
**VANHAN PIHATON MUUTTAMINEN
AUTOMAATTILYPSYYN SOPIVAKSI**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö
Maatalouselinkeinojen koulutusohjelma
Mustiala, kevät 2016

Tomi Mäkelä



MUSTIALA

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Maatalouden suuntautumisvaihtoehto

Tekijä	Tomi Mäkelä	Vuosi 2016
Työn nimi	Vanhan pihaton muuttaminen automaattilypsyyn sopivaksi	

TIIVISTELMÄ

Suomalaisilla tiloilla automaattilypsyyn siirrytään useimmiten sosiaalisista syistä. Pihattojen mitoitussuosituksot ovat muuttuneet huomattavasti viimeisen viidentoista vuoden aikana. Tästä syntyy haasteita, kun automaattilypsyyn siirrytään vanhemmissa pihatoissa. Automaattilypsypihaton tulisi tarjota lehmille puitteet mahdollisimman omatoimiseen toimintaan.

Robotilla käymisen lisäksi syönti- ja makuukäyttäytyminen ovat tärkeitä onnistumisen kannalta. Suomalaisen eläntiheyssuosituksen (1,05 parta/lehmä) ja minimivaatimuksen (1 parsi/lehmä) välillä ei ole merkittävää muutosta makuuajassa eikä tuotoksessa. Suomalaisen ruokintapaikkasuosituksen (1 ruokintapaikka/lehmä) ja minimisuosituksen (0,7 ruokintapaikka/lehmä) välillä ero näkyy ruokintahuippujen kohdalla lisääntyneenä seisoskeluna ja häirintänä. Käyttöasteen samankaltaisuus kuitenkin osoittaa, ettei lehmien käyttäytyminen muutu oleellisesti.

Opinnäytetyössä tehtiin teemahaastattelu neljälle tilalle, joilla oli siirrytty automaattilypsyyn vanhemmissa kolmirivisissä pihatoissa. Tiloilla oli onnistuttu automaattilypsyyn siirtymisessä lypsytiheyden, tuotoksen ja työmäärän (noudettavat lehmät) perusteella. Robotin edustan vapaan tilan suuruuden erot (2 - 5,5 m) eivät vaikuttaneet lypsytiheyteen (2,7±0,1) tilojen välillä. Erottelutiloja vapaalla pääsyllä robotille tai kiinteää odotustilaa ei pidetty välttämättömänä. Tilan puutetta lukuun ottamatta tehtyjä kompromisseja ei pidetty ongelmallisina.

Työn tarkoituksena oli suunnitella Mäkelän tilan nykyiseen navettaan automaattilypsyyn sopiva pohjapiirros. Suunnitelmassa on 62 lypsylehmäpaikkaa ja 55 paikkaa nuorkarjalle. Lehmien hyvinvoinnin kannalta olosuhteet paranevat tai pysyvät ennallaan. Erillinen umpilehmien osasto parantaa eläinten hyvinvointia huomattavasti. Mäkelän tilalla on mahdollista siirtyä automaattilypsyyn, vaikkei lypsyrobotia voida hyödyntää aivan maksimikapasiteetilla. Pienemmällä robottikohtaisella eläinmäärällä saadaan kuitenkin tuotoksellista etua suuremman lypsytiheyden ja säännöllisempien lypsyvälien kautta.

Avainsanat Automaattilypsy, navetan pohjapiirustus

Sivut 36 s. + liitteet 10 s.

Mustiala
Degree Programme in Agricultural and Rural Industries
Agricultural Option

Author	Tomi Mäkelä	Year 2016
Subject of Bachelor's thesis	Converting an old barn to an automatic milking barn	

ABSTRACT

In Finland adapting automatic milking is usually done due to social reasons. Loose barn dimension recommendations have changed considerably during the past fifteen years. This makes adapting automatic milking in older barns challenging. In an automatic milking barn cows should be able to act as voluntarily as possible.

Besides visiting the milking robot, feeding and resting behavior are important success factors. Earlier studies show no significant difference on resting time or milk yield between Finnish and minimum stocking density (stalls/cow) recommendations. Idle standing and displacements on a feed barrier increase during feeding peaks between Finnish and minimum feeding space recommendations. However similar occupancy rates indicate no substantial change in cow behavior.

In this thesis four farms, which had adapted automatic milking in old barns, were theme interviewed. These farms had successfully adapted automatic milking in terms of daily milkings, milk yield and labor needs (fetched cows). Differences in free space in front of the robot (2-5.5m) didn't impact on daily milkings per cow (2.7 ± 0.1) between the farms. Neither a special needs area with voluntary access on a robot nor permanent holding area was found necessary. Besides the lack of space, other compromises weren't found problematic.

The aim of this thesis was to create a barn layout, suitable for automatic milking, for Mäkelä's existing barn. The plan contains 62 slots for cows and 55 slots for young cattle. In the plan cow comfort improves or remains the same. Separate section for dry cows improves cow comfort considerably. It's possible to adapt automatic milking on Mäkelä's farm, although milking robot can't be used at maximum capacity. Lower occupancy rate improves milk yield per cow via increased number of daily milkings and more stable milking intervals.

Keywords Automatic milking, barn layout

Pages 36 p. + appendices 10 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	AUTOMAATTILYPSYPIHATTO.....	1
2.1	Lanta- ja ylikulkukäytävät.....	1
2.2	Ruokintatila.....	2
2.3	Makuuparret.....	4
2.4	Lehmäliikenne.....	7
2.5	Erottelu- ja odotustilat.....	8
2.6	Laiduntaminen.....	8
2.7	Eläinmäärä ja kannattavuus.....	9
3	TEEMAHAASTATTELU ROBOTIN VALMIISIIN TILOIHIN SJOITTANEILLE TILOILLE	10
3.1	Tilojen valinta ja haastattelu	10
3.2	Tilat ja tulokset.....	10
3.2.1	Tilojen tunnuslukuja.....	11
3.2.2	Robottialue	11
3.2.3	Nuorkarja, lisätilan tarve ja laiduntaminen	13
4	LYPSYROBOTIN SJOITTAMINEN MÄKELÄN NAVETTAAN.....	13
4.1	Nykyinen navetta.....	13
4.1.1	Pihatto.....	14
4.1.2	Vanha navetta	14
4.1.3	Muut tilat	15
4.2	Suunnittelua ohjaavat tekijät	15
4.3	Robottien sijoittamiseen vaikuttavat ominaisuudet.....	17
4.3.1	Lely Astronaut A4	18
4.3.2	DeLaval vapaalypsyjärjestelmä VMS	19
4.3.3	Vertailu	19
4.4	Suunnitelma.....	20
4.4.1	Pihatto.....	20
4.4.2	Vanha navetta	21
4.4.3	Lehmäliikenne	22
4.4.4	Ruokinta	23
4.4.5	Hoitotoimenpiteet	23
4.5	Eläinten hyvinvointi ja taloudellisuus	24
5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	26
	LÄHTEET	29
Liite 1	Ruokinnan tilankäyttö	
Liite 2	Vanha navetta	
Liite 3	VMS Leikkauskuva	
Liite 4	Nuorkarja laskelma	
Liite 5	Navetta pohjapiirros	
Liite 6	Portit	
Liite 7	Kysymysrunko	

1 JOHDANTO

Automaattilypsyyn siirtymiseen on sosiaalisia ja taloudellisia syitä. Suomessa automaattilypsyyn siirtymisen taustalla on tärkeimpinä sosiaalisista syistä joustavampi työ- ja vapaa-aika sekä fyysisesti rasittavasta lypsytyöstä luopuminen. Mäkelän tilalla fyysisestä lypsytyöstä luopuminen, eläinten hyvinvoinnista huolehtiminen ja lypsykertojen lisääminen saivat harkitsemaan automaattilypsyyn siirtymistä.

Automaattilypsypihattonen mitoituksista on tehty ohjeita ja suosituksia, joita on mahdotonta täysin toteuttaa vanhemmissa pihatoissa. Olemassa oleva tutkimustieto liittyy yleisesti automaattilypsyyn tai vertailee automaatti- ja asemalypsyn eroja. Automaattilypsyyn siirryttäessä tulisi tarkastella vanhaan navettaan sijoittamisesta aiheutuvia kompromisseja ja niiden pohjalta harkita remontoiko vai rakentaako uuden. Kyseisiin kompromisseihin liittyen ei löydy suoraa tutkimustietoa, joten automaattilypsystä olevaa tietoa on sovellettava.

Mäkelän tilalla ei harkita kokonaan uuden navetan rakentamista, koska eläinmäärää ei ole tarkoitus nostaa niin paljon, että tarvittaisiin kahta lypsyrobotia. Tilakeskus on rakennettu tiiviisti, joten nykyisen navetan laajentaminen on poissuljettu vaihtoehto. Lannan ja rehun varastointi on mitoitettu niin, että ne riittävät täyttämään yhden robotin vaatiman lehmämäärän tarpeet.

Työn tavoitteena on tuottaa automaattilypsyyn soveltuva pohjaratkaisu Mäkelän navettaan. Navetan suunnittelun kulmakiviä ovat: lehmien hyvinvointi, työtehokkuus, kustannukset ja sijoitetun pääoman tuotto sekä tulevaisuuden laajennusmahdollisuudet, joista tässä työssä pääpaino on lehmien hyvinvoinnilla ja työtehokkuudella.

Ensin lasketaan navetan teoreettinen maksimikapasiteetti ja selvitetään määräävät tekijät, joiden perusteella suunnittelutyö aloitetaan. Työssä olevat piirustukset on tehty DraftSight CAD-ohjelman ilmaisella versiolla. Työssä hyödynnetään ja sovelletaan olemassa olevaa tutkimustietoa, teemahaastatteluista saatua tietoa ja Mäkelän navetassa tehtyjä havaintoja.

2 AUTOMAATTILYPSYPIHATTO

Automaattilypsypihattonen on tarjottava puitteet, joissa lehmä toimii mahdollisimman paljon vapaaehtoisesti ilman ihmisen väliintuloa. Karjankäsittelyn tarpeen ollessa pieni saadaan suurempi taloudellinen hyöty vähentyneiden työkuksannuksien kautta. (Rodenburg 2013.)

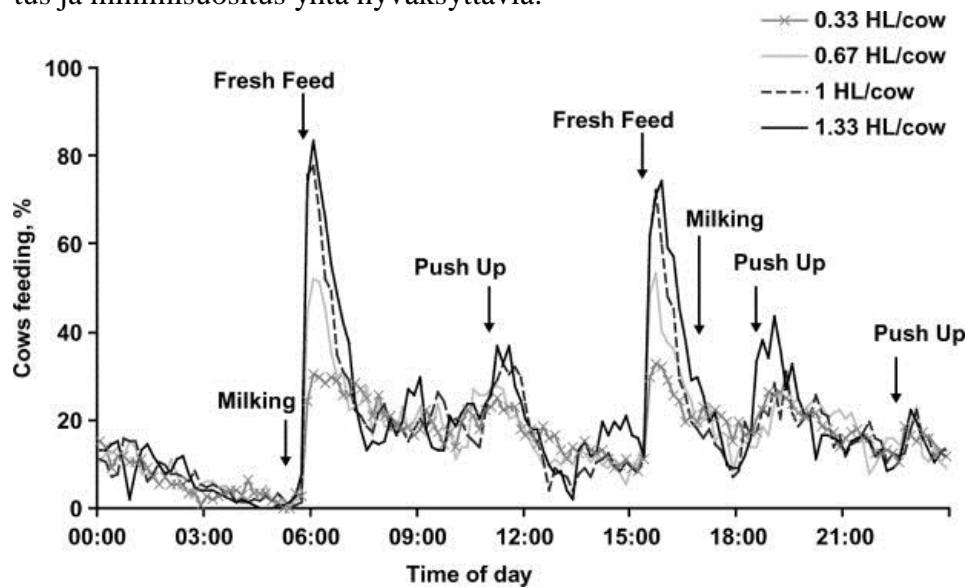
2.1 Lanta- ja ylikulkukäytävät

Kolmirivisessä pihatossa ruokintapöydän ja parsien välisen lantakäytävän suositusleveys on neljä metriä tai enemmän. Kahden parsirivin välisen lan-

takäytävän tulisi olla 2,75-3 metriä leveä. Robotin ja ensimmäisenä sen edessä olevan esteen välinen suositusmitta on viidestä kuuteen metriin. Ylikulkukäytävän, jolla sijaitsee juoma-allas, tulisi olla neljästä viiteen metriin leveä. Ilman juoma-allasta tai karjajarjaa kaksi metriä riittää ylikulkukäytävän leveydeksi. Maksimi parsimäärä ylikulkukäytävien välillä on kaksikymmentä. (Lely 2014, 11; Hulsen 2009, 43; DeLaval 2008)

2.2 Ruokintatila

Ruokintaesteellä tulisi olla tilaa minimissään seitsemällekympinelle prosentille lehmistä (Lely 2014, 11). Suomalaisen suosituksen mukaan tilaa tulisi olla niin, että kaikki lehmät mahtuvat syömään samanaikaisesti (Kivinen ym. 2007). Kuviossa 1. näkyy kuinka suurimmat erot syöntiaktiivisuuteen näiden kahden suositusmäärän välillä näkyvät selkeimmin suosituina syömaaikoina. Ruokintahuipun kohdalla ruokintatilan käyttöaste on molemmissa noin kaksikymmentä prosenttia alle maksimikapasiteetin. Kun ruokintapaikkoja on kolmellekympinelle prosentille ryhmästä, on käyttöaste sata prosenttia, mikä osoittaa selkeän muutoksen lehmien käyttäytymisessä. Käyttöasteen kannalta tarkasteltuna ovat suomalainen suositus ja minimisuositus yhtä hyväksyttäviä.

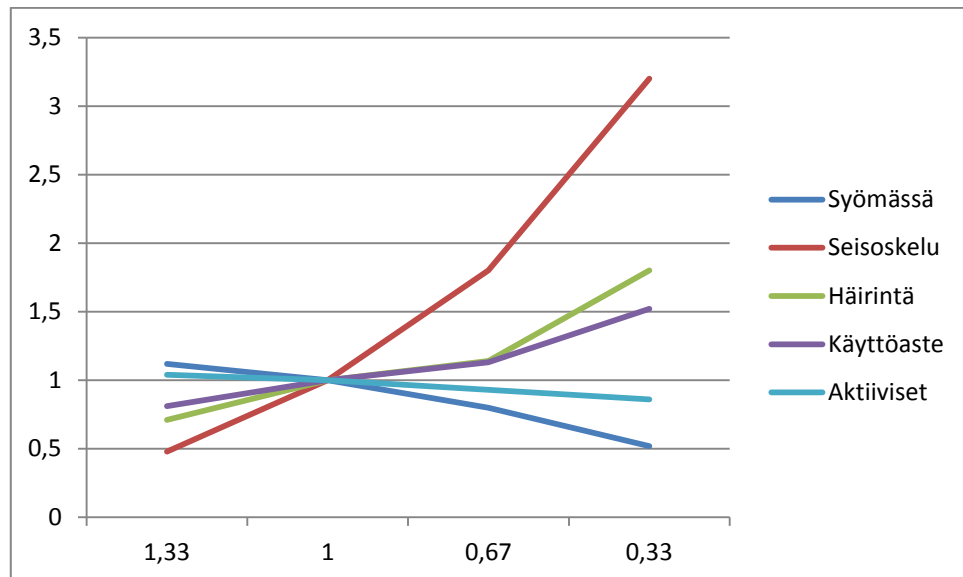


Kuvio 1. Kuviossa näkyy neljän lehmäryhmän (n=9) syöntiaktiivisuus vuorokauden aikana. Musta katkoviiva kuvaa ryhmää, jossa eläntiheys on sata prosenttia (1 lukkoparsi/lehmä) ja harmaa viiva kuvaa ryhmää, jolle on 0,67 ruokintapaikkaa eläintä kohti. (Huzzey ym. 2006.)

Kun ruokintatilaa on enemmän, kilpailu vähenee ruokintaesteellä ja syöntiaktiivisuus lisääntyy (DeVries ym. 2004). Myös Lobeck-Luchterhand ym. (2014) huomasivat häirinnän lisääntyvän, kun eläntiheyttä ruokintaesteellä nostettiin kahdeksastakymmenestä sataan prosenttiin. Hill ym. (2009) tulivat kuitenkin tulokseen, että eläntiheiden kasvattaminen ruokintaesteellä johtaa ennemminkin turhaan seisoskeluun ruokintaesteen läheisyydessä ja pienempään ruokailuaktiivisuuteen suosituina syöntiaikoina. Huzzey ym. (2006) tutkimustulokset tukevat Hill ym. (2009) tuloksia lisääntyvän seisonta-ajan osalta, jonka lisäksi ne osoittavat eläntiheiden

laskun lisäävän syöntiaikaa varsinkin arempien lehmien osalta. Häirintää esiintyy ruokintaesteellä aina, mutta eläintiheyden noustessa huomattavasti¹ muiden kuin dominoivien lehmien osuus häirinnästä lisääntyy (Olofsson 1999).

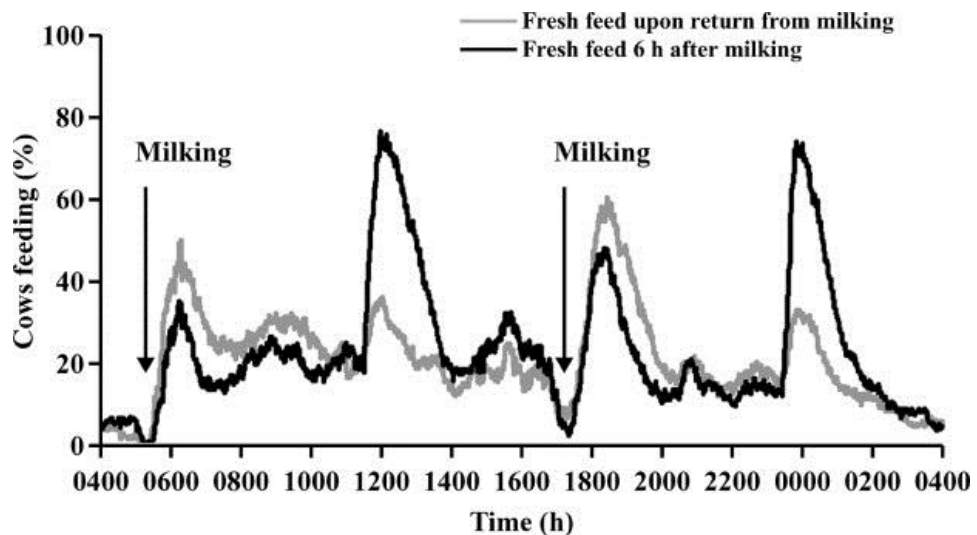
Kuviosta 2. voidaan päätellä, että syömähalu ruokinnan jälkeen laskee vain hieman ruokintatilan laskiessa, mikä ilmenee lisääntyvänä häirintänä ja seisoskeluna. Voidaan olettaa toimettona seisovien lehmien tahtovan syömään, koska lehmälle tarve lepoon on ensisijainen (Metz 1985). Ruokintapaikkojen määrän laskiessa yhdestä 0,69:ään lehmää kohti häirinnän ja käyttöasteen kasvu on pientä, mitä selittää seisoskelevien lehmien määrän huomattava kasvu. Kuviosta nähdään myös käyttöasteen ja häirinnän välillä selkeä yhteys. Voidaan siis tehdä johtopäätös, että ruokintatilan muutokset näkyvät lisääntyvänä kilpailuna ja/tai seisoskelun lisääntymisenä. Muutos on kuitenkin voimakkain, kun ruokintapaikkoja on vain kolmellekymmenelle prosentille lehmistä.



Kuvio 2. Tutkimustieto on kerätty ruokailuhuipun kohdalla tunnin aikana. Tiedot on suhteutettu niin, että sadan prosentin ruokintatiheyden tuloksia kuvaa 1.00 ja muiden ruokinta tiheyksien tulokset on suhteutettu siihen. (Huzzey ym. 2006)

Eläintiheyteen liittyvät tutkimukset on pääsääntöisesti tehty asemalla lypsättävillä eläimillä. Wagner-Storch & Palmer (2002) tutkivat eläintiheyden vaikutuksen eroja perinteisen asemalypsyyn ja automaattilypsyn välillä. He päättelivät tutkimustuloksistaan, että automaattilypsyssä tarvittaisiin vähemmän ruokintatilaa, koska lypsyn jälkeistä piikkiä ruokailuaktiivisuudessa ei tule. DeVries & von Keyserlingk (2004) tekemän tutkimuksen tulokset (kuvio 3.) kuitenkin kumoavat Wagner-Storch & Palmer (2002) perustelun. Eron tutkimustuloksissa selittänee se, että Wanger-Storch & Palmer (2002) tutkimuksessa oli käytössä pakotettu lehmäliikenne.

¹ Tutkimuksessa eläintiheydet ruokintaesteellä olivat 100 ja 400 prosenttia.



Kuvio 3. Lehmiä/ryhmä ruokintaesteellä vuorokauden aikana, kun ruokinta on lypsyn yhteydessä (harmaa) tai kuusi tuntia lypsyn jälkeen (musta). (DeVries ja von Keyserlingk 2004.)

Kilpailu² ruokintaesteellä ei vaikuta kuiva-aineen syöntimäärään eikä lehmien rehun lajitteluun, mikä voi johtaa erilaisiin rehukoostumuksiin eriarvoisilla lehmillä (Hosseinkhani ym. 2007). Lehmät suosivat lajitellessaan pienempiä partikkeleita kilpailutilanteesta huolimatta (Hosseinkhani ym. 2007), jolloin tasakokoisilla partikkeleilla voidaan vähentää lajittelusta johtuvaa koostumuksen eroa. Pienemmät partikkelit ovat myös lehmälle nopeampia syödä (Eriksson & Spörndly 2012).

Kilpailua ruokintaesteellä voidaan yrittää vähentää säätämällä ruokintatiheyttä. Liian tiheä ruokinta³ kuitenkin muuttaa lehmien käyttäytymistä ja vähentää lepoaikaa (Mäntysaari ym. 2006). Hart ym. (2013) havaitsivat samankaltaista muutosta kuin Mäntysaari ym. (2006), joskin vähemmissä määrin tutkiessaan kolmen eri ruokintatiheyden⁴ vaikutuksia. Kumpikaan (Mäntysaari ym. 2006; Hart ym. 2013) ei löytänyt muutosta tuotoksessa ruokintakertamäärien välillä.

2.3 Makuuparret

Makuuparsia tulisi suomalaisen suosituksen mukaan olla 1,05 lehmää kohden (Kivinen ym. 2007). Minimivaatimuksena suomessa on yksi parsipaikka lehmää kohden, joka on myös Lelyn (2014) minimisuositus. Taulukko 1. kuvaa makuuparsien mitoitus suosituksia. Isommat parret lisäävät hieman makuuaikaa, mutta likaantuvat helpommin (Tucker ym. 2004).

² Kilpailutilanteessa oli kaksi lehmää per ruokintapaikka, kilpailuttomassa yksi lehmä per ruokintapaikka.

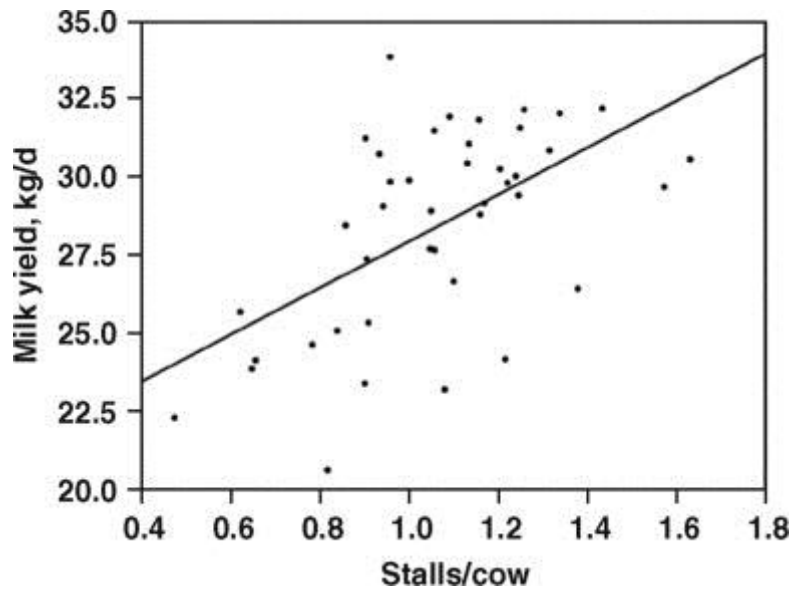
³ Tutkimuksessa vertailtiin yhtä ja viittä ruokintakertaa.

⁴ Tutkitut ruokintatiheydet: yksi, kaksi ja kolme kertaa päivässä.

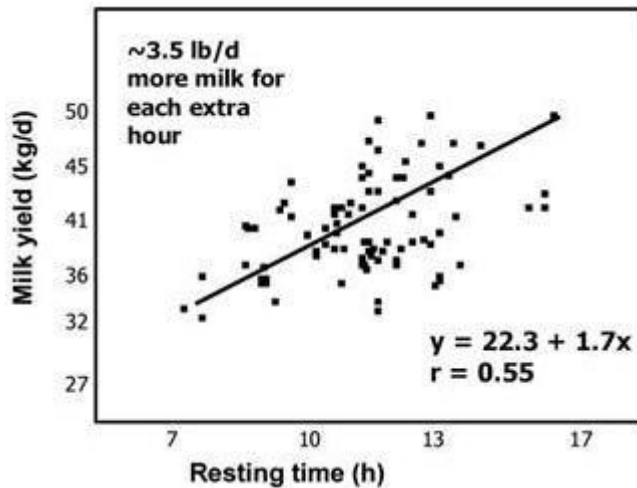
Taulukko 1. Makuuparsien mitoitukset.

	Kivinen ym. 2007	Hulsen 2009	Lely 2014	DeLaval 2008
Leveys	1,30 ± 0,10		1,25	1,15- 1,25
Pituus, päät vastakkain	2,45- 2,65	2,5- 2,75	3	2,40- 2,60
Pituus, seinää vasten	2,80- 3,10		3,25	2,60- 2,80

Ruokinnasta riippumattomista tuotokseen vaikuttavista tekijöistä lehmäkohtainen parsilukumäärä on yksi tärkeimmistä (Bach ym. 2008), mikä ilmenee kuvioista 4. Parsilukumäärän ollessa alle 0,9 lehmää kohti, on tuotos selkeästi keskimääräistä heikompi. Kuvio 5 osoittaa makuuajan ja maitotuotoksen välisen korrelaation. Jokainen makuutunnin lisäys nostaa päivittäistä maitotuotosta noin 1,5 kg.



Kuvio 4. Päivittäisen maitotuotoksen ja lehmäkohtaisten makuuparsien lukumäärän yhteys karjoilla (n=47), joiden ruokintaseos on sama. (Bach ym. 2008.)



Kuvio 5. Maitotuotoksen ja makuuajan yhteys. (Grant 2007.)

Metzin(1985) johtopäätöksen mukaan lehmät pyrkivät ennemmin pitämään kiinni päivittäisestä makuuajasta kuin syöntiajasta. Jos parsitilaa ei ole, jäävät lehmät ”jonottamaan” parsipaikoille (Metz 1985). Taulukko 2. tukee Metzin(1985) päätelmiä, koska selkeästi ylitiheydestä huolimatta syöntiaika ei lisääny tai lisääntyy vain vähän. Seisoskelu sen sijaan lisääntyy huomattavasti ylitiheyden lisääntyessä. Taulukossa 2. on myös nähtävissä, että eläntiheyden vaikutukset ovat suurempia, kun 100 % eläntiheys ylitetään, kuin alitiheyden suuntaan mentäessä. Telezhenko ym.(2011) tutkimus taas osoittaa navetan koolla olevan ryhmäkoko tai eläntiheyttä suurempi vaikutus häirintään.

Taulukossa 2. käsitellyt tutkimukset osoittavat, ettei minimisuosituksen (parsi/lehmä) ja suomalaisen suosituksen (1,05 partta/lehmä) välillä ole huomattavaa eroa. Tutkimuksissa (Taulukko 2.) eläntiheyden ollessa alle sata prosenttia makuuajan muutos on enimmillään kuusi prosenttia, jolloin sen vaikutus tuotokseen on pieni. Voidaan kuitenkin todeta, että väljyys parantaa eläinten mukavuutta.

Taulukko 2. Eläintiheyden (parsilukumäärän suhteutettuna) vaikutus eläinten käyttäytymiseen. Sadan prosentin eläintiheyden (lehmä/parsi) tulokset on asetettu 1.00:n, johon muut luvut on suhteutettu. (Osin lainattu Grant 2007.)

Siteerattu tutkimus	Eläintiheys %	Makuu-aika	Syöntiaika	Seisoske-lu	Häirin-tä
Winkler ym. (2003) ⁵	66	1.02			
	100	1.00			
	150	0.88			
Fregonesi ym. 2007	100	1.00		1.00	1.00
	109	0.94		1.06	1.30
	120	0.93		1.08	2.30
	133	0.89		1.14	3.00
	150	0.86		1.18	2.70
Wierenga and Hopper ⁶	100	1.00	1.00	1.00	
	125	1.00	1.04	1.25	
	133	0.98	0.95	1.52	
	155	0.93	1.01	1.46	
Matzke and Grant 2002 ⁷	85	0.95	1.02	0.95	
	100	1.00	1.00	1.00	
	120	0.73	1.02	1.20	
Lobeck-Luchterhand 2014 ⁸	80	0.98	1.05		
	100	1.00	1.00		
Telezhenko ym. 2011 ⁹	25	1.06			0.78
	50	1.04			0.78
	50	1.03			1.02
	100	1.00			1.00

2.4 Lehmäliikenne

Automaattilypsyssä on kolme lehmäliikennemallia: vapaa lehmäliikenne, pakotettu lehmäliikenne ja ohjattu lehmäliikenne. Vapaassa lehmäliikenteessä navetassa ei ole mitään eläinten kulkua rajoittavia tekijöitä. Pakotetussa lehmäliikenteessä lehmän on kuljettava robotin läpi päästäkseen ruokailualueelle. Ohjatussa lehmäliikenteessä lehmän on kuljettava erotteluportista, joka ohjaa lehmän robotin odotustilaan tai päästää ruokailemaan lypsyluvasta riippuen.

Taulukossa 3. esitetty tutkimus osoittaa pakotetun lehmäliikenteen johtavan huomattavasti useampaan lypsykertaan päivässä verrattuna vapaaseen

⁵ Viitattu Grant (2007)

⁶ Viitattu Grant (2007)

⁷ Viitattu Grant (2007)

⁸ Taulukkoon käytetty tutkimustieto on kerätty tunnetuilta ja osin lypsyssä olevilta useamman kerran poikineilta eläimiltä. Ryhmässä ei ollut ensikoita.

⁹ Tutkimuksessa oli kaksi eri ryhmä- ja pihattokokoa(6/24, 12/24, 6/12 ja 12/12).

lehmäliikenteeseen. Kuitenkin myöhemmissä tutkimuksissa ei ole havaittu merkittävää eroa lypsykerroissa eri lehmäliikennemallien välillä (Hermans ym. 2002, Gygax ym. 2007, Bach ym. 2008). Tutkimusolosuhteiden voidaan olettaa vaikuttaneen tuloksiin, joissa eri lehmäliikennemallien välillä oli huomattava ero, koska tiloilta kerätyissä aineistoissa eroa ei havaittu.

Pakotettu lehmäliikenne muuttaa lehmän syöntikäyttäytymistä huomattavasti (Taulukko 3., Bach ym. 2008). Syöntikertoja on vähemmän pakotetussa ja ohjatussa lehmäliikenteessä (Taulukko 3., Bach ym. 2008) ja ruokailukerrat ovat pidempiä (Bach ym. 2008). Vapaassa lehmäliikenteessä lehmät syövät kuiva-ainetta ja märehtivät enemmän (Melin ym. 2007).

Pakotetussa lehmäliikenteessä lehmien ajamistarve robotille on pienempi (Bach ym. 2008, Rodenburg & House 2007). Vapaassa lehmäliikenteessä lehmien jonotusaika robotille on huomattavasti pienempi vaikka se suhteutettaisiin lypsykertoihin (Taulukko 3.). Aroille lehmille vapaa liikenne on huomattavasti parempi jonotusajan kannalta.

Taulukko 3. Lehmien käyttäytymisen vertailua lehmäliikennemallien välillä (Thune ym. 2002, ks. Rodenburg 2010)

	Vapaa	Pakotettu	Ohjattu
Lypsykerrat	2.0	2.6	2.4
Syöntikerrat	12.1	3.9	6.5
Keskimääräinen jonotusaika robotille (min/päivä)			
Dominoivat lehmät	78	140	124
Arat lehmät	95	240	168

2.5 Erottelu- ja odotustilat

Erottelutilalla tarkoitetaan tilaa robotin takana, jossa on paikat 10 %:lle lypsylehmistä ja rehua sekä vettä tarjolla (Hulsen 2009). Erottelutilassa voidaan pitää mm. ontuvia ja juuri poikineita lehmiä. Kun erottelutilasta on pääsy robotille, käyvät useimmat eläimet itse robotilla ja ajaminen robotille on vaivatonta (Rodenburg 2010).

Robotille ajetuille lehmille tulisi olla odotustila, joka riittäisi noin 8-10 %:lle ryhmästä (Hulsen 2009). Odotustila voi olla joko pysyvä tai muunneltava. Pysyvässä odotustilassa voidaan käyttää jaettua robotille menoa, jolloin myös odotusalueen ulkopuolelta pääsee robotille (Rodenburg 2010). Odotustilassa ei tulisi olla parsia eikä juoma-allasta, jotta lehmät poistuisivat sieltä mahdollisimman nopeasti (Rodenburg 2010).

2.6 Laiduntaminen

Laiduntamisen ja automaattilypsyn yhdistäminen onnistuneesti on mahdollista, mutta tiettyjä asioita on otettava huomioon (van Dooren ym. 2004, 47). Laitumella lehmien laumakäyttäytyminen voimistuu (van Doo-

ren ym. 2004, 26). Laitumen etäisyyden lisääntyessä lehmien samanaikainen toiminta lisääntyy edelleen, jolloin harva lehmä liikkuu yksin laitumen ja navetan välillä (van Dooren ym. 2004, 39). Tämä asettaa haasteen lypsytiheyden säilyttämiselle. Ilman hyvin järjestettyä lehmäliikennettä robotti on useammin tyhjiällä ja pullonkaula-ilmioita syntyy (Wiktorsson & Spörndly, 2002).

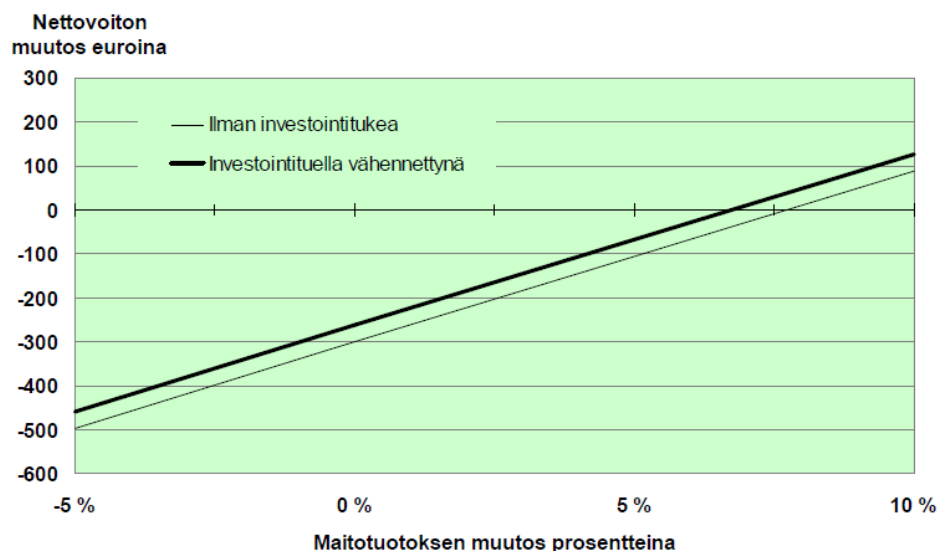
Valintaporteilla ja yksisuuntaisilla paluuporteilla pystytään helpottamaan laiduntamisen hallintaa (Wiktorsson & Spörndly, 2002). Juomamahdollisuuden rajoittamisella voidaan ohjata lehmäliikennettä robotille (Wiktorsson & Spörndly, 2002 ; Spörndly & Wrede, 2004). Spörndly & Wrede (2005) eivät kuitenkaan löytäneet eroa laitumella ja navetassa tai vain navetassa vettä saavien ryhmien väliltä tuotoksen, lypsytiheyden ja vedenkulutuksen osalta. Ruokintalisillä voidaan ohjata lehmiä navettaan ja robotille (Wiktorsson & Spörndly, 2002). Spörndly & Wrede (2004) eivät kuitenkaan löytäneet hyötyä lisäruokinnasta navetassa, minkä takia kannattaa huomioida kustannukset suhteessa mahdolliseen hyötyyn.

On suositeltavaa, että laitumet ovat mahdollisimman lähellä navettaa (Wiktorsson & Spörndly, 2002). Laitumen ollessa 50 metrin päässä navetasta tuotos on parempi verrattuna laitumeen 250 metrin päässä (Spörndly & Wrede 2004). Lypsytiheyskin oli laidunkauden alkupuolella parempi lähempänä navettaa, mutta lehmien käyttäytyminen muuttui kesken laidunkauden, mikä on huomion arvoinen asia laiduntamisen hallinnan kannalta (Spörndly & Wrede 2004).

2.7 Eläinmäärä ja kannattavuus

Automaattilypsyn katsotaan olevan kilpailukykyinen asemalypsyyn nähden 50- 120 lehmän karjoilla (Rotz ym. 2003; Latvala & Suokannas 2005; Rodenburg 2011; Steenveld ym. 2012). Yhden robotin kapasiteetti on 55 - 60 lehmää kolmella lypsykerralla päivässä (de Koenig & Rodenburg 2004). Ideaaliolosuhteissa on kuitenkin mahdollista lypsää 70 lehmää, jolloin 2,4- 2,6 lypsykertaa päivässä on mahdollista saavuttaa (Castro ym. 2012).

Automaattilypsyn on todettu laskevan työn määrää keskimäärin 30 % (Latvala & Suokannas 2005; Bijl ym. 2007). Bijl ym. (2007) raportoivat työajan vähenemisen johtuvan osin lisääntyneestä urakointipalveluiden käytöstä, mistä johtui myös suuri osa suuremmista kiinteistä kustannuksista asemalypsytiloihin nähden Hollannissa. Päivittäisten lypsykertojen lisääntymisestä johtuvalla tuotoksen kasvulla on tärkeä rooli automaattilypsyn kannattavuudessa asemalypsyyn nähden (Rotz ym. 2003; kuvio 7.). Robotin elinkaarella on huomattava vaikutus investoinnin kannattavuuteen (Rotz ym. 2003).



Kuvio 6. Maitotuotoksen muutoksen vaikutus automaattilypsyn ja asemalypsyn nettovoittojen erotukseen. (Latvala & Suokannas 2005.)

3 TEEMAHAASTATTELU ROBOTIN VALMIISIIN TILOIHIN SIOITTANEILLE TILOILLE

3.1 Tilojen valinta ja haastattelu

Teemahaastattelu tehtiin neljälle tilalle, joiden katsottiin olevan riittävän vastaavanlaisia Mäkelän tilan kanssa. Haastateltavien tilojen valinnassa pyrittiin kuitenkin valitsemaan hieman erilaisia tiloja, joilla kokonaisuus on toimiva onnistumisen mittareiden perusteella. Käytettyjä onnistumisen mittareita olivat mm. keskituotos, vuosituotos robottia kohden, lypsytiheys ja työmäärä robotille noudettavien lehmien osuuden perusteella (Rodenburg 2013). Aika, jonka robotti oli ollut käytössä, oli myös yksi tärkeä valintakriteeri.

Haastattelun pääteemoina olivat robottilypsyyn siirtyminen, sen toteuttaminen, onnistuminen ja toiminnallisuus. Haastattelussa käytettiin apuna kysymysrunkoa (Liite 7), jotta kaikki teemat tulivat etukäteen toivotulla laajuudella käytyä läpi ja tulosten vertailu olisi helpompaa. Haastattelua ei kuitenkaan tehty orjallisesti kysymysten mukaan, vaan ne olivat lähinnä tarkistuslistana. Haastattelut tehtiin kevään 2015 aikana.

3.2 Tilat ja tulokset

Haastatelluilla tiloilla on ollut lypsyrobotti käytössä kolmesta kuuteen vuotta. Kaikki pihatot ovat kolmirivisiä, kuten Mäkelän pihatto. Kahdella tiloista on käytössä seosrehuruokinta ja kahdella on erillisruokinta. Kaikilla tiloilla on käytössä vapaa lehmäliikenne.

Syynä robottilypsyyn oli kaikilla tiloilla päällimmäisenä sosiaaliset syyt. Yhdellä tiloista robottilypsyyn siirtyminen tehtiin samalla, kun umpileh-

mien ja nuorkarjan olosuhteita parannettiin tiloja laajentamalla. Yhdellä tiloista harkittiin uuden navetan rakentamista, mutta se todettiin taloudellisesti kannattamattomaksi nykyisen navetan ollessa hyväkuntoinen.

3.2.1 Tilojen tunnuslukuja

Taulukosta 4. ilmenee tilojen lehmämäärän olevan suunnilleen sama. Huomattavaa hajontaa on kuitenkin lehmämäärien kasvuissa. Tiloilla, joilla lehmämäärä on noussut maltillisemmin automaattilypsyyn siirryttäessä, on keskituotos noussut. Yhteistä näillä tiloilla on kuitenkin myös seosrehuruokinta. Voidaan olettaa, että lypsyrobotilta saatava väkirehu on tehostanut ruokintaa näillä tiloilla, ja ettei vastaavaa hyötyä ole saatu erillisruokintaa käyttävillä tiloilla. Keskipoikimakerroissa ei ole merkittävää muutosta yhtä tilaa lukuun ottamatta. Sen lisäksi, että tila on lypsänyt kauimmin robotilla, voi selittävänä tekijänä olla aikaisemman lehmämäärän kasvattamisen aiheuttama alhaisempi keskipoikimakerta. Muutoin on havaittavissa yhteys ajan robottilypsyyn siirtymisestä ja keskipoikimakerroksen kehityksen välillä. Yhteys selittyy automaattilypsyyn soveltumattomien lehmien poistomäärän ollessa suurin heti siirtymän jälkeen ennen kuin karja valikoituu automaattilypsyyn paremmin soveltuvaksi.

Taulukko 4. Tilojen tunnuslukuja.

Tila	A	B	C	D
Aika	6	5	3,5	3
Lehmiä kpl				
Nykytilanne	65	61	65	62
Ennen	40	55	50	42
Erotus	25	6	15	20
Keskituotos/lehmä/vuosi				
Nykytilanne	9500	10000	11500	9000
Ennen	9500	9000	10000	9000
Erotus	0	1000	1500	0
Keskipoikimakerta				
Nykytilanne	2,5	2,4	2	2,2
Ennen	2	2,2	2	2,4
Erotus	0,5	0,2	0	-0,2

3.2.2 Robottialue

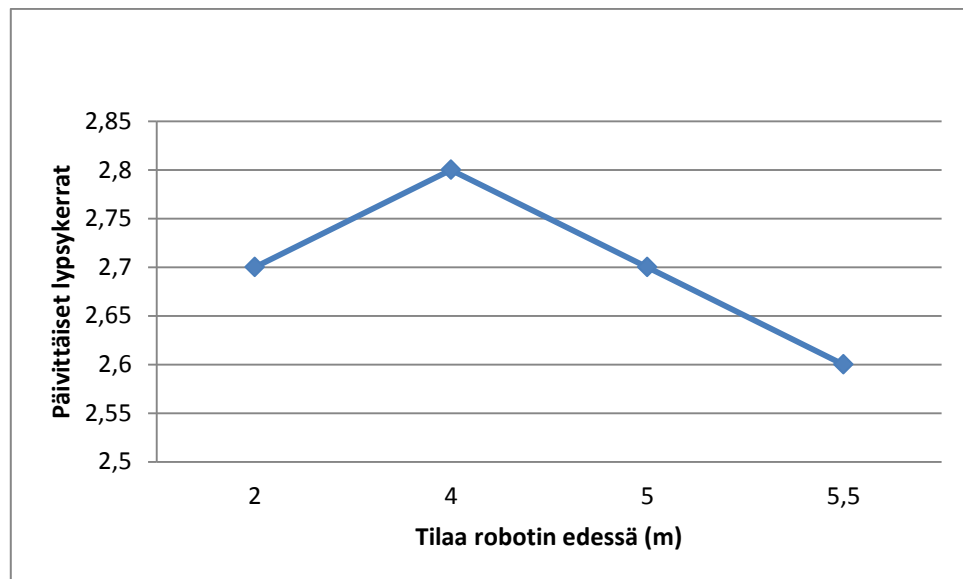
Lypsyrobotia sijoitettaessa jo olemassa olevaan navettaan haastavimpana pidettiin päivittäisten toimintojen pyörittämistä muutostöiden aikaan. Robotin paikkaa valittaessa navetan pohjaratkaisu tarjosi kahdelle tiloista mahdollisuuden harkita robotin paikkaa useamman vaihtoehdon väliltä. Kyseisillä tiloilla lypsyasema ei ollut kolmirivisen pihaton päädyssä, vaan sivulla. Lypsyasemalta vapautunut tila oli käytetty seuraavasti:

- Robotti, poikimakarsina ja varastointitilaa
- Parsia ja poikimakarsina
- Juottovasikat ja sorkkateline
- Juottovasikat

Tilalla, jolla robotilta vapautunut tila oli hyödynnetty tehokkaimmin, oli suurin tarve lisäparsipaikoille.

Erottelutilaa robotin takana, josta olisi vapaasti pääsy robotille, ei ollut tiloilla. Yhdellä tilalla ei ollut mitään erottelu- tai odotustiloja robotin läheisyydessä. Kahdella tilalla oli manuaalisesti toimiva erottelutila robotin takana, jossa oli poikima-/sairaskarsina. Näistä kahdesta toisella oli automaattinen erotteluportti, joka kuitenkin koettiin tarpeettomaksi. Kolmella tiloista oli porteista muunneltava odotustila robotille noudettaville lehmille. Pienemmät hoitotoimenpiteet, kuten utarekarvojen ajaminen ja siementäminen tehtiin makuu- tai lukkoparsissa. Ratkaisut koettiin toimiviksi, minkä taustalla on oletettavasti hyvät karjankäsittelytaidot.

Tiloilla oli eroa robotin edustalla olevan tilan koossa. Enimmillään robotin edustalla oli 5,5 metriä vapaata tilaa ja vähimmillään kaksi metriä. Robotin edessä olevalla tilalla ei kuitenkaan ollut vaikutusta päivittäisiin lypsykertoihin lehmää kohden (Kuvio 7). Se ettei eroa syntynyt johtunee osin siitä, että pienimpään tilaan robotin edessä ei ollut sijoitettu juoma-allasta. Oleellista on myös huomata, ettei kapeampi tila aiheuttanut muutenkaan ongelmia. Yhden tapauksen perusteella ei voida kuitenkaan yleistää, mutta voidaan kuitenkin todeta onnistumisen mahdollisuus.



Kuvio 7. Robotin edessä olevan tilan suhde päivittäisiin lypsykertoihin.

Robotin edessä olevaa tilaa pidettiin haastattelussa tärkeänä, mutta parsipaikkojen lukumäärää pidettiin hieman tärkeämpänä. Myös yhden lehmän pituista paluunestoportillista poistumiskäytävää pidettiin suositeltavana, jotta robotilta pääsee poistumaan ilman häirintää.

Robotille noudettavien lehmien määrä oli huomattavan alhainen kaikilla tiloilla. Tilalla, jolla oli vähiten tilaa robotin edessä, eikä portteja robotin luona, ei lehmiä noudettu robotille lähes yhtään. Kahdella tilalla noudettavien osuus oli keskimäärin alle kaksi prosenttia lehmistä. Yhdellä tiloista noudettavien osuus oli kahdesta neljään prosenttia. Rodenburg & House

(2007) raportoivat vastaavien prosenttien olevan 4-25 % kanadalaisilla tiloilla.

3.2.3 Nuorkarja, lisätilan tarve ja laiduntaminen

Nuorkarjan määrä oli yhdellä tilalla neljäkymmentä ja muilla tiloilla kuudesta seitsemäänkymmeneen. Tilalla, jolla nuorkarjan määrä oli pienin, oli edelleen tarkoituksena vähentää nuorkarjan määrää keskipoikimakertaa nostamalla, jotta karjan uusimisen kustannukset laskevat. Tiloilla, joilla nuorkarjan määrä oli suurempi, oli osin syynä jalostukseen painottaminen tai myös sonnien kasvattaminen tilalla, jolloin kaikki vasikat pidettiin tilalla.

Tilalla, jolla eläinmäärän muutos oli pienin, ei ollut tarvittu millekään eläinryhmälle rakentaa lisätiloja. Yhdellä tilalla robottilypsyyn siirtyminen tehtiin nuorkarjan ja umpilehmien tilojen rakentamisen yhteydessä. Tiloilla, joilla eläinmäärän kasvu oli suurin, tarvittiin jonkin verran lisätilaa nuorkarjalle ja/tai umpilehmille.

Yhdelläkään tiloista ei laidunnettu lypsylehmiä. Osalla tiloista laiduntaminen ei ollut mahdollista laitumien sijainnin takia. Yhdellä tilalla laiduntaminen olisi ollut mahdollista, mutta sen koettiin lisäävän työmäärää, jota oli robottilypsyllä pyritty vähentämään. Laiduntamista ja robottilypsyä tutkittaessa tutkimusolosuhteissa on lehmämäärä robottia kohden huomattavan pieni ja usein keskitytään lehmien laitumelta noutamisen tarpeeseen eikä yksittäisten lehmien robotille noutotarpeeseen. Laitumelta noutamisen aiheuttaman työmäärän lisäyksen lisäksi voidaan olettaa myös yksittäisten lehmien robotille noutamisen nostavan työmäärää, koska laumakäyttäytyminen aiheuttaa ruuhkan robotille pellolta sisään tullessa (Wiktorsson & Spörndly, 2002). Tämän voidaan olettaa pidentävän arkojen lehmien lypsyväliä.

Kaikilla tiloilla oltiin tyytyväisiä tehtyihin ratkaisuihin. Kaikilla tiloilla on jouduttu tilasta tinkimään, koska pihatoiden rakennusaikana mitoitussuosituksukset ovat olleet erilaiset. Käytävien leveydet ja parsien pituudet pääasiassa ovat jääneet nykyisistä suosituksista. Tiloilla ei kaivattu erottelutiloja tai kiinteitä odotustiloja, mikä on ymmärrettävää huomioiden noudettavien lehmien pienen osuuden.

4 LYPSYROBOTIN SIJOITTAMINEN MÄKELÄN NAVETTAAN

4.1 Nykyinen navetta

Nykyinen navetta (Liite 2) koostuu kahdesta osasta: vanhasta kivinavetasta ja uudemmasta pihatosta. Kivinavetta valmistui vuonna 1900. Kivinavettaa on vuosien varrella remontoitu useaan otteeseen. Ennen pihatton valmistumista siellä oli 36 parsipaikkaa ja nuorkarjan tilat. Pihatto rakennettiin vuonna 2000 viidellekymmenelle lypsävälle.

4.1.1 Pihatto

Kolmirivinen pihatto (Liite 2) on jaettu tiineiden hiehojen ja lypsylehmien osastoihin. Lypsylehmille paikkoja on 50 ja vara tehdä 3 lisäpaikkaa. Hiehoille paikkoja on 17. Maksimissaan pihatossa saa olla 70 eläinpaikkaa paloturvallisuusmääräyksistä johtuen.

Ruokintapöydän ja parsirivin välinen lantakäytävä on 3,4 metriä leveä (sis. 40 cm sorkkapallin). Parsirivien välinen lantakäytävä on 2,4 metriä leveä. Lehmien osastolla on kaksi poikkikäytävää, joista toinen on 1,2 metriä leveä ja toinen 2,6 metriä leveä. Hiehojen osastolla on kaksi 1,2 metriä leveää poikkikäytävää.

Lantakäytävät ovat avonaiset ja niitä pidetään puhtaana automaattisilla raapoilla. Pihaton molemmissa päädyissä on painovoimaisesti toimivat lantakourut, joista liete kulkeutuu pihaton oikealla sivulla (osin alla) oleviin lietesäiliöihin.

Ruokintapaikkoja pihatossa on 47, joista 35 on lehmien osastolla ja 12 hiehojen osastolla. Hiehoilla kaikissa paikoissa on lukkoparret. Lehmillä on kaksi lukkopartta ja muut ovat yksilöpaikkoja ilman lukitusta. Lehmien osastolla on kaksi väkirehunjakokioskia. Karkearehu ajetaan etukuormajatraktorilla ruokintapöydälle. Hiehot syövät pääsääntöisesti lehmien ruokintatähteet ja olkea.

Makuuparsimäärään perustuvan eläintiheyden ollessa 100 % on ruokintapaikkoja 0,7 lehmää kohden. Ruokintapaikoilla on ruuhkaisinta uutta rehua jaettaessa. Ruokintapöydän ja parsien välisellä lantakäytävällä mahtuu syövän lehmän takaa kulkemaan kaksi lehmää rinnakkain. Väkirehukioskeille jonottavat lehmät aiheuttavat kuitenkin ruuhkaa vilkkaimpina aikoina. Poikkikäytävät ovat pullonkauloja. 1,2 metriä leveää käytävää mahtuu yksi lehmä kulkemaan kerrallaan ja toinen lehmä saattaa tukkia käytävän juodessaan lantakäytävän yläpuolella olevasta juoma-altaasta. Käytävä on kuitenkin osaston rauhallisemmassa päässä, mikä lieventää ongelmaa. 2,6 metriä leveässä poikkikäytävässä on ruokintapöydän puoleisessa päässä 1,8 metriä leveä pullonkaula, jolloin yksi lehmä voi tukkia käytävän vaikka siitä muuten kaksi mahtuisi. Juoma-altaan äärellä oleva lehmä voi myös tukkia sen.

4.1.2 Vanha navetta

Vanhassa navetassa (Liite 2) on vasikoiden ja hiehojen (pl. tiineet) tilat, kahdeksan lyhytpartta ja lypsyasema. Alle kaksikuukautisille vasikoille on neljä yksilöhäkkiä. Rakolattiakarsinoita kiinteillä makuualustoilla on kolme ja ne soveltuvat ruokintaestemitoituksiltaan yhdestä kahdeksaan kuukauden ikäisille vasikoille tai hiehoille. Kolme rakolattiakarsinaa soveltuu 4-15 kuukauden ikäisille. Kaksi suurempaa rakolattiakarsinaa soveltuu yli kahdentoista kuukauden ikäisille hiehoille. Lyhytparsia käytetään umpeen laitettaville, poikiville ja sairaille eläimille.

Vanhassa navetassa on kolme ritiläpalkein päällystettyä lantakäytävää. Lyhytparsien kohdalla on metalliritilät. Ritiläpalkkien alla on raapat, jotka kuljettavat lannan painovoimaisesti toimivaan poikittaislantakouruun.

Ruokinnassa ei ole automaatiota. Karkearehut pudotetaan navetan parvelta luukuista, joista kolmesta kaksi on käytössä (yksi on lypsyaseman yläpuolella). Väkiarehut ovat navetan parvelta täytettävissä olevissa suppiloissa, joista ne jaetaan käsin.

Lypsyasema on 2×5 paikkainen DeLavalin kalanruotoasema. Asemalla on varaus kahdelle lisäpaikalle, mistä johtuen lypsymonttu on mitoitettu 2×6 paikkaisen aseman mukaan. Lehmät tulevat lypsyasemalle pihaton takakäytävältä (parsirivien välinen lantakäytävä) ja poistuvat poistumiskäytävää pitkin pihattoon ruokintapöydän puoleiselle lantakäytävälle. Lypsyn lisäksi lypsyasemalla ajetaan utarekarvat. Lypsyasemaa ja sen poistumiskäytävää käytetään myös sorkkahoidon yhteydessä. Lehmät jonottavat asemalla lyhytparsien takana olevalle sorkkatelineelle ja poistuvat poistumiskäytävää pitkin. Lehmät myös kulkevat aseman läpi laitumelle.

4.1.3 Muut tilat

Vanhan navetan oikealla sivulla on yhdessä lisäosassa maituhuone ja puuvarasto. Toisessa lisäosassa on sosiaaliset tilat, karjakeittiö ja konehuone, jossa on tyhjiöpumppu ja kompressori. Vanhan navetan vasemmalla sivulla parven sillan alla on vanha jäävarasto, joka toimii kuivikevarastona.

Vanhan navetan yläpuolella on navetan parvi, joka kestää traktorilla ajon. Parvelle varastoidaan olki- ja heinäpaalit. Parvella on kaatosuppilo, josta viljat menevät valssimyllyn kautta pihaton väkiarehukioskeille. Parvelta tiputetaan rehut vanhan navetan puolelle.

Ennen pihaton ruokintapöydälle saapumista ajetaan rehuvaraston läpi. Rehuvaraston kahdessa vastakkaisessa kulmassa on varastointitilaa, kulkuväylällä pidetään ruokinnassa käytettävää etukuormaajatraktoria parkissa. Rehuvaraston ulkopuolella sivulla on väkiarehusiilo, josta väkiarehu kulkee spiraalia pitkin väkiarehukioskeille.

Säilörehuille on kaksi laakasiilorakennusta, joissa on molemmissa kaksi siiloa. Viljat on varastoitu kuivurin siiloihin.

Pihaton oikealla sivustalla, ja osin pihaton alla, on kaksi umpinaista lietesäiliötä, joiden yhteenlaskettu hyötytilavuus on 1115 kuutiometriä. Lisäksi noin 1,5 kilometrin päässä on kolmas 1800 kuutiometrin lietesäiliö.

4.2 Suunnittelua ohjaavat tekijät

Navetan suunnittelua ohjaa hyvin paljon nykyiset lannanpoistojärjestelmät. Olemassa olevia lantakäytäviä ei ole tarkoitus muuttaa ja uudet lannanpoistoa vaativat tilat (esim. robotin edusta) pyritään sijoittamaan olemassa olevien painovoimaisesti tyhjenevien kourujen läheisyyteen.

Robotin tulee olla samassa tilassa maakuuparsien ja ruokintatilojen kanssa (Rodenburg 2010). Robotin ollessa lähellä maitohuonetta putkitarpeita ja pesuvettä ym. kuuluu vähemmän. Kun nämä kriteerit yhdistetään lannanpoiston tarpeisiin, on pihatossa yksi looginen sijoituspaikka robotille: vanhan navetan puoleinen pääty.

Lypsylehmille tavoitellaan ympäristöluvan mukaista 59 paikkaa. Noin 50 - 60 lehmän lypsäminen robotilla on todettu keskimäärin kilpailukykyisimmäksi määräksi asemalypsyyn nähden (Rotz ym. 2003). Robotin kapasiteetti on myös 55- 60 lehmää kolmella lypsykerralla päivässä (de Konig & Rodenburg 2004). Ideaalisissa olosuhteissa on kuitenkin mahdollista lypsää jopa 70 lehmää yhdellä robotilla, mikä kuitenkin laskee päivittäisten lypsykertojen määrää (Castro ym. 2012). Castro ym. (2012) päättelivät lehmämäärän olevan suurin robottikohtaiseen maitotuotokseen vaikuttava tekijä ja parhaaseen tulokseen päästään, kun lehmiä lypsetään maksimaalinen määrä 2,4- 2,6 lypsytiheydellä. Erdman & Varner (1995) mukaan lypsytiheyden nostamisen vaikutusta tuotokseen pystytään kuvaamaan parhaiten kiloina. Heidän mukaansa lypsytiheyden muuttaminen kahdesta kolmeen kertaan päivässä lisää tuotosta 3,5 kg lehmää kohden. Lehmämäärän nostaminen ei kuitenkaan vaikuta pelkästään lypsytiheyteen, vaan myös lypsyvälien säännöllisyyteen. Lypsyvälien epäsäännöllisyys vaikuttaa tuotokseen negatiivisesti (Bach & Busto 2005). Lypsyvälin epäsäännöllisyydellä voidaan katsoa olevan suurempi vaikutus tuotokseen kuin lypsytiheydellä, koska Bach & Busto (2005) raportoivat 26 % alenemaa seuraavan lypsytuotoksessa edellisen lypsytuotoksen jäädessä väliin.

Nuorkarjan tilantarve 59 lehmälle riippuu poistoprosentista ja ensipoikimaisuudesta (Fricke 2004). Hiehojen poikimaisuuden ja poistoprosentin yhteisvaikutus karjan uusimiseen tarvittavaan nuorkarjan määrään selviää taulukosta 5.

Taulukko 5. Hiehojen poikimaisuuden ja karjan poistoprosentin vaikutus nuorkarjan tarpeeseen sataa lypsylehmää kohden. Taulukko on laskettu kymmenen prosentin vasikkakuolleisuudella. (Fricke 2004.)

	ensipoikimikä kk					
uusimis-%	24	26	28	30	32	34
24 %	53	57	62	66	70	75
26 %	57	62	67	72	76	81
28 %	62	67	72	77	82	87
30 %	66	72	77	83	88	94
32 %	70	76	82	88	94	100
34 %	75	81	87	94	100	106
36 %	79	86	92	99	106	112
38 %	84	91	98	105	111	118
40 %	88	95	103	110	117	125

Nuorkarjan määrän ja tilojen tarpeen laskelma (liite 4) on tehty käyttäen taulukon 5. arvoa 81(ensipoikimikä 26 kk, uusimis- % 34), mikä on suh-

teutettu 59 lehmän määrään. Lisäksi laskelmassa on otettu huomioon välitykseen menevien vasikoiden tilantarve. Saatu nuorkarjan kokonaismäärä on suhteutettu eläinten ikäryhmiin, jotka on otettu MMM:n RMO-kokoelman osasta C1.2.2. Mäkelän tilan nuorkarjan karsinoiden pinta-alat on mitattu ja mahdollisten karsinoihin sopivien ikäryhmien eläinmäärät on laskettu. Laskelmassa on sijoitettu pienimmistä lähtien eläinryhmät karsinoihin, niin että laskelman mukainen tavoite täyttyy. Microsoftin Excel -laskentaohjelmalla tehty laskelma tuottaa tarvittavat tiedot neljällä syötettävällä tiedolla.

Nuorkarjan määrä, välitysvasikat poisluettuna, on 48 edellisessä kappalessa mainituilla arvoilla. Välitysvasikat nostavat lukumäärän viiteenkymmeneen. Välitysvasikoiden noutoiäksi on määritelty suositusten (Suomen lihateollisuusyhdistys 2007) ylärajan mukainen päivämäärä (28 päivää). Kyseisillä arvoilla ilman karsinaa jäävät yli kahdenkymmenen kuukauden ikäiset hiehot sekä yksi 15 - 20 kk:n ikäryhmään kuuluva hieho, joka saadaan kuitenkin mahtumaan karsinan väliaitaa siirtämällä. Yli kahdenkymmenen kuukauden ikäiset hiehot (11 kpl) pyritään mahdollistamaan pihattoon, jonne on työn tilaajan puolesta toivottu hiehojen osastoa.

Laskelmassa laskettu nuorkarjan määrä kuvaa maksimimäärää, joka tilalla voi nuorkarjaa olla. Tavoitteena on alempi poikimaikä kuin laskelmassa käytetty 26 kuukautta, mikä vähentää tiineiden hiehojen ryhmän tilantarvetta. Karjan uusimiseen tarvittavan nuorkarjan määrän laskiessa välitykseen menevien vasikoiden suhteellinen osuus kasvaa. Välitykseen menevät vasikat tarvitsevat kuitenkin tilaa maksimissaan kuukauden ajaksi, kun saman ikäryhmän karjan uusimiseen jäävät vasikat tarvitsevat tilaa kahdeksi kuukaudeksi, mikä on otettu laskelmassa huomioon.

Lypsyasemalta käytävineen vapautuu noin 90 neliötä tilaa. Koska lypsyssä olevat lehmät ja hiehot vaativat kaiken tilan pihatosta, on lypsyaseman paikalle saatava tilat umpilehmille. Haasteellisen tilasta tekee lantakäytävät, joita osuu alueelle kaksi (Liite 2). Karkearehun pudotukseen tarkoitettu luukku osuu keskelle tilaa (Liite 2). Hulsen (2009) mukaan umpilehmiä lukumäärä on 9 % lypsylehmien määrästä umpikauden ollessa kahdeksan viikkoa, uusiutumisosuuden ollessa 25 % ja poikimavälin ollessa 410 päivää, mikä tekisi tässä tapauksessa 5,3 eli kuusi umpilehmää. Toisen suosituksen mukaan umpilehmien määrä vaihtelee kahdentoista ja kuudentoista prosentin välillä (Kivinen ym. 2014), mikä tekisi seitsemästä kymmeneen umpilehmää.

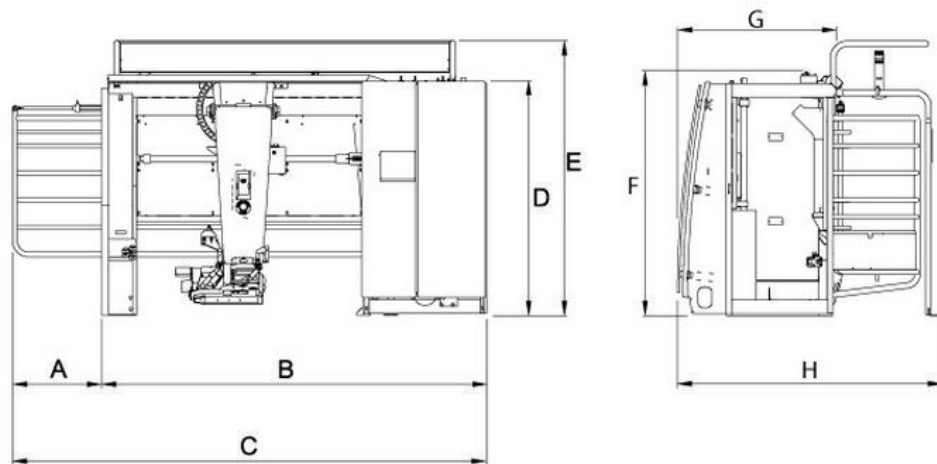
4.3 Robottien sijoittamiseen vaikuttavat ominaisuudet

Työssä vertaillaan kahden eri valmistajan lypsyrobotin sijoitettavuutta mitoitusten ja tilanvientiin vaikuttavien ominaisuuksien osalta. Vertailtavat robotit ovat DeLavalin vapaalypsyjärjestelmä VMS(VMS) ja Lelyn Astonaut A4(A4).

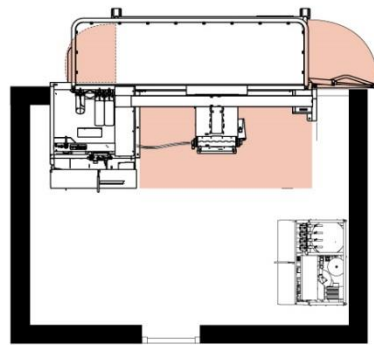
4.3.1 Lely Astronaut A4

A4 koostuu erillisestä robotti- ja keskusyksiköstä. Lisäksi tilan tarpeessa on huomioitava kompressorin ja maidonerotteluyksikkö M4Use:n tilantarve. A4:n erityispiirteenä on mahdollisuus sijoittaa keskus- ja robottiyksikkö enimmillään 30 metrin päähän toisistaan (Aaltonen sähköpostiviesti 7.5.2015). A4:llä on myös muihin malleihin nähden erilainen lehmäliikenne. Lehmä kulkee robottiin suoraan päädystä sisään ja toisesta ulos.

Robottiyksikön mitat on nähtävissä kuvassa 1 ja toiminta-alue kuvassa 2. Lisäksi robottiyksikkö vaatii minimissään metrin vapaan huoltotilan kaapin eteen ja kaapin on oltava minimissään 20 cm etäisyydellä seinästä (Aaltonen sähköpostiviesti 7.5.2015).

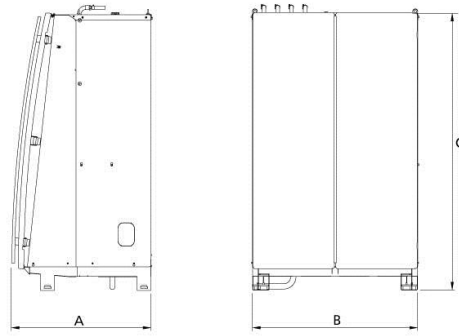


Kuva 1. Robottiyksikön mitat: A: 78 cm, B:332 cm, C: 410 cm, D: 200 cm, E: 237 cm, F: 217 cm, G: 137 cm, H: 229 cm. (Lely 2009).



Kuva 2. Robotin toiminta-alue. (Lely 2009).

Keskusyksikön tilantarve on nähtävissä kuvasta 3. Keskusyksikkö vaatii eteensä 1,5 metriä vapaata huoltotilaa koko leveydeltään ja sen sivuilla on oltava 20 cm vapaata tilaa (Aaltonen sähköpostiviesti 7.5.2015).



Kuva 3. Keskusyksikön mitat: A: 101 cm, B: 120 cm, C: 202 cm. (Lely 2009).

Robotin läheisyyteen sijoitettava maidonerotteluyksikkö on mitoiltaan 1430×450 mm (Aaltonen sähköpostiviesti 7.5.2015.). Suositellun kompressorin (Atlas Copco SF4 P8-SD6) mitat ovat: 78,4×157,6×105 cm (Lely 2009).

4.3.2 DeLaval vapaalypsyjärjestelmä VMS

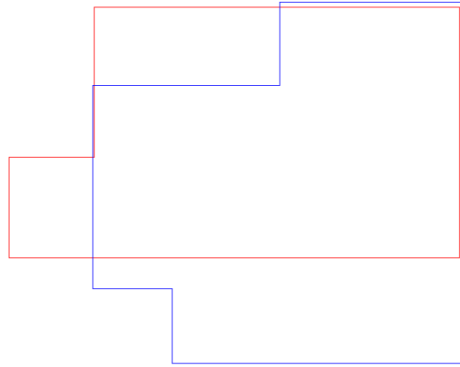
VMS koostuu robottiyksiköstä, tyhjöpumpusta ja kompressorista. VMS:ään on saatavilla maidonerottelujärjestelmä, joka voidaan sijoittaa maksimissaan 30 metrin (suositus) päähän robottiyksiköstä (Vettenranta sähköpostiviesti 25.5.2015). VMS:ään lehmät tulevat edestä viistosti sisään.

Robottiyksikön pituus on 338,1 cm, leveys leveimmältä kohtaa 273 cm ja korkeus 228,1 cm. Lisäksi robottikäden toimintasäde vaatii 76×147 cm varoalueen robotin leveimpään kohtaan. (LIITE 3)

Tyhjöpumpun, DVP900F, tilantarve on 200×65×150 cm. Kompressorin, Atlas Copco SF4 FF, mitat ovat 120×60×154,5 cm. Tuloilman on tultava ulkoa ja tyhjöpumpun pakoputki vedetään ulos, joten konehuoneen on hyvä olla ulkoseinän vieressä. Kompressorin vaatii viemäroinnin, mutta tyhjöpumppu ei. (Vettenranta sähköpostiviesti 25.5.2015)

4.3.3 Vertailu

Robotit ovat mitoiltaan huomattavasti erilaiset (Kuva 4.). Suurimman eron aiheuttavat erilaiset lehmäliikenteet: A4:ään lehmät menevät sisään ja ulos päädyistä, kun taas VMS:n sisäänkäynti ja uloskäynti ovat edestäpäin. A4:ssä sisääntuloportti aiheuttaa pääosin pituuseron, kun taas VMS:n eteenpäin aukeavat portit selittävät valtaosin leveyseron. VMS on muutenkin hieman leveämpi johtuen varoalueesta.



Kuva 4. Robottien mitat toiminta-alueineen (Punainen=A4, sininen= VMS). Kuvassa ei ole huomioitu huollon vaatimaa tilaa eikä avattavia osia portteja lukuun ottamatta. Viivat kuvaavat robotteja uloimpien pisteiden mukaan, ei muotojen mukaan.

Maidon erottelun sijoittaminen on myös selkeä ero robottien välillä. A4:n erotteluyksikkö sijoitetaan robotin läheisyyteen, kun taas VMS:llä se voidaan sijoittaa 30 m päähän robotista.

4.4 Suunnitelma

Suunnitellussa navetassa (Liite 5) on 53 (ilman väkirehukioskeja 55) eläinpaikkaa lypsyosastolla, minkä lisäksi pihatossa on 11 paikkaa hiehoille. Lypsyaseman paikalla on tilat kahdeksalle ummessa olevalle lehmälle. Nuorkarjalle on pihaton tilojen lisäksi tilaa 44 paikkaa vanhassa navetassa, mikä tekee kaikkiaan 55 paikkaa. Vanhan navetan kahdeksan lyhytparsipaikkaa säilytetään. Hyötysuhteen ollessa 100 prosenttia voisi lehmiä olla 62 (ilman väkirehukioskeja 64) ja nuorkarjaa 55, minkä lisäksi olisi vielä kahdeksan lyhytparsipaikkaa. Suunnitelmasta on kolme versiota:

- DeLaval 1, varoalue seinässä kiinni
- Delaval 2, varoalueen ja seinän välissä puoli metriä tilaa
- Lely

4.4.1 Pihatto

Pihatossa robotin edustalle on tavoiteltu noin neljää metriä tilaa, mikä tarkoittaa kahdeksan olemassa olevan parsipaikan poistamista. Seinänviereistä parsiriviä pidennetään viidellä paikalla ja nykyiseltä hieho-osastolta otetaan kuusi paikkaa. Lopputuloksena saadaan kolme parsipaikkaa nykyistä enemmän lypsyosastolle.

Robotin edustalle tulee ritiläpalkkilattia ja painovoimainen lannanpoisto lähimmän poikittaislantakanavan kautta lietesäiliöön. Ritiläpalkkilattian on tarkoitus vähentää työtä sekä lehmien ja robotin likaantumista.

Juoma-altaat sijoitetaan robottia vastapäätä ja parsien välisen lantakäytävän päälle. Robotin eteen juoma-allas siirretään, jotta se ei ole umpikujassa eivätkä juomassa olevat lehmät estä robotilta poistumista (Liite 1). Pois

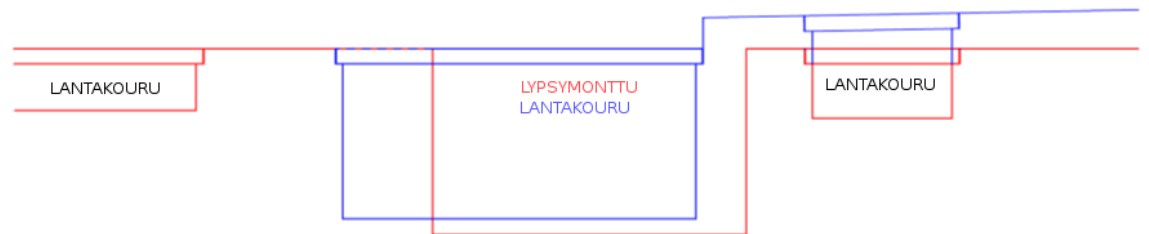
siirretyn juoma-altaan tilalle sijoitetaan juomakuppi ruokintapöydän puoleiseen kulmaan. Juomassa olevat lehmät tukkivat robotin edessä olevaa poikkikäytävää, johon jää kuitenkin vielä pari metriä ohitustilaa. Juoma-altaan siirrolla saadaan myös enemmän tilaa vanhan navetan oviaukon ja pihaton ruokintapöydän väliseen työntekijöiden kulkukäytävään, joka on nykyisillään puoli metriä ja levenee metriin. Ruokintapöydän toiseen päähän jää nykyisten osastojen välissä olevat juomakupit.

Robotille ei ole erottelu- tai odotustiloja, koska ne vievät tilaa. Porteilla voidaan muodostaa noin kahdentoista neliön väliaikainen odotustila (Liite 6). Portit myös mahdollistavat lehmien sujuvan ajamisen robotille jokaisesta suunnasta. Robotin läheisyydessä olevien porttien lisäksi on toisen ylikulkukäytävän ruokintapöydän puoleisessa päässä portti, jolla helpotetaan lehmien ajamista lukkoparsiin.

Lypsylehmiä osastolla on 38 ruokintapaikkaa 53 parsipaikkaa kohden. Hiehojen osastolla on 9 ruokintapaikkaa 11 parsipaikkaa kohden.

4.4.2 Vanha navetta

Parsipaikkojen sijoittaminen asemalta vapautuneeseen tilaan ja lannanpoiston toteuttaminen on haasteellista, parsialueen läpi kulkee lantakäytävä (Liite 2). Ratkaisuna ongelmaan parsien alustaa ei valeta umpeen lantakäytävän kohdalta, vaan nykyiset ritiläpalkit sijoitetaan sen kohdalle (Kuva 5). Tällöin on helpompi tehdä mm. mahdolliset suuremmat lantakoneen remontit.



Kuva 5. Lypsyasemalta vapautuvan tilan lattian leikkauskuva. Nykyinen on kuvattu punaisella ja muutokset sinisellä.

Ruokintaeste on sijoitettava keskimmäisen lantakäytävän päälle, jotta asemalta vapautunut tila saadaan käytettyä tehokkaasti hyödyksi. Ritiläpalkkien päälle ruokintapöytä saadaan tehtyä laittamalla ritiläpalkkien päälle kumimatto. Ruokintaeste tuetaan kiinteän lattian puolella oleviin tolppiin, jotta ritiläpalkkien päälle tulisi mahdollisimman vähän ritiläpalkkien nostamista rajoittavia rakenteita. Ruokintaesteen alapuolelle jäävät avoimet välit voidaan peittää esimerkiksi riittävän vahvoilla akryylilevyillä, jotka olisi kiinnitetty ruokintaesteen tukitolppiin. Tällöin irrottamalla akryylilevyn pystyttäisiin tarvittaessa nostamaan suurin osa ritiläpalkeista.

Ruokintaesteen ja parsien välissä on rivi välikattoa tukevia tolppia, jotka ovat korvanneet aseman alle jääneet alkuperäiset tolpat. Jotta tilassa ei oli-

si turhia esteitä, laitetaan ruokintaparret, jolloin lehmät eivät pääse tai joudu tolppien ja ruokintaesteen väliin poikittain. Ruokintaparret auttavat myös pitämään lattian siistimpänä, koska lehmät eivät tällöin ulosta tolpparivin kohdalla olevalle kiinteälle lattiaosuudelle.

Ruokintapaikkoja on 11 kappaletta. Ruokintaparsien leveys on 85 cm ja pituus 1,2 metriä. Makuuparsia on kahdeksan kappaletta. Niiden leveys on 1,2 metriä ja pituus 2,8 metriä. Makuu- ja ruokintaparsien väliin jää tilaa 2,5 metriä. Juomakupit on sijoitettu tilan molempiin päätyihin. Tilaan on mahdollista tehdä yksi makuuparsi enemmän, mikä vaatisi yhden alkuperäisen välikaton tukitolpan korvaamista uudella tuennalla ja veisi vasikoiden yksilöhäkeiltä tilaa.

Umpilehmien osaston ja pihaton puoleisen päätyseinän väliin jäävään tilaan sijoitetaan tilan sorkkateline, jolloin sille on helppo pääsy niin pihatosta kuin vanhastakin navetasta.

4.4.3 Lehmäliikenne

Lehmäliikenne on vapaa, jo tilaa vievien ja ahtautta aiheuttavien rakenteiden välttämiseksi. Lypsyrobotille pystytään muodostamaan porteilla väliaikainen odotustila (Liite 6). Samoilla porteilla pystytään myös ohjaamaan lemmiä robotille jokaisesta suunnasta ja muodostamaan kuja robotille. Kaksi porteaista on teleskooppiportteja ja yksi nostoportti. Robotin sivulla olevalla portilla voidaan myös tarvittaessa säätää lypsy- ja umpiosastojen kokoa. Lypsyosastolta voidaan portin avulla ottaa kaksi parsipaikkaa lisää umpiosastolle. Kapeamman poikittaiskäytävän sulkevaa porttia voidaan käyttää helpottamaan lehmien ajamista lukkoparteen ja hiehojen ajamista hieho-osastolle.

VMS:n kanssa on helpompi asentaa poistumiskäytävä kapeaan tilaan, koska se on kapeampi. Suunnitelmissa ei ole piirretty poistumiskäytäviä. Poistumiskäytävän voi asentaa myöhemminkin, kunhan se on huomioitu robotin sijoittamisessa. Poistumiskäytävä jouduttaisiin suuntaamaan hieho-osastoon, jolloin robotin edustan tila kaventuisi hieho-osastoon.

Hiehot ajetaan umpiosaston ja lypsyosaston läpi hieho-osastolle ja jälleen takaisin näiden osastojen läpi poikimarteen. Umpiosaston läpikulkevan liikenteen takia osastolla on lukkoparret. Pihatossa olevilla porteilla voidaan myös estää umpilehmien karkaaminen pidemmälle lypsyosastolle siirrettäessä muita lemmiä tai hiehoja osaston läpi (Liite 6). Porteilla muodostetaan suoraviivaisia lehmien ajolinjoja, jotta yksi ihminen pystyy työskentelemään niitä hyödyntämällä.

Ainoa suora reitti laitumelle on pihaton sivuovesta robotin läheisyydestä (Liite 5). Kulku tapahtuu avattavien parsien läpi, mikä tulee ottaa huomioon parsimateriaaleja valittaessa.

4.4.4 Ruokinta

Nykyiset väkirehukioskit ovat viisitoista vuotta vanhoja, eikä niiden ohjausjärjestelmä ole yhteensopiva lypsyrobottien ohjausjärjestelmän kanssa, joten nykyisillä kioskeilla ruokintaa ei voida synkronoida robotin kanssa. Mikäli siirryttäisiin seosrehuruokintaan, saataisiin kaksi makuupartta lisää ja kioskeille jonottamisesta aiheutuvat ruuhkat poistuisivat. Myös väkirehukioskeja palveleva väkirehusiilo voitaisiin tällöin hyödyntää robotin siilonä.

Vanhan navetan sokkeloisuus hankaloittaa ruokinnan automatisointia ja koneellistamista. Jos väkirehukioskit vapautuisivat pihatosta, voitaisiin umpilehmien osastolle laittaa toinen väkirehukioskeista ja toinen jättää varaosiksi. Väkirehukioski voitaisiin sijoittaa ruokintaparteen. Väkirehun syöttö kioskille voitaisiin järjestää navetan parvelta kahteen osaan jaetulla suppilolla, jolloin se ei vaatisi mitään automatiikkaa. Ilman väkirehukioskia tarvittavat väkirehut voidaan jakaa yksilöllisesti lukkoparsia hyödyntäen.

Seosrehuruokintaan siirryttäessä olisi hyvä sijoittaa appeeseen tulevien väkirehujen varastointi laakasiilojen välisen rakennuksen pätyyn, jolloin apetta tehtäessä välimatkat olisivat mahdollisimman pienet syötössä olevasta laakasiilosta riippumatta. Viljat voitaisiin jauhaa olemassa olevalla kalustolla uudessa paikassa, jolloin työmäärä viljan osalta ei muuttuisi.

Appenjakokalusto ja väkirehun varastointitilat tuovat huomattavia lisäkustannuksia. Toisaalta niillä saadaan kaksi makuuparsipaikkaa vapautettua. Robotti mukaan laskettuna väkirehukioskeja olisi kolme kappaletta, mikä olisi suomalaisen suosituksen mukaan riittävä 45 lehmälle, kun taas minimivaatimuksen mukaan ne riittäisivät 75 lehmälle (Kivinen ym. 2007). Nykyinen erillisruokintamenetelmä on todettu nopeammaksi kuin seosrehuruokinta (Kivinen ym. 2007). Kummatkin ruokintamenetelmät ovat toteuttamiskelpoisia ja molemmilla on omat vahvuutensa ja heikkoutensa. Robotille tarvittavan väkirehusiilon sijoittamisen takia olisi kuitenkin hyvä miettiä näiden ruokintamenetelmien väliltä ennen robottilypsyyn siirtymistä.

4.4.5 Hoitotoimenpiteet

Hoitotoimenpiteille on vaativuudestaan riippuen kolme vaihtoehtoa: lukkoparret, sorkkahoitoteline ja lyhytparsi. Umpilehmien osastolta on kaikki hoitopaikat helposti saavutettavissa. Lypsylehmien osastolta lyhytparteen joudutaan lehmä ajamaan umpiosaston läpi.

Sorkkahoitajan sorkkatelineelle on edelleen ainoa vaihtoehto käytävä lyhytparsien takana. Tällöin lehmät joudutaan ajamaan umpiosaston läpi. Koska aikaisemmin sorkkahoidossa hyödynnettyä lypsyaseman poistumiskäytävää ei ole, joudutaan hoidetut lehmät ajamaan samaa reittiä takaisin pihattoon. Työn jouduttamiseksi voidaan harkita mm. umpilehmien siirtämistä lypsylehmien osastolle sorkkahoidon ajaksi ja umpiosastoa

käytettävän erottelu-/kokoomatilana. Kesällä voidaan umpilehmien sorkat hoitaa ensimmäisenä ja laskea ne laitumelle.

Siemennykset ja tiineystarkastukset voidaan edelleen tehdä lukkoparsissa. Utarekarvojen ajaminen on ennen tehty asemalla. Yhtä hyvää toimenpidepaikkaa ei ole tarjolla, mutta toimenpide voidaan suorittaa lukkoparressa, makuuparressa tai sorkkahoitotelineessä. Sorkkahoitoteline on työturvallisuuden kannalta paras vaihtoehto, koska siinä muut lehmät eivät pääse häiritsemään ja lehmän liikehdintää voidaan rajoittaa. Työergonomian kannalta utarekarvojen polttamista voidaan myös harkita.

Lyhytparret toimivat edelleen poikima- ja sairasparsina. Niitä voidaan myös käyttää hankalasti umpeen laitettavilla lehmillä, jotka tarvitsevat todella kevyen ruokavalion umpeen laittamisen ensimmäisinä päivinä.

4.5 Eläinten hyvinvointi ja taloudellisuus

Kuten teemahaastattelun tiloilla, jäädään myös Mäkelän tilan suunnitelmassa nykyisistä mitoitussuosituksista parsien ja lantakäytävien koon ja ruokintapaikkojen lukumäärän osalta. Tämä ei sinänsä muuta tilannetta nykyiseen nähden. Ruokintajärjestelmästä riippuen parsipaikat lisääntyvät viidestä seitsemään kappaletta. Parsipaikkojen määrän lisäys ei ole kovin suuri, mutta oleellisempaa on osastojen määrän lisääntyminen yhdellä. Nykyisessä navetassa hiehoille ja umpilehmille on tehty yhteinen osasto, jota käytetään vain hiehoille. Robottinavetan suunnitelmassa hiehoille ja umpilehmille on omat osastot, mikä helpottaa niiden kapasiteetin hyödyntämistä.

Suunnitellussa robottinavetassa ruokintapaikat eläinpaikkoja kohden pysyvät samana tai lisääntyvät osastosta riippuen (Taulukko 6). Myös käytävätila eläinpaikkaa kohden lisääntyy jokaisella osastolla. Suurin eläinten hyvinvointiin vaikuttava tekijä on umpilehmien osasto, joka vastaa parhaiten nykyisiä suomalaisia mitoitussuosituksia. Ruokintaesteen ja parsien välinen lantakäytävä on ainoa, joka ei täysin vastaa uusimpia suosituksia, mutta on kuitenkin leveämpi kuin pihatossa. Makuuparret ovat mitoiltaan suomalaisten suosituksien mukaiset ja ruokintapaikat jopa hieman paremmat. Hyvien umpilehmien tilojen tarve tuli esille myös teemahaastattelussa, jossa niiden katsottiin olevan erityisen tärkeitä, jotta lehmä on hyväkuntoinen lypsyosastolle siirtymisen jälkeen.

Taulukko 6. Osastointi, eläinpaikat, käytävätila¹⁰ ja ruokintapaikat.

		Nykyinen	Suunniteltu
Osasto 1	Eläinpaikkoja	50	53(55)
	käytävä m ² /eläinpaikka	3,3	3,5(3,4)
	Ruokintapaikkoja/eläinpaikka	0,7	0,71(0,69)
Osasto 2	Eläinpaikkoja	17	11
	käytävä m ² /eläinpaikka	3,5	4,2
	Ruokintapaikkoja/eläinpaikka	0,7	0,82
Osasto 3	Eläinpaikkoja		8(9)
	käytävä m ² /eläinpaikka		4,5(4,4)
	Ruokintapaikkoja/eläinpaikka		1,38(1,22)

Hiehojen osastolla on yksi juoma-allas, joka riittää suomalaisten suositusten mukaan 19 lehmälle (Taulukko 7.). Umpilehmien osastolla on kaksi juomakuppia, jotka riittävät minimivaatimuksen mukaan 12 lehmälle ja suomalaisen suosituksen mukaan 8 lehmälle (Taulukko 7.). Lypsylehmien osastolle kaavaillut kolme juomavesikuppia ja kaksi juomavesiallasta riittävät suomalaisen suosituksen mukaan 50 lehmälle (Taulukko 7.). Minimivaatimuksen mukaan ne riittävät 58 lehmälle (Taulukko 7.). Robotin eteen on mahdollista sijoittaa kaksi juomavesiallasta, mikä saattaa kuitenkin aiheuttaa ruuhkaa lantakäytävien puolelle (Liite 1). Juomavesialtaan paikan vaihtaminen lypsyrobotia vastapäätä on lehmien hyvinvoinnin kannalta huomattava parannus, koska se parantaa juoma-altaan saatavuutta ja samalla poistuu pullonkaula.

Taulukko 7. Juomalaitteiden määrä (Kivinen ym. 2007).

Juomavesi	minimivaatimus	suomalainen suositus
kuppien $\varnothing > 30$ cm lukumäärä	1 kpl / 6 lehmää	1 kpl / 4 lehmää
altaiden lukumäärä	10 cm / lehmä	<20 lehmää / allas

Lehmien hyvä jalka- ja sorkkaterveys on tärkeää liikkuvuuden takia. Myös lehmien ajaminen sairasperrelta robotille on työlästä. Lehmien huono liikkuvuus vaikuttaa maitotuotokseen, vähentää käyntejä robotilla ja lisää lehmien robotille noutamisen tarvetta (Bach ym. 2007). Ontumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. makuuparren pintamateriaali (Espejo ym. 2006; Ito ym. 2010), makuuparren mitat (Espejo & Endres 2007; Dippel ym. 2009), lannanpoisto (Barker ym. 2007), laidunnus (Haskell ym. 2006), lypsulle jonotusaika (Espejo & Endres 2007), sorkkahoito (Armory ym. 2006) ja käytävien pintamateriaali (Rushen & Passillé 2006).

Lannanpoistossa on käytössä suositellut automaattiset raapat (Barker ym. 2007) ja makuuparsien pintamateriaalit ovat hyvät (Espejo ym. 2006; Ito ym. 2010). Makuuparsien pituuteen taas ei voida vaikuttaa. Sorkkahoito on suunnitteluvaiheessa huomioitu sorkkatelineen sijoittamisella navettaan. Laidunnuksen toteutus on haastavaa laitumien sijainnin takia. Mikäli tilalla ei laidunneta, Haskell ym. (2006) suosittelevat panostamaan sork-

¹⁰ Käytävätila sisältää lantakäytävät, poikkikäytävät ja ruokintatilat.

kahoitton ja tarjoamaan lehmille pehmeän alustan seistä. Käytävien pintamateriaaliin voidaan vaikuttaa. Käytävälle suositellaan kumipintaa, koska se edistää terveiden ja ontuvien lehmien liikkumista (Telezhenko & Bergsten 2005; Rushen & Passillé 2006; Flower ym. 2007). Kumipintaa voidaan pitää suositeltavana Mäkelän navettaan myös käytävien leveyksien takia. Kumipinta tarjoaa lehmille pehmeämmän pinnan seistä robotille jonottaessa ja vähentää parsien likaamista niissä seisomalla. Pintamateriaalin tulisi olla sama kaikilla lattiapinnoilla, ettei se ohjaa lehmiä seisomaan tietyillä alueilla. Kumipinta vähentää sorkkien kulumaa ja vaikuttaa näin sorkan muotoon, jolloin säännöllisen sorkkahoidon tarve on suurempi kuin betonipinnalla (Kremer ym. 2007).

Automaattilypsyä ja asemalypsyä vertailtaessa täytyy punnita suurempien kiinteiden kustannuksien ja vähentyneen työntarpeen välillä (Bijl ym. 2007). Jos robotin hankinta ei vaikuta työntekijöiden määrään, jää säästyneestä työajasta saatu taloudellinen hyöty saamatta (de Konig 2010). Toimivan ja sopivasti mitoitettun lypsyaseman vaihtaminen ei ole taloudellisesti kannattavaa (Rotz ym. 2003). Suurin tekijä automaattilypsyn onnistumiseen tai epäonnistumiseen on kuitenkin johtaminen (Jacobs & Siegfors 2012).

Mäkelän tilalla automaattilypsyyn siirtyminen ei tulisi vaikuttamaan työntekijöiden määrään, mikä vähentää kannattavuutta. Jos vapautunut aika voidaan käyttää parempaan johtamiseen, mikä näkyisi parempana tuotoksena, parantuisi kannattavuus. Kannattavuuden kannalta on myös olennaista, että automaattilypsy mahdollistaisi karjan kasvattamisen noin kymmenellä lehmällä. Tämä ei kuitenkaan vaikuttaisi urakointipalveluiden tarpeeseen, jolloin ne eivät nostaisi kiinteitä kustannuksia.

5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli tuottaa Mäkelän tilalle toimiva pohjaratkaisu automaattilypsyyn nykyiseen pihattoon. Työssä hyödynnettiin olemassa olevaa tutkimustietoa, teemahaastattelusta saatua tietoa ja havaintoja Mäkelän navetasta. Automaattilypsypihaton tulisi tarjota lehmille puitteet mahdollisimman vapaaehtoiseen toimintaan (Rodenburg 2013).

2000-luvun alkupuolella rakennetuissa pihatoissa on mahdotonta päästä nykyisiin mitoitussuosituksiin. Käytävien suositusleveydet ovat muuttuneet huomattavasti, eikä käytävien leveyksiin pystytä jälkikäteen vaikuttamaan ylikulkukäytäviä lukuun ottamatta. Parsien suositusmitoitukset ovat myös muuttuneet, eikä pituuteen pystytä enää vaikuttamaan.

Makuuparsien lukumäärä lehmää kohden vaikuttaa tuotokseen, mutta suomalaisen suosituksen ja minimisuosituksen välillä ei kuitenkaan ole huomattavaa vaikutusta tuotokseen tai makuaikaan (Bach 2008a, Grant 2007, Taulukko 2). Suomalainen suositus ruokintatilasta on yksi ruokintapaikka lehmää kohden ja minivaatimus 0,7 ruokintapaikkaa lehmää kohden. Suurin ero näiden suositusten välillä on ruokintahuippujen aikaan (Kuvio 1). Käyttöasteessa ei ollut merkittävää eroa suositusten välillä, mikä osoittaa, ettei lehmien käyttäytyminen muutu oleellisesti näiden suosi-

tusten välillä (Kuvio 1, Kuvio 3). Seisoskelun ja häirinnän lisääntyminen oli suurin poikkeavuus (Kuvio 3).

Teemahaastattelu tehtiin neljälle tilalle, joilla oli siirrytty asemalypsystä automaattilypsyyn kolmirivisissä pihatoissa. Kaikilla tiloilla oli onnistuttu automaattilypsyssä työmäärän (noudettavat lehmät), tuotoksen ja lypsytiheyden perusteella. Ajalla, jonka robotti oli ollut käytössä, eläinmäärän kasvun suuruudella ja ruokintatavalla oli yhteys tuloksiin. Aika ja eläinmäärän kasvun suuruus vaikuttavat lehmien valikoitumiseen automaattilypsyyn sopiviksi. Seosrehuruokintaa tehosti robotilta saatava rehulisä.

Osalla tiloista oli manuaalisesti toimivat erottelutilat robotin takana. Kolmella tilalla oli muunneltava odotustila. Yhdellä tilalla ei ollut mitään odotus- tai erottelutiloja. Kaikki kokivat ratkaisunsa toimiviksi. Robotille noudettavien lehmien määrä oli kaikilla tiloilla alhainen (0-4 %).

Robotin edustalla oleva vapaa tila vaihteli kahdesta viiteen ja puoleen metriin. Haastattelun tiloilla robotin edustan tila ei vaikuttanut lypsytiheyteen. Tilalla, jolla oli robotin edustan vapaa tila kaksi metriä, ei tilassa ollut mitään ylimääräistä. Muilla tiloilla oli robottia vastapäätä sijoitettu juomallas. Tulokset osoittavat, että erilaisilla robotin edustan tilaratkaisuilla on mahdollista onnistua.

Yhdelläkään tiloista ei laidunnettu, joko laitumien hankalan sijainnin tai lisääntyvän työmäärän takia. Tiloilla oli siirrytty automaattilypsyyn sosiaalisista syistä ja lopputulokseen oltiin tyytyväisiä. Kaikilla tiloilla suurin kompromissi oli tilan suhteen. Erottelu- tai odotustilojen kompromisseja ei pidetty ongelmallisina.

Suunniteltujen muutosten jälkeen Mäkelän navetassa olisi 62 paikkaa lypsylehmille, 55 paikkaa nuorkarjalle sekä kahdeksan lyhytpartta. Nykyisen kahden pihatto-osaston sijaan suunnitelmassa on kolme osastoa, mikä mahdollistaa niiden paremman hyödyntämisen. Umpilehmien oma osasto myös parantaa eläinten hyvinvointia. Suunnitelmassa lehmäkohtainen käytävätila kasvaa kaikilla osastoilla ja nykyisen navetan ahtaampia kohtia on paranneltu.

Suunnitelmassa ei päästä kaikilla osa-alueilla suomalaisiin suosituksiin. Minimivaatimukseen päästään ja aiempi tutkimustieto osoittaa, ettei näiden suositusten välillä ole ongelmallisen suurta eroa. Suunnitelmassa on huomioitu kompromissien vaikutukset ja pyritty lieventämään niitä mahdollisuuksien mukaan.

Molemmat A4 sekä VMS on mahdollista sijoittaa Mäkelän navettaan. Mitoitusten erot ja erilleen sijoitettavat yksiköt antavat omat erityispiirteensä molempien sijoittamiseen. A4 säästää tilaa robotin edestä ja VMS antaa enemmän varaa sivusuunnassa.

Mäkelän tilalla on mahdollista siirtyä automaattilypsyyn pelkästään olemassa olevia tiloja hyödyntäen. Suunnitelma on tehty 59 lehmälle, minkä on todettu olevan kilpailukykyinen eläinmäärä yhdellä lypsyrobotilla lyp-

settäväksi (Rotz ym. 2003). Mikäli tavoiteltaisiin parasta mahdollista maitomäärää robottia kohden, voisi ideaaliolosuhteissa lehmämäärä olla 70 (Castro ym. 2012). Jos Mäkelän tilalla myöhemmin, esimerkiksi lypsypoikueiden parantuessa, tahdottaisiin lypsää 70 lehmää, voitaisiin se toteuttaa pienillä lisätöillä poistamalla hiehojen osasto. Tällöin hiehoille olisi järjestettävä uudet tilat.

Suunniteltu automaattilypsypihattoratkaisu vastaa Mäkelän tilan tämän hetkisiin toiveisiin. Robottia hieman alle maksimikapasiteetilla käytettäessä, voidaan myös saada tuotoksellista etua päivittäisten lehmäkohtaisten lypsymäärien ja ennen kaikkea lypsyvälien säännöllisyyden kautta (Bach & Busto 2005). Automaattilypsyyn siirtyminen Mäkelän tilalla ei aiheuttaisi urakointipalveluiden tarvetta, mikä on aiheuttanut hollantilaisilla tiloilla suuren osan kiinteiden kustannuksien noususta (Bijl ym. 2007). Robottien hintojen ja lainojen korkojen laskettua ja ruokinta- sekä työkustannuksien ollessa nousussa, voidaan lehmäkohtaiselle tuotokselle antaa enemmän arvoa suhteessa robotilla vuodessa lypsettyyn maitomäärään nähden (Rodenburg 2013).

LÄHTEET

Aaltonen, J. 7.5.2015. Robottiin liittyvät mitoitukset. Vastaanottaja Tomi Mäkelä. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 7.5.2015.

Amory, J.R., Kloosterman, P., Barker, Z.E., Wright, J.L., Blowey, R.W., & Green, L.E. 2006. Risk factors for reduced locomotion in dairy cattle on nineteen farms in the Netherlands. *J. Dairy Sci.* 89: 1509–1515. [viitattu 4.5.2015]
[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(06\)72218-4/fulltext](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(06)72218-4/fulltext)

Bach, A. & I. Busto. 2005. Effects on milk yield of milking interval regularity and teat cup attachment failures with robotic milking systems. Artikkelin tiivistelmä. *Journal of Dairy Research*, 72, pp 101-106. [viitattu 3.5.2015]
<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=275956&fileId=S0022029904000585>

Bach, A., M. Dinarés, M. Devant & X. Carré. 2007. Associations between lameness and production, feeding and milking attendance of Holstein cows milked with an automatic milking system. Artikkelin tiivistelmä. *Journal of Dairy Research*, 74, pp 40-46. [viitattu 4.5.2015]
<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=703128&fileId=S0022029906002184>

Bach, A., N. Valls, A. Solans, & T. Torrent. 2008a. Associations Between Nondietary Factors and Dairy Herd Performance. *J. Dairy Sci.* 91: 3259-3267. [viitattu 1.5.2015]
<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2808%2971122-6/fulltext>

Bach, A., M. Devant, C. Igleasias & A. Ferrer 2008b. Forced traffic in automatic milking systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behavior and does not improve milk yield of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 92: 1272-1280. [viitattu 2.5.2015]
<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2809%2970435-7/fulltext>

Barker, Z.E., Amory, J.R., Wright, J.L., Blowey, R.W., & Green, L.E. 2007. Management factors associated with impaired locomotion in dairy cows in England and Wales. *J. Dairy Sci.* 90: 3270–3277. [viitattu 4.5.2015]
[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(07\)71777-0/fulltext](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(07)71777-0/fulltext)

Bijl, R., Kooistra, S.R., & Hogeveen, H. 2007. The profitability of automatic milking on Dutch dairy farms. *J. Dairy Sci.* 90: 239-248. [viitattu 2.5.2015]
[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(07\)72625-5/fulltext](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(07)72625-5/fulltext)

Castro, A., Pereira, J.M., Amiama, C., & Bueno, J. 2012. Estimating efficiency in automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 95: 929–936. [viitattu 2.5.2015]

[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(12\)00046-X/fulltext](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(12)00046-X/fulltext)

de Koning, K. & Rodenburg, J. 2004. Automatic milking: State of the art in Europe and North America. in: A. Meijering, H. Hogeveen, C.J.A.M. de Koning (Eds.) *Automatic Milking: A Better Understanding*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands; 2004:27–37. [viitattu 3.5.2015]

<http://www.automaticmilking.nl/symposium/science/Papers/0.0-1.pdf>

Delaval 2008. VMS Best Practices. [viitattu 2.5.2015]

http://www.delaval.com/ImageVaultFiles/id_659/cf_5/VMS%20Best%20Practices.pdf

DeVries, T.J., von Keyserlingk, M.A.G., & Weary, D.M. 2004. Effect of feeding space on the inter-cow distance, aggression, and feeding behavior of free-stall housed lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2004; 87: 1432–1438. [viitattu 1.5.2015]

<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2804%2973293-2/fulltext>

DeVries, T.J., & M.A.G. von Keyserlingk. 2004. Time of feed delivery affects the feeding and lying patterns of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88:625–631. [viitattu 1.5.2015]

<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2805%2972726-0/fulltext>

Dippel, S., Dolezal, M., Brenninkmeyer, C., Brinkmann, J., March, S., Knierim, U., & Winckler, C. 2009. Risk factors for lameness in freestall housed dairy cows across two breeds, farming systems, and countries. *J. Dairy Sci.* 92: 5476–5486. [viitattu 4.5.2015]

[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(09\)70882-3/fulltext](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(09)70882-3/fulltext)

Erdman, R.A. & Varner, M. 1995. Fixed yield responses to increased milking frequency. *J. Dairy Sci.* 78:1199–1203. [viitattu 2.5.2015]

[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(95\)76738-8/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(95)76738-8/pdf)

Eriksson, T. & Spörndly, R. 2012. The influence of physical structure of silage on rumen metabolism, feed intake and milk production in dairy cows. In: *XVI International Silage Conference*. MTT Agrifood Research Finland, s.144-145.

Espejo, L.A., Endres, M.I., & Salfer, J.A. 2006. Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns in Minnesota. *J. Dairy Sci.* 89: 3052–3058. [viitattu 5.5.2015]

[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(06\)72579-6/fulltext](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(06)72579-6/fulltext)

Espejo, L.A. & Endres, M.I. 2007. Herd-level risk factors for lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns. *J. Dairy Sci.* 90: 306–314. [viitattu 5.5.2015]

[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(07\)72631-0/fulltext](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(07)72631-0/fulltext)

Flower, F.C., de Passillé, A.M., Weary, D.M., Sanderson, D.J., & Rushen, J. 2007. Softer, higher-friction flooring improves gait of cows with and without sole ulcers. *J. Dairy Sci.* 90: 1235–1242. [viitattu 5.5.2015]

[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(07\)71612-0/fulltext](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(07)71612-0/fulltext)

Fregonesi, J.A., Tucker, C.B., & Weary, D.M. 2007. Overstocking reduces lying time in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2007; 90: 3349–3354. [viitattu 2.5.2015]

<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2807%2971786-1/fulltext>

Fricke, PM. 2004. Strategies for Optimizing Reproductive Management of Dairy Heifers. In proceedings of 22nd Western Canadian Dairy Seminar, Alberta, NV: 163-174. [viitattu 1.5.2015]

<http://www.wcds.ca/proc/2004/Manuscripts/163Fricke.pdf>

Gygax, L., I. Neuffer, C. Kaufmann, R. Hauser, B. Wechsler 2007. Comparison of Functional Aspects in Two Automatic Milking Systems and Auto-Tandem Milking Parlors. *J. Dairy Sci.* 90: 4265-4274. [viitattu 3.5.2015]

<http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302%2807%2971886-6/fulltext#back-bib3>

Grant, R. 2007. Taking advantage of natural behavior improves dairy cow performance. *Proc. Western Dairy Management Conf.*, Reno, NV: 225-236. [viitattu 1.5.2015]

<http://www.extension.org/pages/11129/taking-advantage-of-natural-behavior-improves-dairy-cow-performance#.VUkloZMpo5w>

Hart, K.D., B.W. McBride, T.F. Duffield & T.J. DeVries 2013. Effect of frequency of feed delivery on the behavior and productivity of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97: 1713-1724. [viitattu 4.5.2015]

<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2814%2900023-X/fulltext>

Haskell, M.J., L.J. Rennie, V.A. Bowell, M.J. Bell & A.B. Lawrence. 2006. Housing System, Milk Production, and Zero-Grazing Effects on Lameness and Leg Injury in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 89: 4259–4266. [viitattu 5.5.2015]

[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(06\)72472-9/fulltext](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(06)72472-9/fulltext)

Hermans, G.G.N., A.H. Ipema, J. Stefanowska & J.H.M. Metz 2002. The Effect of Two Traffic Situations on the Behavior and Performance of Cows in an Automatic Milking System. *J. Dairy Sci.* 86: 1997-2004. [viitattu 2.5.2015]

<http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302%2803%2973788-6/fulltext>

Hill, C.T., Krawczel, P.D., Dann, H.M., Ballard, C.S., Hovey, R.C., Falls, W.A., & Grant, R.J. 2009. Effect of stocking density on the short-term behavioural responses of dairy cows. Artikkelin tiivistelmä. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2009; 117: 144–149. [viitattu 1.5.2015]

<http://www.appliedanimalbehaviour.com/article/S01681591%2808%2900369-9/fulltext>

Hosseinkhani, A., T. J. DeVries, K. L. Proudfoot, R. Valizadeh, D. M. Veira, & M. A. G. von Keyserlingk. 2008. The effects of feed bunk competition on the feed sorting behavior of close-up dry cows. *J. Dairy Sci.* 91:1115-1121. [viitattu 4.5.2015]

<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2808%2971367-5/fulltext>

Hulsen, J. 2009. Automaattilypsy. *Future Farming*. Roodbont.

Huzzey, J.M., DeVries, T.J., Valois, P., & von Keyserlingk, M.A.G. 2006. Stocking density and feed barrier design affect the feeding and social behavior of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2006; 89: 126–133. [viitattu 3.5.2015]

<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2806%2972075-6/fulltext>

Ito, K., von Keyserlingk, M.A.G., LeBlanc, S.J., & Weary, D.M. 2010. Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93: 3553–3560. [viitattu 5.5.2015]

[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(10\)00373-5/fulltext](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(10)00373-5/fulltext)

Kivinen, T., Kaustell, K., Hakkarainen, K., Tuure, V-M., Karttunen, J. & Hurme, T. 2007. Lypsykarjapihatton toiminnalliset mitoitusvaihtoehdot. *MTT:n selvityksiä* 137. [viitattu 1.5.2015]

<http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts137.pdf>

Kivinen, T., Sarjokari, K., Huovinen, M., Norring, M., Seppä-Lassila, L., Soveri, T., Tuure, V-M., Lätti, M., Karttunen J. & Hurme, T. 2014 Lypsykarjan eläinten ryhmittely - Tavoitteena työn helpottaminen ja eläinten hyvinvointi. Valion navettaseminaari, Vantaa. [viitattu 1.5.2015]

www.valio.fi/mediafiles/00841503-2522-4ac9-af09-e46844d68c4c

Kremer, P.V., S. Nueske, A.M. Scholz & M. Foerster. 2007. Comparison of Claw Health and Milk Yield in Dairy Cows on Elastic or Concrete Flooring. *J. Dairy Sci.* 90: 4603–4611. [viitattu 5.5.2015]

<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2807%2971924-0/fulltext>

Latvala, T. & Suokannas, A. 2005. Automaattisen lypsyjärjestelmän käyttöönotto: Kannattavuus ja hankintaan vaikuttavat tekijät. PTT raportteja N:o 192. [viitattu 1.5.2015]

http://ptt.fi/dokumentit/rap192_26060611.pdf

Lely 2009. E-Manual: Lely Astronaut A4 (Operator). [viitattu 4.5.2015]

http://www.lely.com/uploads/unzipped/Lely_Astronaut_A4_Operator_EN/#36283

Lely Barn Design. 2014. [viitattu 2.5.2015]

<http://linery.ee/wp-content/uploads/2014/07/Link-alla-%C3%BCmber-nimetada-Lely-t%C3%BC%C3%BCpilisemad-laudaplaanid-OK.pdf>

Lobeck-Luchterhand, K.M., Silva, P.R.B., Chebel, R.C. & Endres, M.I. 2014. Effect of stocking density on social, feeding, and lying behavior of prepartum dairy animals. *J. Dairy Sci.* 98: 240-249. [viitattu 3.5.2015]

<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2814%2900784-X/fulltext>

Melin, M., Pettersson, G., Svennersten-Sjaunja, K., & Wiktorsson, H. The effects of restricted feed access and social rank on feeding behavior, ruminating and intake for cows managed in automated milking systems. Artikkelin tiivistelmä. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2007; 197: 13–21. [viitattu 2.5.2015]

<http://www.appliedanimalbehaviour.com/article/S01681591%2806%2900322-4/abstract>

Metz, J.H.M. 1985. The reaction of cows to short-term deprivation of lying. Artikkelin tiivistelmä. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 13:310. [viitattu 2.5.2015]

<http://www.appliedanimalbehaviour.com/article/01681591%2885%2990010-3/abstract>

Mäntysaari, P., H. Khalili, & J. Sariola. 2006. Effect of feeding frequency of a total mixed ration on the performance of high-yielding dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:4312-4320. [viitattu 4.5.2015]

<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2806%2972478-X/fulltext>

Olofsson, J. 1999. Competition for total mixed diets fed for ad libitum intake using one or four cows per feeding station. *J. Dairy Sci.* 1999; 82: 69–79. [viitattu 4.5.2015]

<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2899%2975210-0/pdf>

Rodenburg, J. 2010. Robotic barn design, in Proceedings of the 28th Western Canadian Dairy Seminar, Alberta, NV: 277-292. [viitattu 3.5.2015]

<http://www.wcds.ca/proc/2010/Manuscripts/p277-292Rodenburg.pdf>

Rodenburg, J. & H. K. House 2007. Field Observations on Barn Layout and Design for Robotic Milking, in Proceedings of the Sixth International Dairy Housing Conference, Minneapolis, ASABE Publication Number 701P0507e. [viitattu 3.5.2015]

http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/info_barnlayout.html

Rodenburg, J. 2013. Success factors for automatic milking, in Proceedings of the Precision Dairy Conference, Minnesota, NV: 20-34. [viitattu 4.5.2015]

http://precisiondairy.umn.edu/prod/groups/cfans/@pub/@cfans/@ansci/documents/asset/cfans_asset_463117.pdf

Rotz, C.A., Coiner, C.U., & Soder, 2003. K.J. Automatic milking systems, farm size, and milk production. *J. Dairy Sci.* 86: 4167–4177. [viitattu 3.5.2015]

[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(03\)74032-6/fulltext](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(03)74032-6/fulltext)

Rushen, J. & de Passillé, A.M. 2006. Effects of roughness and compressibility of flooring on cows' locomotion. *J. Dairy Sci.* 89: 2965–2972. [viitattu 5.5.2015]

[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(06\)72568-1/fulltext](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(06)72568-1/fulltext)

Spörndly, E. & Wredle, E. 2004. Automatic milking and grazing—Effects of distance to pasture and level of supplements on milk yield and cow behavior. *J. Dairy Sci.* 87: 1702–1712. [viitattu 4.5.2015]

<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2804%2973323-8/fulltext>

Spörndly, E. and Wredle, E. 2005. Automatic milking and grazing— Effects of location of drinking water on water intake, milk yield, and cow behavior. *J. Dairy Sci.* 88: 1711–1722. [viitattu 4.5.2015]
<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2805%2972844-7/fulltext>

Suomen lihateollisuusyhdistys, alkutuotantoryhmä. 2007. Välitysvasikka-ohje. [viitattu 3.5.2015]
<https://www.atriatuottajat.fi/atrianauta/Documents/V%C3%A4litysvasikkapoinen%20vasikka.pdf>

Telezhenko, E. & Bergsten, C. 2005. Influence of floor type on the locomotion of dairy cows. Artikkelin tiivistelmä. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 93: 183–197. [viitattu 5.5.2015]
[http://www.appliedanimalbehaviour.com/article/S0168-1591\(05\)00032-8/fulltext](http://www.appliedanimalbehaviour.com/article/S0168-1591(05)00032-8/fulltext)

Telezhenko, E., von Keyserlingk, M.A.G., Talebi, A., & Weary, D.M. 2012. Effect of pen size, group size, and stocking density on activity in freestall-housed dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95: 3064–3069. [viitattu 1.5.2015]
<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2812%2900281-0/fulltext>

Tucker, C.B., Weary, D.M., & Fraser, D. Freestall dimensions: Effects on preference and stall usage. *J. Dairy Sci.* 2004; 87: 1208–1216. [viitattu 1.5.2015]
<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2804%2973271-3/fulltext>

van Dooren, H.J.C., Heutinck, F.M., Biewenga, G., Munksgaard, L. Krohn, C.C., Spörndly, E., Wredle, E. & Wiktorsson, H. 2004. Automatic milking and grazing: Grazing strategies and their effect on animal welfare and system performance. [viitattu 4.5.2015]
<http://www.automaticmilking.nl/Projectresults/Reports/DeliverableD27.pdf>

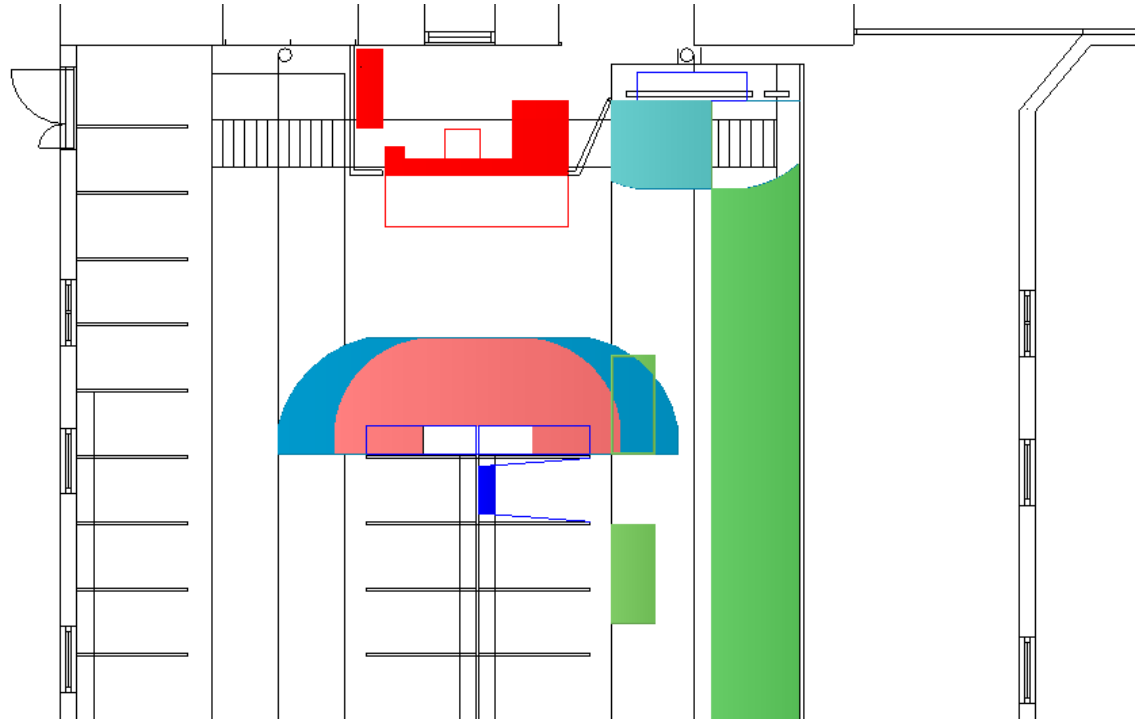
Vettenranta, T. 25.5.2015. Robotti asiaa. Vastaanottaja Tomi Mäkelä. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 25.5.2015.

Wagner-Storch, A.M. & Palmer, R.W. 2003. Feeding behavior, milking behavior, and milk yields of cows milked in a parlor versus an automatic milking system. *J. Dairy Sci.* 86: 1494–1502. [viitattu 2.5.2015]
<http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302%2803%2973735-7/fulltext>

Wiktorsson, H. & Spörndly, E. 2002. Grazing: An animal welfare issue for automatic milking farms. in: Proc. First North Am. Conf. on Robotic Milking, Toronto, Canada. Wageningen Academic Publishers. ; 2002: VI32–VI45. [viitattu 4.5.2015]

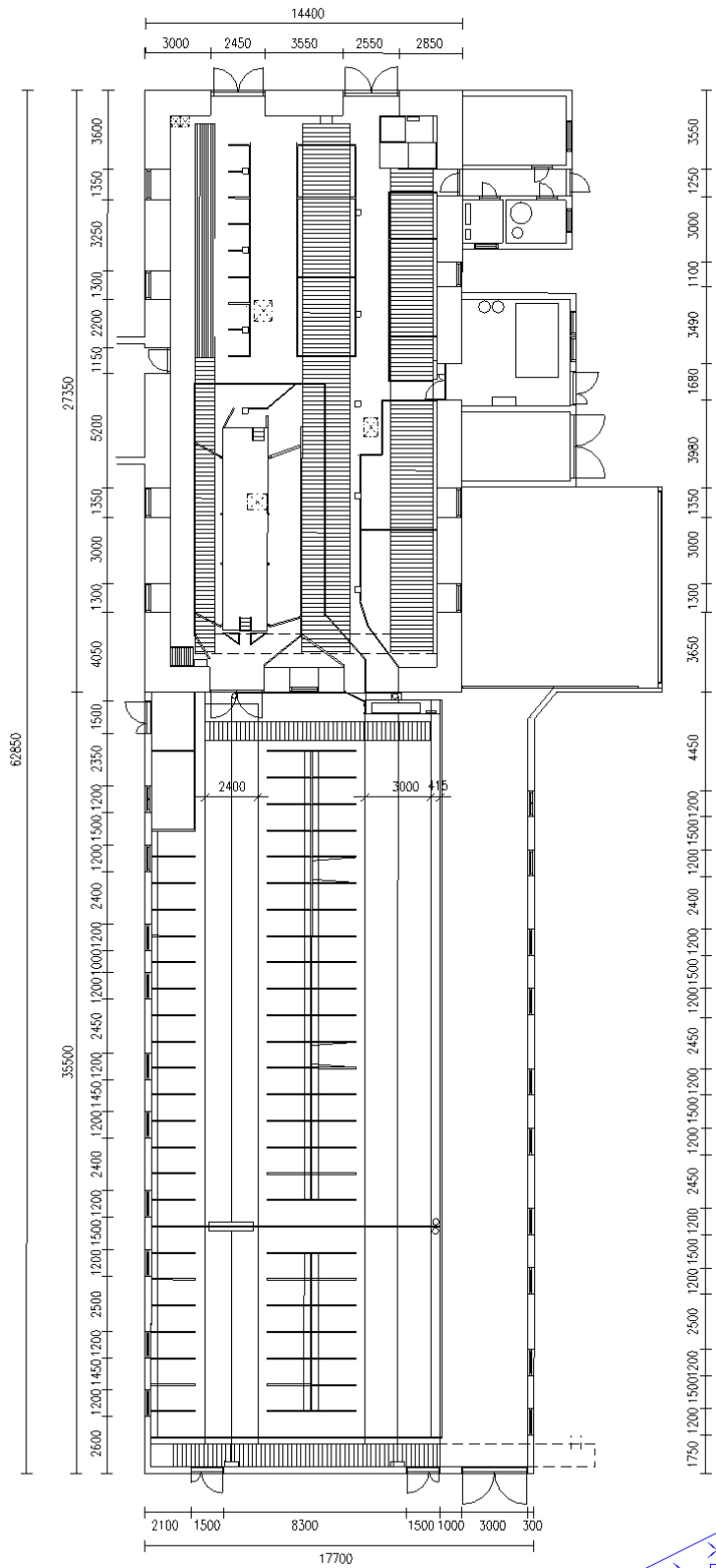
<http://www.automaticmilking.nl/projectresults/Proceedings/TorontoGrazing.pdf>

Ruokinnan tilankäyttö



Vihreä kuvaa aluetta, jota ruokailemassa olevat ja kioskille jonottavat lehmät käyttävät. Vaaleanpunainen kuvaa aluetta, jota yhdestä juomaaltaasta juovat lehmät käyttävät ja sininen alueen laajentumista altaista ollessa kaksi. Vaaleansininen kuvaa lantakäytävän päädyssä olevan juomaaltaan käyttöaluetta.

Nykyinen navetta

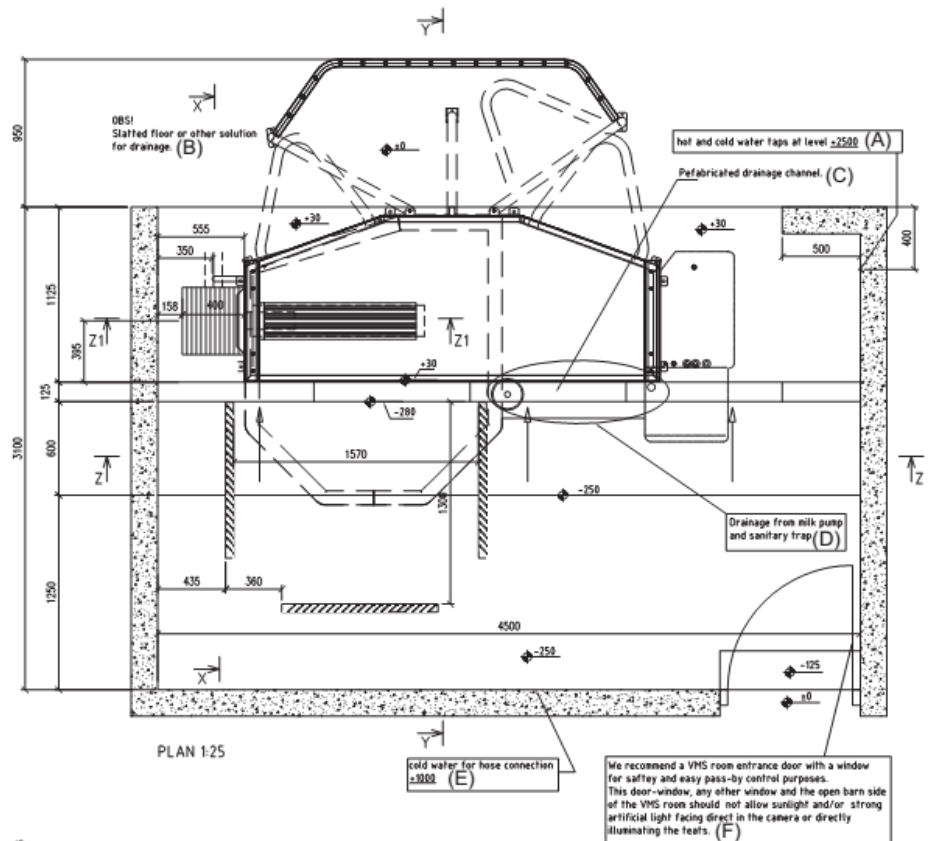




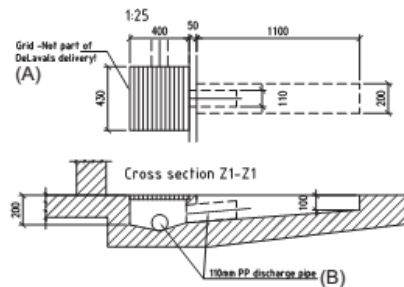
DeLavalin vapaaehtoinen lypsyjärjestelmä VMS

Suunnittelu

Piirros 927796-3b



VA_008005



VA_108036

Nuorkarjalaskelma

		ensipoikimisikä kk							
uusimis-%		24	26	28	30	32	34	uusimis-%	
24 %		53	57	62	66	70	75		34
26 %		57	62	67	72	76	81		26
28 %		62	67	72	77	82	87	← luku →	81
30 %		66	72	77	83	88	94	Lehmien lkm	
32 %		70	76	82	88	94	100		59
34 %		75	81	87	94	100	106	Nuorkarjan tarve	
36 %		79	86	92	99	106	112		48
38 %		84	91	98	105	111	118	Välitysikä pv. (suositus 14-28)	
40 %		88	95	103	110	117	125		28

Taulukko 1. Fricke 2004

		Tilan tarve ikäryhmittäin			
Ikäluokka	Ikäryhmä	kk lkm	tilan tarve		Väl.vasikat
A	<2kk	2	3,7	+	2,7
B	2-8kk	6	11		
C	8-12kk	4	7		
D	12-15kk	3	6		
E	15-20kk	5	9		
F	20-24kk	4	7		
	yht.		44		47
F	25kk*	1	2		
	yht.		46		49
F	26kk*	1	2		
	yht.		48		50

* käytetään, jos ensipokiman kk on vastaava.

Nuorkarjalaskelma

Karsinat, soveltuvat ikäryhmät ja eläinpaikat*

A1	A1	A1	A1
A2/B2	A3/B2	A6/B5	
BCD3	B5/CD4	B5/CD4	
D9/EF7	D10/EF8		

Karsinoiden käyttö*

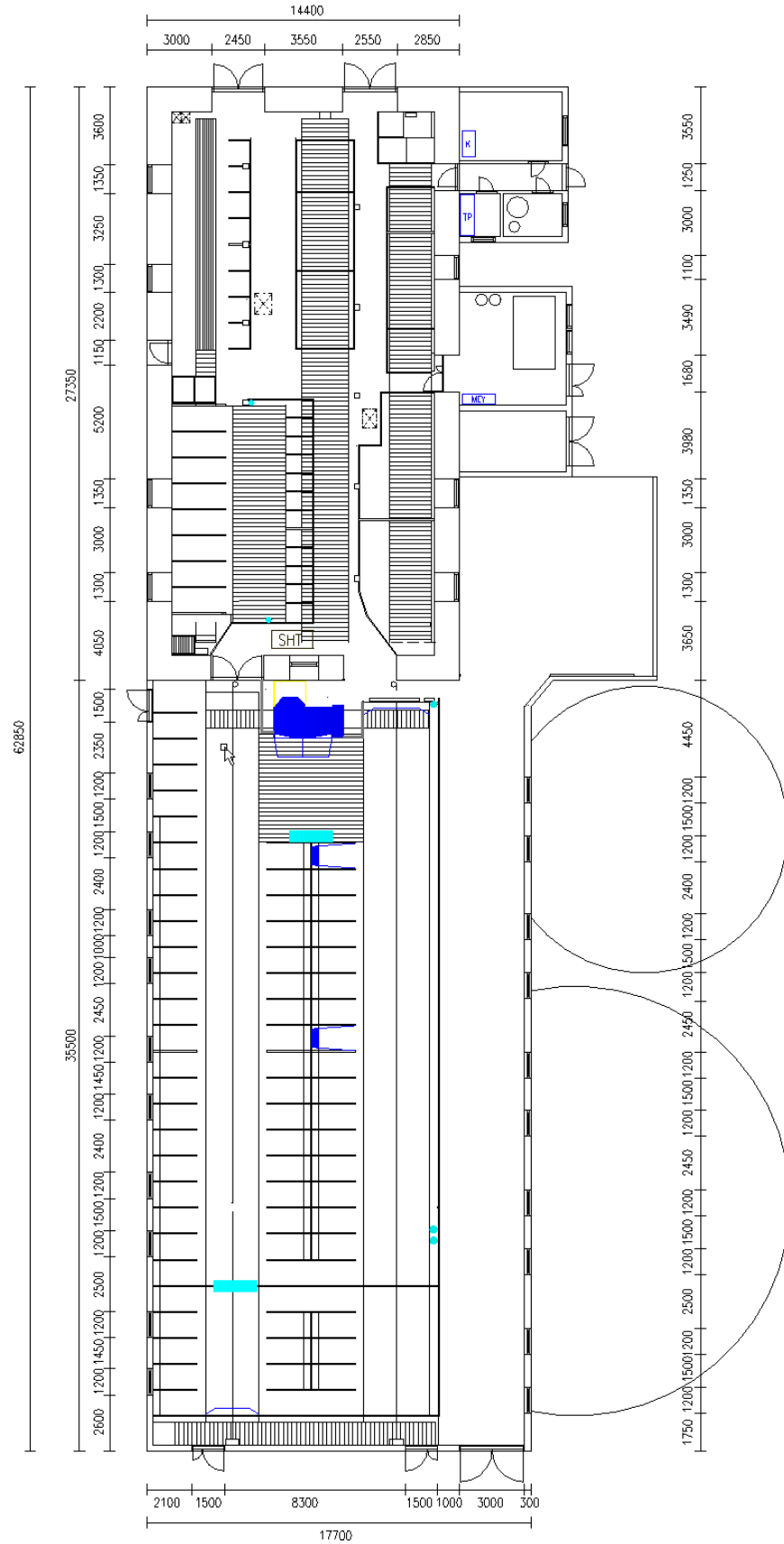
A1	A1	A1	A1
B2	A2(+1)	B5	
C3	B5(+1)	C4	
D6(+3)	E8		

*ruutu=karsina

Ikäluokka	Eläinpaikat karsinajaolla	Suhde tarpeeseen	Lisätarve
A	7	1	-1
B	12	1	-1
C	7	0	0
D	9	3	-3
E	8	-1	1
F	0	-7	7
F25kk	0	-2	2
F26kk	0	-2	2

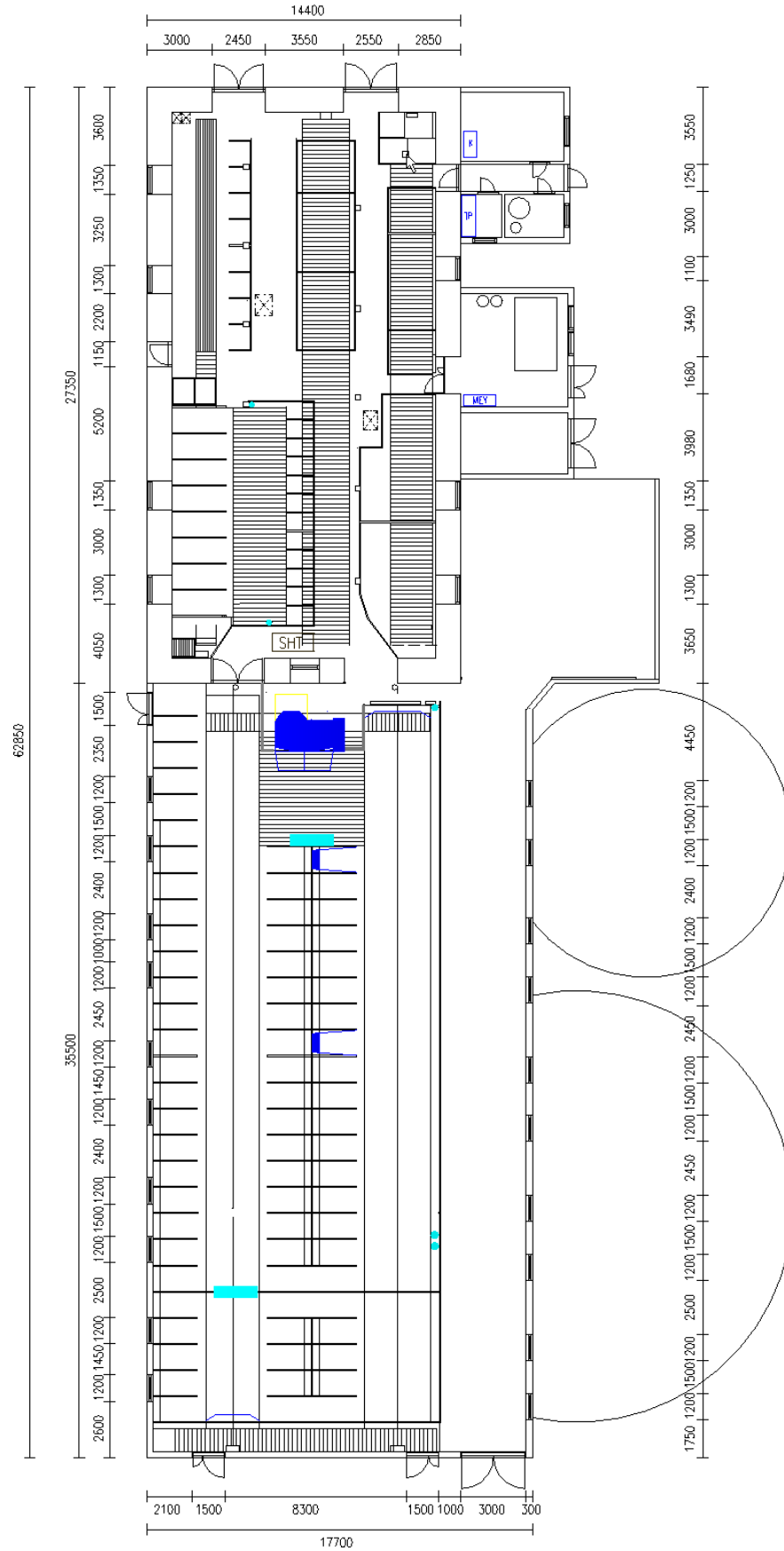
Navetta pohjapiirros

DeLaval 1



Navetta pohjapiirros

DeLaval 2

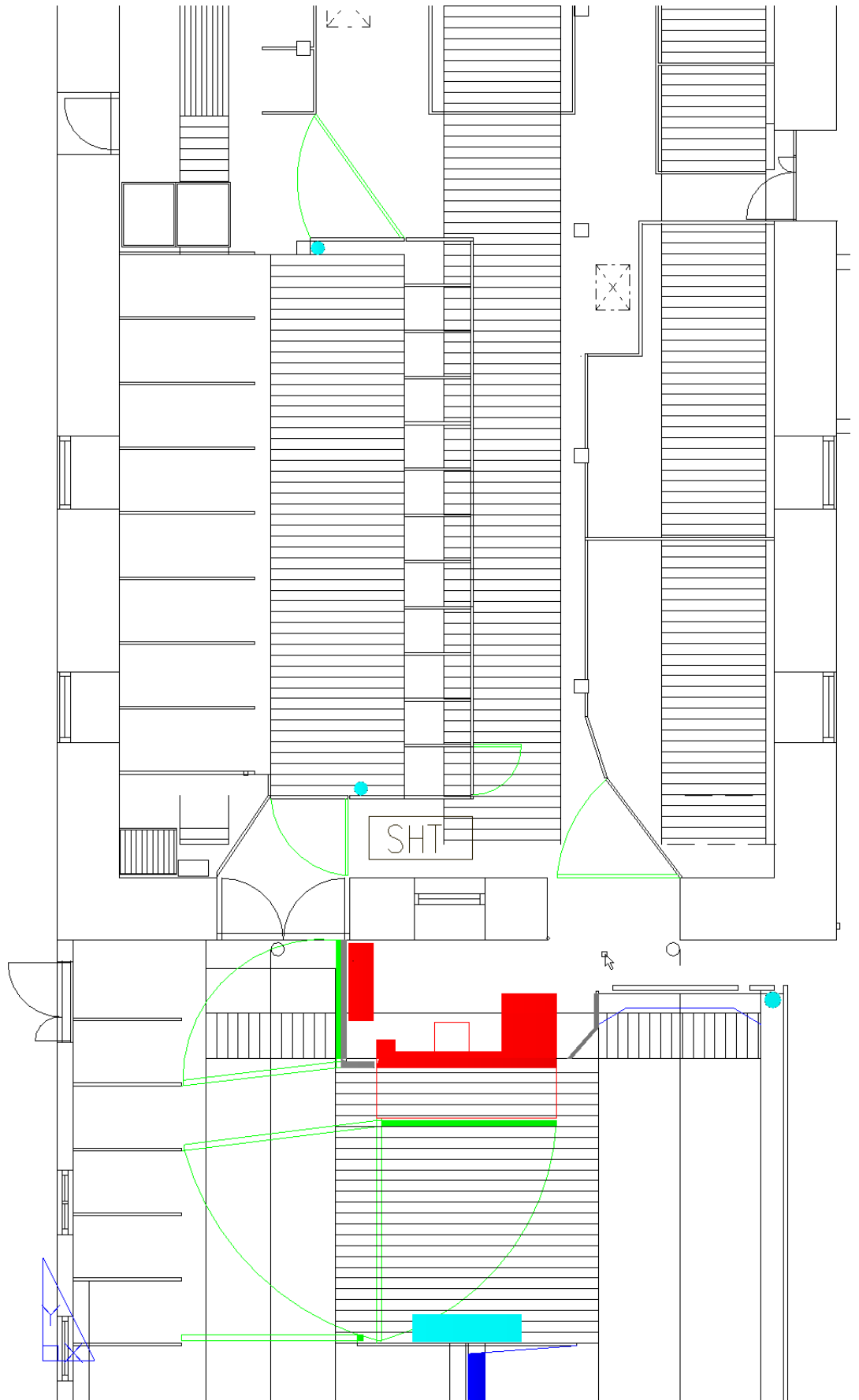


Navetta pohjapiirros

Lely



Portit



Kysymysrunko

Automaattilypsyyn siirtymisen syyt?
Automaattilypsyyn siirtymisen haasteet?
Harkittiinko kokonaan uuden navetan rakentamista, perustelut?
Mikä oli haasteellisinta sijoitettaessa robottia vanhaan navettaan?

Aika, jonka robotti ollut käytössä?
Lehmämäärä, ennen ja nyt?
Keskituotos, ennen ja nyt?
Keskipoikimakerta, ennen ja nyt?
Ape- vai erillisruokinta?

Lehmäliikenne?
Erottelu- ja odotustilat?
Lypsytiheys?
Noudettavat lehmät?
Tilaa robotin edessä?
Tilaa robotin eteen vai parsia, jos valittava?

Lypsyasemalta vapautuneen tilan käyttö?
Hoitotoimenpiteiden toteutus?
Olisiko jotain pitänyt ottaa huomioon rakennus-/suunnitteluvaiheessa
esim. tulevan työskentelyn sujuvuuteen nähden?

Laidunnus?
Nuorkarja?
Mahdolliset lisätilat?

Tekisittekö jotain toisin?