

## Sisäpaikannusjärjestelmä karjanhoitajan apuna.

Arto Huhtala<sup>1)</sup>, Kirsi Suhonen<sup>1)</sup> ja Teijo Murtovaara<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Maa- ja metsätalouden yksikkö, Ilmajoentie 525, 60800 Ilmajoki, arto.huhtala@seamk.fi

<sup>2)</sup>Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö, Kampusranta 9A, 60320 Seinäjoki

Käyttäytymistutkimuksissa on havaittu, että muutokset eläinten käyttäytymisessä indikoivat eläimen terveydentilaa ja hyvinvointia. Automaattinen lehmien seuranta- ja paikannusjärjestelmä voi auttaa karjanhoitajaa havaitsemaan muutokset lehmän käyttäytymisessä ja näin tarkastamaan eläimen terveydentilan ennen kuin vakavia terveysongelmia ehtii muodostua. Automaattinen lehmien seurantajärjestelmä olisi erityisen tarpeellinen suurissa pihattonavetoissa, joissa karjanhoitajan tarkkailuaika / eläin, on alhainen ja pihatton automaatioaste muutoinkin korkea (esim. lypsyrobotti).

Seinäjoen ammattikorkeakoulun toteuttaman vuonna 2005 käynnistyneen hankekokonaisuuden päätavoitteena on ollut löytää ja kehittää tavallisille maataloille soveltuva automaattinen eläinten liikkumisen seurantajärjestelmä auttamaan lehmien terveyden ja hyvinvoinnin seurannassa. Nyt esiteltävässä tutkimusosiossa on testattu kaupallista WLAN-pohjaista paikannusjärjestelmää automaattisella lypsyjärjestelmällä varustetussa pihatossa. Lisäksi järjestelmää ja siihen liittyvää ohjelmistoa on kehitetty paremmin eläinten seurantaan sopivaksi. Hankkeessa on mm. tehty uusi ohjelma paikkakoordinaattien tallentamiseen ja nykyhetkeä edeltävän muutaman tunnin liikkumisdatan välittömään esittämiseen. Varsinainen liikkumisdatan käsittely on toteutettu MatLabilla tehdyillä funktioilla. Paikannusdata todennettiin digitaalisesti tallennetusta videoaineistosta.

Tulokset kertovat, että tällä laitteistolla pystyy seuraamaan eläinten liikkumista ja sitä miten lehmien ajankäyttö jakautuu eri puolille käytössä olevaa osastoa. Toteutetussa seurannassa on eri lehmien käyttäytymismalleissa pystytty havaitsemaan selviä eroja. Samaten on pystytty erottamaan eläimen käyttäytymisen muuttuvan ympäristön tai eläimen olotilan muutoksen myötä. Näin ollen jatkokehitetty laitteisto on potentiaalinen vaihtoehto paitsi tutkimuskäyttöön eläinten hyvinvointi- ja käyttäytymisselvityksissä, niin myös tavallisille maataloille eläinten terveysseurantaan.

**Asiasanat:** Paikannus, eläinten hyvinvointi

## Johdanto

Käyttäytymistutkimuksissa on havaittu, että muutokset eläinten käyttäytymisessä indikoivat eläimen terveydentilaa ja hyvinvointia. Esimerkiksi on havaittu, että eläimen vähäinen liikkuminen indikoi puutetta eläimen hyvinvoinnissa (Brandl, 2006). Makuukäyttäytyminen voi indikoida eläimen mukavuuden tasoa erilaisissa navettaympäristöissä ja psyykkistä statusta (Livshin ym., 2005). Monilla ulkoisilla tekijöillä on vaikutusta lehmän ajankäyttöön kuten kuntoluokalla, ilman lämpötilalla ja ryhmän hierarkialla (Taweel ym., 2005; Tucker ym., 2006; Munksgaard ym., 2005). Automaattinen lehmien seuranta- ja paikannusjärjestelmä voi auttaa karjanhoitajaa havaitsemaan muutokset lehmän käyttäytymisessä ja näin tarkastamaan eläimen terveydentilan ennen kuin vakavia terveysongelmia ehtii muodostua. Automaattinen lehmien seurantajärjestelmä olisi erityisen tarpeellinen suurissa pihattonavetoissa, joissa karjanhoitajan tarkkailuaika / eläin, on alhainen ja pihattonavetoaste muutoinkin korkea (esim. lypsyrobotti).

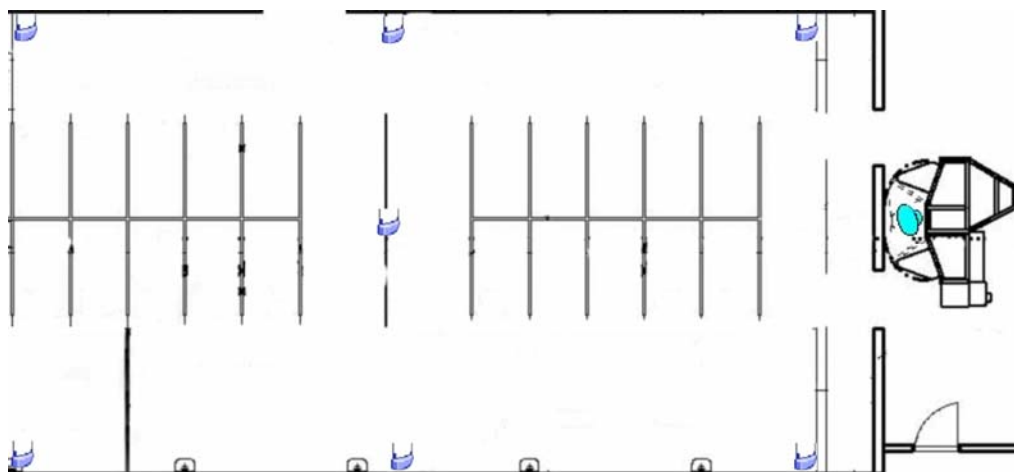
Seinäjoen ammattikorkeakoulun toteuttaman vuonna 2005 käynnistyneen kolmevuotisen hankekokonaisuuden päätavoitteena on ollut löytää ja kehittää tavallisille maataloille soveltuva automaattinen eläinten liikkumisen seurantajärjestelmä auttamaan lehmien terveyden ja hyvinvoinnin seurannassa. Eri vaihtoehtoja arvioitaessa kriteereinä olivat päätavoitteen seurauksena laitteiston riittävä paikannustarkkuus ja – nopeus, hyvä käytettävyys (esim. akun kesto), sekä hintataso joka lähitulevaisuudessa olisi riittävän alhainen mahdollistamaan järjestelmän yleistymisen suomalaisilla lypsykarjaloilla.

## Aineisto ja menetelmät

Tutkimushankkeen ensimmäisessä vaiheessa perehdyttiin markkinoilla oleviin lehmien sisäpaikannukseen soveltuviin järjestelmiin sekä kirjallisuuden että tutkimusasema ja yritysvierailujen kautta. Lisäksi hyödynnettiin Seinäjoen ammattikorkeakoulun ICT-yksikön osaamista ko. aihealueella. Vaikkakin sisätiloissa tapahtuva paikantaminen on varsin uusi sovellutusalue, niin vaihtoehtoisia tekniikoita löytyi useita. Useimmat karsiutuivat kuitenkin joko eläinten seuraamiseen riittämättömän tarkkuuden vuoksi tai koska varsinaisia kaupallisia sovellutuksia ei vielä ollut tarjolla. Erittäin kallis hinta sekä huono käytettävyys karsivat joukosta mm. Tänikon tutkimusasemalla Sveitsissä käytössä olevan lehmien seurantajärjestelmän. Eri vaihtoehtoista päädyttiin AeroScout:in (San Mateo, CA, USA) erityisesti sairaaloihin ja isoihin varastoihin markkinoituun paikannusratkaisuun, joka käyttää standardi Wi-Fi® langatonta verkkoa (WLAN) ja signaalin saapumisaikaero (TDOA) algoritmia paikan määrittämiseen. Tarkemmin järjestelmän valintaprosessi on kuvattu Biosystems Engineering:issä julkaistussa artikkelissa (Huhtala ym., 2007).

Järjestelmässä vastaanotin (LR) vastaanottaa standardi 802.11b viestin tag:ilta, ja suorittaa mitauksia radiosignaaleilla mahdollistaen AeroScoutin käyttöjärjestelmän laskea tagin sijainnin. Minimissään tarvitaan kolme vastaanotinta, jotta TDOA:n avulla pystytään paikka laskemaan. Signaalin vastaanottaminen tätä useammalla LR:ssä parantaa paikannuksen tarkkuutta. Tarkkuutta voidaan parantaa myös käyttämällä valmistajan tarjoamia erilaisia suodatuksia saatavalle XY-datalle. Navettaolosuhteissa parhaiten vaikutti toimivan keskiarvosuodatus, tosin se ”pehmentää” liikkuvan eläimen xy-dataa.

Paikannuslaitteisto asennettiin Ilmajoen koulutilan opetus- ja tutkimusnavettaan seuraamaan lypsyrobotiosastoa. Ensimmäisessä vaiheessa osasto oli mitoitettu 10 lypsylehmälle, myöhemmin se laajennettiin 18 lehmän (10m x 19m) kokoiseksi. Asennuksessa käytettiin 7 vastaanotinta (LR) sekä lypsyrobotille asennettua excisteriä määrittämään tarkasti eläimen saapuminen ja poistuminen lypsyrobotista (kuva 1). Tagit kiinnitettiin lehmien kaulapantaan niskan päälle ja pysyminen varmistettiin ilmastointiteipillä. Käytettäessä 1Hz lähetystaajuutta, tagin pariston lataus riittää noin 2 kuukauden ajaksi. Paikannusdata tallennettiin Seinäjoen ammattikorkeakoulun ICT – yksikön tekemällä ohjelmalla, jota tutkimuksen aikana jatkokehitettiin monipuolisemmaksi. Datan käsittelyyn käytettiin MatLab – ohjelmaa. Verrokkidata paikannukselle saatiin digitaalisella videotallentimella, joka tallensi kahden osaston yläpuolelle asennetun valvontakameran kuvasignaalia.



Kuva 1. Paikannuslaitteisto asennettuna tutkimusosastolle. Ruokintapöytä sijaitsee alareunassa.

### Tulokset ja tulosten tarkastelu

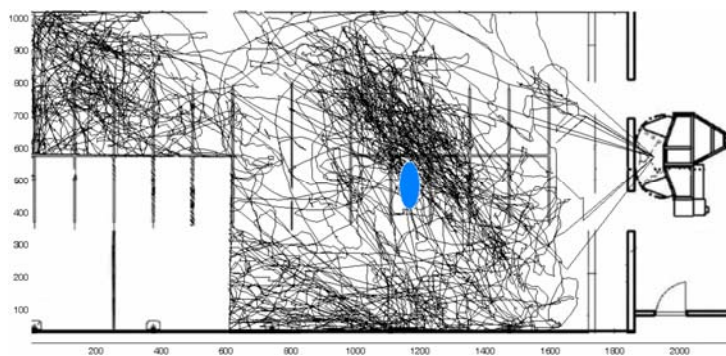
Laitteiston testauksessa ilmeni, että avoimessa tilassa voidaan saavuttaa alle metrin tarkkuus. Tällainen ideaalitilanne vallitsee kuitenkin navettaolosuhteissa vain harvoin. Mm. parsirakenteet, tukitolpat, seinät sekä toiset eläimet aiheuttavat signaalin heijastumisia sekä kulun estämisii. Tämä heikentää laitteiston tarkkuutta johtamalla TDOA -laskennan perusteella väärää tulokseen. Erityisen haasteellinen tilanne on eläimen maassa, jolloin lähetin on lähes ”rautahäkissä” (kuva 2). Tällöin paikannuksen tarkkuus ja luotettavuus on huono.



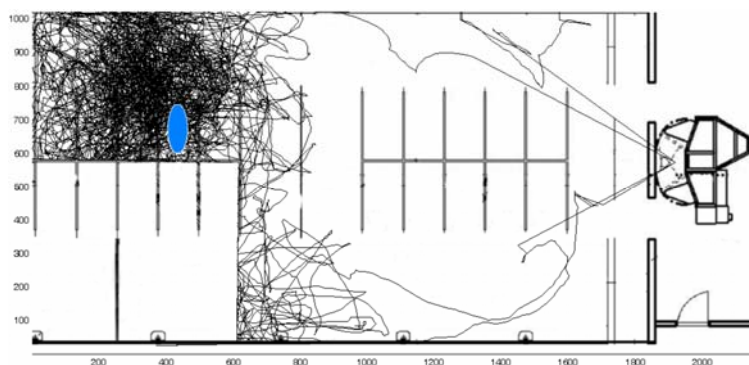
Kuva 2. Lehmän maassa tagista lähtevä signaali pääsee harvoin suorinta reittiä vastaanottimelle.

Laitteiston teoreettisen tarkkuuden sijasta tutkimuksessa keskityttiin määrittämään laitteiston käyttökelpoisuutta käytännön tilanteessa lehmien käyttäytymisen seuraamiseen. Jotta laitteiston kyky havaita erilaiset käyttäytymismallit voitiin määrittää, valittiin koeryhmästä seurattavaksi kolme erityyppistä lehmää: Tavanomainen, korkean maidontuotannon vaiheessa oleva lehmä, juuri umpeen mennyt lehmä sekä arvoasteikossa alimpana oleva pienikokoinen lapinlehmä.

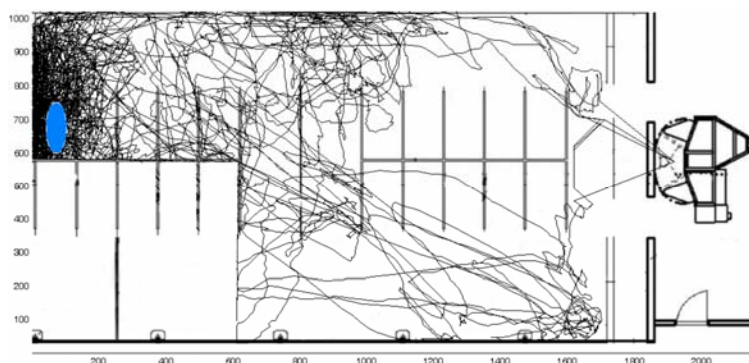
Lehmien liikkuminen tallennettiin viiden tunnin ajalta, jolloin navetassa ei ollut ihmisiä tai muuta häiriötä. Eläinten ajankäyttö tarkistettiin ja kirjattiin ylös tallennetusta videokuvasta. Paikannuslaitteiston antama data on nähtävissä kuvista 3,4 ja 5. Kuvista näkyy, että lehmien aktiivisuus ja ruokintapöydän ääressä viettämä aika vaihtelee selvästi. Korkeassa maidontuotannossa oleva lehmä on liikkunut selvästi eniten ja laajimmalla alueella. Kun taas juuri umpeen laitettu ja ilman väkirehua jätetty lehmä on viettänyt päivänsä suureksi osaksi makuulla. Pieni lapinlehmä on myös ollut melko aktiivinen, mutta on ollut ruokintapöydän ääressä kohtuullisen vähän aikaa. Lisäksi videokuvasta voitiin nähdä, että osa liikkumisista oli seurasta vahvempien lehmien väistämistä.



Kuva 3. Lehmä nr. 5. Korkean maidontuotannon vaiheessa oleva eläin. Ellipsi näyttää makuuparren missä eläin on ollut 71 minuuttia 5 tunnin koejakson aikana.



Kuva 4. Lehmä nr. 6. Juuri umpeen laitettu eläin. Ellipsi näyttää makuuparren missä lehmä on ollut 236 minuuttia 5 tunnin koejakson aikana.



Kuva 5. Lehmä nr. 7. Lapinlehmä. Ellipsi näyttää makuuparren jossa eläin on ollu 96 minuuttia 5 tunnin koejakson aikana.

MatLabiin luotiin tallennetuille koordinaateille säännöt, joiden mukaan eläin luokiteltiin olevaksi joko ruokintapöydän läheisyydessä, makuualueella tai sitten käytävillä. Saatuja tuloksia verrattiin videon perusta kirjattuihin todellisiin arvoihin. Tulokset ovat nähtävissä taulukossa 1.

**Taulukko 1**

**Lehmien ajankäyttö (%)**

Lehmänro.	5		6		7	
	tod.	arvio	tod.	arvio	tod.	arvio
Ruokinta-alue	29	34	12	12	8	7
Lepoalue	59	52	79	82	70	77

Tuloksista voidaan nähdä sama kuin aiemmista kuvista, lehmien välillä on selviä eroja mm. ruokintapöydän ääressä vietetyssä ajassa. Lisäksi nähdään, että paikannuslaitteiston antama arvio MatLab –

laskennan jälkeen vastaa varsin hyvin todellisuutta. Taulukko on kuitenkin pelkästään yhden koejakson tulos, eikä sitä näin ollen voi suoraan pitää yleispätevänä.

### Johtopäätökset

Tutkimuksessa mukana olleella laitteistolla ja ohjelmistolla pystytään erottamaan lehmien erilaiset käyttäytymismallit ainakin laajassa mittakaavassa. Paikannuslaitteiston antaman XY-datan perusteella piirretystä kuviosta näkyy onko eläin viettänyt päivänsä esim. makuualueella vaiko ruokintapöydän ääressä. Erojen ja vaihteluiden tarkempi erottaminen vaatii vielä ohjelmistokehittämistä sekä datan jatkoanalysointia. Johtuen navettaympäristössä tapahtuvista runsaista heijastumisista ja signaalien blokkautumisista, ei käytössä olleen laitteiston tarkkuus ja luotettavuus riitä kovin tarkkaan lehmän liikkumisen seurantaan. Mm. kävelymäärän tai makuuajan tarkka määrittäminen ei onnistu. Laitteisto vaatisikin rinnalleen esim. askelmittarin tai makuuajamittarin, jotta eläimen käyttäytymisen seuranta tarkentuisi ja pienetkin muutokset käyttäytymisessä olisivat selkeämmin havaittavissa.

### Kirjallisuus

Brandl, N. 2006. Measuring pig travel by image analysis. The Danish Institute of Animal Science, Department of Animal Health and Welfare /URL:<http://nabilnabil.homestead.com/files/movtrack.htm> Accessed on: 20.11.2006

Huhtala, A., Suhonen, K., Mäkelä, P., Hakojärvi, M., & Ahokas, J. 2007. Evaluation of instrumentation for cow positioning and tracking indoors. *Biosystems Engineering*, **96**, 399-405.

Livshin, N., Grinshpun, J., Rpsenfeld, L., Shvartzman, I., Antler, A., Boaz, Z., Stojanovski, G., Bunevski, G., & Maltz, E. 2005. Lying behavior of dairy cows under different housing systems. In S. Cox (Ed.), *Precision Livestock Farming '05* (pp. 305–311). Wageningen: Wageningen Academic Publishers.

Munksgaard, L., Jensen, M.B., Pedersen, L.J., Hansen, S.W., & Matthews, L. 2005. Quantifying behavioral priorities—effects of time constraints on behavior of dairy cows, *Bos Taurus*. *Applied Animal Behaviour Science*, **92**, 3-14.

Taweel, H.Z., Tas, B.M., Smit, H.J., Tamminga, S., & Elgersma, A. 2006. A note on eating behavior of dairy cows at different stocking systems- diurnal rhythm and effects of ambient temperature. *Applied Animal Behaviour Science*, **98**, 315-322.

Tucker, C.B., Rogers, A.R., Verkerk, G.A., Kendall, P.E., Webster, J.R., & Matthews, L.R. 2006. Effects of shelter and body condition on the behavior and physiology of dairy cattle in winter. *Applied Animal Behavior Science*. In Press, Corrected Proof, Available online 28 July 2006.