

Marko Ahola ja Henri Aitto-oja

## ANTURITEKNOLOGIAN HYÖDYNTÄMISMAHDOLLISUUDET NAVETTAYMPÄRISTÖSSÄ

Esiselvitys

# ANTURITEKNOLOGIAN HYÖDYNTÄMISMAHDOLLISUUDET NAVETTAYMPÄRISTÖSSÄ

Esiselvitys

Marko Ahola  
Henri Aitto-oja  
Opinnäytetyö  
Kevät 2014  
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

---

Tekijät: Marko Ahola ja Henri Aitto-oja  
Opinnäytetyön nimi: Anturitekniikan hyödyntämismahdollisuudet navetta-ympäristössä  
Työn ohjaaja: Matti Järvi  
Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Kevät 2014 Sivumäärä: 61 + 4

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin tarpeesta selvittää navetassa käytettävän mittaustekniikan toimintaperiaatteet, mittauskohteet, hyödyntämismahdollisuudet ja käytön rajoitukset. Työ on tehty Oulun ammattikorkeakoulun toimeksiannosta suunnitteilla olevan hankkeen materiaaliksi.

Opinnäytetyön aineiston keräämiseksi suoritettiin haastattelututkimus, jossa haastateltiin yhdeksää maatalousyrittäjää. Haastattelut suoritettiin osittain strukturoituina teemahaastatteluin ja ne tehtiin tilakäyntien yhteydessä. Haastatteluista koostettiin kaaviokuvia taulukkolaskentaohjelman avulla ja niiden yhteyteen liitettiin yrittäjien kommentteja aiheista.

Teoriaosuus eli viitekehys sisältää perustietoa anturitekniikasta, yleisimmistä anturityypeistä ja navetan olosuhteista. Sen tarkoituksena on pohjustaa työn tutkimusosiota.

Mittaustekniikan avulla tallennetaan ja analysoidaan navetassa tapahtuvia prosesseja. Antureita hyväksikäyttämällä pyritään helpottamaan ja automatisoimaan työtehtäviä. Karjakoon kasvaessa myös eläinten seurantaan liittyvän teknologian merkitys kasvaa. Teknologia ei kuitenkaan täysin korvaa ihmistä, vaan se on apuväline.

Yrittäjien kiinnostus mittaustekniikkaan on vaihtelevaa, mutta toimintavarmaan teknologiaan ollaan kuitenkin halukkaita käyttämään. Liiallinen mittaaminen on kuitenkin turhaa, jos se ei tuota lisäarvoa käyttäjälle.

---

Asiasanat: *Anturitekniikka, navettateknologia, mittausvälineet*

# ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Agricultural and Rural Industries

---

Authors: Marko Ahola and Henri Aitto-oja

Title of thesis: Possibilities of utilizing sensor technology in farm environment

Supervisor: Matti Järvi

Term and year this thesis was submitted: Spring 2014

Number of pages: 61 + 4

---

This thesis was made from the demand to clarify the measurement technology used in farm environment. It includes principles of sensor technology, subjects of measuring, opportunities of utilizing it and the restrictions of usage. The research was made for the assignment of Oulu University of Applied Sciences to serve as a material for a future project.

The theoretical framework consists of the basic information of sensor technology, the most common sensor types and the conditions inside the cowshed. Its purpose is to establish the basis for the thesis survey section.

The material for the survey was gathered by interviewing 9 farmers. The interviews were made individually in each farm. The interviews were carried out as partly structured theme interviews. The interviews were compiled using a spreadsheet and the farmers comments were attached alongside charts.

Processes happening in the cowshed are stored and analyzed with the help of measurement technology. With the utilization of sensors we strive to ease and automate the everyday work tasks. When the cattle size grows the importance of surveillance technology also increases. However technology doesn't fully replace human beings. It is an auxiliary tool.

The farmers' interest in measurement technology is varying but they are willing to use reliable supporting tools. Excessive measuring is nevertheless meaningless if it doesn't bring additional value to the user.

---

Keywords: *Sensor technology, farm environment, measurement tools*

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT .....	4
1 JOHDANTO .....	7
2 TYÖN TAVOITTEET .....	8
3 ANTURITEKNIIKAN TOIMINTAPERIAATTEET .....	9
3.1 Antureiden historiaa.....	9
3.2 Antureiden luokittelu .....	10
3.3 Yleisimmät mittauskohteet .....	12
4 NAVETAN OLOSUHTEET .....	14
5 NAVETASSA KÄYTETTÄVÄ ANTURITEKNIikka.....	16
5.1 Lypsyjärjestelmät.....	16
5.2 Maidon jäähdytys ja varastointi.....	19
5.3 Ruokintajärjestelmät .....	20
5.4 Lannanpoistojärjestelmät .....	21
5.5 Ilmanvaihtojärjestelmät ja olosuhdeanturit .....	22
5.6 Eläinten hyvinvointiin ja tarkkailuun liittyvät anturit .....	23
5.7 Aiheeseen liittyvät hankkeet.....	24
5.8 NaamaNET-järjestelmä .....	25
6 AINEISTON HANKINTA JA KÄSITTELY .....	27
7 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU.....	30
7.1 Kiinnostus uusiin sovelluksiin.....	31
7.1.1 Navetan sisäilman laadun mittaaminen.....	32
7.1.2 Kiiman seuranta .....	33
7.1.3 Kuntoluokitus / kehon koostumus .....	34
7.1.4 Maidon laatu.....	35
7.1.5 Tuotos.....	37
7.1.6 Rehun kosteus .....	38
7.1.7 Pötsin täyteisyys .....	39
7.1.8 Pötsin pH.....	41
7.1.9 Väkirehun syönti .....	41
7.1.10 Lehmän ruumiinlämmön mittaaminen.....	43

7.1.11	Melutason seuranta .....	44
7.1.12	Navetan lämpötila .....	45
7.1.13	Yrittäjien ehdotukset mittauskohteiksi.....	47
7.2	Tiedonsiirto.....	48
7.3	Mielipiteet NaamaNET sovelluksesta .....	51
7.4	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	52
8	POHDINTA .....	56
8.1	Määritelty tavoite, valittu menetelmä ja saadut päätulokset .....	56
8.2	Työn ja menetelmien arviointi .....	56
8.3	Toimintaohjeita ja jatkokehittämissideoita .....	57
	LÄHTEET.....	59

# 1 JOHDANTO

Tilakokojen kasvaessa karjan ja yksittäisen lehmän tarkkailuun ei jää niin paljon aikaa kuin aiemmin, joten teknologiaa on kehitetty ihmisen avuksi tässäkin asiassa. Anturitekniologiaa on hyödynnetty maataloudessa jo pitemmän aikaa. Antureita löytyy melkein pä navetan jokaisesta laitteesta. Lypsy-, ruokinta-, lannanpoisto- ja ilmanvaihtojärjestelmät ovat keskeisiä navetan toiminnan kannalta. Niiden toiminnassa hyödynnetään mittalaitteista saatavaa informaatiota. Navettaympäristön erityisolosuhteet tuovat mittausautomaatiikan toiminnalle lisävaatimuksia, koska laitteet ovat ympärivuorokautisessa käytössä ja lisäksi navetassa on kosteutta, likaa, pölyä ja kaasuja. Tässä työssä tutkitaan käytössä olevaa anturitekniikkaa ja sen käyttökohteita.

Anturit mittaavat fysikaalisia suureita ja lähettävät tiedon sähköisessä muodossa päätelaitteelle tai ohjausyksikölle, joka ohjaa laitteiden toimintaa. Jos ohjausyksikköä ei ole, tai sitä ei haluta käyttää, laitteita voi säätää myös manuaalisesti. Anturin tuottama tieto tallennetaan yleensä tietokoneelle, josta sitä voidaan seurata ja analysoida. Anturitekniikkaa löytyy erityisesti lypsyrobotista, koska se suorittaa monenlaisia mittauksia lypsytapahtuman aikana.

Työn taustalla on Oulun ammattikorkeakoulun luonnonvara-alan ja tekniikan yksikköjen välinen yhteistyö. Kyseessä oleva yksikkörajojen yli tapahtuva yhteistyö auttaa ajattelemaan asioita myös muiden ammattialojen näkökulmasta. Tämän työn tekemiseen on tarvittu luonnonvara-alan, rakennustekniikan ja tietotekniikan alojen asiantuntijoiden apua.

Aihe valittiin, koska se liittyi suunnitteilla olevan Kevyt Pohjoinen Rakentaminen – hankkeeseen. Hankkeen kautta saimme yhteyden Saikotek Oy:hyn, jonka toimitusjohtaja esitteli meille NaamaNET- valvontajärjestelmän. Navetan anturitekniologia on aiheena ajankohtainen ja haastava, joten päätimme tarttua mahdollisuuteen.

Opinnäytetyön lähteenä toimivat internet, kirjallisuus ja haastattelut.

## 2 TYÖN TAVOITTEET

Työn tavoitteita ovat navetan olosuhteiden selvitys, navetassa tällä hetkellä käytössä olevan tekniikan ja siihen liittyvien anturien kuvailu ja olemassa olevien mittausjärjestelmien esittely. Lisäksi työn toissijaisena tarkoituksena on olla alkusysäyksenä mahdolliselle toiselle opinnäytetyölle, jossa rakennetaan toimiva mittausjärjestelmä ja testataan sen toimintaa navetassa. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi tulee selvittää minkälaista tietoa yrittäjät haluaisivat navetastaan saada, paljonko teknologia saa maksaa, mitkä mittauskohteet kiinnostavat käyttäjiä ja millä tavalla tieto välitetään käyttäjälle. Lisäksi on tiedettävä millaisia olosuhteita mittausjärjestelmän on kestävä. Viimeisenä tavoitteena on ideoida uusia käyttökohteita mittalaitteille.

Näistä tavoitteista voidaan muodostaa tutkimusongelma, joka muodostuu seuraavista tutkimuskysymyksistä:

- Mitä anturit ovat ja miten ne toimivat?
- Minkälaisia antureita ja mittajärjestelmiä navetassa on käytössä?
- Millaiset olosuhteet navetassa vallitsevat?
- Minkälaista mitattavaa tietoa yrittäjät haluaisivat saada navetan olosuhteista ja eläinten kunnosta?
- Onko uuden mittausteknologian hankinta kannattavaa?
- Millä tavalla tieto pitäisi välittää käyttäjälle?
- Mitä uusia mittauskohteita navetassa voisi olla?



### 3 ANTURITEKNIIKAN TOIMINTAPERIAATTEET

Anturi on mittalaitteen tai koneen osa, jolla mitataan ympäristön fysikaalisia tai kemiallisia muutoksia. Antureita on monenlaisia ja niitä voidaan käyttää lähes missä tahansa mittaamista vaativissa kohteissa. Mittalaitteet koostuvat anturista, joka muuttaa mitattavan kohteen tuottaman datan elektroniseksi signaaliksi ja käyttöliittymästä, joka muuttaa saadun signaalin ihmiselle ymmärrettävään muotoon esimerkiksi tietokoneen näytölle (Wilson 2005, 1). Tässä luvussa esitellään antureiden historiaa ja niiden luokittelua.

#### 3.1 Antureiden historiaa

Jotta voidaan puhua mittalaitteista, on ensin puhuttava mitattavista suureista. Vanhimpia ja tärkeimpiä tunnettuja mittaussuureita ovat pituus, massa ja aika. Näitä suureita vastaavia mittalaitteita ovat mittanauha, puntari ja kello. (Aumala 2002, 11.)

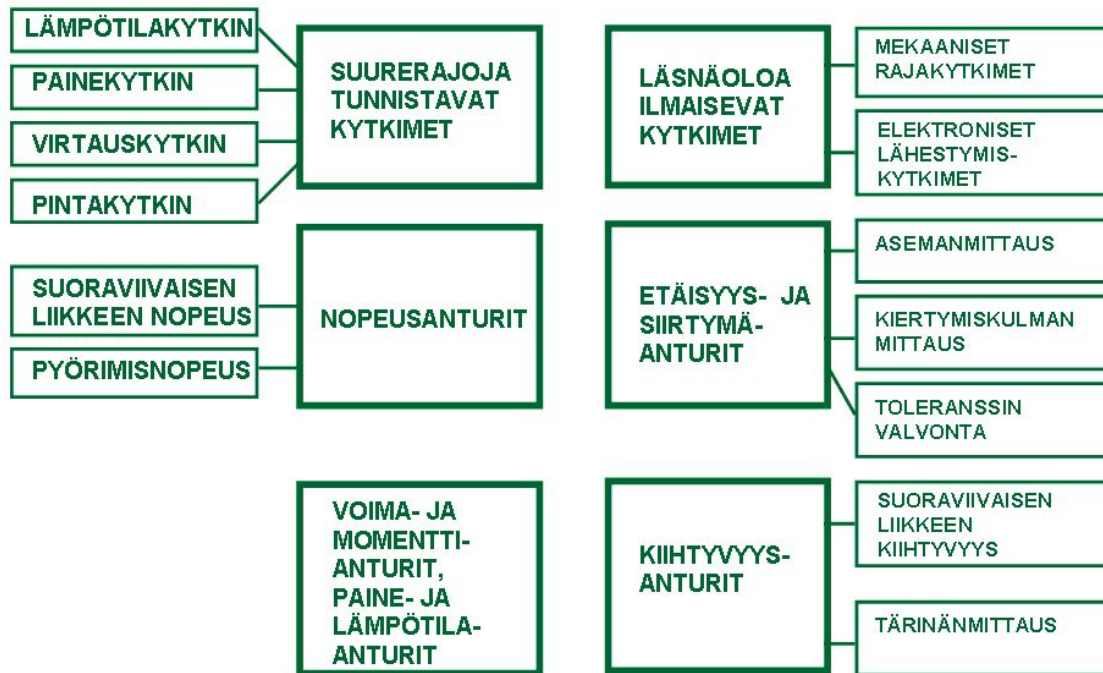
Ensimmäisiä antureita olivat olosuhteisiin luonnollisesti reagoivat tuntoelimet, jotka muuttuivat itsekin olosuhteiden muuttuessa. Esimerkkinä tällaisesta mittarista on Horace Bénédicte de Saussuren jo vuonna 1783 kehittämä ilmankosteusmittari. Siinä mittarin tuntoelimenä toimii hius, joka venyy ilman kosteuden kasvaessa. Hiuskosteusmittarissa eli hygrometrissä pituuden muutokset välittyvät osoittimen liikkeiksi. (Tieteen kuvalehti 2007, hakupäivä 10.10.2013.)

Toisena esimerkkinä mainittakoon suomalaisille tuttu saunan lämpömittari. Siinä anturi ja mittalaite ovat itse asiassa yksi ja sama asia. Lämpömittari on rakennettu kaksoismetalliliuskasta, jossa on kahta eri tavalla laajenevaa metallia. Tämä saa aikaan sen, että lämpötilan muutos muuttaa liuskan muotoa, joka siirtää osoittimen vastaamaan oikeaa lämpötilaa.

Myöhemmin teknologian kehittyessä ja varsinkin sähkön keksimisen jälkeen antureista tuli jokapäiväisiä teknisten laitteiden osia. Kehitettiin mittareita, joilla voitiin lukea esimerkiksi sähkönjohtavuuden muutoksia ja tulkita niiden perusteella mitattavaa suuretta.

### 3.2 Antureiden luokittelu

Antureita voidaan luokitella aktiivisiin ja passiivisiin antureihin, analogisiin ja digitaalisiin antureihin ja suorasti ja epäsuorasti mittaaviin antureihin. Kuvioon 1 on listattu yleisimpiä antureita ja niiden mittauskohhteita. Nykyään erilaisia antureita on lukematon määrä.

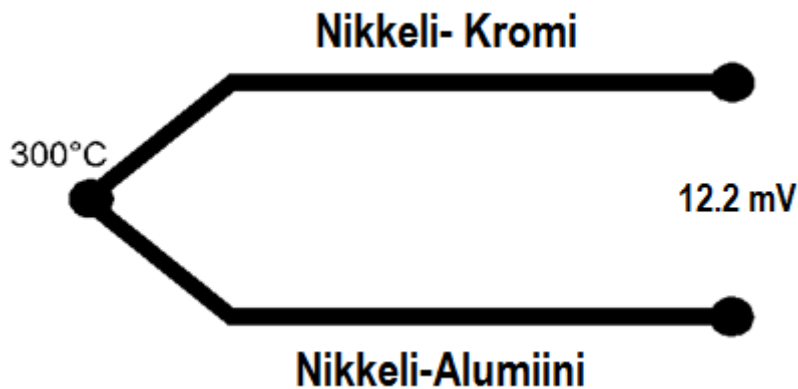


KUVIO 1. Anturityyppejä ja niiden käyttökohteita (Paavilainen 2010, hakupäivä 28.4.2014)

Kytkimet eivät varastoi tietoa, vaan aktivoituvat ainoastaan silloin, kun anturin mitattaman suureen arvo ylittää sille asetetun rajan. Muilla antureilla pyritään saamaan tietoa pitemmältä aikaväliltä.

Aktiiviset anturit tuottavat virtaa tai jännitettä, joka vastaa ympäristön tilaa. Kun mitattava suure muuttuu, muuttuu myös anturin tuottama jännite. Esimerkkinä aktiivianturista on termopari (kuvio 2). "Termoelementin toiminta perustuu Seebeckin ilmiöön (Virolainen fyysikko Thomas Seebeck keksi ilmiön vuonna 1822), jossa kahden eri metallin liitoksessa syntyy jännite, joka on riippuvainen lämpötilasta". (Pietiko Oy 2013, hakupäivä 9.1.2014.)

Kuvio 2 havainnollistaa termoparin toimintaa. Kun lämpötila on 300 Celsiusta nikkeli-kromista ja nikkeli-alumiinista valmistettu termopari tuottaa 12.2 mikrovoltin jännitteen.



KUVIO 2. Termopari

Passiiviset anturit puolestaan tuottavat mitattavan muutoksen kapasitanssina, resistanssina tai induktanssina eli sähköisenä vastusarvona. Passiivisen anturin lukemiseen tarvitaan erillinen energianlähde, jotta vastusarvo saadaan selville. Yleensä tämä anturin lukemiseen tarvittava energia saadaan dataloggerista, joka myös tallentaa anturin tuottaman datan sisäiseen muistiinsa tai lähettää sen eteenpäin esimerkiksi langatonta verkkoa pitkin.

(National Instruments 2003, hakupäivä 9.1.2014.)

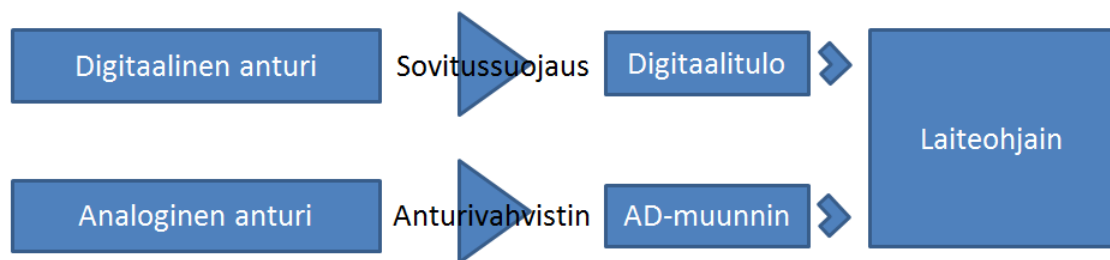
Esimerkkinä passiivisesta anturista on venymäliuska, jonka resistanssi kasvaa, kun vastuslankaa venytetään. Liuska reagoi erittäin pieniin muutoksiin, koska vastuslanka on hyvin ohutta.

Venymäliuska-antureita käytetään voimien mittaamiseen ja punnitsemiseen. (Oulun yliopisto 2007, hakupäivä 9.1.2014.)

Suorasti mittaava anturi mittaa suoraan mitattavaa suuretta, kuten lämpötilaa. Epäsuorasti mittaava anturi mittaa jotakin muuta suuretta, josta itse mitattava suure lasketaan.

Anturit voidaan myös jakaa karkeasti analogisiin ja digitaalisiin antureihin. Analogiset anturit antavat mitattavaan suureeseen suoraan verrannollisen signaalin esimerkiksi jännitteenä tai virtana. Signaali täytyy sitten muuntaa analogisesta digitaalseksi, jotta ohjausjärjestelmä osaa tulkita sen. (Eduserver Ky 1997, hakupäivä 9.1.2014.)

Kuviosta 3 näkyy miten digitaalinen ja analoginen anturi eroavat toisistaan. Analoginen anturi lähettää signaalin ensin anturivahvistimelle, joka vahvistaa signaalia. Seuraavaksi signaali johdetaan AD-muuntimelle (analogisesta digitaaliseen), joka muuntaa signaalin nolliksi ja ykkösiksi, eli tietokoneen ymmärtämään muotoon. Tietokone käsittelee saadun datan siten, että se vastaa mitattavan suureen arvoja ja esittää tulokset käyttäjälle ymmärrettävässä muodossa.



KUVIO 3. Mittausjärjestelmän rakenne

Digitaalista anturia käytettäessä erillistä AD-muunninta ei tarvita, koska anturi antaa informaation suoraan digitaalisessa muodossa. Muunnos analogisesta digitaaliseksi tapahtuu jo anturissa itsessään olevassa ohjausyksikössä. (Hämäläinen 1997, hakupäivä 9.1.2014.)

### 3.3 Yleisimmät mittauskohteet

Yleisimpiä mittauskohteita ovat lämpötila, massa ja pituus. Lämpötilan mittaamiseen voidaan käyttää jo aiemmin esiteltyjä kaksoismetalleja ja termopareja. Ne kuuluvat kosketusmittauksen piiriin, jossa mittarin täytyy olla kosketuksessa mitattavaan aineeseen. Kosketusmittaukseen perustuvat myös kotitalouksissa lämpötilan mittaamiseen käytettävät lasilämpömittarit ja digitaaliset lämpömittarit. Lasilämpömittarin toiminta perustuu sen sisällä olevan nesteen lämpölaajenemiseen.

Digitaalisissa lämpömittareissa käytetään yleisimmin vastusantureita, jotka on valmistettu metallista, jonka resistanssi suurenee lämpötilan kasvaessa. Hyvänä muistisääntönä voidaan pitää kahta seuraavaa lausetta. Jos anturilta lähtevä signaali on jännite (mV), kyseessä on termoelementti. Mutta jos anturin lähtösignaali on resistanssi ( $\Omega = \text{ohmia}$ ), kyseessä on vastusanturi.

Lämpötilaa voidaan mitata myös koskemattomalla, eli infrapunamittauksella. Infrapunalämpömittari mittaa kohteen lähettämää lämpösäteilyä ja siitä päätellään itse kohteen lämpötila. (Weckström 2002, hakupäivä 9.1.2014.)

Kappaleen massaa selvittäessä voidaan käyttää joko massojen suoraa keskinäistä vertailua (perinteiset heiluri- ja tasavartiset vaa'at) tai massan aiheuttaman voiman mittaamista (esim. tavallinen henkilövaaka). Vaakojen toimintaperiaate voi olla mekaaninen tai digitaalinen. Mekaaninen vaaka on kalibroitu näyttämään tuloksia esimerkiksi jousen venymään perustuen. Digitaalinen vaaka toimii puolestaan sähköisen vastusarvon perusteella ja niissä käytetään joko edellä mainittuja venymäliuskoja tai pietsokiteitä (American Weigh Scales Inc. 2011, hakupäivä 9.1.2014.)

Pituuden mittaamiseen voidaan käyttää mekaanisista instrumenteista metrinmittaa, työntömittaa ja mikrometriruuvia. Lasermittausta käytetään pitkien matkojen mittaamiseen.

## 4 NAVETAN OLOSUHTEET

Navetan olosuhteet vaihtelevat suuresti. Olosuhteisiin vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa navettatyyppi, ilmanvaihto, rakenteelliset ratkaisut ja koneistus. Kaikkien käytössä olevien tekniikoiden tulee navetassa kestää kosteutta, likaa, kaasuja, iskuja ja lämpötilavaihteluita, koska näitä rasitteita löytyy kaikista navetoista.

Mikroilmaston laatu on navetoissa yleisesti ottaen heikohko. Eläinmäärien kasvu on lisännyt rakennuksiin ja rakenteisiin liittyvää kuormitusta. Näin ollen ilmanvaihdolta vaaditaan paljon, jotta voidaan taata tuotoksen ja hyvinvoinnin kannalta optimaaliset olosuhteet. (Heimonen, Heikkinen, Kovanen, Laamanen, Ojanen, Piippo, Kivinen, Jauhiainen, Lehtinen, Alasuutari, Louhelainen & Mäittälä 2009, hakupäivä 7.1.2014.)

Kosteus on ihmisaistein helposti havaittava haitta. Sitä syntyy erityisen paljon nautakarjanavetoissa. Aikuinen lehmä tuottaa hikoillessaan kosteutta 15-20 litraa vuorokauden aikana, riippuen tietysti nautan koosta, sisäilman lämpötilasta ja tuotostasosta. Kosteutta lisäävät pesuvedet, märät rehut, ja pitkään navetassa oleva lanta. Navetan mikroilmaston suhteellinen kosteus ei saisi mielellään mennä yli 80%:n. Tätä korkeampi ilmankosteus ruostuttaa ja lahottaa rakenteita. Kosteusongelma on hankalin poistaa talvella, kun ilmanvaihtoa täytyy rajoittaa ulkoilman kylmyyden takia. Kosteudesta voi olla haittaa myös silloin, jos ulkoilman suhteellinen kosteus nousee korkealle ja ilma on lämmin. (Raudaskoski, Raudaskoski, Salow, Vaarala 2001, hakupäivä 7.1.2014.)

Navetan kaasut voidaan jakaa kahteen osaan: ilmaa kevyempiä kaasuja ovat metaani ja ammoniakki ja ilmaa raskaampia kaasuja ovat hiilidioksidi ja rikkivety. Mikäli navetassa on tulipesä, voi navetassa olla häkää eli hiilimonoksidia. Se on ilman kanssa lähes samanpainoinen. Rikkivety on hengenvaarallinen myrky, jota saattaa syntyä lietettä liikuteltaessa ja kuluja tyhjennettäessä. Hiilidioksidi voi tuoda hengenvaaran, jos se esiintyy runsaana ja syrjäyttää hapen. Metaani on tulelle arka kaasu, jota saattaa syntyä suljettuun tilaan niin paljon, että se voi jopa räjähtää. (Raudaskoski ym. 2001, hakupäivä 7.1.2014.)

Navetassa oleva pöly koostuu monenlaisista eri osasista. Pölyn lähteitä ovat muun muassa heinien, viljan ja kuivikkeiden pölyt sekä eläinten hilse ja karvat. Erilaiset pölyt altistavat allergioille, lisäksi ne sitovat tauteja aiheuttavia mikrobeja, jotka näin elävät pidempään pölyn suojissa. (Raudaskoski ym. 2001, hakupäivä 7.1.2014.)

Karjasuojan tavoitelämpötila on noin 4-12 astetta. Kesäkuukausina ongelmaksi nousee kuumuus. Talvella ongelma on kylmä ulkoilma. Joissain tapauksissa on järkevää tuoda navettaan lisälämpöä. Näin voidaan laskea ilman suhteellista kosteutta. (Raudaskoski ym. 2001, hakupäivä 7.1.2014.)

Hyvin toimiva ilmanvaihto ylläpitää navetan mikroilmaston hyvää tasoa kaikkina vuodenaikoina. Rakennus ja rakenteet pysyvät kuivina, kaasut poissa ja sisäilman lämpötila alhaisena. Ilmanvaihdon mitoittaminen perustuu yleensä näihin kolmeen seikkaan. (Alasuutari 2006, 13.)

Navetan mikroilmastossa on aina jonkin verran kaasuja. Ilmanvaihdon mitoituksessa käytetään raja-arvoja, jotka on määritelty lainsäädännössä. Navetan ilmanvaihdon ongelmat johtuvat yleensä rakennusteknisistä virheistä ja siitä, että eläintila on liian täynnä. (Heimonen ym. 2009, hakupäivä 7.1.2014.)

## 5 NAVETASSA KÄYTETTÄVÄ ANTURITEKNIikka

Tässä luvussa käydään läpi navetoissa olemassa olevaa anturitekniikkaa. Navetassa käytetään ainakin seuraavia antureita: lämpötila-antureita, vaaka-antureita, kiihtyvyyssantureita, virtausantureita, paineantureita, infrapuna-antureita, pulssiantureita, venymäliuskoja, tasoantureita, ultraääniantureita, asennon ja paikan tunnistimia sekä optisia antureita (Savolainen 5.2.2014, sähköpostiviesti).

### 5.1 Lypsyjärjestelmät

Putkilypsykoneessa, asemalypsyssä ja automaattilypsyssä koneiden toimintaperiaate on sama, mutta järjestelmien sisältämä teknologia yleensä lisääntyy karjakoon kasvaessa. Vanhemmissa putkilypsykoneissa ei ole välttämättä mitään mittareita, mutta yleensä niihin sisältyy mekaaninen mittari, josta näkee maidon virtausnopeuden. Kuviossa 4 on parsinavetassa käytettävä lypsin, joka sisältää virtausanturin.

Virtausanturin avulla voidaan helposti mitata ja hallita siirrettäviä ainemääriä (nestettä tai kaasua). Virtausanturi voi olla hyvin monentyyppinen, koska mitattava aine vaikuttaa suuresti siihen, millaista anturia voidaan käyttää. ICAR hyväksytyissä maitomittareissa maidon virtausta mitataan infrapunatekniikan avulla. Näin maitoputkeen ei tarvitse asentaa mitään liikkuvia osia. Infrapuna-anturilla voidaan mitata myös maidon verisyyttä ja väriä. (DeLaval 2010, hakupäivä 9.4.2014.)





*KUVIO 4. Parsilypsy*

Asemalypsyyn (kuvio 5) siirryttäessä lypsykoneissa on jo yleensä lypsimen irrottimet sekä elektroninen maitomittari, joka mittaa jokaisen lypsyn maitomäärän. Irrottimesta on maidon virtauksen tunnistin, eli virtausanturi, joka ohjaa irrottimen toimintaa ja mittaa lypsetyn maidon määrää. Kun neljännekset ovat lähes tyhjiä, irrotin irroittaa lypsimen. (Manninen & Nyman 2003, hakupäivä 7.2.2014.)



*KUVIO 5. Nykyaikainen lypsyasema*

Lypsyrobotissa (kuvio 6) on eniten antureita ja se tuottaa dataa robotin merkistä ja lisävarusteista riippuen eläimen painosta (puntari), maidon laadusta (solujen määrä sähköjohtavuusmittauksella ja viskositeetin mittauksella, rasva ja valkuainen pitoisuusanturilla), maidon määrästä ja virtauksesta (virtausanturi), lämpötilasta (lämpötila-anturi) ja maidon väristä (infrapuna-anturi). Lisäksi itse lypsytapahtuman onnistumiseksi tarvitaan lypsijien kiinnitys ja irroitus. Vetimien paikat tunnustetaan laserkameralla ja lehmän paikka vaakanturin avulla. (Savolainen 5.2.2014, sähköpostiviesti.)

Maidon laadun analysoinnissa Lely hyödyntää sähköjohtavuuden ja viskositeetin mittausta. Viskositeetti mitataan robotin näytteenottosäiliössä siten, että säiliö huuhdellaan ensin kaksi kertaa lypsettävän lehmän maidolla. Sen jälkeen säiliöön otetaan maitoa ja sen läpi pudotetaan paino. Paino pudotetaan kuusi kertaa, jonka jälkeen maitoon lisätään solutestiatinetta. Tämän jälkeen paino pudotetaan uudestaan kuusi kertaa ja pudotusaikaa verrataan ensimmäiseen sarjaan. Mitä soluisempaa maito on, sitä kauemmin pudotus kestää. (Lampela 16.4.2014, keskustelu.)

DeLaval hyödyntää maidon laadun mittauksessa erillistä analysointiyksikköä, jota kutsutaan Herd Navigatoriksi. Se analysoi maidosta progesteroni-hormonin, laktaattidehydrogenaasi-entsyymin (LDH), urean ja betahydroksibutyraatin (BHB). Progesteronin mittauksella on tarkoituksena havaita kiimat ja tiineys. LDH:n mittauksella selvitetään utaretulehdukset ja urean sekä BHB:n avulla ruokinnan valkuaistasapainoa, ketoosia ja aineenvaihduntahäiriöitä. (DeLaval 2014, hakupäivä 10.4.2014.)



*KUVIO 6. Lypsyrobotti*

## **5.2 Maidon jäädytys ja varastointi**

Maito varastoidaan tilatankkiin (kuvio 7) odottamaan tankkiautoa 1-2 vrk:n ajaksi. Tankin tehtävänä on jäädyttää maito lypsylämpötilasta (+30 C) neljään asteeseen. Tankissa on maidon sekoitin ja lämpötila-anturi.





KUVIO 7. Tilatankki

### 5.3 Ruokintajärjestelmät

Ruokintalaitteita ja niiden eri variaatioita on olemassa useita. Jotkin systeemit ovat hyvinkin automaattisia ja anturitekniikkaa hyödyntäviä. Toiset systeemit taas perustuvat mekaniikkaan ja ihmisen toimintaan.

Sukkuruokkija, matoruokkija ja kiskoruokkija perustuvat toiminnaltaan siihen, että jakolaitte ajaa määrättyä reittiä ja purkaa rehua ennalta määrätyn ohjelman mukaisesti. Kuviossa 8 on kiskoruokkija ajettuna täyttöpöydän eteen. Jakolaitteiden toimintoja ohjataan rajakytkimillä ja optisilla antureilla joilla selvitetään jakolaitteen paikka ja venymäliuskoilla joilla punnitaan vaunun rehumäärä. Rehun jakomäärän tarkkailuun voidaan käyttää pulssiantureita. Esimerkiksi ruokintakioskilla spiraalin kierrokset voidaan muuttaa jaetuiksi rehukiloiksi, kun tiedetään putken läpimitta.

Pulssianturi on periaatteessa pyörivä kytkin, jonka asentojen ja napojen määrä vaihtelee sen mukaan, minkä tyyppinen anturi on kyseessä. Pulssianturin liittäminen koneistoon tapahtuu siten, että anturin akseli kiinnitetään vaihteen tai kytkimen välityksellä koneen pyörittämään akseliin.

Pulssianturin tehtävänä on tuottaa kiertolukuinformaatiota pyöritetystä akselistä ohjauslaitteelle. (Aumala 2002, 84.)



KUVIO 8. Karkearehun jakovaunu

#### 5.4 Lannanpoistojärjestelmät

Lannanpoistossa teknologian varma toiminta on tärkeää. Mikäli lannanpoisto ei toimi niin navetta hukkuu lantaan. Kapasitiivisilla antureilla voidaan tunnistaa raapan (kuvio 9) saapuminen lantakourun päähän ja vaihtaa vetovuorossa oleva moottorin toiseen. Hydraulisessa lannanpoistossa käytetään yksinkertaista vaihtovastaventtiilijärjestelmää, joka kääntää suuntaa, kun hydraulikan paine nousee (Savolainen 5.2.2014, sähköpostiviesti).

Sellaisissa navetoissa, joissa on ritiläpalkkilattia, voidaan käyttää "Puuhapeteä". Se on robotti, joka kiertää käytävillä ja puskee lannan kuiluun. Robotin reitti määritellään ennalta ja sen kulkua tarkkaillaan ultraäänisensoreilla (Lely 2014, hakupäivä 22.4.2014).



*KUVIO 9. Lantaraappa avokourussa*

## **5.5 Ilmanvaihtojärjestelmät ja olosuhdeanturit**

Painovoimaiseen ilmanvaihtoon ei juuri antureita tarvita, mutta koneellinen ilmanvaihto on yleensä automatisoitu siten, että järjestelmä pyrkii pitämään navetan sisälämpötilan vakiona riippumatta ulkolämpötilasta. Käytännössä tämä tarkoittaa lämpötila-antureiden sijoittamista navetan sisä- ja ulkopuolelle ja niiden kytkemistä järjestelmään. Ilmanvaihtojärjestelmään voidaan kytkeä myös sääasema, joka mittaa lämpötilaa, ilmanpainetta, tuulen nopeutta, tuulen suuntaa ja sademäärää. Antureilla voidaan mitata myös navetan sisäilman kaasupitoisuuksia, kuten hiilidioksidia, metaania ja ammoniakkia.



## 5.6 Eläinten hyvinvointiin ja tarkkailuun liittyvät anturit

Eläinten hyvinvoinnin seurantaan kehitetyllä anturitekniikalla voidaan helpottaa lehmien tarkkailua suurissa yksiköissä. Antureilla voidaan mitata lehmien aktiivisuutta ja terveydentilaa. Lisäksi lehmät pyritään pitämään mahdollisimman puhtaina. Esimerkiksi karjajharjoissa (kuvio 10) on kosketuksen tunnistavat anturit jotka käynnistävät harjan, kun lehmä puskee harjaa.



KUVIO 10. Karjajharja

Märehtimispanoja käytetään ruuansulatuksen seurantaan. Märehtimispannat toimivat mikrofonin avulla, joka tallentaa kaulalta kuuluvat äänet (Kaskinen 2013, hakupäivä 18.2.2014).

Lehmien ontumisen seurannasta on tehty tutkimus, joka perustuu siihen, että lypsyn aikana seurataan neljällä eri vaaka-anturilla lehmän jalkojen nostelua. Ontuminen pyritään havaitsemaan mahdollisimman aikaisin, jotta jalkasairaus tai muu vaiva voidaan hoitaa. (Pastell 2004, hakupäivä 17.4.2014.)

Kiimantarkkailun apuvälineenä käytetään progesteroni- ja aktiivisuusmittareita. Aktiivisuusmittari voidaan sijoittaa lehmän jalkaan tai kaulapantaan ja sen sisällä on kiihtyvyyssanturi, joka havaitsee lehmän liikkeen.

## **5.7 Aiheeseen liittyvät hankkeet**

Navetan uusinta teknologiaa on kokeiltu ainakin HÄN (Hyvin älykäs navetta) ja NYT (Nykyaikainen navetteknologia) hankkeissa.

HÄN- hankkeen tavoitteena oli rakentaa navettaan langaton tiedonsiirtoverkko. Pää tavoitteet olivat havaita nykyistä aiemmin lehmien terveyteen liittyvät ongelmat sekä kiimat ja sitä kautta edistää eläinten hyvinvointia ja parantaa eläintuotannon kannattavuutta. Navetassa mitattiin eläinten lämpötilaa ja aktiivisuutta. Lisäksi koenavettaan rakennettiin GPS- järjestelmä lehmän paikantamista varten. Jatkuvan eläimen paikannuksen tarkoituksena oli selvittää tietoja eläinten hyvinvoinnista, käyttäytymisestä, lisääntymisestä ja laumahierarkiasta. Paikkatiedot voitaisiin analysoida yhdessä pihaton muiden automaattien keräämän tiedon kanssa. HÄN- hanke toteutettiin aikavälillä 1.1.2006 – 31.12.2007. (Järvinen, Sutinen, Martiskainen, Rehu, Korkalainen, Käsälä & Mononen 2010, hakupäivä, 20.2.2014.)

NYT- hankkeen tavoitteena on ollut testata erilaista tekniikkaa navettaolosuhteissa ja esittää tulokset yrittäjille. Tämän toivotaan vähentävän tilojen virheinvestointeja. NYT- hanke testaa siis uusinta olemassa olevaa teknologiaa ja kokeilee sen käytännöllisyyttä. Hankkeen johtaja on MTT:n professori Jaakko Mononen ja koenavetta sijaitsee Maaningalla. Hankkeessa on testattu lehmien kiimanmittausta aktiivisuus- ja progesteronimittareilla. Lisäksi on testattu lehmien poikimavyötä ja ontumisen ja märehäytymisen mittaamista. Hankkeen kesto oli 1.1.2010 – 31.12.2012. (Kaskinen 2013, hakupäivä, 18.2.2014.)

HÄN- hankkeen lopputuotteena huomattiin, että tarvittavat kiihtyvyyss- ja lämpötila-anturit ja langaton tiedonsiirtoverkko (WLAN) toimivat hyvin. Lehmän paikannus GPS- järjestelmällä ei toiminut navetassa odotetulla tavalla, koska signaali otti häiriötä navetan kalusteista. Tietoa saatiin paljon, mutta sen koostaminen merkitykselliseen muotoon oli hankalaa, kun kaikki tiedot liittyvät toisiinsa ja kaikki vaikuttaa kaikkeen. (Järvinen ym. 2010, hakupäivä, 20.2.2014.)

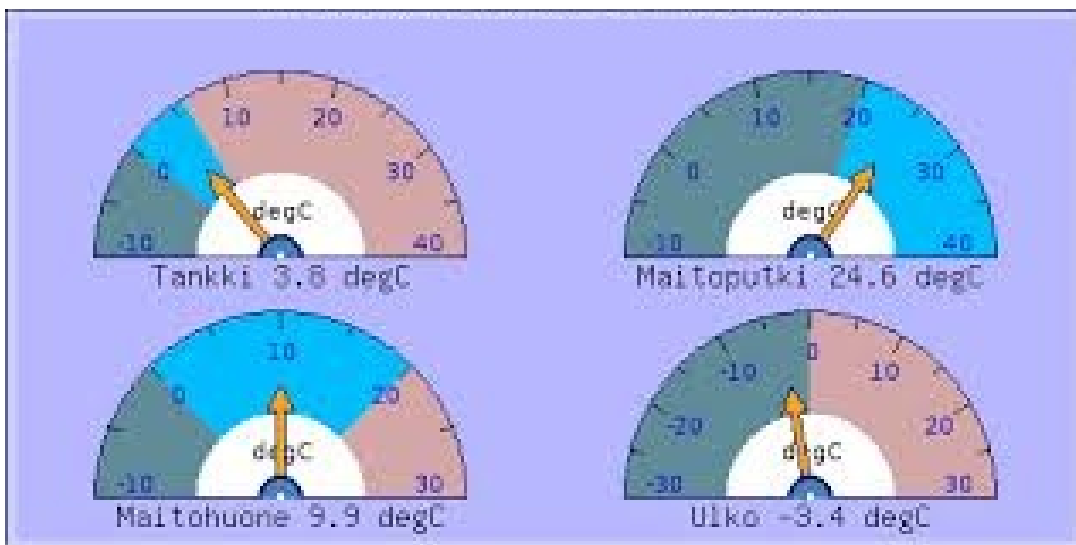


## 5.8 NaamaNET-järjestelmä

Saikotek Oy on utajärveläinen yritys. Sen pääasiallinen tuote on rakennusteollisuuden erikoismittaukset ja maatilojen ja pientalojen seurantamittausjärjestelmien tuotekehitys. Yrityksen tarjoamia mittausjärjestelmiä on maataloilla ja Tekesin, EU:n ja Lapin liiton avustamalla pientalojen kehittämiskohteilla. Saikotek Oy:n toimitusjohtajana toimii Jukka-Pekka Savolainen.

Saikotek Oy on kehittänyt maatalousyrittäjille valvonta- ja hälytysjärjestelmän. Järjestelmän nimi on NaamaNET ja se seuraa navetassa tapahtuvia toimintoja. Näitä ovat muun muassa puhdistus, jäädytys- ja lypsyjärjestelmät. NaamaNET pystyy tällä hetkellä mittaamaan lämpötiloja, kosteuksia, sääasemia ja sähköverkkoanalysaattoreja. Periaatteessa siihen voidaan kytkeä mitä vain antureita. Järjestelmä on tällä hetkellä koekäytössä viidellä tilalla. Järjestelmän päätelaite sijaitsee navetassa. Se ilmoittaa poikkeavista mittaustuloksista tekstiviestillä. Erillään oleva keskuspalvelin taas hälyttää soittohälytyksenä, mikäli mittaustuloksia ei tule määräaikaan mennessä.

NaamaNET-laitteisto mittaa halutuissa kohteissa jatkuvasti. Järjestelmä on yhteydessä Internetissä olevaan NaamaNET.fi palvelimeen ja päivittää sinne reaaliaikaista dataa (kuvio 11) viiden minuutin välein. Palvelin ilmoittaa mitatut tulokset myös graafisina kuvaajina. Palvelin myös arkistoi mittaustulokset viranomaistarkastuksia ja omavalvontaa varten.



KUVIO 11. NaamaNET-järjestelmän mittaamat reaaliaikaiset lämpötilat eri kohteista

Laitteella voidaan mitata, seurata ja valvoa navetassa olevaa tekniikkaa, kuten ruokintalaitteistoja ja ilmanvaihtoja. Lisäksi voidaan mitata energiankulutusta halutuissa kohteissa. Laitteeseen voidaan myös yhdistää palovaroitinjärjestelmä ja valvontakameroita. (Savolainen 5.2.2014, sähköpostiviesti; Savolainen 2012. hakupäivä 4.2.2014.)

## 6 AINEISTON HANKINTA JA KÄSITTELY

Suoritimme haastattelututkimuksen, jonka kohdistimme maidontuottajille. Tarkoituksena oli kartoittaa yrittäjien käytössä olevaa anturiteknologiaa ja antureilta saadun tiedon hyväksikäyttämistä. Lisäksi selvitimme mitä asioita yrittäjät haluaisivat mitata navetastaan, kuinka paljon he voisivat käyttää rahaa uuteen mittausteknologiaan, kauanko nykyisten työtehtävien suorittaminen kestää ja miten tieto tulisi välittää anturilta käyttäjälle. Tutkimuksessa oli myös osio, jossa esittelimme NaamaNETin ja kyselimme kiinnostusta siihen, sekä lopuksi mahdollisia kehitysideoita.

Haastattelututkimus suoritettiin puolistrukturoituna teemahaastatteluna. Haastattelua varten tehtiin haastattelulomake (liite 1), jossa osassa kysymyksistä oli valmiit vastausvaihtoehdot ja osassa oli avoimia kysymyksiä. Avoimilla kysymyksillä saimme enemmän tietoa kuin täysin strukturoidulla menetelmällä olisi saanut. Opinnäytetyön tekijät tekivät haastattelut joka tilalta erikseen. Toinen tekijä haastatteli 5 ja toinen 4 yrittäjää. Haastattelut tehtiin aina tilavierailuiden yhteydessä.

Haastattelija täytti haastattelulomaketta samaan aikaan, kun yrittäjät vastasivat kysymyksiin. Lomakkeen laitoihin kerättiin kommentteja ja lisätietoja. Lomakkeet käsiteltiin siten, että kaikki vastaukset yhdistettiin yhteen tiedostoon ja tiedoista koostettiin kuvioita excel taulukkolaskentaohjelman avulla. Kuvioista pyrittiin tekemään mahdollisimman havainnollistavia. Haastattelulomakkeiden laitoihin kirjoitetuista lisätiedoista poimittiin yrittäjien kommentteja asioista ja ne liitettiin kuvioiden yhteyteen.

Haastatellut tilat sijaitsevat Pohjois-Pohjanmaan alueella ja yrittäjät olivat Oamkin opettajille tai työn tekijöille tuttuja. Tutkimukseen otettiin kaikenlaisia navettatyyppisiä ja kaikenkokoisia tiloja. Tällä pyrimme siihen, että saisimme läpileikkauksen lypsykarjatilastoista. Kaikkiaan haastateltavia tilallisia oli 9 kappaletta, josta viidellä oli pihatto ja neljällä parsinavetta. Haastateltavien ikä vaihteli 25:stä 50 vuoteen. Haastateltujen keskimääräinen ikä oli 41,5 vuotta.

Yrittäjien kiinnostusta uusiin sovelluksiin mitattiin 5-portaisella asteikolla ja sitä sovellettiin uusiin mittauskohteisiin ja tiedon välitykseen. Investointihalukkuutta ja työajan kestoa mitattiin euroissa. Työajalle laskettiin tuntihinta: 25,11 €/h, joka saatiin kertomalla maatalouslomittajan

vähimmäisperuspalkka (10,46 €) luvulla 2.4 (Maatalousyrittäjien lomituspalvelulaki 20.12.1996/1231.28 §).

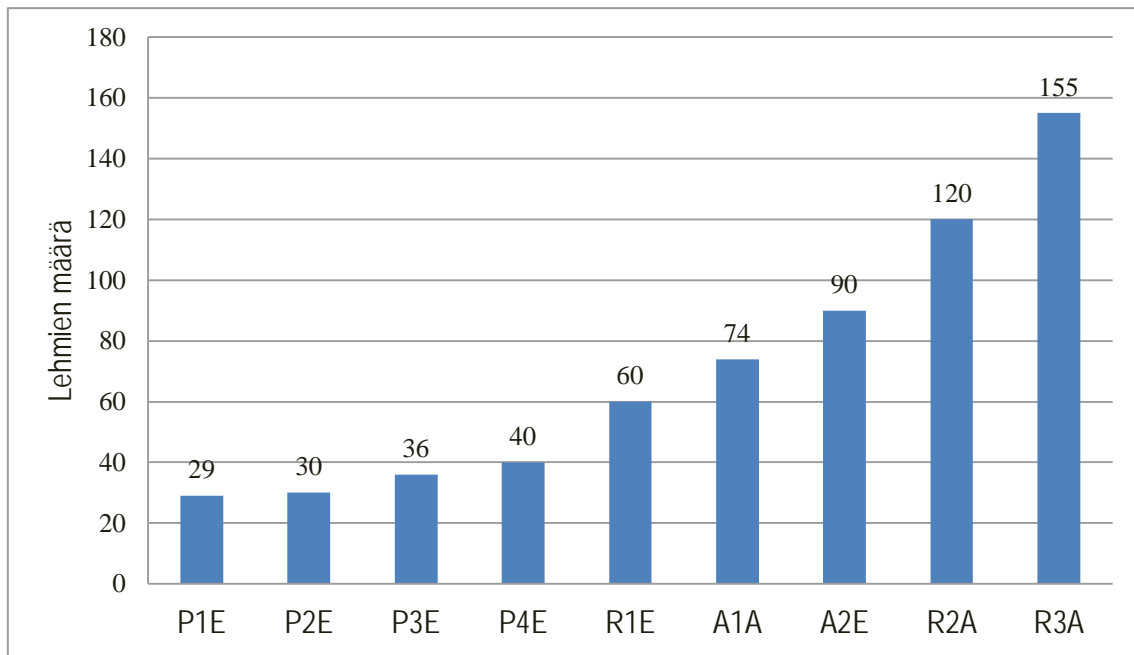
Tiloille luotiin koodit, jotta tuloksien lukeminen olisi selkeämpää. Taulukkoon 1 on merkitty navetoiden tyypit ja tilojen lypsy- ja ruokintajärjestelmät. Koodia luetaan siten, että kaikki putkilypsyä käyttävät tilat ovat parsinavetoita ja asema- ja robottilypsyä käyttävät tilat ovat pihatoita. Ensimmäinen kirjain tarkoittaa lypsyjärjestelmää, numero tarkoittaa tilan kokoa aina kunkin lypsyjärjestelmän sisällä ja viimeinen kirjain tarkoittaa ruokintajärjestelmää. Tilat ovat suuruusjärjestyksessä siten, että 1 = pienin. (esim. A1A = Asemalypsy, Pienin asema, Aperuokinta).

TAULUKKO 1. Tilojen koodit ja niitä vastaavat tiedot

Koodi	Navettatyyppi
P1E	Parsi / Putkilypsy / Erillisuokinta
P2E	Parsi / Putkilypsy / Erillisuokinta
P3E	Parsi / Putkilypsy / Erillisuokinta
P4E	Parsi / Putkilypsy / Erillisuokinta
R1E	Pihatto / Robotti / Erillisuokinta
A1A	Pihatto / Asema / Ape
A2E	Pihatto / Asema / Erillisuokinta
R2A	Pihatto / 2 Robottia / Ape
R3A	Pihatto / 3 Robottia / Ape

Pienin haastateltu tila oli 29 lehmän parsinavetta ja suurin 155 lehmän pihatto, jossa lypsystä huolehtii kolme SAC-RDS lypsyrobotia (kuvio 12). Parsinavetoissa lypsyjärjestelmänä toimi perinteinen putkilypsy ja pihatoissa 2 tilaa käytti asemalypsyä ja 3 tilaa yhtä tai useampaa lypsyrobotia. Kolmella tilalla oli käytössä aperuokinta ja loppuilla kuudella tilalla erillisuokinta.

Kuviossa 12 on tilojen muiden tietojen lisäksi lypsystä olevien lehmien määrät. Juokseva numerointi käy ensin läpi parsinavetat ja niistä pienin on "P1E" ja suurin "P4E". Pihatoissa "R1E" on pienin robottilypsyä käyttävä tila ja "A1A" on pienin asemalypsyä käyttävä tila. Robottinavetoiden numerot vastaavat myös tilalla olevien lypsyrobottien määrää.



KUVIO 12. Lehmien määrät tiloittain

## 7 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Haastattelulomakkeen ensimmäisellä sivulla kysyttiin tietoja tilan lypsyjärjestelmästä, ruokinnasta, ilmanvaihdosta, lannanpoistosta ja eläinten terveydestä. Siinä otettiin selville minkälaista informaatiota eri järjestelmät tuottavat ja miten sitä hyödynnetään tilan toiminnoissa. Taulukkoon 2 on merkitty mittaustulokset, informaatiota tuottava kone, mittalaitteen sisältämä anturi ja miten mittaustuloksia hyödynnetään.

*TAULUKKO 2. Haastateltujen tilojen antureiden avulla hankittavan informaation tuotto ja hyödyntäminen (\* Ei varsinainen anturi, mutta toimii lehmän tunnistuksessa anturin tavoin)*

Informaatio	Lähde	Anturi	Hyödyntäminen
Tuotos / Maitomäärä	Lypsykone	Virtausanturi	Ruokinnan säätäminen tuotoksen mukaan
Sähkönjohtavuus	Lypsykone	Johtavuusanturi	Utareterveyden tarkkailu
Lypsyn kesto	Lypsykone	Virtausanturi	Jalostus ja utareterveys
Epätäydellisten lypsyjen määrä	Lypsyrobotti	(Transponderi)*	Eläinten aktiivisuus ja eläinliikenne (kierto)
Ohikulut	Lypsyrobotti	(Transponderi)*	
Lypsyväli	Lypsyrobotti	(Transponderi)*	
Väkirehun syönti%	Kioski	Pulssianturi	Ruokinnan säätäminen
Lämpötila	Sääkeskus	Lämpötila-anturi	Verhoseinien säätö
Tuulen nopeus ja suunta	Sääkeskus	Tuulianturi	Verhoseinien säätö
Sade	Sääkeskus	Sadeanturi	Verhoseinien säätö
Aktiivisuus	Panta / Jalkaremmi	Kiihtyvyyssanturi	Kiimantarkkailu, jalkasairaudet

Lypsyjärjestelmissä oli eniten mittaustekniikkaa ja sitä myös hyödynnettiin eniten. Niissä oli myös informaatiota tuottamattomia antureita kuten alipaineensäätöanturi, joka säätää lypsyalipainetta maidon virtauksen mukaisesti.

Ruokintajärjestelmissä antureita käytetään ruokintalaitteiden ohjaukseen. Niillä tunnistetaan jakolaitteiden paikka ja rehun jakomäärä. Haastatteluun osallistuneilla tiloilla mitattiin vain väkirehun syöntiä, koska karkearehun ja appeen syöntiä ei nähty mielekkääksi mitata.

Kahdella tilalla oli käytössään automaattinen verhoseinien säätö. Yhdellä tilalla oli manuaalinen kennolevyikkunoiden säätö ja kuudella oli koneellinen ilmanvaihto. Lämpötila-antureita hyödynnettiin kaikilla paitsi yhdellä tilalla. Automaattiset järjestelmät pyrkivät pitämään navetan lämpötilan vakiona riippumatta ulkopuolisesta lämpötilasta.

Lannanpoistossa mittaustekniikkaa ei hyödynnetty, mutta haastattelussa heitettiin esille idea lämpötila-anturin hyödyntämisestä moottorin laakereissa, jolloin esimerkiksi raappoja vetävien moottoreiden huoltoa voitaisiin ennakoida.

Eläimen hyvinvoinnin mittauksessa käytettiin aktiivisuusmittausta, ohikulkujen mittausta robotilla ja erotteluporteilta tulevaa informaatiota. Haastattelujen mukaan ylimääräiset käynnit robotilla (ohikulut) toimivat hyvänä terveyden indikaattorina. Aktiivisuusmittausta käytettiin pääasiassa kiimantarkkailun apuvälineenä.

## **7.1 Kiinnostus uusiin sovelluksiin**

Haastattelun toisella sivulla haastateltaville esitettiin mahdollisia mittauskohteita, joista heidän täytyi antaa mielipiteensä. Heiltä kysyttiin kiinnostusta eri järjestelmien hankintaan, arviota järjestelmien ostohinnasta ja nykyisin käytettyä työaikaä mitattavan asian tarkkailussa. Mittauskohteet valittiin siten, että siinä oli kaikki navetan perustoiminnot ja lisäksi uusia mahdollisia kohteita.

Haastattelussa käsitellyt mittauskohteet:

- Navetan sisäilman laadun mittaaminen
- Kiiman seuranta
- Kuntoluokitus / kehon koostumus
- Maidon laatu
- Tuotos
- Rehun kosteus
- Pötsin täyteisyys
- Pötsin pH
- Väkirehun syönti
- Lehmän ruumiinlämmön mittaaminen
- Melun määrä
- Navetan lämpötila

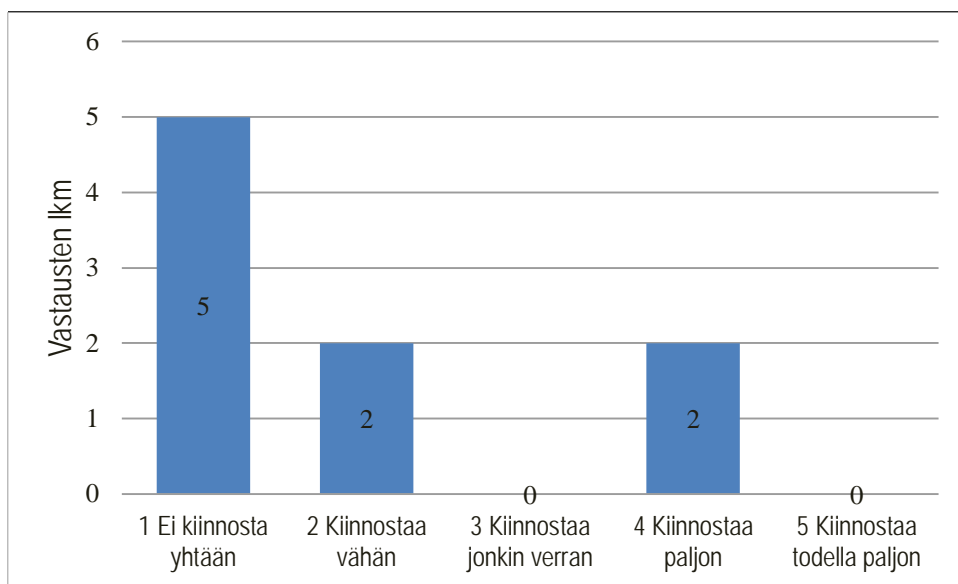
### 7.1.1 Navetan sisäilman laadun mittaaminen

Navetan sisäilman laatua ei koettu kovinkaan tärkeäksi mittauskohteeksi (kuvio 13), koska navetan kaasujen määrä ei saisi nousta missään tilanteessa yli sallittujen rajojen. Työaikaa ilman laadun tarkkailuun ei käytetty, eikä siihen oltu valmiita investoimaan.

Navetan sisäilman laadusta yrittäjät esittivät seuraavanlaisia kommentteja:

*"Jos navetan kaasut nousevat liian korkeiksi, kyseessä on rakenteellinen tai toiminnallinen vika, eikä mittaamisesta tällöin saada lisäarvoa."*

*"Siirrettävä mittari voisi olla kätevä pistotarkastuksien tekoon navetan eri paikoista."*



KUVIO 13. Yrittäjien kiinnostus navetan sisäilman jatkuvaan mittaamiseen



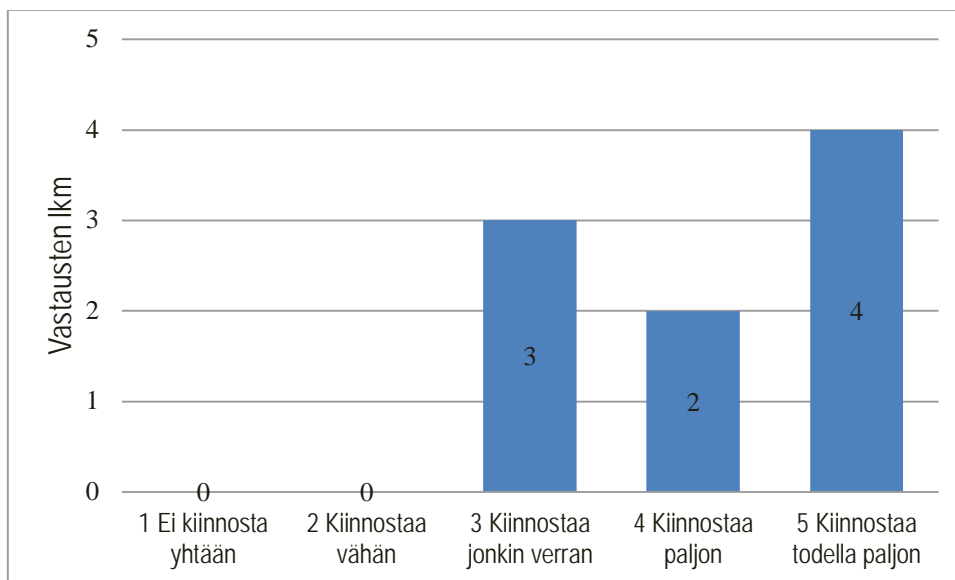
### 7.1.2 Kiiman seuranta

Kiiman seuranta kiinnosti kaikkia vähintäänkin jonkin verran (kuvio 14). Tässä tapauksessa anturilla tarkoitettiin sellaista ilmaisinta, joka näyttää kiiman 100% varmasti. Työaikaä käytettiin kiimantarkkailuun keskimäärin puoli tuntia päivässä. Vaihteluväli oli 10 min – 90 min. Keskiarvolla laskettuna yrittäjien vuosittain käyttämän ajan arvo oli 4667,4€. Käytännössä eksaktia työaikaä oli hankala arvioida, sillä lehmien tarkkailua suoritettiin muun työn ohessa. Rahaa toimintavarmaan kiimanilmaisimeen oltiin valmiita käyttämään runsaasti: enimmillään jopa 40 000€, mutta tämä huippulukema pois jätettynä keskimäärin 3313€. Mikäli mittalaitteella saadaan 100% varmasti kiimat kiinni niin investointi on ehdottomasti kannattava, jos laitteen hinta ei ole liian suuri.

Yrittäjien kommentteja kiiman seurannasta:

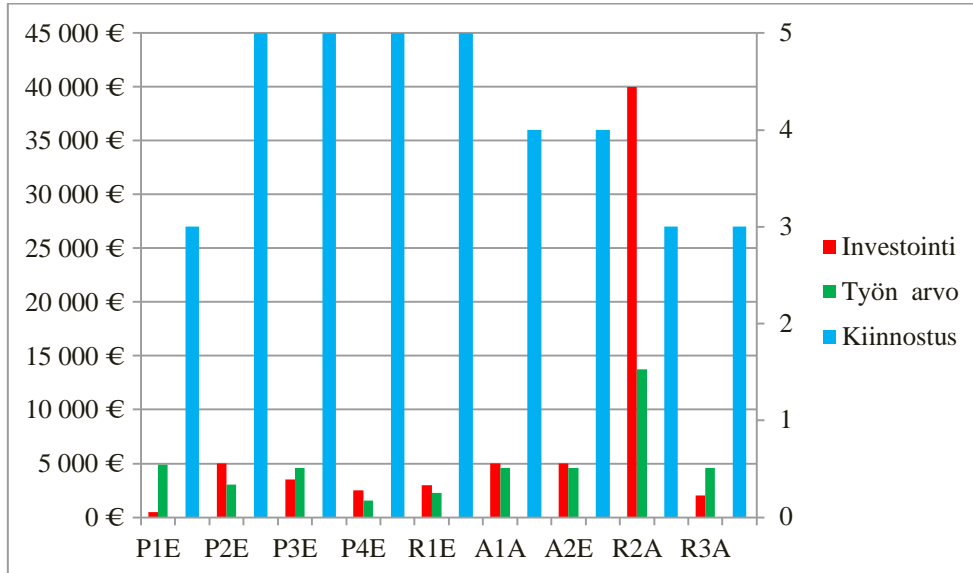
*”Progesteronimittaus on luotettavampi kuin aktiivisuusmittaus.”*

*”Aktiivisuusmittauksen ongelmana on lehmän laumakäyttäytyminen kiimatilanteessa.”*



KUVIO 14. Yrittäjien kiinnostus kiimantarkkailuun antureiden avulla

Kuvioon 15 on koottu kunkin tilan kiinnostus uuteen sovellukseen (5-portainen asteikko oikealla) sekä euromääräinen arvio nykyisestä työnkäytöstä ja investointihalukkuudesta (jatkuva asteikko vasemmalla).



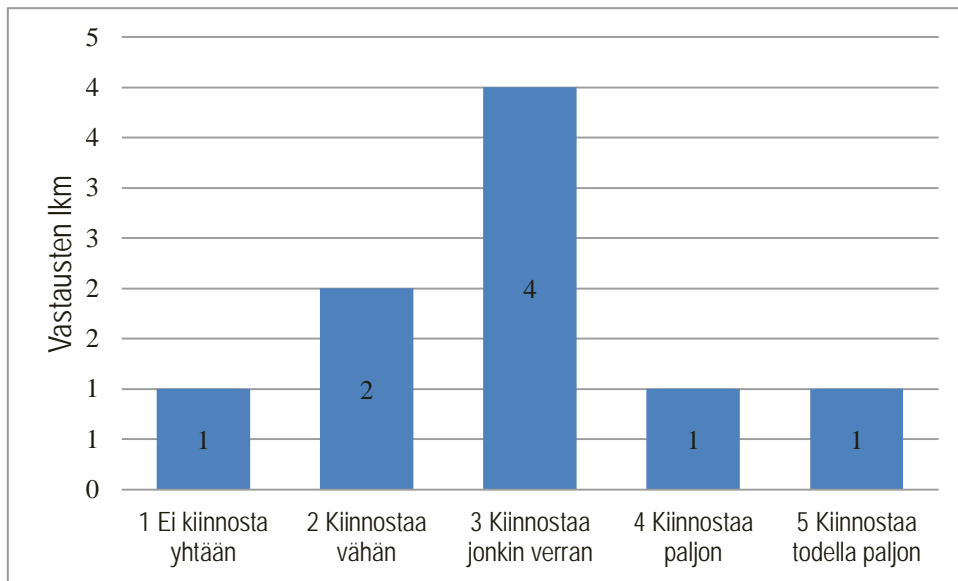
KUVIO 15. Kiimantarkkailu; nykyinen työnkäyttö sekä kiinnostus ja investointihalukkuus uuteen sovellukseen

### 7.1.3 Kuntoluokitus / kehon koostumus

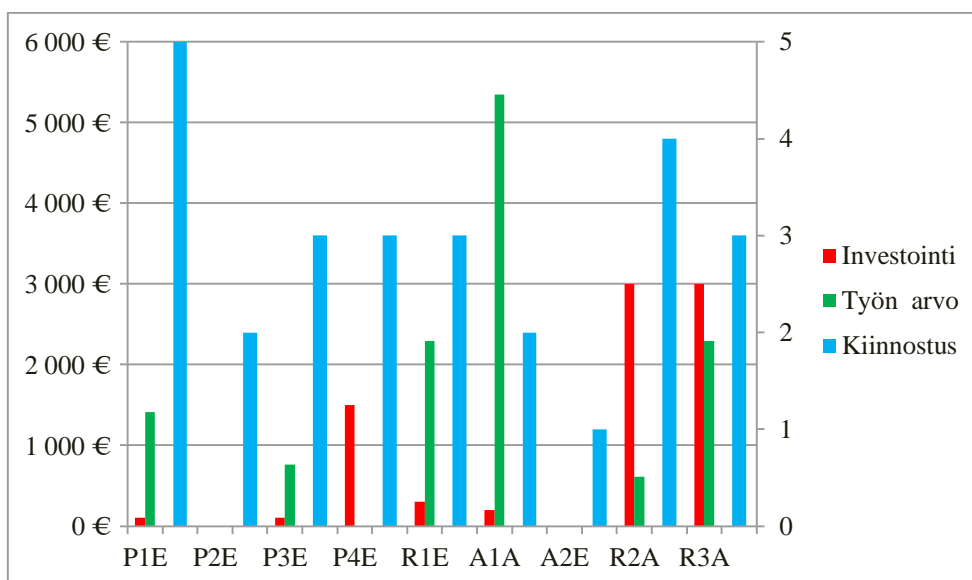
Suurinta osaa vastaajista kuntoluokitus kiinnosti jonkin verran (kuvio 16). Perinteisiä lehmän silmämääräiseen arviointiin perustuvia kuntoluokitusmenetelmiä ei koettu liian työläiksi tai vaikeiksi. Tarkkaa työaikaa ei voitu antaa, koska työvaihe tehdään muun työn ohessa. Keskimäärin työaikaa arvioitiin käytettävän 8 minuuttia päivässä ja käytetyn ajan arvo oli vuositasolla 1256€. Uuden laitteen hankintaan oltiin valmiita investoimaan keskimäärin 900€. Kaikkien tilojen yksittäiset tiedot näkyvät kuviosta 17.

Kuntoluokituksesta poimittiin yksi mielipide:

*"Harjaantunut karjasilmä huomaa kuntoluokitukseen liittyvät asiat alitajuisesti."*



KUVIO 16. Yrittäjien kiinnostus eläinten kuntoluokituksen ja kehon koostumuksen mittaukseen



KUVIO 17. Eläinten kuntoluokitus; nykyinen työnkäyttö sekä kiinnostus ja investointihalukkuus uuteen sovellukseen

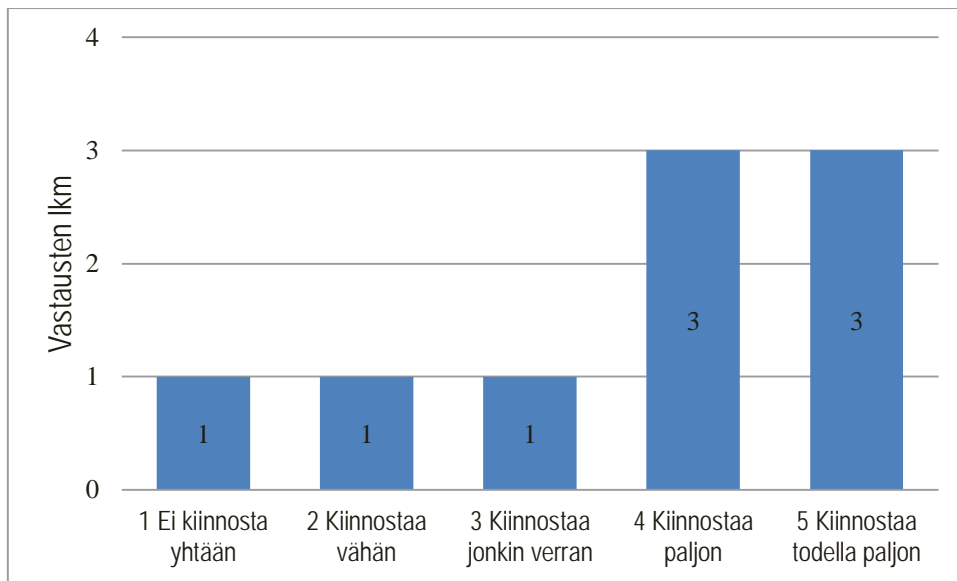
#### 7.1.4 Maidon laatu

Maidon laadun mittarilla tarkoitettiin erittäin tarkkaa järjestelmää, joka pystyy reaaliaikaisesti ja lehmäkohtaisesti analysoimaan maidon laatua esim. solut, bakteerit ja lämpötila sekä pitoisuuksia: rasva, valkuainen ja urea. Käytännössä se vastaisi meijerin laboratorion tuottamaa dataa, mutta tuloksien saaminen olisi huomattavasti nopeampaa. Suurinta osaa yrittäjistä tällainen järjestelmä kiinnosti paljon (kuvio 18). Työaikaa maidon laadun seuraamiseen käytettiin keskimäärin 13 minuuttia päivässä ja sen arvo on vuositasolla 1968,8€. Uuteen

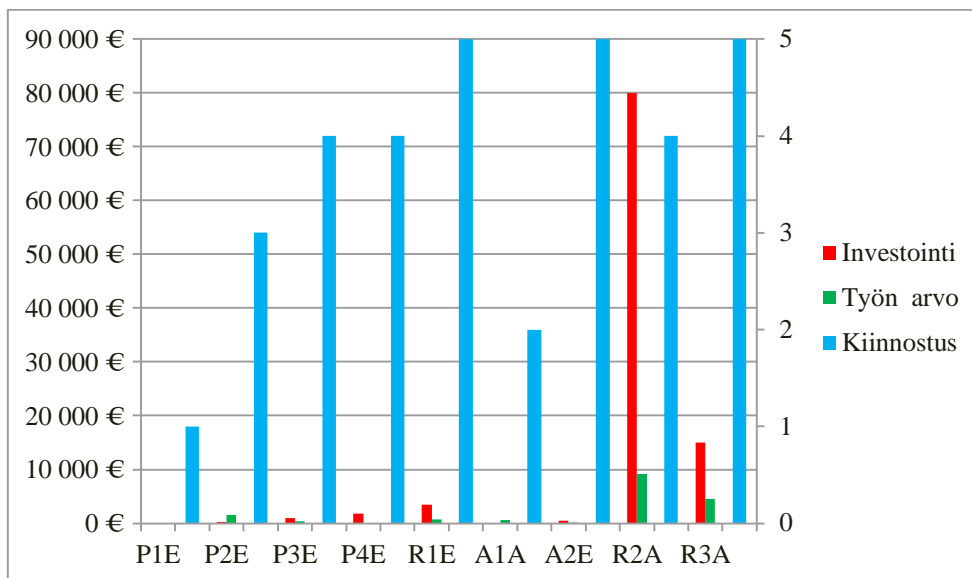
mittausjärjestelmään oltiin valmiita käyttämään rahaa hyvin vaihtelevasti (0 – 80 000€). Tilakohtaiset tiedot ovat kuviossa 19. Isommilla tiloilla oltiin halukkaampia investoimaan kyseiseen laitteeseen suuren eläinmäärän takia. Hintaa verrattiin DeLavalin markkinoilla olevaan Herd Navigator-järjestelmään.

Maidon laadun tarkkailusta kertova kommentti:

*"Robotilla on oltava näytteenottomahdollisuus 24/7."*



KUVIO 18. Yrittäjien kiinnostus maidon laatua mittaavaan järjestelmään



KUVIO 19. Maidon laatu; nykyinen työnkäyttö sekä kiinnostus ja investointihalukkuus uuteen sovellukseen

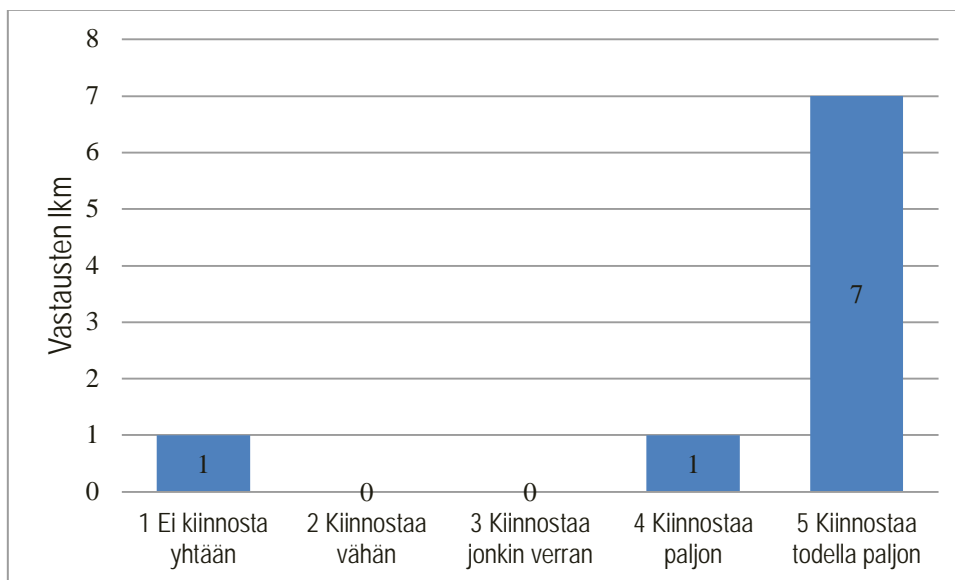
### 7.1.5 Tuotos

Jokaisella tilalla on olemassa jonkinlainen tuotoksen mittausmahdollisuus. Jatkuvaan tuotoksen mittaamiseen on haastattelun mukaan todella paljon kiinnostusta (kuvio 20). Ainoastaan yksi yrittäjä oli sitä mieltä, että perinteinen mittalypsy kerran kuussa on tarpeeksi tehokas menetelmä tuotoksen seuraamiseen (kuvio 20). Keskimäärin työaikaä käytettiin tuotoksen seuraamiseen 17 minuuttia päivässä ja vuosittaiseksi työn arvoksi tuli 2630,7€ (kuvio 21).

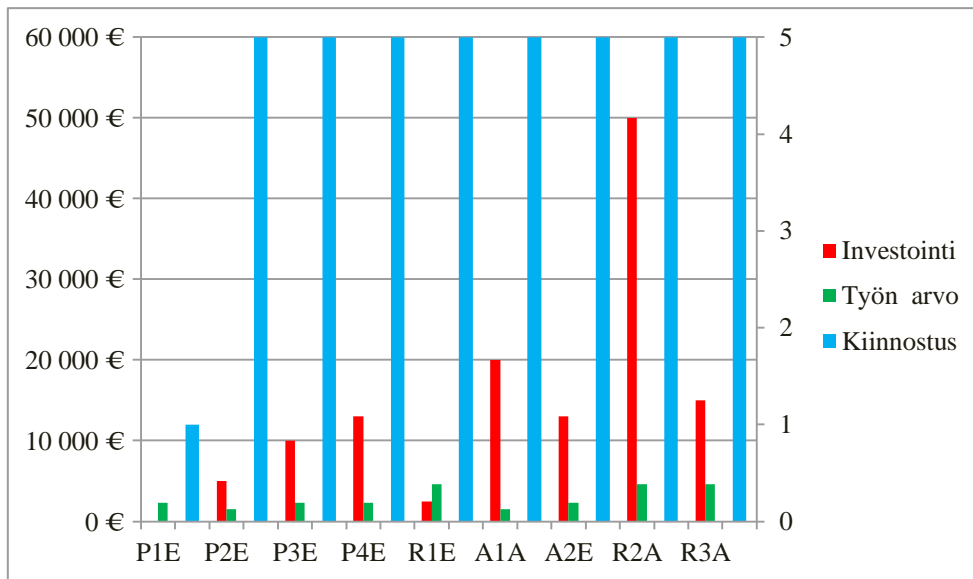
Koska kaikilla oli jo jonkinlainen seurantajärjestelmä, investointikysymys täytyi muuttaa seuraavaan muotoon: "Paljonko olisit valmis investoimaan jatkuvaan tuotoksen mittaamiseen, jos nykyisenkaltaista järjestelmää ei olisi?". Vastaukseksi saatiin keskimäärin 14833€.

Tuotoksen seurannasta saatu kommentti:

*"Jonkinlainen tuotoksen seuranta on pakko olla, ainakin jos yrittää hoitaa hommia muutenkin kuin vasemmalla kädellä."*



KUVIO 20. Yrittäjien kiinnostus jatkuvaan tuotoksen mittaamiseen



KUVIO 21. Tuotos; nykyinen työnkäyttö sekä kiinnostus ja investointihalukkuus uuteen sovellukseen

### 7.1.6 Rehun kosteus

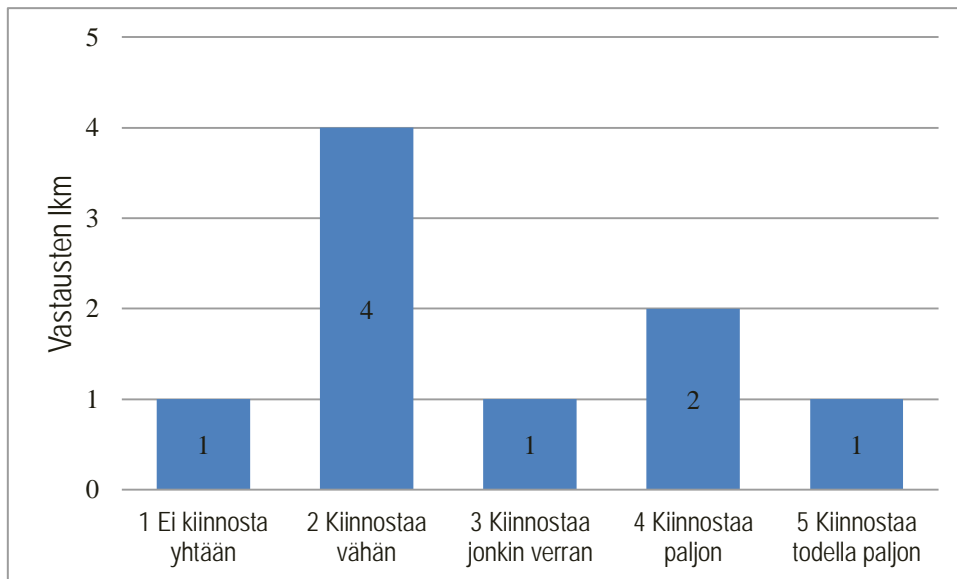
Rehun kosteuden mittaukseen ideoitiin mittaria, joka voisi olla esimerkiksi rehunleikkuriin yhdistettynä. Varsinkin niillä tiloilla, joilla oli käytössä aperuokinta tai karkearehun säilöntämenetelmänä pyöröpaali, tällainen mittari koettiin kiinnostavaksi (kuvio 22). Työaikaa rehun kosteuden määrittämiseen käytettiin keskimäärin 3 minuuttia päivässä, jonka arvo vuodessa on 509,1€. Kosteusmittariin oltiin valmiita investoimaan keskimäärin 1286€, mutta käytännössä kiinnostukseksi "1" ja "2" vaihtoehdon valinneet eivät olleet valmiita käyttämään rahaa ollenkaan (kuvio 23).

Rehun kosteuden mittausta koskevat kommentit:

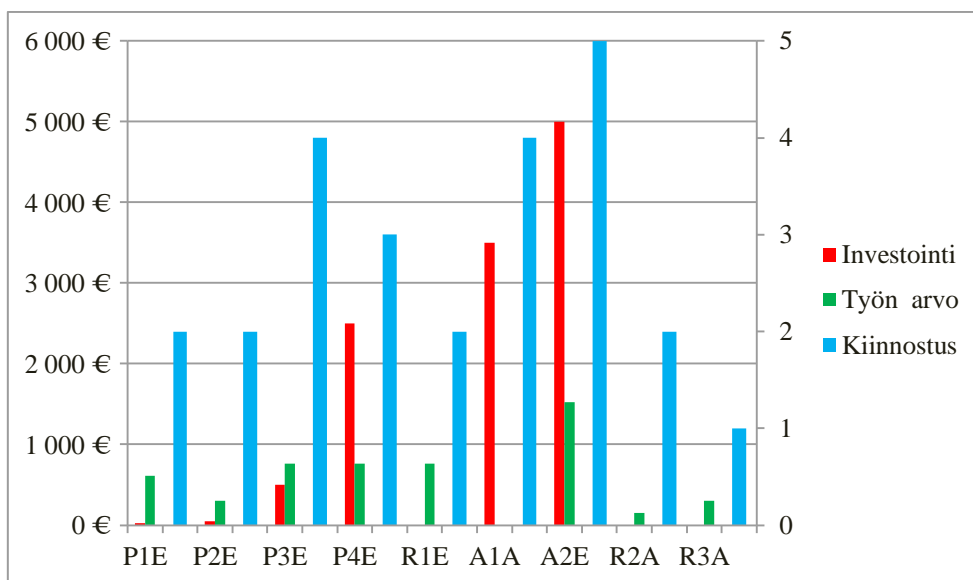
*"Joskus ihmettelen miten paalimiehet saavat ruokinnan tasapainoiseksi, koska paalien sisältö vaihtelee paljon."*

*"Mittari jolla voisi mitata paalista kosteuden olisi erittäin kätevä."*

*"Käytän rehun kosteuden arviointiin työaikaa päivässä yhden sekunnin."*



KUVIO 22. Yrittäjien kiinnostus rehun kosteusprosentin mittaamiseen anturitekniiikan avulla



KUVIO 23. Rehun kosteuden mittaus; nykyinen työnkäyttö sekä kiinnostus ja investointihalukkuus uuteen sovellukseen

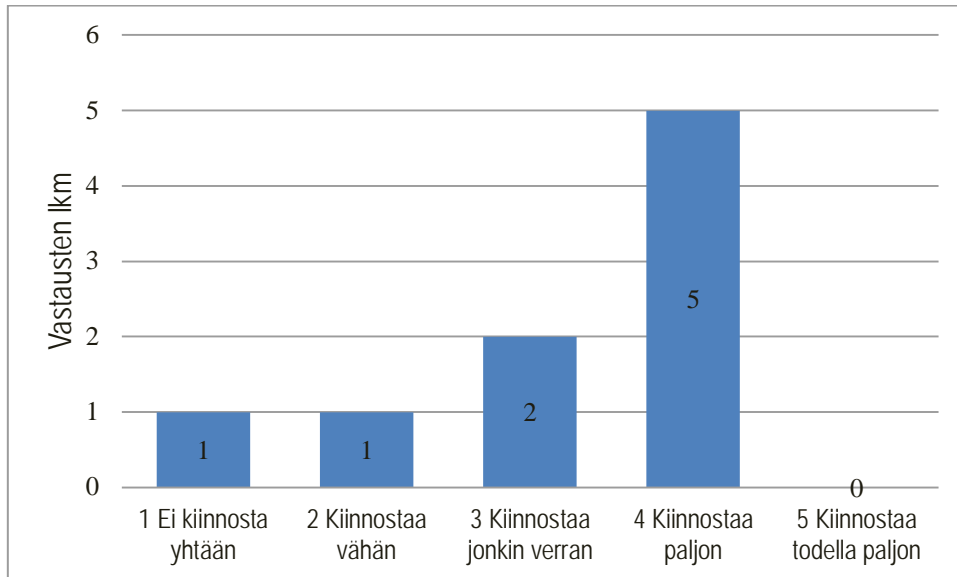
### 7.1.7 Pötsin täyteisyys

Pötsin täyteisyyden tarkkailu kuuluu eläinten yleiseen tarkkailuun ja se kiinnosti yrittäjiä paljon (kuvio 24). Keskimäärin muut tilat olivat valmiita käyttämään 200€, kun taas yksi tila oli valmis käyttämään jopa 10 000€ järjestelmän hankkimiseen. Työajan käyttö oli keskimäärin 13 minuuttia päivässä ja vuodessa sen rahallinen arvo on 2002,7€. Tilojen eriteltyt vastaukset näkyvät kuvioista 25.

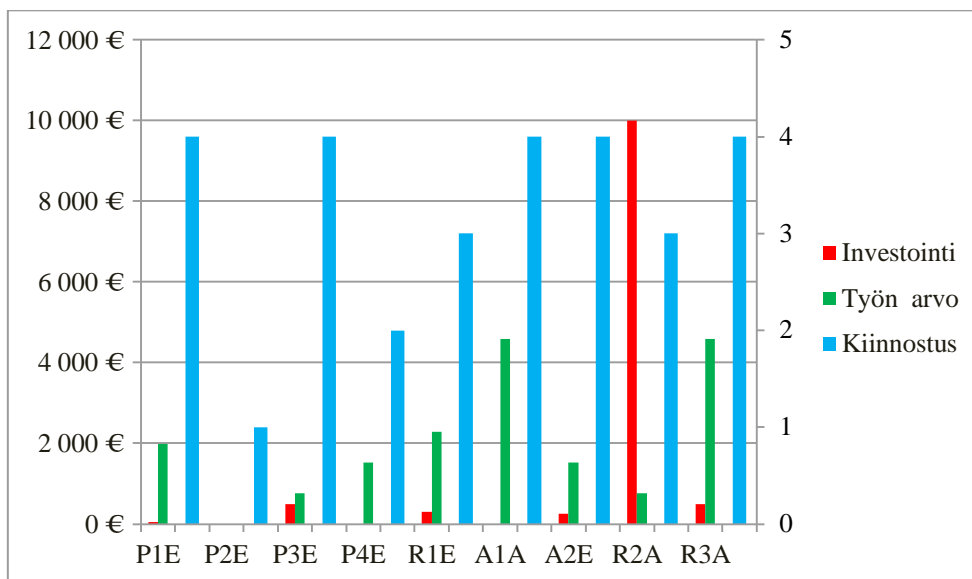
Pötsin täyteisyyden seurannasta poimittiin seuraavia kommentteja:

*"Tarkkailen pötsin täyteisyyttä muiden hommien ohella."*

*"Pötsin täyteisyyden tarkkailu on korostetun tärkeää etenkin täysaperuokinnassa."*



KUVIO 24. Yrittäjien kiinnostus lehmän pötsin täyteisyyden jatkuvaan seurantaan

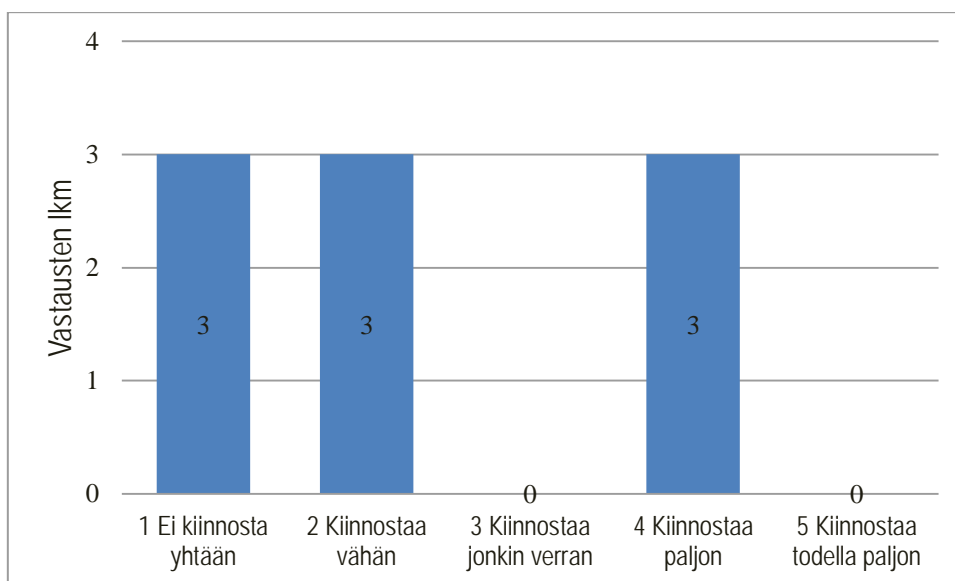


KUVIO 25. Pötsin täyteisyyden mittaus; nykyinen työnkäyttö sekä kiinnostus ja investointihalukkuus uuteen sovellukseen



### 7.1.8 Pötsin pH

Haastattelujen perusteella huomattiin että kolmea yrittäjää kiinnosti pötsin pH:ta mittaava laitteisto (kuvio 26). Lopuilla yrittäjillä kiinnostus oli vähäistä. Työaikaa pH:n mittaamiseen ei käytetty, eikä sen mittaamiseen hankittavaan laitteistoon oltu valmiita sijoittamaan kuin keskimäärin 389€. Laitteiston olisi käytännössä koostuttava lehmälle syötettävästä kapselista, jossa olisi pH-anturi ja radiolähetin. Lisäksi tarvittaisiin informaation lukemista varten datan vastaanotto esimerkiksi lypsyrobotin yhteyteen.



KUVIO 26. Yrittäjien kiinnostus pötsin happamuutta mittaavan systeemiin

### 7.1.9 Väkirehun syöinti

Kuviosta 27 havaitaan selkeästi, että osaa yrittäjistä väkirehun syöntimäärä ei kiinnosta ja osaa taas kiinnostaa. Tämä johtuu siitä, että aperuokintaa käyttäviä oli mukana kyselyssä. Näillä tiloilla väkirehun syönnin jatkuvaa seuranta ei nähty tärkeäksi, koska väkirehu sekoitetaan appeeseen. Myöskään navetoissa, joissa väkirehu jaetaan käsin, seurantateknologiaa ei voida hyödyntää.

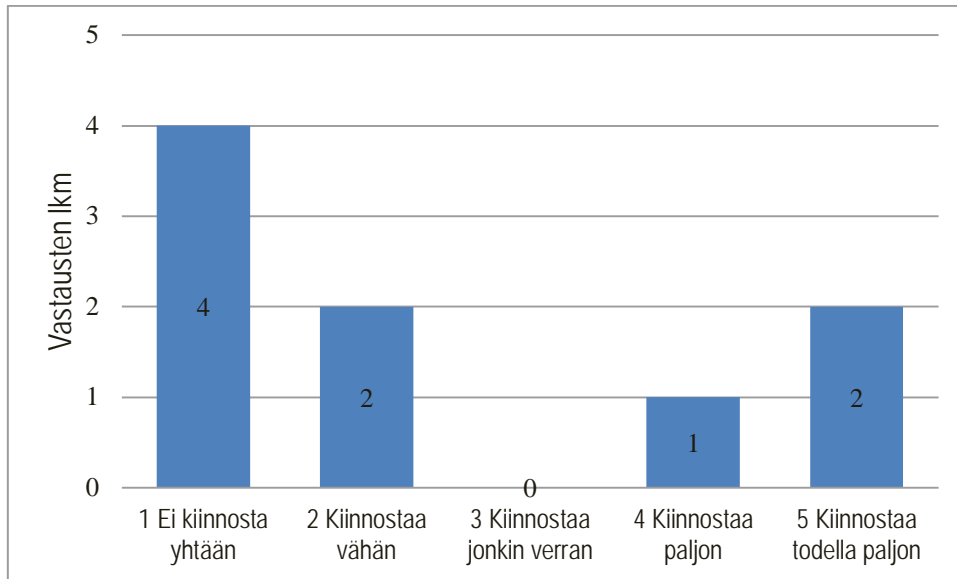
Automaattisessa erillisuokinnassa väkirehun syönnin tarkkailu koettiin todella tärkeäksi asiaksi. Työajan vertailussa otimme huomioon tilat joilla oli kiinnostusta väkirehun syönnin mittaukseen. Näiden tilojen osalta työaikaa kulutettiin keskimäärin 10min päivässä ja tämän arvo on

vuositasolla 1527,5€. Uuden järjestelmän hankkimiseen oltiin valmiita käyttämään keskimäärin 1416€. Kaikkien tilojen vastaukset ovat kuviossa 28.

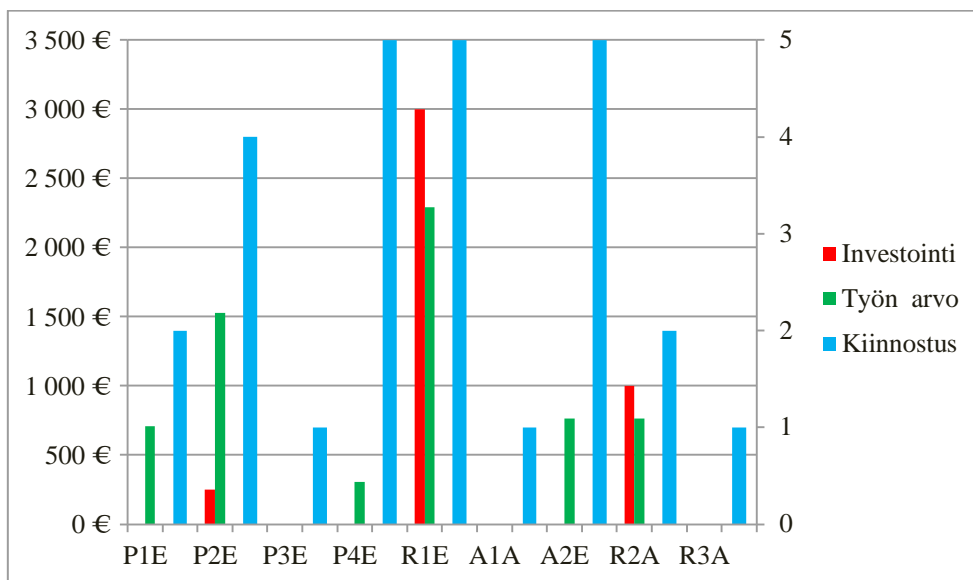
Väkirehun syönnin seurannasta saatiin seuraavanlaisia kommentteja:

*"AIVn ja täysrehun oikea suhde on erillisruokinnan onnistumisen kannalta erittäin tärkeää."*

*"Väkirehun oikealla valinnalla voidaan vaikuttaa eläinliikenteeseen."*



KUVIO 27. Yrittäjien kiinnostus väkirehun syönnin jatkuvaan mittaamiseen



KUVIO 28. Väkirehun syönnin mittaaminen; nykyinen työnkäyttö sekä kiinnostus ja investointihalukkuus uuteen sovellukseen

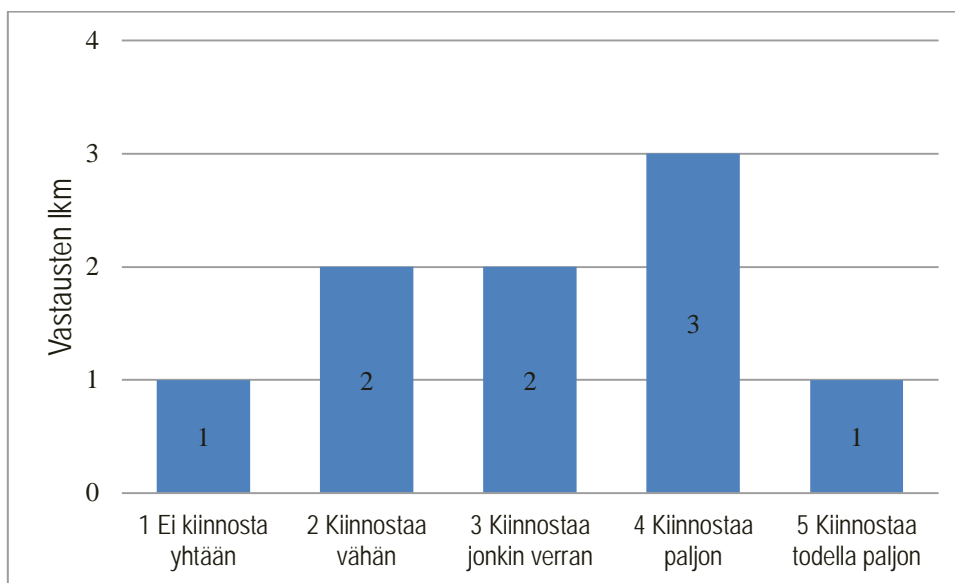
### 7.1.10 Lehmän ruumiinlämmön mittaaminen

Lehmän ruumiinlämmön mittaus jakoi mielipiteitä (kuvio 29). Suurin osa oli kuitenkin vähintään jonkin verran kiinnostunut asiasta. Mittausjärjestelmä voitaisiin sijoittaa lypsyn yhteyteen ja mitata eläimen lämpötilaa epäsuorasti maidon kautta. Keskimäärin lehmän ruumiinlämmön tarkkailuun käytettiin 2 minuuttia päivässä ja sen arvo vuodessa on 356€. Eläimen lämmön mittaavaan järjestelmään oltiin valmiita sijoittamaan keskimäärin 1872€. Kaikkien tilojen vastaukset on merkitty kuvioon 30.

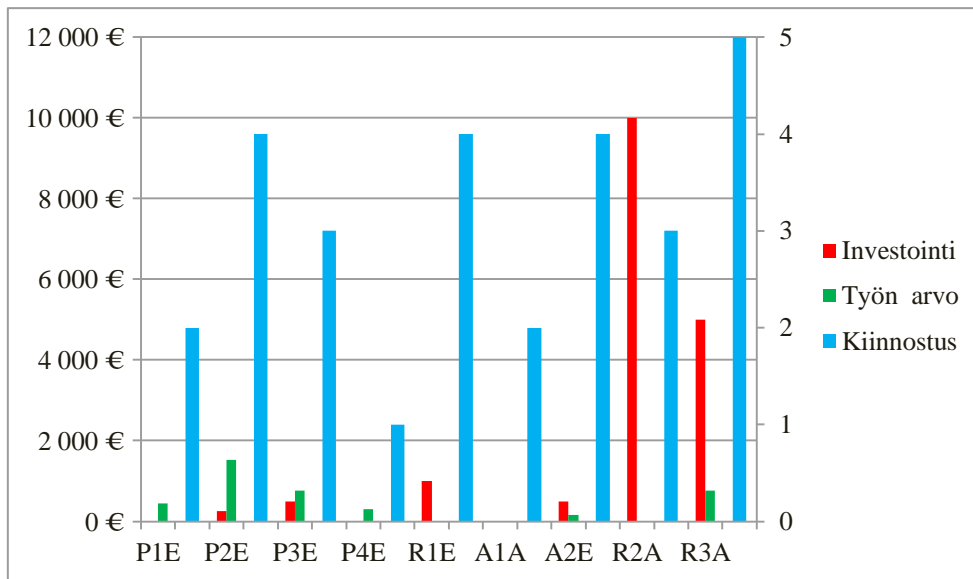
Lehmän ruumiinlämmön mittauksesta saadut kommentit:

*”Tarkkailen lehmän terveydentilaa sen korvien asennosta ja yleisestä ilmeestä.”*

*”Maidon sähkönjohtavuuden mittaus plus ruumiinlämmön mittaus olisi hyvä yhdistelmä terveydentilan ja varsinkin utaretulehduksien tarkkailuun.”*



KUVIO 29. Yrittäjien kiinnostus lehmän ruumiinlämpöä tarkkailevaan järjestelmään



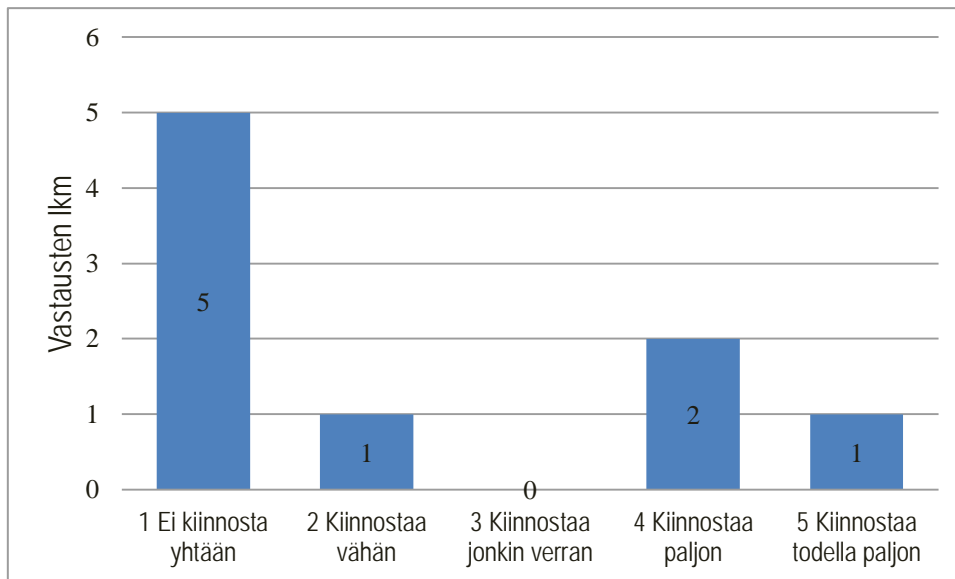
KUVIO 30. Lehmän ruumiinlämmön mittaaminen; nykyinen työnkäyttö sekä kiinnostus ja investointihalukkuus uuteen sovellukseen

### 7.1.11 Melutason seuranta

Navetan melutason seuraamiseen työaika ei käytetty millään tilalla, mutta joitakin yrittäjiä se kiinnosti (kuvio 31). Desibelimittari voisi ilmaista poikkeavasta tilanteesta navetassa. Esimerkiksi, jos lehmä poikii, navettaan tulee tunkeilija, lehmä karkaa, tai tapahtuu jotakin muuta erikoista niin navetan äänitaso nousee. Uuden tekniikan hankintahinta laskettiin kolmen kiinnostuneen tilan osalta (kuvio 31) ja siitä saatiin keskimäärin 566,6€.

Melutason mittauksesta saadut kommentit:

*"Kytkeys desibelimittarin yhteyteen kameran, josta voisin tarkkailla mahdollisia tunkeilijoita ja puuttua poikkeustilanteisiin."*



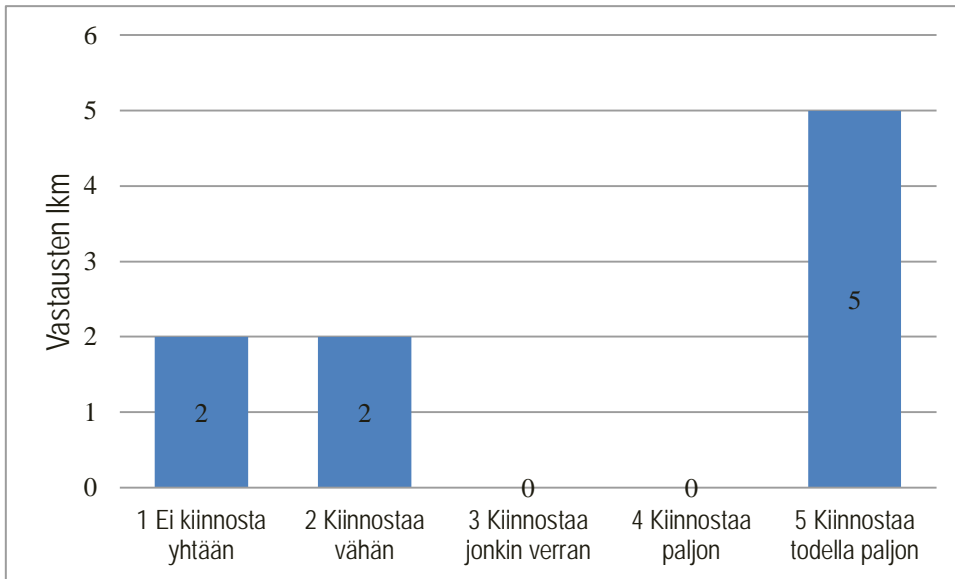
KUVIO 31. Yrittäjien kiinnostus desibelimittaukseen navetassa

### 7.1.12 Navetan lämpötila

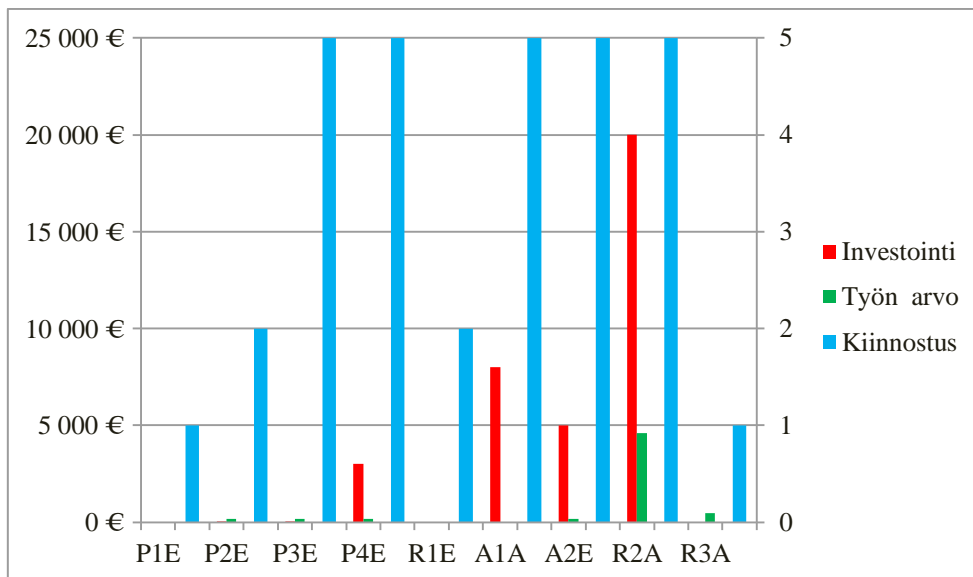
Kiinnostus lämpötilan seuraamiseen oli vaihtelevaa (kuvio 32). Viittä yrittäjää se kiinnosti todella paljon, mutta neljää ei juuri lainkaan. Selityksenä on ajattelu- ja työskentelytapojen ero. Osa perusteli vähäistä kiinnostustaan sillä, että ilmanvaihto on toimiva nykyisellään. Osa oli valmis investoimaan uuden lämpömittarin (25€ - 50€), mutta viisi erittäin kiinnostunutta yrittäjää oli valmis investoimaan keskimäärin 7210€. Työaikaa lämpötilan seurantaan ei juuri käytetty paitsi yhdellä tilalla, joka oli hankkinut laajamittaisen lämpötilojen seurantarjestelmän, jonka tarkkailemiseen käytettiin 30min päivässä. Kaikkien tilojen vastaukset on merkitty kuvioon 33.

Navetan lämpötilan mittauksesta ei saatu kommentteja, mutta itse lämpötila-antureista saatiin seuraavanlainen kommentti:

*"Lämpötila-anturit ovat halpoja ja niitä voidaan hyödyntää monessa paikassa. Esimerkiksi maitoputkeen sijoitettu anturi ilmaisee onko lypsy käynnissä vai ei."*



KUVIO 32. Yrittäjien kiinnostus navetan lämpötilan jatkuvaan mittaamiseen



KUVIO 33. Navetan lämpötilan mittaaminen; nykyinen työnkäyttö sekä kiinnostus ja investointihalukkuus uuteen sovellukseen

### 7.1.13 Yrittäjien ehdotukset mittauskohteiksi

Haastattelussa yrittäjiltä kysyttiin mitä he haluaisivat mitata antureiden avulla. Vastaukseksi saatiin seuraavanlaisia mittauskohteita:

- Lehmän ontumisen seurantarjestelmä. Ehdottaja oli valmis sijoittamaan lehmän ontumista seuraavaan järjestelmään 2000€. Nykyisellään hän käyttää eläinten tarkkailuun puoli tuntia päivässä.
- Liete- ja karjanlannan pika-analysaattori, sekä appeen laadun pika-analysaattori. Näillä työkaluilla voitaisiin laskea lehmän hyötysuhde, kun tuotos on tiedossa. Ehdottaja hyödyntäisi laitteita poistamalla karjastaan heikot yksilöt. Mittareista hän oli valmis maksamaan 10 000€.
- Desibelimittarin, kameran ja liiketunnistimen yhdistelmä. Nämä laitteet yhdistämällä saataisiin jämerä valvontajärjestelmä navettaan. Liiketunnistimet pitäisi sijoittaa sellaisiin paikkoihin, joissa ei normaalisti ole liikettä. Liiketunnistimista voitaisiin maksaa 500€.
- Järjestelmä, joka mittaa rehusilossa olevan rehun määrää ja ilmoittaa, kun on aika tilata lisää (tai tilaa itse automaattisesti).
- Sähkökatkoksesta ilmoittava järjestelmä. Jos kovalla pakkasella tulee katkos ja sähköhjautuvat paljeverhot putoavat alas, navetan lämpötila on äkkiä pakkasen puolella.
- Anturi joka tunnistaa tilasäiliöstä maidon sekaan joutuneen veden ja pesuaineen. Tällä estettäisiin pilaantuneen maidon joutuminen meijeriin.

## 7.2 Tiedonsiirto

Haastattelun kolmannella sivulla kysyttiin miten tieto pitäisi välittää anturilta loppukäyttäjälle. Kysymyksen asettelussa tehtiin virhe, koska tiedon laatua ei luokiteltu. Yrittäjät kuitenkin tarkensivat kysymystä jakamalla sen kiireelliseen tietoon ja perustietoon.

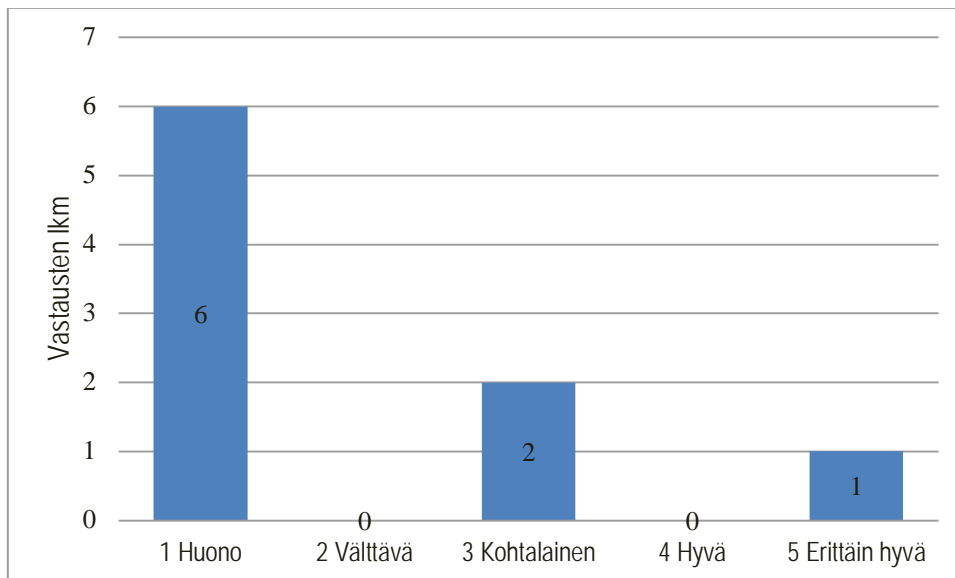
Vaihtoehtoina olivat soitto, tekstiviesti, sähköposti, Internet-sivustolle tuleva tieto ja mittauspaikalla oleva näyttö. Haastattelussa oletettiin, että kaikki mitattava tieto tallentuu joka tapauksessa tilan tietokoneelle, joten sitä ei otettu huomioon.

Kuviosta 34 nähdään, että soitto koettiin häiritseväksi ja turhaksi perustiedon välittämisessä. Sen sijaan hätätilanteessa kaikki halusivat, että järjestelmä ilmoittaisi asiasta soittamalla.

Yrittäjien antamia kommentteja puhelinsoitosta:

*”Jos robotti heittää toimimasta niin soittoa heti.”*

*”Soitto on aiheellinen jos tieto on kiireellistä ja vaatii välittömiä toimenpiteitä.”*



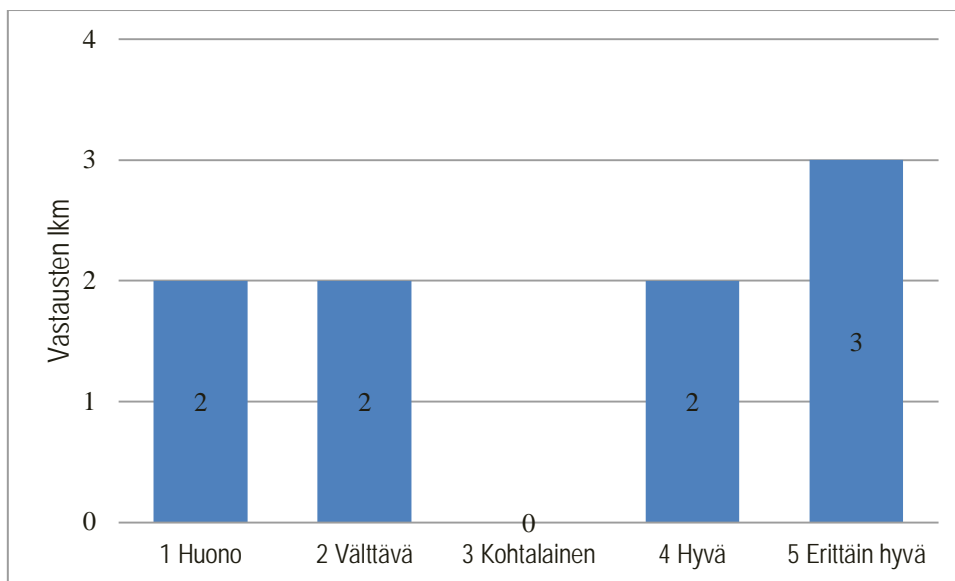
KUVIO 34. Yrittäjien arvio puhelinsoitosta tiedonsiirron välineenä



Tekstiviesti koettiin viidessä tapauksessa hyvänä kanavana tiedon välitykseen (kuvio 35) , mutta tässäkin tapauksessa olennaista on se, mitä tietoa välitetään. Järjestelmässä on täytynyt tapahtua jokin huomattava muutos, jotta siitä on aiheellista ilmoittaa erikseen. Kiireellisissä tapauksissa tekstiviesti on astetta huonompi kuin soitto.

Yrittäjän antama kommentti tekstiviestistä:

*”Soitto ja tekstiviesti ovat aina häiriötekijöitä.”*

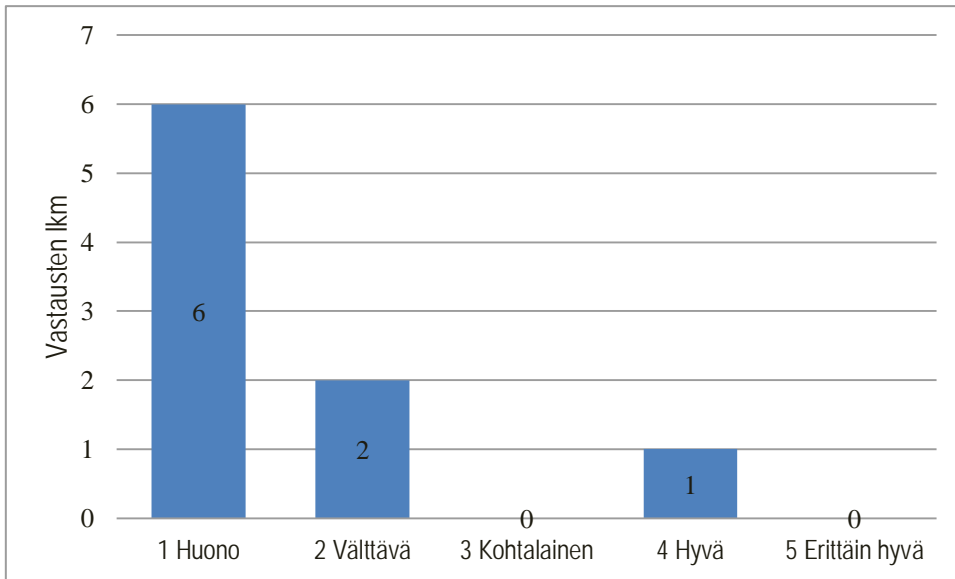


KUVIO 35. Yrittäjien arvio tekstiviestistä, tiedonsiirron välineenä

Sähköpostia ei koettu hyväksi kanavaksi minkäänlaisen tiedon välitykseen (kuvio 36), koska suurin osa yrittäjistä luki sitä harvoin. Syynä tähän oli ajan ja kiinnostuksen puute.

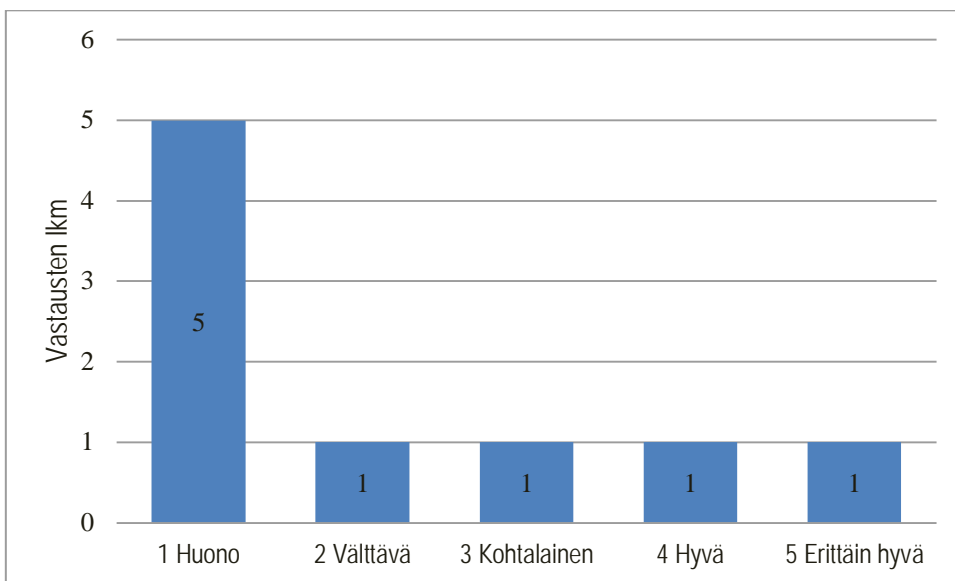
Yrittäjän antama kommentti koskien sähköpostia:

*”Sähköposti ja tekstiviesti ovat nykyajan älypuhelimilla melkein pä sama asia.”*



KUVIO 36. Yrittäjien arvio sähköpostista tiedonsiirron välineenä

Kuviosta 37 havaitaan, että kiireellisen tiedon välittämiseen internetsivu on huono, koska sitä pitäisi olla vähän väliä katsomassa. Perustiedon välityksessä tämä oli joidenkin mielestä hyvä ja joidenkin mielestä huono. Hyvänä puolena on mahdollisuus tiedon reaaliaikaiseen seurantaan.

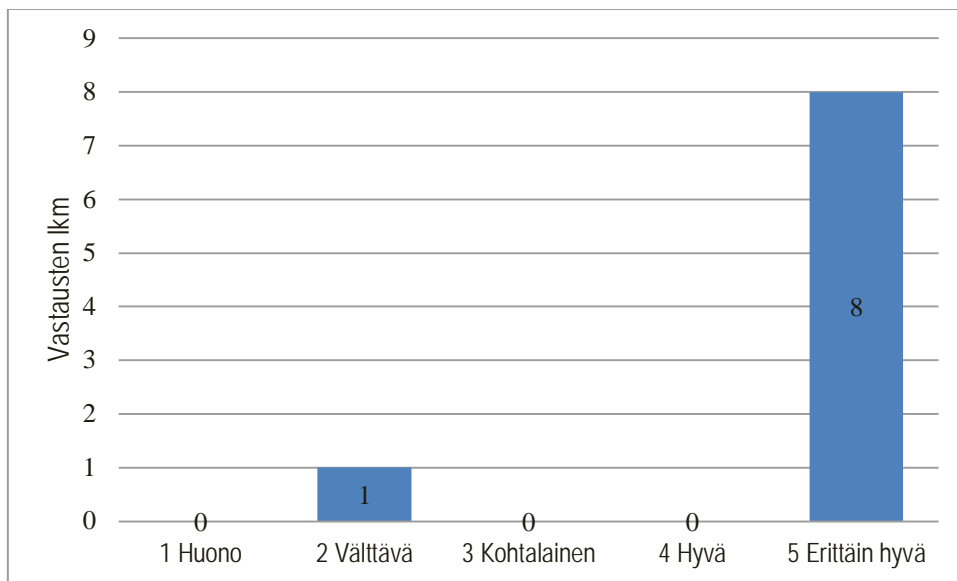


KUVIO 37. Yrittäjien arvio internetsivustosta tiedonsiirron välineenä

Mittauspaikalla oleva näyttö todettiin hyväksi tiedon tarkistuspaikaksi (kuvio 38). Yleinen vähimmäisvaatimus oli, että mitatut tiedot näkyvät mittauspaikalla. Laajojen mittausraporttien tarkastelussa näyttöä ei koettu hyväksi.

Yrittäjältä saatu kommentti mittauspaikan näytöstä tiedonvälitykseen liittyen:

*“No siinä (mittauspaikalla) nyt ainakin pitää näkyä!”*



KUVIO 38. Yrittäjien arvio mittauspisteen näytöstä tiedonsiirron välineenä.

### 7.3 Mielipiteet NaamaNET sovelluksesta

Haastattelun viimeinen osa oli pienimuotoinen markkinointikysely NaamaNETistä. Yrittäjille kerrottiin järjestelmän toiminnasta ja kysyttiin, ovatko he kuulleet siitä. Lisäksi kysyttiin, ovatko he kiinnostuneita kyseessä olevasta tai jostakin vastaavasta järjestelmästä. Haastattelun lopuksi heiltä kysyttiin mielipidettä laitteiston hyödyllisyydestä.

Ainoastaan yksi tila oli kuullut järjestelmästä ja sekin johtui siitä, että se oli siellä testauskäytössä. Kaikki yrittäjät olivat ainakin jonkin verran kiinnostuneita järjestelmästä ja se oli kaikkien mielestä hyödyllinen.

Yrittäjien kommentteja NaamaNET-valvontajärjestelmästä:

*“Se on hyvä perusvalvontajärjestelmä.”*

*“Olen pelastanut järjestelmän avulla monta tankillista maitoa.”*

*“Ainahan kaikki uusi kiinnostaa.”*

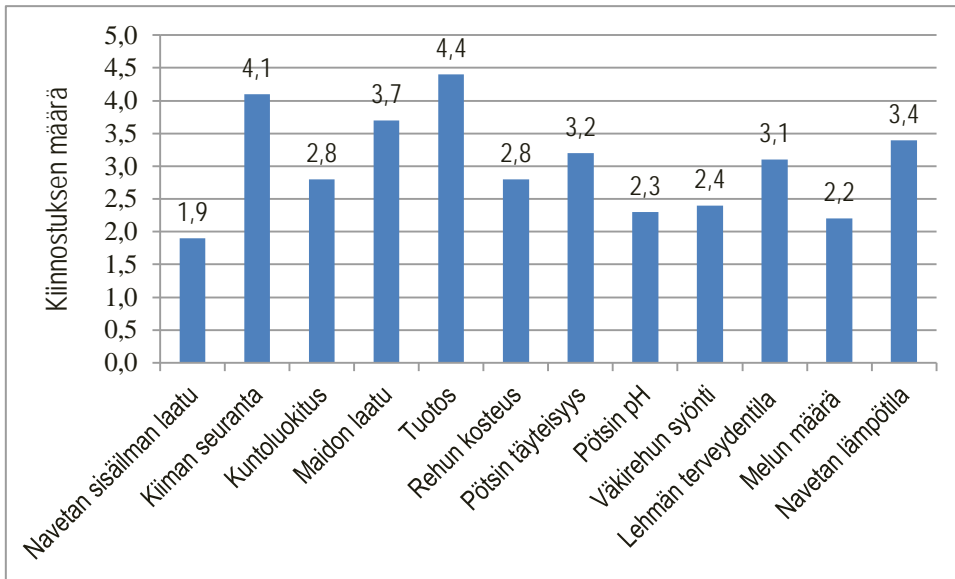
*“Joissain tapauksissa saattaa olla hyödyllinen.”*

## **7.4 Yhteenveto ja johtopäätökset**

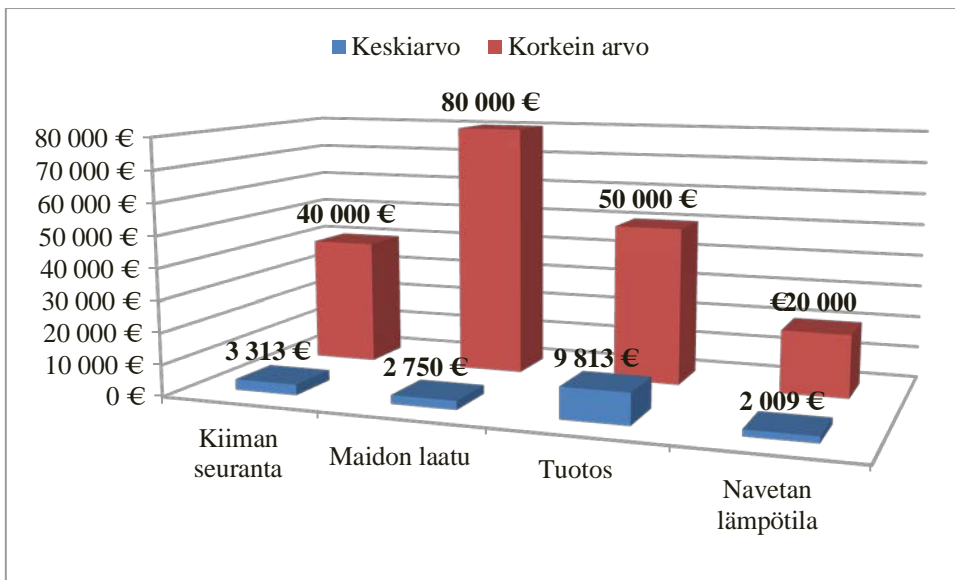
Haastattelun ensimmäisessä osiossa tarkoituksena oli kartoittaa navetan olemassa oleva tekniikka sekä sen hyödyntäminen. Tähän osuuteen oli helppo vastata ja sen tulokset ovat luotettavia. Robottinavetoissa oli eniten tekniikkaa. Kaikissa navetoissa oli jonkinlaista mittaustekniikkaa, vaikka mukana oli myös neljä parsinavettaa. Yleisesti ottaen navetassa olevaa tekniikkaa käytettiin hyödyksi kaikilla tiloilla.

Haastattelun toisessa osiossa kysyttiin kiinnostusta eri mittauskohteisiin. Lisäksi kysyttiin nykyisin käytettävää työaikaa ja sitä, paljonko on halukas investoimaan uuteen järjestelmään. Tässä osiossa haastattelu tehtiin “rasti ruutuun”- menetelmällä, mutta tietojen analysoinnissa otettiin huomioon myös yrittäjien kommentteja. Vastaukset vaihtelivat suuresti yrittäjien välillä, koska jokainen käsitti kysymykset omalla tavallaan.

Kuvioon 39 on koostettu yhteenveto eri mittauskohteiden kiinnostuksista. Mittauskohteista kiinnostavimpina nähtiin tuotos, kiimanseuranta ja maidon laatu. Näitä mittaaviin järjestelmiin oltiin myös halukkaita investoimaan (kuvio 40). Vähiten kiinnostusta herätti navetan sisäilman laatu ja melun määrän mittaaminen. Melun määrän mittauksessa tulokset ovat kuitenkin epäluotettavia koska haastattelijoilla oli poikkeavat menetelmät haastattelun tekemisessä. Toisen haastattelemat yrittäjät vastasivat kaikki, ettei asia kiinnosta ja toisen tilat olivat todella kiinnostuneita.



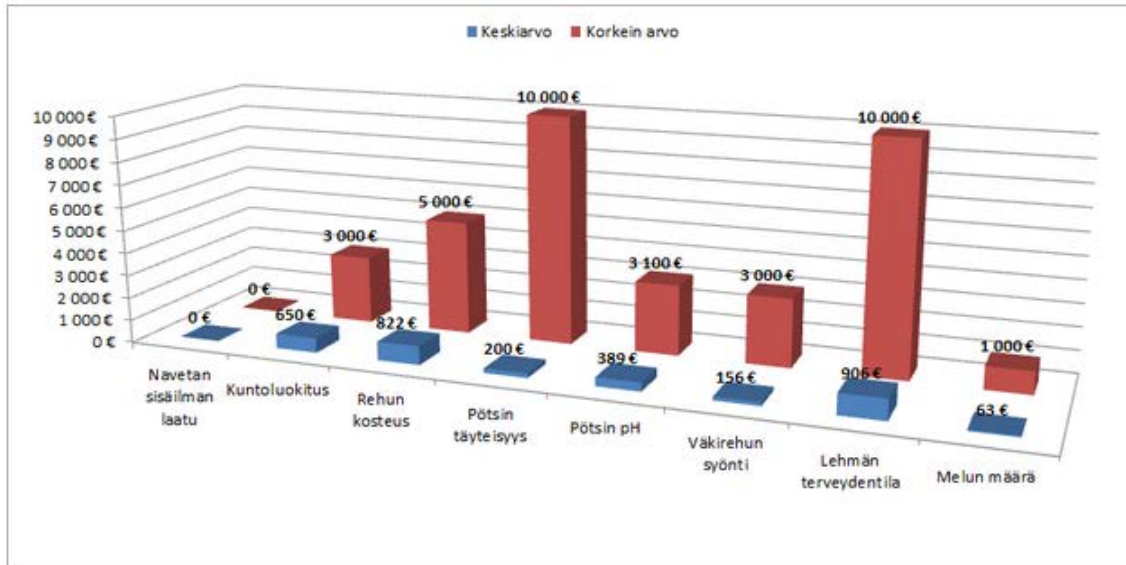
KUVIO 39. Yrittäjien kiinnostuksen keskiarvot (0 = ei kiinnosta yhtään ja 5 = kiinnostaa todella paljon)



KUVIO 40. Kiinnostavimpien kohteiden arvioidut investointimäärät

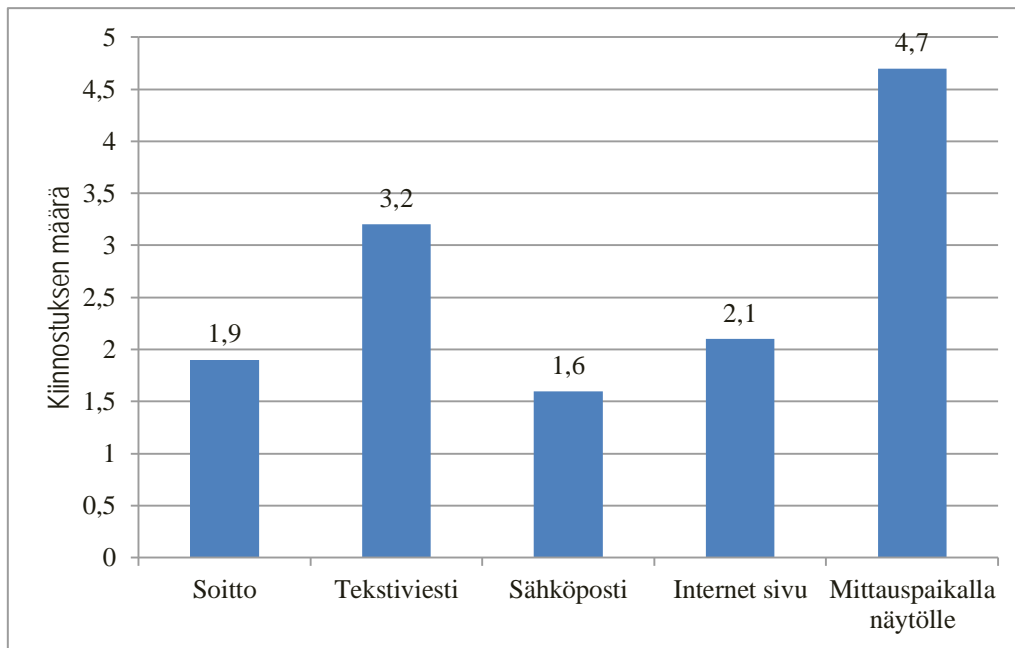
Tuloksia tarkastellessa huomattiin, että yksi yrittäjä oli valmis käyttämään huomattavasti enemmän rahaa uusiin sovelluksiin kuin muut tilat. Yksi yrittäjä taas suhtautui kaikkeen negatiivisesti eikä ollut valmis investoimaan mihinkään eikä häntä kiinnostanut mikään. Tästä johtuen kuviossa 40 ja 41 on näytetty korkeimman arvioidun investoinnin määrä ja verrattu sitä loppujen kahdeksan tilan keskiarvoon. Jos korkein arvo olisi otettu kaikkien yhdeksän tilan keskiarvoon mukaan, se olisi nostanut keskiarvoa huomattavasti.

Muissa kohteissa investointimäärät olivat keskimäärin pieniä (kuvio 41). Suurin arvioitu hinta jonka laitteista tai järjestelmistä voitaisiin maksaa nousi 10 000 euroon. Kahdeksan muun tilan keskiarvot pysyivät 1000 euron alapuolella.



KUVIO 41. Muiden mitattavien kohteiden arvioidut investointimäärät

Kolmannessa osuudessa kysyttiin yrittäjien mielipidettä parhaasta tavasta välittää tieto anturilta käyttäjälle. Tekstiviesti ja mittauspaikalla oleva näyttö koettiin parhaiksi kanaviksi (kuvio 42). Tässä osiossa olisi pitänyt kysyä asia eri tavalla. Kysymys olisi pitänyt jakaa niin, että olisi kysytty erikseen parasta tiedonvälityskanavaa perustiedolle ja erikseen hälytykselle. Häätätilanteissa suurin osa halusi tiedon puhelinsoittona tai tekstiviestinä, mutta perusilmoituksissa ne koettiin häiritseväksi.



KUVIO 42. Yrittäjien arviot tiedonsiirtomenetelmistä keskiarvoina (0 = huono ja 5 = erittäin hyvä)

Haastattelun neljännessä osiossa teimme pienimuotoisen markkinointikyselyn Saikotek Oy:n valvontajärjestelmä NaamaNETistä. Tässä osiossa vastaukset olivat jokaisella vastaajalla lähes identtiset: suurimmalle osalle yrittäjistä se on tuntematon, mutta kuitenkin kiinnostava ja oletettavasti hyödyllinen.

## 8 POHDINTA

### 8.1 Määritelty tavoite, valittu menetelmä ja saadut päätulokset

Tutkimusmenetelmänä käytettiin osittain strukturoitua teemahaastattelua, jonka tulokset analysoitiin pääasiassa taulukkolaskentaohjelma excellin avulla, mutta osin myös laadullisin menetelmin. Päätuloksena saatiin vastaukset tehtävänannossa määritettyihin kysymyksiin, joka oli koko työn tarkoitus. Ainoastaan ” Onko uuden mittausteknologian hankinta kannattavaa?”-kysymykseen ei saatu selkeää vastausta, koska mitattavana oli kaksi arviota: ”arvioitu työaika” ja ”arvioitu investointi”. Arvioitu investointi ei tietenkään vastaa todellista markkinahintaa, joten niiden keskinäinen vertailu todettiin hyödyttömäksi.

### 8.2 Työn ja menetelmien arviointi

Tämän opinnäytetyön teko oli varsin pitkä, mutta opettavainen prosessi. Aihe oli meille entuudestaan vieras ja viitekehyksen kirjoittaminen ja etenkin lähteiden hankinta oli haastavaa. Ottaen huomioon, että kummallakaan tekijällä ei ole insinöörikoulutusta, suoriuduimme asetetusta tehtävästä hyvin.

Taulukkolaskentaa hyödyntävään analyysimenetelmään olisi sopinut paremmin täysin strukturoitu haastattelu, joka massapostitetaan vastaajille. Halusimme kuitenkin vastaukset nopeasti, joten teimme haastattelut itse. Tästä saatiin lisäarvona yrittäjien omia mielipiteitä ja kommentteja. Kommentit tuovat työhön selkeyttä ja uskottavuutta. Tutkimusosion teko oli kuitenkin aineiston keruun jälkeen melko nopeaa. Opimme tätä työtä tehdessä paljon tietoa antureista ja tutkimuksen tekemisestä. Tuloksissa yllätti varsinkin vähäinen kiinnostus kaasujen mittaamiseen, koska se oli työn alkuperäinen aihe. Tulosten luotettavuus on vain kohtalainen koska tutkimus perustuu yrittäjien arvioihin.

Työn arvioitu kestoaika ylittyi paljon. Raportin laadinnan työtavaksi valikoitui google docsin saman dokumentin yhtäaikainen muokkaus Skypeä hyväksikäyttäen. Skypeen ruudunjakotoiminto on myös hyvin kätevä. Tätä voimme suositella kaikille, jotka tekevät ryhmätehtäviä ja eivät pääse tekemään työtä samaan paikkaan.



Lopuksi haluamme todeta, että kaikki tässä tutkimuksessa käsitelty tieto perustuu yrittäjien antamiin arvioihin eikä niitä voida pitää faktana, vaan suuntaa-antavina tietoina. Jos haluttaisiin täsmällistä tietoa esimerkiksi työajan mittauksista ne olisi pitänyt suorittaa tarkemmin. Työajan arvioiminen on muutenkin hankalaa sillä varsinkin eläimen seurantaan liittyviä, karjasilmää vaativia töitä tehdään yhtäaikaaisesti muiden töiden ohessa. Lisäksi jokainen yrittäjä on oma persoonansa ja heillä on henkilökohtaiset mielipiteensä ja intressinsä. Jos halutaan, että tiedot olisivat suoraan verrannollisia, tilojen täytyisi olla keskenään täysin samanlaisia. Lisäksi haastattelut olisi pitänyt suorittaa joko parityönä, tai antaa vastuu niistä vain toiselle opinnäytetyön tekijälle. Haastattelijan haastattelutapa vaikuttaa jonkin verran tulokseen, kun kyseessä ei ole täysin strukturoitu haastattelu.

### **8.3 Toimintaohjeita ja jatkokehittämissideoita**

Navettaolosuhteissa mittausjärjestelmät joutuvat kovan rasituksen alle. Antureiden ja tiedon siirtojärjestelmien on kestävä kosteutta, likaa, pölyä, kaasuja, iskuja ja lämpötilanvaihteluita. Tiedonsiirto on oltava idiotinvarma. Mittaustulos ei saa kadota matkan varrelle, eikä vääriä hälytyksiä saa tulla. Yrittäjä kiinnostaa oleellinen tieto, joka joko helpottaa käytännön töitä tai tuottaa suoraa taloudellista hyötyä. Liika tiedon kerääminen on turhaa ja sen analysointi on hukkaan heitettyä aikaa. Anturien sijoittamisessa on otettava huomioon, että eläimet eivät voi tekemisillään vaikuttaa mittausdataan. Anturit on myös koteloitava ja suojattava asianmukaisesti.

Navettaan asennettavat järjestelmät kannattaa testata aidossa ympäristössä. Navetoiden välisten olosuhde-erojen vuoksi olisi hyvä, jos testijärjestelmä voitaisiin asentaa useampaan navettaan. Näin järjestelmästä tulisi varmasti kaikissa oloissa toimiva. Navetassa olevan tekniikan on oltava käyttäjälle yksinkertaista. Tiedon täytyy olla yhdellä silmäyksellä nähtävissä. Haastattelututkimuksessa tuli ilmi, että tietotekniikkaa ollaan valmiita käyttämään, kunhan tieto on helposti saatavilla. Ideoita uusiksi mittauskohteiksi tuli runsaasti.

Loppukaneetiksi lainaus Jaana Kiljusen tekstistä "Automaattikka avustaa karjasilmää".

"Tekniikka helpottaa työtä, mutta edellyttää osaamista automatiikan säätöön, syntyvän tiedon hyödyntämistä sekä täydentäviä havaintoja. Tekniikka avustaa karjasilmää, mutta ei korvaa sitä kokonaan" (Kiljunen 2011, hakupäivä 7.4.2014).

## LÄHTEET

Aumala, O. 2002. Mittaustekniikan peusteet. Helsinki: Hakapaino Oy

Alander, J. 2013. Anturit. Hakupäivä 9.1.2014

<http://lipas.uwasa.fi/~TAU/AUTO2040/slides.php?Mode=Printer&File=3000Anturit.txt&MicroExam=Off>

Alasuutari, S. 2006. Lypsylehmän hoitoympäristö. Teoksessa Alasuutari, S., Manni, K. & Rautala, H. Lypsylehmän ruokinta ja hoito. Helsinki: Opetushallitus, 13.

American Weigh Scales Inc. 2011. Weighing Scale Terminology. Hakupäivä 9.1.2014

<http://www.awsscales.com/support/terminology>

DeLaval 2010. Maitomittari MM27BC. Hakupäivä 10.4.2014

<http://www.delaval.de/fi/-/Tuotteet/Lypsy/Tuotteet/Milking-point/Milk-recording/DeLaval-milk-meter-MM27BC-/>

DeLaval 2014. Herd Navigator™ -karjanhallintaohjelma. Hakupäivä 10.4.2014

<http://www.delaval.fi/-/Tuotteet/Management/Systems/Herd-navigator/>

Eduserver Ky. 1997. Anturitekniikan Perusteet. Hakupäivä 9.1.2014

[http://personal.inet.fi/yritys/kkov.eduserver/yhteinen/anturitekniikka1\\_01\\_26.pdf](http://personal.inet.fi/yritys/kkov.eduserver/yhteinen/anturitekniikka1_01_26.pdf)

Heimonen, I., Heikkinen, J., Kovanen, K., Laamanen, J., Ojanen, T., Piippo, J., Kivinen, T., Jauhiainen, P., Lehtinen, J., Alasuutari, S., Louhelainen, K. & Mäittälä, J. 2009. Maatalouden kotieläinrakennusten toimiva ilmanvaihto. Hakupäivä 7.1.2014

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2521.pdf>

Hämäläinen A. 1997. Mittausjärjestelmät. Hakupäivä 9.1.2014

<http://www.helsinki.fi/~aohamala/mb/vertailu/vertailu.htm>

Järvinen, M. Sutinen, V. Martiskainen, P. Rehu, J. Korkalainen, M. Käsälä, K ja Mononen, J. 2010. Toimiva langaton tiedonsiirtojärjestelmä lypsylehmäpihattoon. Hakupäivä 20.2.2014  
<http://www.smts.fi/jul2010/esite2010/082.pdf>

Kaskinen, H. 2013. Teknologia ei heruta autuutta. Hakupäivä 18.2.2014  
<http://mttelo.mtt.fi/teknologia-ei-heruta-autuutta>

Kiljunen, J. 2011. Automatiikka avustaa karjasilmää. Hakupäivä 7.4.2014

Lampela S., tilaneuvoja, NHK-Keskus Oy. 2014. Keskustelu 16.4.2014

Lely. 2014. Lely Discovery – pihaton puhdistusrobotti. Hakupäivä 22.4.2014  
[http://www.nhk.fi/weboost.php?sivu=tiedosto&t=21&url=lely\\_discovery\\_fihumm&type=pdf](http://www.nhk.fi/weboost.php?sivu=tiedosto&t=21&url=lely_discovery_fihumm&type=pdf)

Leppisaari, S. 2011. Kiihtyvyyssanturi (accelerometer). Hakupäivä 9.1.2014  
<http://wiki.metropolia.fi/display/koneautomaatio/kiihtyvyyssanturi>

Maatalousyrittäjien lomituspalvelulaki 20.12.1996/1231. Hakupäivä 1.4.2014  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961231#L5P26>

Manninen, J. & Nyman, K. 2003. Maidonkäsittelyn teknologiaa. Hakupäivä 7.2.2014  
<http://www.mtt.fi/julkaisut/maitokoneet/mtts15.pdf>

National Instruments. 2003. What Determines if a Transducer Is Active or Passive? Hakupäivä 9.1.2014.  
<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/084702CE98679BB886256CA3006752D7>

Oulun Yliopisto. 2007. Venymäliuska. Hakupäivä 9.1.2013.  
<http://www oulu.fi/teknokas/tehtavakortit/venymaliuska.pdf>

Paavilainen H. 2010. Yleistä antureista. Hakupäivä 28.4.2014

Pastell, M. 2005. Reaaliaikainen lehmien jalkaterveyden seuranta. Helsingin yliopisto. Maa- ja kotitalousteknologian laitos. Pro-Gradu tutkielma.

Pietiko Oy. 2013. Termopari lämpötila-anturina. Hakupäivä 9.1.2014  
<http://www.pietiko.fi/pietiko/sovellus/Termopari.pdf>

Raudaskoski, A., Raudaskoski, E., Salow, H. & Vaarala, J 2001, Kotieläinsuojien ilmanvaihto.  
hakupäivä 7.1.2014 [www.agronet.fi](http://www.agronet.fi)

Savolainen, J-P., toimitusjohtaja, Saikotek Oy. VS: Kysymyslista. Sähköpostiviesti  
k9ahma00@students.oamk.fi 5.2.2014

Savolainen, J-P. 2012. Saikotek Oy- yritys. Hakupäivä 4.2.2014 [www.saikotek.fi](http://www.saikotek.fi)

Tieteen kuvalehti. 2007. Miten ilman kosteutta mitataan? Hakupäivä 10.10.2013  
<http://tieku.fi/kysy-meilta/miten-ilman-kosteutta-mitataan>

Weckström T. 2002. Lämpötilan mittaus Hakupäivä 9.1.2014  
[http://www.mikes.fi/documents/upload/MIKES\\_J1\\_2002.pdf](http://www.mikes.fi/documents/upload/MIKES_J1_2002.pdf)

Wilson, J. 2004. Sensor Technology Handbook. USA: Newness

Yle.fi 2013. Tekniikka vahtii lehmien kiimaa ja terveyttä. Hakupäivä 10.4.2014.  
[http://yle.fi/uutiset/tekniikka\\_vahtii\\_lehmien\\_kiimaa\\_ja\\_terveytta/6883242](http://yle.fi/uutiset/tekniikka_vahtii_lehmien_kiimaa_ja_terveytta/6883242)

HAASTATTELU OPINNÄYTETYÖTÄ VARTEN

LIITE 1

1. Nimi
2. Ikä
3. Lehmien lkm
4. Navetan tyyppi

TEKNOLOGIAN KARTOTUS

	TEKNOLOGIA	TUOTETTU INFORMAATIO	MITEN HYÖDYNTÄÄ?
LYPSYJÄRJESTELMÄ			
RUOKINTA			
ILMANVAIHTO / OLOSUHTEET			
LANNANPOISTO			
ELÄIMEN TERVEYS			

Uuden seurantateknologian hankinta vs. nykyinen työ- ja rahallinen panos. (Kiinnostus seurata **antureiden avulla** ko. asiaa. 1 = ei kiinnosta yhtään ja 5 = kiinnostaa todella paljon. Mitä haluaisit mitata antureiden avulla?

	KIINNOSTUS					OSTOHINTA €	TYÖAIKA / € / PÄIVÄ
	1	2	3	4	5		
Navetan sisäilman laatu (kaasut ym.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Kiiman seuranta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Kuntoluokitus / kehon koostumus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Maidon laatu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Tuotos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Rehun laatu (kosteus %)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Pötsin täyteisyys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Pötsin pH	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Väkirehun syönti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Lehmän terveydentila (ruumiinlämpö)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Melun määrä (desibelit)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Navetan lämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Navetan kosteus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Muu, mikä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Tiedon välitys käyttäjälle	KIINNOSTUS				
	1	2	3	4	5
Soitto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tekstivesti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sähköposti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Internet sivu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mittauspaikalla näytölle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muualle, mihin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(1 = Ei missään tapauksessa. 5 = Erittäin mielellään)



## Saikotek Oy - NaamaNET



**NaamaNET.fi** on maataloja ja maidonjalostajia palveleva valvonta- ja hälytysjärjestelmä, joka valvoo maidon alkutuotannosta lähtien lypsy-, jäähdytys- ja puhdistusjärjestelmän toimintaa. Navetassa sijaitseva mittauslaite hälyttää raja-arvojen ulkopuolella olevista mittaustuloksista ja toisaalla sijaitseva keskuspalvelin ilmoittaa, mikäli tietoa mittauslaitteesta ei tule määräaikaan mennessä. Tällaisella kahteen kohteeseen hajautetulla valvonnalla saavutetaan järjestelmän täydellinen toimintavarmuus.

**NaamaNET-laite** mittaa maidon lämpötilaa maitotankista ja sen ympäristöstä jatkuvasti, ja hälyttää poikkeamista tekstiviesteillä. Lisäksi laite lähettää mittausdataa viiden minuutin välein NaamaNET.fi internetpalvelimelle. Sähköhäiriöiden aikana laite toimii akun voimalla. Tilan työntekijöiltä laitteen toiminta ei vaadi mitään toimenpiteitä.



hälyttää häiriöstä tekstiviesteillä.

**Lisävarusteet:** Perusvarustuksen lisäksi NaamaNET -järjestelmään voidaan liittää lukemattomia erilaisia mittausantureita. Lisävarusteiden avulla voidaan seurata ja valvoa erilaisten koneiden ja laitteiden automaattisia toimintoja. Tärkeimpiä maatalojen valvontakohteita ovat ruokintalaitteiden toiminta, ilmanvaihto ja esimerkiksi tilan eri kohteiden energiankulutus. Lisäksi laitteeseen voidaan liittää palovarointijärjestelmä sekä liiketunnistimella ja kameralla varustettu kulunseuranta.

### SAIKOTEK OY: NAAMANET

1. Onko tuttu?
2. Kiinnostaako tämä tai vastaava järjestelmä?
3. Onko hyödyllinen, mitä mieltä olet