vähentää lähes 50 % maidon jäähdyttämisen energiakustannuksia. Säästö on mahdollista, sillä esijäähdyttimen avulla maidon lämpötila laskee useita asteita. Tavanomaisessa

tilasäiliössä tapahtuvassa jäähdyttämisessä tilasäiliön kylmäkoneiston ja sekoittimen käyttöajat ovat suunnilleen 30 - 45 minuuttia. On laskettu, että vähäisemmän energian kulutuksen takia vesijäähdytteinen esijäähdytin maksaisi itsensä takaisin kahdessa vuodessa. (In - line Milk Cooling 2007, 1 - 2.)

Myös Tikka (2011) on huomannut maidon esijäähdytysjärjestelmän käytön hyödyt. Sulakekoko on voitu pitää pienempänä kuin muutoin ilman esijäähdytystä olisi mahdollista. Lisäksi energian säästöä syntyy, kun maidon lämpötila on 18 °C tilasäiliöön saapuessaan. Energian säästöä myös syntyy siitä, kun vettä ei tarvitse lämmittää alusta asti, vaan esilämmitetty vesi siirretään varastosäiliöstä vesivarajaan. Alhaisen lämpötilan ja nopeamman jäähdytyksen ansiosta maidon laatu on parempi kuin aiemmin. Tämän huomaa etenkin kesäaikaan. Myös vasikoille juotettava ternimaito lypsetään esijäähdyttimen läpi, jolloin maito säilyy paremmin nopeamman jäähdytyksen ansiosta.

Esijäähdytinjärjestelmät ovat suomalaisilla maitotiloilla harvinaisia. Joillakin lypsyjärjestelmillä ja tilasäiliötyypeillä maidon esijäähdytysjärjestelmien hankkiminen on suotavaa tai jopa ehdotonta. Esijäähdytintä on esimerkiksi käytettävä ulos sijoitettavan siilotilasäiliön kanssa. Bufferisäiliön kanssa olisi myös hyvä käyttää esijäähdytinlaitteistoa, sillä säiliössä itsessään ei ole jäähdytyslaitteistoa. Bufferisäiliötä käytetään pääasiassa robottitiloilla, sillä maidolle tarvitaan tilasäiliön pesun ajaksi välivarastointipaikka. (Ylinen 2011.)

Ennen esijäähdyttimen hankkimista kannattaa olla yhteydessä energianeuvojaan ja arvioida, olisiko esijäähdyttimen hankkiminen kannattavaa. Myös oma tuotantosuuskunta olisi hyvä ottaa neuvotteluihin mukaan. Jos tilalla on jo ennestään käytössä maidon jäähdytyksessä lämmön talteenottojärjestelmä, tällöin tulee arvioida se, että kuinka paljon voidaan esijäähdyttää ilman, että veden lämmityskustannukset nousevat. Veden maksimivirtausnopeus ja kylmän veden lämpötila tulee määrittää ennen esijäähdyttimen hankintaa. Myös kitkahäviöt sekä maidon ja veden virtausnopeudet tulee määrittää mahdollisen esijäähdyttimen kanssa. Myyjältä voidaan pyytää takuu maidon jäähtymisestä esijäähdyttimellä veden lämpötilaan

sekä veden ja maidon virtausnopeuteen perustuen. Ilman tätä takuuta investoinnin kannattavuus on kyseenalainen. (Sanford 2003b, 6.)

Suomessa lämmön talteenotto- ja esijäähdytinlaitteistoa myyvät ainakin DeLaval ja Pellonpaja. Laitteiden hintoihin vaikuttavat monet tekijät: tilasäiliön koko, tilasäiliön kylmäkoneisto, lypsyjärjestelmä sekä valmistaja. Esimerkiksi DeLavalin lämmön talteenottojärjestelmän verollinen hinta on noin 1 150 €. Esijäähdytinjärjestelmän verollinen hinta puolestaan on noin 14 900 €. Tähän sisältyy sähköohjauskeskus, asennussarja, kylmäkone jäävesiliuksella, eristetty säiliö ja esijäähdytin. Yleensä tällainen järjestelmä asennetaan lypsyrobotin yhteyteen. Pelkän vesijäähdytteisen levylämmönvaihtimen verollinen hinta on noin 2 200 €. (Sillanpää 2011.)

4.4 Tilaesimerkki esijäähdytys- ja maidon lämmön talteenottojärjestelmän käytöstä

Eteläpohjalaisella Tikan luomumaitotilalla on vuodesta 2008 lypsetty maito tilasäiliöön esijäähdyttimen läpi. Lisäksi tilalla on vuodesta 2006 ollut käytössä myös maidon lämmön talteenottojärjestelmä. Kyseisellä tilalla lypsykarjaa on 350 kappaletta, jotka lypsetään pääsääntöisesti kaksi kertaa päivässä. Poikimisen jälkeen noin 100 eläintä lypsetään vielä kolmannen kerran päivän aikana. Lypsyjärjestelmänä tilalla on 2x10 kalanruotoasema nopealla poistumisella ja pääasiassa lypsy-aika on 4 – 5 tuntia. Kolmas lypsy kestää reilun tunnin. Tilalla tuotetaan päivässä 8 000 litraa maitoa, mikä varastoidaan kahteen tilasäiliöön. Toisen säiliön koko on 8 000 litraa ja toisen 16 000 litraa. Maito noudetaan tilalta joka toinen päivä. (Tikka 2011.)

Esijäähdytysjärjestelmän hankinta tuli ajankohtaiseksi, kun maidon jäähdytystä piti tehostaa jollakin keinolla. Yrittäjä oli vuosien aikana käynyt ulkomailta tutustumassa isoihin maitotiloihin, joilla oli käytössä maidon esijäähdytysjärjestelmä. Todettuaan järjestelmän toimivaksi, he hankkivat myös omaan navettaan sellaisen. Järjestelmäksi valittiin levylämmönvaihdin ja se ostettiin DeLavalilta. Alkukäytössä hankaluuksia aiheutti lämmönvaihtimen sotkeentuminen ja jatkuva puhdistaminen.

Tällöin ei vielä tiedetty, että maitosuodatin tulee olla paikallaan myös pesun aikana. Sen jälkeen, kun maitosuodatin ryhdyttiin vaihtamaan myös pesun ajaksi, lämmönvaihdin on toiminut moitteettomasti ja sen kapasiteettia on jo kerran lisättykin. (Tikka 2011.)

Esijäähdyttimen lisäksi tilalla on käytössä myös maidon lämmön talteenottojärjestelmä, joka hyödyntää vielä tilasäiliössä tapahtuvasta jäähdytyksestä syntyvän lämmön. Yrittäjän mielestä on hyvä, että tilalla on käytössä molemmat järjestelmät, sillä ainakin toinen turvaa maidon jäähtymisen, jos toinen hajoaa. Esijäähdytyksen aikana lämmennyt vesi varastoidaan säiliöön, josta se käytetään uudestaan eläinten juomavedeksi. Lämmön talteenottojärjestelmän lämmittämä vesi johdetaan lämminvesivaraajaan ja hyödynnetään sieltä. (Tikka 2011.)

Tilalla ollaan tyytyväisiä päätökseen hankkia esijäähdytysjärjestelmä. Se nopeuttaa maidon jäähdytystä huomattavasti. Lypsyn aikana tilasäiliössä olevan maidon lämpötila ei juuri nouse varastointilämpötilasta muutoin kuin lypsyn alussa. Tämäkin johtuu vain jäähdytysviiveestä ja tilanne ehtii korjautua lypsyn aikana. Lisäksi energian kulutus on vähäisempää nopeamman jäähdytyksen ja esilämmitetyn veden ansiosta. Nopeampi jäähdytys takaa myös sen, että maidon laatu pysyy parempana etenkin kesäaikana. Esijäähdyttimen avulla pystytään myös takaamaan jäähdytyksen toimivuus. Esimerkiksi joskus maitoauton käynnin jälkeen on käynyt niin, että ensimmäisellä lypsykerralla ei ole muistettu laittaa tilasäiliön jäähdytystä päälle, jolloin jäähdytys on ollut täysin esijäähdyttimestä kiinni. Myös vasikoille juotettavan maidon laatu ja säilyvyys on esijäähdytyksen ansiosta parempi kuin aiemmin. Tätä asiaa pidetään tilalla tärkeänä sillä luomutuotannon takia vasikat juotetaan koko juottokauden ajan maidolla. (Tikka 2011.)

Yrittäjän mielestä esijäähdytinjärjestelmä on ollut erinomainen investointi ja hän uskoo, että se on maksanut itsensä takaisin jo kahden ensimmäisen vuoden aikana. Jos navetan rakentaminen ja maidon jäähdytyksen suunnitteleminen olisi nyt uudelleen ajankohtainen, esijäähdytin ja lämmön talteenotto kuuluisivat ehdottomasti näihin suunnitelmiin mukaan. Pienen muutoksen yrittäjä haluaisi kuitenkin järjestelmään tehdä. Maitopumppu voisi olla toiminnaltaan hieman erilainen. Hän

haluaisi maidon virtaavan koko ajan pikkuhiljaa lämmönvaihtimen läpi, jolloin jäähdytysteho saataisiin nostettua suuremmaksi. Tällöin käytössä tulisi olla kierroslukusäätöinen tai taajuusohjattu maitopumppu. (Tikka 2011.)

5 MAIDON ESIJÄÄHDYTYKSEN KÄYTTÖMAHDOLLISUUKSIEN KARTOITUS

5.1 Maidon jäähdytyksen nykytilanteen kuvaus

Suomi on kautta aikojen ollut pienviljelijöiden maa. Nykyiselläänkin maidontuotantotilojen keskilehmäluku on 27 eläintä/tila. Ruotsissa keskilehmäluku on tällä hetkellä 55 eläintä. Vaikka keskilehmäluku Suomessa on pieni, niin tilakoko on kuitenkin viime vuosina ollut kasvussa. Tällä hetkellä Suomessa on tiloja, joilla maitoa tuottaa yli 200 lypsylehmää.

Vuositasolla Suomessa tuotetaan meijeriin 2 200 miljoonaa litraa maitoa. Tähän lukemaan on päästy pitkäjänteisellä eläinten jalostustyöllä, jonka ansiosta lehmien keskituotos on noussut huomattavasti. Tällöin myös tilakohtaiset tuotokset ovat nousseet. Kasvava tilakoko ja maitotuotos tuovat lisähaastetta maidon jäähdyttämiseksi ja säilymiselle. Osuuskunnat hoitavat maidonkeräilyn Suomessa, mutta maidon on säilyttävä tilalla kaksi päivää. Tämä tarkoittaa sitä, että neljän lypsykerän maidot on pystyttävä jäähdyttämään ja varastoimaan tilalla vaaditun ajan. Näin ollen tilanne aiheuttaa tiettyjä vaatimuksia tilasäiliölle ja maidon jäähdytykselle. Toimiva ja nopea jäähdytys on avainasemassa maidon laadun ja jäähdytyksen kannalta.

Maidon peruslaatu syntyy jo maidon tuotantotilalla ja se voi vain huonontua myöhemmin ketjussa. Euroopan parlamentin ja neuvoston antaman asetuksen mukaan maidon on täytettävä tietyt laatuvaatimukset. Asetuksessa painotetaan etenkin maitoa tuottavien eläinten terveyttä. Lisäksi suomalaisessa lainsäädännössä painotetaan eläinten puhtaanapitoa. Tässä lainsäädännössä on myös säädetty maidon keräilylämpötila, joka saa enintään olla 6 °C. Yksittäistapauksissa kuljetukseen voidaan kuitenkin ottaa maitoa, jonka lämpötila on korkeintaan 10 °C. Tämä kuitenkin edellyttää sitä, että kuljetussäiliössä olevan maidon lämpötila ei

saa ylittää 6 °C. Nämä lämpötila-asetukset pätevät myös tilasäilytyksessä ja lisäksi on huolehdittava, että maito ei pääse tilalla jäätymään. Suositus kuitenkin on, että maidon säilytyslämpötila tilalla on alle 4 °C. Tällä tavalla pyritään minimoimaan bakteerien kasvu maidossa.

Lainsäädäntö määrää, että maidontuotantorakennuksessa on oltava tilat eläintenpidolle, lypsämiselle sekä maidon jäähdyttämiseksi ja varastoinnille. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että maito tulee jäähdyttää ja säilyttää erillisessä maituhuoneessa. Tämä huone tulee sijoittaa siten, että se ei ole suorassa yhteydessä eläintenpitotiloihin tai muihin tiloihin, joista voi siirtyä likaa maituhuoneeseen. Näin ollen maituhuone on erotettava muista tiloista välitilan ja kahden suljettavan oven tai yhden oven avulla, jolloin ilmavirta ei saa olla likaisista tiloista maituhuoneeseen päin.

Jotta maidon jäähdyttäminen olisi nopeaa ja tehokasta, maituhuoneen lämpötilan tulee olla 5 – 25 °C. Lisäksi lämpötila vaikuttaa maidon säilymiseen ja tilasäiliön jäähdytyslaitteiston toimintaan. Maituhuoneen ilmanvaihdon tulisi olla toimiva, sillä se vaikuttaa myös maidon jäähdytykseen. Ilmanvaihdon järjestämiseen on olemassa kolme vaihtoehtoa. Ensimmäisen ratkaisun mukaan maituhuoneen koneellinen ilmanvaihto voidaan hoitaa termostaatilla. Toinen ratkaisu on siirtää maidon lämpöenergia veteen, mikä onnistuu vain silloin, kun varaajassa on kylmää vettä. Kolmas ratkaisu on koko jäähdytyskoneiston tai lauhduttimen sijoittaminen muualle kuin maituhuoneeseen.

Tällä hetkellä suomalaisilla maitotiloilla jäähdyttäminen tapahtuu tilasäiliöissä, joihin maito myös varastoidaan. Toimintatyyppiltään tällä hetkellä käytössä olevat tilasäiliöt ovat suoraan jäähdyttäviä, mikä käytännössä tarkoittaa sitä, että tilasäiliössä maito ja kylmäaine ovat mahdollisimman läheisessä kosketuksessa keskenään. Suorajäähdytteinen tilasäiliö tekee kaiken jäähdytyksen lypsyn aikana ja välittömästi sen jälkeen. Varastoinnin aikana maidon lämpötila pidetään haluttuna käyttämällä kompressoria tarpeen mukaan. Kompressorin toimintaa säädellään termostaatilla. Tilasäiliön vaatimuksena on, että neljän lypsykerran tilasäiliö jääh-

dyttää 25 °C ympäristölämpötilassa maidon 6 °C korkeintaan kahdessa ja puolessa tunnissa neljännen lypsykerran jälkeen.

Jäähdytysmenetelmänä tilasäiliöjäähdytys ei ole mikään energiatehokkain tapa jäähdyttää maitoa. Sulakekoon on oltava suuri, jotta se kestää yhtäkkisen kuormituksen, mikä syntyy siitä, kun lämmintä maitoa lypsetään suoraan tilasäiliöön. Lisäksi maidon jäähdytyksestä syntyvä lämpö menee täysin hukkaan maituhuoneen ilmaan ja lämmittää sitä, jos tilalla ei ole minkäänlaista lämmön talteenottojärjestelmää. Lämmennyt maituhuoneen ilma taas kuormittaa tilasäiliön jäähdytyslaitteistoa ja hidastaa maidon jäähtymistä.

Nykyään tiloilla saattaa olla käytössä maidon lämmön talteenottojärjestelmiä, jotka hyödyntävät maidon jäähdytyksestä syntyvän hukkalämmön esimerkiksi eläinten juomaveden tai pesuvesien lämmittämiseen. Nykyisellään jopa 60 % maidon lämmöstä voidaan ottaa talteen ja hyödyntää. Lämmön talteenottojärjestelmä tuottaa lämmintä vettä koko jäähdytyksen ajan. Energian säästöä syntyy, kun esilämmitetty vesi varastoidaan eristettyyn säiliöön, josta sitä tarpeen mukaan otetaan lämminvesivaraajaan. Tällöin veden lämmitys tapahtuu nopeammin korkeamman alkulämpötilan ansiosta. Lisäksi maituhuone viilenee huomattavasti, kun lämpöä kerätään talteen. Tällöin maidon jäähdytys nopeutuu ja kuuma ilma ei rasita jäähdytyslaitteistoa turhaan.

Maidon jäähdytyksen energian kulutusta on pyritty vähentämään myös muilla keinoilla. Yksi keino on tehostaa jäähdytystä esimerkiksi lämpöpumpun ja jääpankin avulla. Lisäksi erilaisten lämmön talteenottojärjestelmien tuottamaa lisälämpöä pyritään hyödyntämään monin eri keinoin, esimerkiksi varastoimalla lämpö maahan ja käyttämällä sitä talvella asuin- tai karjarakennuksen lämmittämiseen.

Tehdyn nykytilanteen kartoituksen perusteella kehittämiskohteeksi tässä työssä päätettiin valita maidon esijäähdytys ja jäähdytyksessä kuluva energiamäärä.

5.2 Kehittämistyön tarkoitus, kehittämismenetelmät ja tietojen analysointi

Kehittämistyön tarkoituksena oli tutkia esijäähdytysjärjestelmän käyttömahdollisuuksia suomalaisilla maitotiloilla. Jotta tätä kehittämistoimenpidettä voitiin pohtia kunnolla, piti myös ottaa selville maidontuotannon perusprosessit pääpiirteittäin. Koska maidon esijäähdytysmenetelmä on Suomessa aika vieras asia pyysin apua lähteiden etsimiseen MTT Maitokoneet –yksiköltä ja tutkin paljon eri maidontuotantotarvikkeiden valmistajien Internet sivuja ja olin yhteydessä niiden myyjiin ja esittelijöihin. Lisäksi haastattelin yhtä eteläpohjalaista tilaa, jolla on käytössä sekä maidon lämmön talteenottojärjestelmä että esijäähdytin. Kävin tällä tilalla perehtymässä näiden järjestelmien toimintaan ja haastattelin samalla isäntää. Kyseistä tilaa käytin esimerkkinä tässä työssäni.

Tietojen analysoinnissa suurin työ oli päättää, mitä lähteitä pitää luotettavina ja mitä niistä voi käyttää. Eri lähteitä vertailemalla löysin kuitenkin omasta mielestäni luotettavimmat tiedot ja niitä olen käyttänyt työssäni.

5.3 Tulokset ja niiden tulkinta

5.3.1 Esijäähdytysmenetelmän käyttöönotto maidon jäähdytysprosessissa

Lainsäädäntö määrää, että maito tulee jäähdyttää mahdollisimman nopeasti 6 °C. Nopealla jäähdytyksellä ehkäistään bakteerien ja vapaiden rasvahappojen kasvua maidossa. Holman (2006, 16) mukaan erityisesti juuston valmistuksessa vapaiden rasvahappojen määrällä maidossa on suuri merkitys. Vapaat rasvahapot sitovat maidon kalsiumia ja heikentävät maidon juustoutumisominaisuuksia. Ne voivat myös aiheuttaa makuvirheitä juustoon. Maidon peruslaatu syntyy tilalla ja se voi vain huonontua myöhemmin ketjussa.

Esijäähdytysjärjestelmän käyttö antaa joustavuutta lypsyyn, maidon keräilyyn ja jäähdytykseen. Esijäähdytintä hankittaessa kannattaa miettiä asennetaanko sa-

malla kertaa myös lämmön talteenottojärjestelmä. Vaikka esijäähdytin ja lämmön talteenottojärjestelmä ovat kilpailevia teknologioita, yhdessä ne silti tehostavat maidon jäähdytyksestä syntyvän lämmön hyötykäyttöä. Lisäksi suurilla tiloilla, joilla maitoa tuotetaan paljon yhdellä lypsykerralla, on hyvä olla olemassa varajäähdytysmenetelmä. (Tikka 2011; Ylinen 2011.)

Esijäähdytysjärjestelmä vähentää tilasäiliön jäähdytyslaitteistolle kohdistuvaa kuormitusta alentamalla maidon lämpötilaa useita asteita. Etenkin tiloilla, joilla tilasäiliö tulee neljännellä lypsykerralla lähes täyteen, esijäähdyttimestä saatava hyöty on merkittävä. (Ylinen 2011.) Tilasäiliön jäähdytyslaitteistoa kuormittaa lypsetyn maidon määrän ja lämpötilan lisäksi myös maitohuoneen lämpötila. Korkea lämpötila hidastaa maidon jäähdytystä ja pidentää tilasäiliön jäähdytyslaitteiston käyntiaikaa. Lisäksi tilasäiliön jäähdytyslaitteisto tuottaa suuren määrän lämmintä ilmaa, joka vapautuu ympäristöön. Esijäähdytin lyhentää jäähdytyslaitteiston käyntiaikaa ja vähentää kuormitusta. Lämmön talteenottojärjestelmän avulla jäähdytyslaitteiston tuottama lämpö voidaan ottaa talteen ja näin laskea ympäristön lämpötilaa ja vähentää laitteistoon kohdistuvaa kuormitusta.

Esijäähdytinjärjestelmän käyttöä voidaan suositella etenkin suurille tiloille asema- ja robottilypsyyn. Järjestelmän voi hankkia myös parsinavettaan. Vaikka nykyisin käytössä olevat ja myyntiin tulevat tilasäiliöt ovat tehokkaita ja jäähdyttävät maidon vaadittuun lämpötilaan vaaditussa ajassa, joissakin tapauksissa esijäähdyttimen käyttö on ehdotonta. Esimerkiksi ulos sijoitettavan siilotilasäiliön kanssa suositellaan käytettävän esijäähdytinjärjestelmää. Siilotilasäiliön kokoluokka lähtee noin 18 000 litrasta ja sen hankkimista suositellaan suurille tiloille, joilla on esimerkiksi vähintään 150 lypsylehmää. Myös robottitiloilla, joilla on käytössään bufferisäiliö, esijäähdytinlaitteisto olisi hyvä olla olemassa. Suomessa bufferisäiliötä käytetään varsinaisen tilasäiliön pesun aikana maidon varastointipaikkana eikä siinä välttämättä ole omaa jäähdytyslaitteistoa. (Ylinen 2011.)

Esijäähdyttimen toiminta perustuu kylmän veden kierrättämiseen lämmönvaihtimessa. Tällöin maidon lämpö siirtyy veteen. Esijäähdytin tulee asentaa maitosuodattimen ja tilasäiliön väliin, sillä muutoin maidon mukana kulkeutuvat roskat

sotkevat lämmönvaihtimen. Maitosiivilä tulee olla paikallaan myös pesun aikana, sillä muutoin laitteisto ei peseydy kunnolla, vaan sinne voi kertyä roskaa. Pesun aikana vedenkierto jäähdyttimessä tulee katkaista ja jäähdytin tulee tyhjentää vedestä ennen pesua. Näin varmistetaan paras mahdollinen pesutulos. Laitteen peseytymisen kanssa ei pitäisi olla ongelmia, jos esijäähdytin on asennettu oikein ja edellä mainitut esivalmistelut tehty. (Sanford 2003b, 6; Tikka 2011.)

Esijäähdytin voidaan hankkia tilalle jäähdytyksen tehostamiseksi, mutta maidon keräilyn tehostamiseksi esijäähdytyksen vaikutus on vähäinen. Keräilyä ei voida enää tehostaa siitä, mitä se on tällä hetkellä, sillä maitoauto menee ensimmäisille tiloille heti lypsyn jälkeen. (Koskimäki 2011.) Näille tiloille esijäähdytin antaa joustoa lypsyaikoihin. Neljännen lypsykerran maidon jäähtyminen on nopeaa tehokkaiden tilasäiliöiden ja pohjalla olevan kolmen lypsykerran jo kylmän maidon ansiosta. Tulevaisuudessa maito luultavasti noudetaan edelleen tiloilta joka toinen päivä, joten keräilyn takia esijäähdytintä ei tarvitse tiloille hankkia. (Ylinen 2011.)

Jos tilalle ei hankita enää uutta tilasäiliötä, voidaan kuitenkin pohtia, hankitaanko tilalle esijäähdytin tehostamaan vanhan tilasäiliön toimintaa. Jos tilalla on kaksi tilasäiliötä, joiden jäähdytysteho on laskettu neljälle lypsykerralle, tilalla olisi hyvä pohtia esijäähdyttimen hankkimista tehokkaan jäähdytyksen varmistamiseksi. Jos vanha tilasäiliö jää neljän lypsykerran maidoille liian pieneksi, voidaan miettiä mahdollisuutta noutaa maito tilalta joka päivä ja hankkia esijäähdytin tehostamaan jäähdytystä. (Ylinen 2011.)

Esijäähdyttimen käyttöönottoaminen maidon jäähdytysprosessissa on helppoa, sillä pienen kokonsa ansiosta laitteisto ei vaadi lisäneliöiden rakentamista maitohuoneeseen. Lisäksi laitteiston, erityisesti levylämmönvaihtimen, jäähdytyskapasiteettia on helppo lisätä myöhemmin esimerkiksi maitotuotoksen noustessa. (Sanford 2003b, 2.) Esijäähdyttimen paikkaa suunniteltaessa tulee huomioida vesiputkien ja lämminvesivaraajan sijainnit, jotta ne on helppo yhdistää laitteistoon. Esijäähdytin tulee sijoittaa sellaiselle paikalle, että se on helppo huoltaa ja puhdistaa.

5.3.2 Jäähdytykseen kuluvan energiamäärän vähentäminen

Energiankulutuksen vähentäminen on yksi suurimmista syistä hankkia esijäähdytin järjestelmä. Nykyisellään maidon jäähdytys tapahtuu vasta tilasäiliössä. Lypsytjärjestelmästä riippumatta lypsetyn maidon lämpötila ei juuri muutu matkalla säiliöön. Jos lämpötila ehtii matkan aikana laskea pari astetta, ollaan edelleen niin lähellä lähtölämpötilaa, ettei tällä ole suurta merkitystä jäähdytyksen energiankulutuksen kannalta. Tilasäiliöjäähdytys vaatii paljon energiaa ja kuormittaa sekä sulakkeita että itse jäähdytyslaitteita huomattavasti. Jo pelkästään maidon jäähdytyslaitteiden käynnistäminen vaatii paljon energiaa ja kestävyyttä sulakkeilta. Maidon jäähdytyksessä myös ympäristön lämpötila tulee huomioida, sillä liian korkea maitohuoneen lämpötila hidastaa maidon jäähdytystä ja lisää energiankulutusta.

Maidon jäähdytyksen tehostamiseen ja siitä syntyvän lämmön hyödyntämiseen on kehitetty erilaisia lämmön talteenotto- ja esijäähdytyslaitteita. Näiden laitteiden avulla jäähdytyksen tehostuessa myös energiankulutuksen pitäisi pienentyä. Esimerkiksi lämmön talteenottolaitteiston avulla maidon lämmöstä pystytään ottamaan jopa 50 % talteen. Esijäähdytyksen avulla puolestaan maidon lämpötilaa voidaan parhaimmillaan laskea jopa 10 - 16 °C. (Sanford 2003b, 1; Manninen 2010; DeLaval 2011.) Esijäähdytin yksistään jo tehostaa maidon jäähdytystä ja vähentää energiankulutusta huomattavasti, mutta yhdessä lämmön talteenottojärjestelmän kanssa maidon jäähdyttämisestä syntyvästä lämmöstä saadaan paras hyöty (Ylinen 2011).

Esijäähdyttimen toiminta perustuu kylmään veteen, joka kiertää järjestelmästä riippuen joko levyjen välissä tai putkistossa. Esijäähdyttimessä maidon lämpö siirtyy veteen, joka voidaan varastoida joko suoraan lämminvesivaraajaan tai eristettyyn varastosäiliöön. Esijäähdytintä tai lämmön talteenottojärjestelmää asennettaessa on huomioitava, että lämpimälle vedelle on oltava käyttöä. Lämpimän veden voi esimerkiksi käyttää eläinten juomavetenä tai lypsylaitteiston pesuun. Näin ollen esijäähdytin säästää sekä maidon jäähdytyksen että veden lämmityksen energiankulutuksissa ja -kustannuksissa.

Jos esijäähdytin on asennettu oikein ja sitä käytetään oikein, sen käytön ei pitäisi nostaa maidon jäädytyksen energiankulutusta. Jos näin kuitenkin käy, laitteessa on yleensä jotakin vikaa. Esimerkiksi epäonnistuneen pesun aiheuttamat maitoker-
tyvät tai laitteen roskaantuminen voivat nostaa laitteen käyttökustannuksia. Täl-
löin esijäähdytin tulisi avata ja puhdistaa. Tarvittaessa tulee ottaa yhteys huolto-
mieheen. (Sanford 2003b, 6.)

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mielestäni esijäähdyttimen suurimmat hyödyt ovat maidon nopea jäähdytys, tilasäiliön jäähdytyslaitteiston kuormituksen vähentäminen sekä jäähdytykseen käytetyn veden lämpeneminen. Nopean jäähdytyksen ansiosta bakteerien ja vapaiden rasvahappojen lisääntyminen vähenee ja maidon laatu paranee. Lisäksi esijäähdyttimen avulla maidon jäähdyttämiseen saadaan varmuutta. Nopeutuneen jäähdytyksen ansiosta myös energiankulutus vähenee. Ainoana epävarmuutta aiheuttavana asiana itse pidän pesutulosta. Uskon kuitenkin, että laite peseytyy kunnolla, jos vain annettuja ohjeita pesutuloksen varmistamiseksi noudatetaan.

Esijäähdytinjärjestelmän hinta on mielestäni alhainen laitteen hyötyihin nähden. Lisäksi laitteen hankintaa helpottaa se, että kokonsa puolesta sen asentaminen ei vaadi lisäneliöiden rakentamista maitohuoneeseen. Laitteistosta saatava lämmin vesi voidaan tarvittaessa varastoida lauhdevaraajaan, jolloin vesi saadaan talteen ja voidaan käyttää myöhemmin. Tärkeää on muistaa se, että jäähdytyksessä syntyvälle lämpimälle vedelle on myös oltava käyttöä.

Uskon, että käyttämällä sekä esijäähdytintä että lämmön talteenottojärjestelmää, maidon jäähdytyksessä syntyvästä lämmöstä saadaan paras hyöty irti. Myöskään lämmön talteenottolaitteiston hinta ei ole mielestäni liian korkea hyötyihin nähden ja laitteiston avulla hyödynnetään tilasäiliön jäähdytyskoneiston maidosta siirtämä lämpö. Lisäksi suurilla tiloilla, joissa maitoa tuotetaan paljon, esijäähdytin ja lämmön talteenottolaitteisto yhdessä tuovat varmuutta jäähdytykseen ja samalla pienentävät energiankulutusta ja jäähdytyslaitteiston kuormitusta.

Omasta puolestani voin suositella sekä esijäähdytysmenetelmän että lämmön talteenottolaitteiston hankintaa sekä suuremmille että pienemmille tiloille. Uskon myös, että Suomen oloissa esijäähdyttimen käyttö on mahdollista. Todisteena tästä voidaan pitää Tikan tilan käyttökokemuksia sekä esijäähdyttimen että lämmön talteenottojärjestelmän käytöstä.

LÄHTEET

- A 13.1.2006/134. Maa- ja metsätalousministeriön asetus alkutuotannolle elintarviketurvallisuuden varmistamiseksi asetettavista vaatimuksista. 2006. [Verkkosivu]. [Viitattu 31.10.2010]. Saatavana: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060134>
- Aho, J. & Hildén, T. (toim.) 2007. Maidon matkassa. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Allers, U. 2000. Mit Vorkühlern die Stromkosten senken. Top Agrar 12/2000, 25.
- DeLaval. Ei päiväystä. Maidon lämmön talteenotto. [Verkkosivu]. [Viitattu 19.1.2011]. Saatavana: <http://www.delaval.fi/Products/Milk-Cooling/Heat-Recovery/default.htm>
- DeLaval lämpöpumppu. 2010. DeLaval.
- DeLaval maidon lämmön talteenottojärjestelmä – Järkevää energian säästöä maitotilalla. 2010. DeLaval.
- Euroopan unionin virallinen lehti. 25.6.2004. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 853/2004. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 11.10.2010]. Saatavana: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/fi/oj/2004/l_226/l_22620040625fi00220082.pdf
- Holma, M. 2006. Maidon laatu koostuu monesta tekijästä. Rehumakasiini (4), 16 - 17.
- Hovinen, M., Arminen, L. & Pyörälä, S. 2010. Vedinkaston käyttö utaretulehduksen torjunnassa. [Verkkajulkaisu]. Helsingin yliopisto. Eläinlääketieteellinen tiedekunta, kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto. [Viitattu 30.1.2011]. Saatavana: <http://www.mtt.fi/julkaisut/maitokoneet/Vedinkastoyhteenveto.pdf>
- In - line Milk Cooling. 2007. University of Wisconsin.
- Koskimäki, O. 2011. Osuuskunta Maitosuomen kenttäpäällikkö. Haastattelu 21.2.2011
- Maidon laatukäsikirja. 2007. Valio.
- Manninen, E. 2010. Maidon esijäähdytys. Diasarja. 10.12.2010. MTT Maitokoneet. [Viitattu 21.2.2011]. Saatavana:

<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/.../Maidon%20jäähdytys.pdf>

Manninen, E. & Nyman, K. 2003. Maidonkäsittelyn teknologiaa. [Verkkojulkaisu]. MTT. [Viitattu 24.2.2010]. Saatavana: <http://www.mtt.fi/julkaisut/maitokoneet/mtts15.pdf>

Mäki, M., Manninen, E. & Nyman, K. 2005. Maitotilan pesuopas. [Verkkojulkaisu]. MTT. [Viitattu 5.4.2011]. Saatavana: http://www.mtt.fi/julkaisut/maitokoneet/Pesuopas_vari_08_2005.pdf

Moisio, S. 20.11.2002. Lypsyn apuvälineet. [Verkkosivu]. Maito ja Me. [Viitattu 30.1.2011]. Saatavana: http://www.valio.fi/maitojame/laatuterveys_02/apuvalineet.htm

Oikeusministeriö. 24.6.2006. Suomen säädöskokoelma N:o 134. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Edita Prima Oy. [Viitattu 11.10.2010]. Saatavana: <http://www.finlex.fi/fi/laki/kokoelma/2006/20060022.pdf>

Posio, M. 2009. Kotieläintilojen energiankulutus. [Verkkojulkaisu]. Helsingin yliopisto. Maatalous – metsätieteellinen tiedekunta, agroteknologian laitos. Pro Gradu –tutkielma. [Viitattu 18.1.2011]. Saatavana: http://www.bioenergia.fi/default/?__EVIA_WYSIWYG_FILE=2974&name=file

Rantti, P., Manninen, E. & Kjerp, A-C. 1997. Tilasäiliöopas. Vakolan tiedote 76/97. Maatalouden tutkimuskeskus.

Sanford, S. 2003a. Refrigeration systems. University of Wisconsin.

Sanford, S. 2003b. Well water precoolers. University of Wisconsin.

Sillanpää, K. 2011. DeLavalin myyjä. Haastattelu 23.3.2011

Tikka, V. 2011. Maatalousyrittäjä. Haastattelu 27.1.2011.

Ylinen, A. 2011. Osuuskunta Maitosuomen tuotantoneuvoja. Haastattelu 22.3.2011.

