

# Muutokset lehmien käyttäytymisessä ja ruumiinlämmössä poikimisen lähestyessä

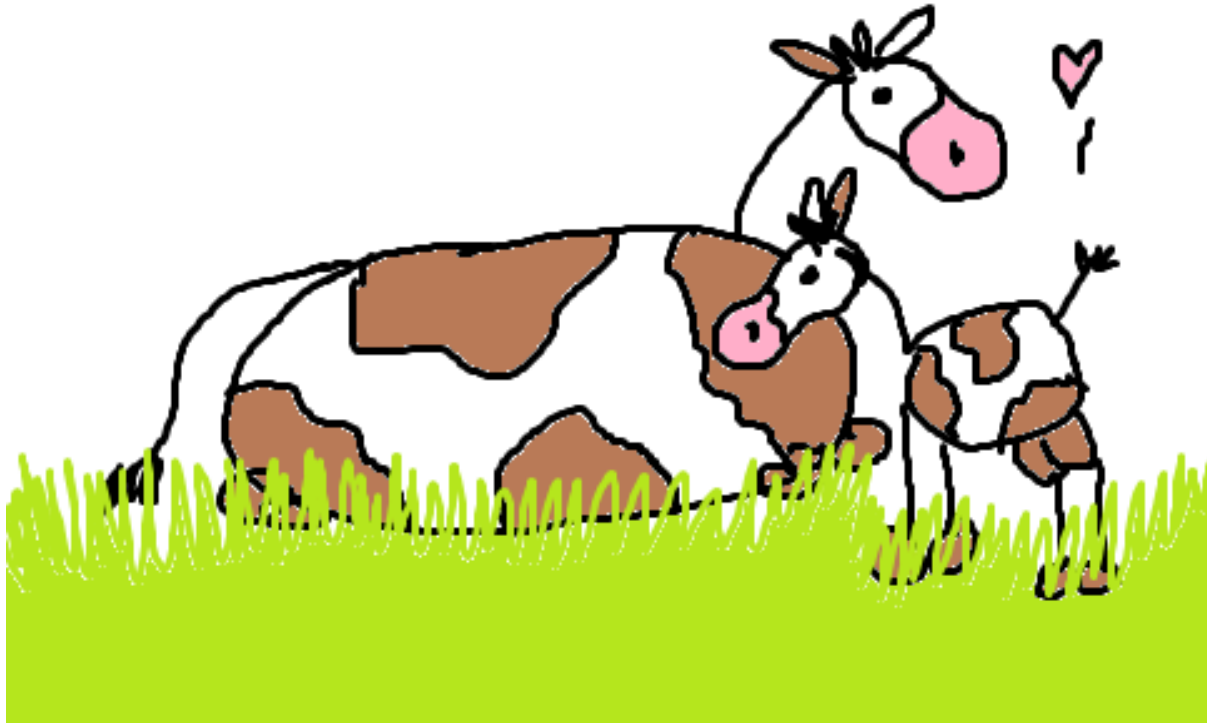
Tiedonlouhinnan harjoitustyö

Aino Aholainen,  
Lilli Frondelius,  
Juha Kekäläinen  
Tietojenkäsittelytieteen laitos  
Itä-Suomen yliopisto  
Toukokuu 2013



## Sisällysluettelo

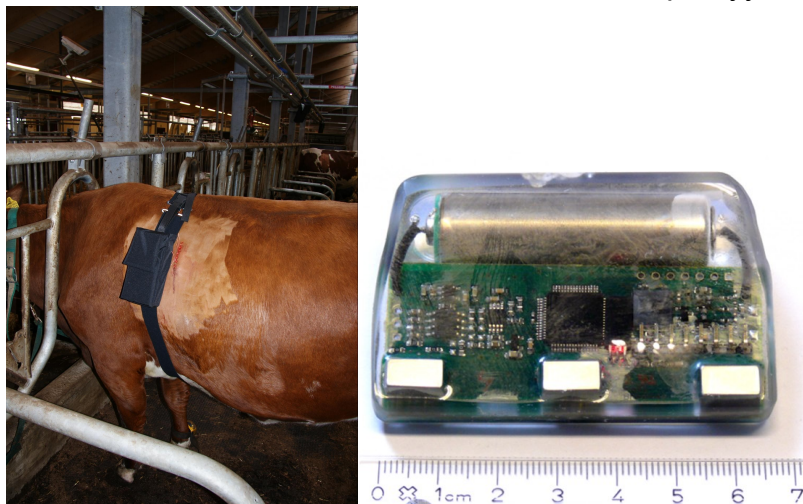
1 Yleiskuvaus aiheesta.....	3
2 Data.....	4
2.1 Implanttidata.....	4
2.2 Käyttäytymistarkkailudata.....	5
3 Esiprosessointi.....	8
4 Mallinnus.....	10
5 Tulokset.....	11
6 Johtopäätökset ja jatkokehitysideat.....	20
7 Lähteet.....	21
Liite 1.....	22



# 1 Yleiskuvaus aiheesta

Kasvavat karjakoot johtavat siihen, että eläinten automaattista tarkkailua tarvitaan yhä enenevässä määrin. Poikimisen ajankohdan ennustaminen on yksi kohde, jossa automaattisia laitteita voitaisiin käyttää avuksi. Poikimisajankohtaa on yleensä vaikea ennustaa tarkasti, mutta tarkan ajan arvioimisesta voisi olla taloudellista hyötyä ja se edistäisi sekä lehmän, että vasikan hyvinvointia (Mononen ym. 2012). Poikimisajankohta olisi tärkeä tietää muun muassa siksi, että lehmä voitaisiin siirtää ajoissa poikimakarsinaan eikä lehmä pääsisi poikimaan osastolle. Vaikeiden poikimisten yhteydessä saataisiin helpommin lehmälle apua, jos poikimisajankohta olisi nykyistä tarkemmin selvillä.

Eläimen hyvinvoinnin pitkäaikainen seuranta ilman, että eläimen normaalia käyttäytymistä häiritään, on vielä haastavaa. Normaalista käyttäytymistä häiritsevät mittaukset voivat vaikuttaa kokeiden tuloksiin, joten luotettavan tiedon saamiseksi mittaukset tulisi suorittaa eläintä mahdollisimman vähän häiriten. Remowel-hankkeessa kehitettiin lehmän nahan alle asetettava implantti (Kuva 1), joka mittasi lehmän sydänpölyä (EKG), lämpötilaa ja aktiivisuutta (Remowel loppuraportti 2013). Tavoitteena oli todentaa ja validoida implantin käyttö terveyden ja hyvinvoinnin seurannassa. Monitorointi keskittyi eläimen fysiologisen tilan muutoksiin ja näiden aiheuttamiin poikkeamiin implantin mittaamissa hyvinvointi-indikaattoreissa. Tarkkailtavia muutoksia olivat muun muassa kipu, fyysinen aktiivisuus ja **poikiminen**.



a)

b)

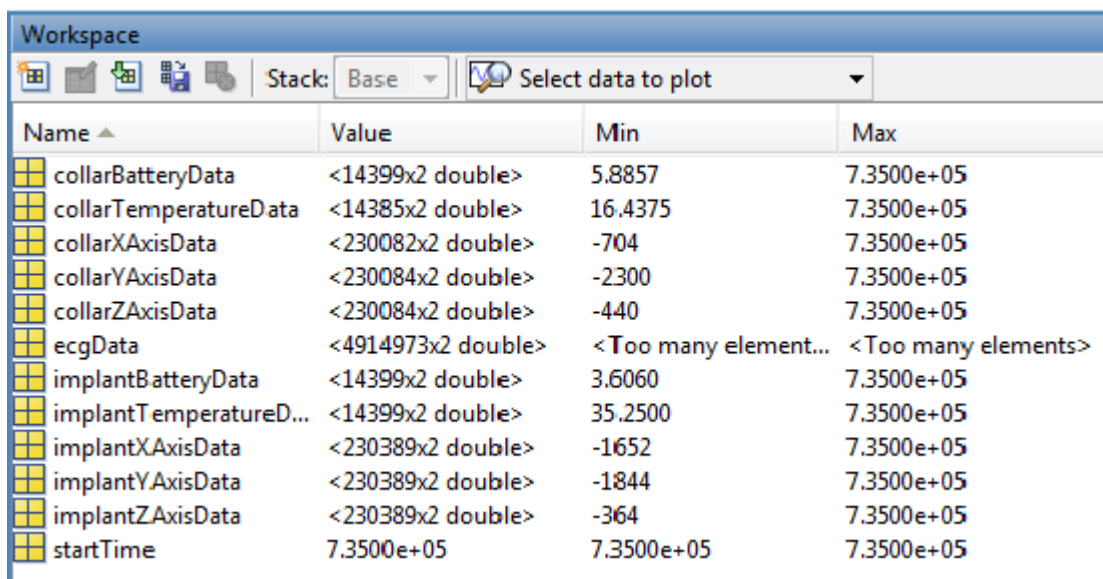
Kuva 1. a) Implantti sijaitsee lehmän vasemmassa kyljessä ja vastaanotin sijoitettiin loimivyöllä implantin välittömään läheisyyteen. b) Implantti.

## 2 Data

### 2.1 Implanttidata

Implantti asetettiin lehmiiin (n=11) noin kuukausi ennen arvioitua poikimispäivää. Kolmen viikon kuluttua leikkauksesta (7 – 15 päivää odotettuun poikimiseen riippuen lehmästä) lehmät siirrettiin poikimakarsinaan, jossa niiltä mitattiin implantilla EKG:tä (V) ja lämpötilaa (°C) poikimiseen saakka. Lämpötilan mittaustaajuus oli 1 Hz ja EKG:n yli 300 Hz. Molemmissa aineistoissa oli runsaasti aukkoja, koska implantin ja vastaanottimen välinen radiosignaali katkesi useasti mittausten aikana. Aineistossa oli myös selviä virheitä, esimerkiksi lehmän lämpötila saattoi hetkellisesti pompata yli sataan asteeseen ja seuraavana sekuntina laskea alle nollan. Yhden lehmän lähettimestä löytyi myös virheellisiä päivämääriä. Lähetin väitti mitanneensa arvoja vuodelta 1016. Lisäksi tuloksissa on hyvä huomioida se, että implantti on asetettu lehmän nahan alle ja siten mittaa eläimen pintalämpötilaa. Implantin sijainnista johtuen myös ulkolämpötila voi vaikuttaa mitattuihin lämpötiloihin.

Data oli talletettu .REM -tiedostoon, josta se käännettiin .mat -tiedostoksi. .mat-tiedostossa data oli tallennettu matriiseihin ja nimetty niiden sisältämän datan mukaan (ks. kuva 2).



Name	Value	Min	Max
collarBatteryData	<14399x2 double>	5.8857	7.3500e+05
collarTemperatureData	<14385x2 double>	16.4375	7.3500e+05
collarXAxisData	<230082x2 double>	-704	7.3500e+05
collarYAxisData	<230084x2 double>	-2300	7.3500e+05
collarZAxisData	<230084x2 double>	-440	7.3500e+05
ecgData	<4914973x2 double>	<Too many element...>	<Too many elements>
implantBatteryData	<14399x2 double>	3.6060	7.3500e+05
implantTemperatureD...	<14399x2 double>	35.2500	7.3500e+05
implantXAxisData	<230389x2 double>	-1652	7.3500e+05
implantYAxisData	<230389x2 double>	-1844	7.3500e+05
implantZAxisData	<230389x2 double>	-364	7.3500e+05
startTime	7.3500e+05	7.3500e+05	7.3500e+05

Kuva 2. Kuvakaappaus .mat-tiedoston sisällöstä. Esimerkkinä käytetty lehmä 38:n tiedostoa MEAS0000.mat.

Lämpötilan mittaustaajuus oli 1 Hz, joka tarkoittaa, että lämpötila-arvoja on mitattu kerran sekunnissa. Käytännössä näin ei kuitenkaan ollut, koska data oli välillä hyvin katkonaista.

Esimerkiksi lämpötiladatassa datarivit näyttivät jokseenkin tältä:

```
734997,413032407 35,3750000000000
734997,413043982 35,3750000000000
734997,413055556 35,3750000000000
734997,413067130 35,3750000000000
734997,413078704 35,3750000000000
734997,413090278 35,3750000000000
```

Ensimmäinen sarake kertoo kellonajan (matlabin omassa timestamp-kellonajassa) ja toinen sarake lämpötilan. Lämpötila on mitattu 13 desimaalin tarkkuudella, tosin ei ole varmaa onko näin jo .REM -tiedostossa vai onko käännöksen tiedostosta toiseen yhteydessä pyöristetty hieman.

EKG-dataa mitattiin noin taajuudella 300 Hz, joka tarkoittaa, että aineistossa on noin 300 arvoa sekunnissa. Esimerkiksi lehmällä nro 38 oli MEAS-nimisiä tiedostoja numerosta 0000 numeroon 0043 asti ja näissä jokaisessa EKG:n sisältäviä datarivejä noin 4 000 000 - 5 000 000 kappaletta.

Esimerkki EKG-datasta:

```
734997,579688603 1,016500000000000
734997,579688637 1,017000000000000
734997,579688671 1,012000000000000
734997,579688705 1,018000000000000
734997,579688739 1,021500000000000
```

Myös EKG:ssä ensimmäinen rivi kertoo kellonajan, ja toinen rivi sydämen toiminnasta mitatun volttimäärän.

## 2.2 Käyttäytymistarkkailudata

Lehmien käyttäytyminen videoitiin ja käyttäytymisseuranta tehtiin videolta jatkuvana seurantana (Taulukko 1). Videoilta pyrittiin katsomaan kaksi kokonaista vuorokautta ennen poikimista sekä EKG-aineiston laadun perusteella valittu vertailuvuorokausi, joka oli lehmästä riippuen 3 – 10 vuorokautta ennen poikimista. Käyttäytymistarkkailua ei tehty niiltä ajoilta, jolloin implantilta ei oltu saatu aineistoa. Käyttäytymistä koodattiin kahdessa luokassa (asento ja muu aktiivisuus, nominaalimuuttujia) (Kuva 2), joiden

sisällä käyttäytymiset olivat toisensa pois sulkevat. Näin saatiin kirjattua ylös eläimen asento myös muun aktiivisuuden, esimerkiksi märehkimisen, aikana. Käyttäytymisen alkuajankohta koodattiin ja excel laski tarkkailun edetessä automaattisesti käyttäytymisen keston h:min:sec sekä sekunteina.

11.5.	22:03:52	2	2	0:00:10	10	
11.5.	22:04:02	3	3	0:00:09	9	
11.5.	22:04:11	3	7	0:00:29	29	
11.5.	22:04:40	3	3	0:00:22	22	
11.5.	22:05:02	3	7	0:00:06	6	
11.5.	22:05:08	3	3	0:01:21	81	supistaa 22:05:22 - 22:06:26
11.5.	22:06:29	3	7	0:00:06	6	
11.5.	22:06:35	3	3	0:02:38	158	supistaa 22:27:48 - 22:08:44
11.5.	22:09:13	3	8	0:00:04	4	
11.5.	22:09:17	3	3	0:00:04	4	
11.5.	22:09:21	3	7	0:00:06	6	
11.5.	22:09:27	3	3	0:04:17	257	supistaa 22:09:28 - 22:10:22, 22:10:54 -
11.5.	22:13:44	3	8	0:00:14	14	
11.5.	22:13:58	3	3	0:01:15	75	supistaa 22:13:58 - 22:15:07
11.5.	22:15:13	3	7	0:00:04	4	
11.5.	22:15:17	3	3	0:01:44	104	supistaa 22:15:18 - 22:15:33, 22:15:55 -
11.5.	22:17:01	3	8	0:00:09	9	
11.5.	22:17:10	3	7	0:00:27	27	
11.5.	22:17:37	3	3	0:00:32	32	supistaa 22:17:39 - 22:18:01 ja vasikka u

Kuva 3. Esimerkki käyttäytymiskoodauksesta

Taulukko 1. Jatkuvassa seurannassa käytetty etogrammi

Käyttäytyminen	Käyttäytymisen kuvaus
1. liikkuu	Eläin ottaa useita askeleita siirtyäkseen paikasta toiseen (poikimakarsinassa). Eläin liikkuu kohtalaisen hitaasti siirtäen yhtä jalkaa kerrallaan eteenpäin. Myös peruuttaminen ja kääntyminen.
2. seisoo	Eläin seisoo paikoillaan vähintään kolmen jalan ollessa kosketuksissa maahan.
3. makaa	Eläimen vartalo lepää maassa alemmanpuoleisen takajalan ja reiden, vatsan ja etujalkojen tai toisen kyljen varassa.
4. syö	Eläin ottaa suuhunsa rehua, pureskelee ja nielaisee sen.
5. juo	juo, laskee päänsä kuppiin - nostaa sen pois kupista
6. märehtii	Suupalallinen ruohoa tai rehua (märepala) nousee pötsistä eläimen suuhun (regurgitation), jonka jälkeen eläin pureskelee märepalaa perusteellisesti sivuittaisilla jauhavilla leuan liikkeillä (remastication) ja nielaisee käsitellyn märepalan uudelleen (reswallowing). Seuraa lyhyt (4-5 sekuntia) tauko ennen seuraavan märepalan nousemista pötsistä.
7. Kehon hoito	nuolee, raapii tai hankaa itseään
8. Muu/Ei näy	

### 3 Esiprosessointi

Implantti tallensi tiedot binäärimuotoon, jonka suora käsittely on haasteellista. Työkaluksi valitsimme Matlabin, jolla oli tarkoitus purkaa binääritietoiset .REM -tiedostot Matlabin ymmärtämään muotoon. Datojen mukana emme saaneet juurikaan neuvoja tai apuja, kuinka tiedostoja täytyisi käsitellä. Sähköpostien lukemisen ja selvittelyn aikana huomasimmekin, että datojen mukana olisi pitänyt tulla Matlab-scripti, jolla tiedot saa purettua. Pian saimmekin toisen ryhmän kautta puuttuneet tiedostot. Päätimme jatkaa tiedostojen käsittelyä ja muutimme haluttavat analysoitavat tiedot yksinkertaisemmaksi ascii-muotoiseksi .csv tiedostoksi. Tekemällämme scriptillä muutimme haluamamme päivämäärä-matriisin muotoon: YYYY-mm-dd hh:mm:ss.

CSV-tiedostoja pystyimme tutkimaan gnuplotin avulla. Gnuplotilla piirretyistä käyristä pystyi hyvin huomaamaan, miltä lehmältä puuttui lämpötiladataa miltäkin ajalta. Tämän perusteella hylkäsimme osan lehmistä, sillä vertailtavaa dataa niillä ei ollut. Jäljelle jäivät lehmät: 38, 46, 71, 103, 3342 ja 3415.

Käyttäytymisaineistosta käsiteltiin kahta viimeistä vuorokautta ennen poikimista. Awk-skriptillä laskettiin frekvenssit yösnousuille ja liikkumiselle sekä makuu- ja märehetymisajat sekunteina kahden tunnin jaksoille. Jatkokäsittelyyn otettiin vain ne lehmät, joilla oli ehjä käyttäytymisaineisto (38, 71, 103, 3342 ja 3415). Excelin avulla edellä mainittujen muuttujien avulla laskettiin vielä makuuajat tunteina ja makuujaksojen keskipituus (mean bout length, MBL). Yösnousujen frekvenssiä käytettiin makaamisen frekvenssinä. Kahden tunnin jaksot nimettiin järjestysnumeroilla (1 - 24) niin, että mitä suurempi luku, sitä lähempänä poikiminen. Varsinaisen poikimisen jaksolta (jakso 25) ei ollut käyttäytymisaineistoa täydeltä kahdelta tunnilta, joten se jätettiin pois myöhemmistä analyyseistä. Lisäksi aineistoon lisättiin muuttuja "poikii", jossa 1=ei poi'i tätä jaksoa seuraavan kahden tunnin jakson aikana, ja 2=poikii tätä jaksoa seuraavan kahden tunnin jakson aikana.

Lämpötilojen keskiarvojen laskemista varten luotiin Python skripti, jolla saatiin haluttujen päivämäärien väliltä keskiarvot kahden tunnin välein. Skripti ei aivan halutulla tavalla toiminut, vaan hävitti muutamia arvoja matkan varrelta. Syynä ilmeisesti vääränlainen Python-toteutus. String-arvoja ei voinut vertailla keskenään aivan 100% luotettavuudella, mutta onneksi saatiin haettua nämä puuttuvat arvot taulukkolaskennan avulla.

Arvot lisättiin excel-taulukkoon, jossa oli valmiina jo esimerkiksi makuuajat ja lisättiin niistä piirrettyihin graafeihin (joista enemmän kohdassa 5). Lämpötilojen kahden tunnin jaksot poikkesivat vähäisesti (n. 1 - 15 min) käyttäytymisen kahden tunnin jaksoista



laskennallisista syistä. Vain yhdellä lehmällä jaksot poikkesivat toisistaan niin paljon (40 min), että se päätettiin hylätä jatkotutkimuksista. Lopulta myöhempiin analyyseihin kahden tunnin käyttäymis- ja lämpötilajaksoilta jäi neljä lehmää. Tästä tiedostosta laskettiin myös lehmien väliset keskiarvot ja -hajonnat lämpötiloille kaikista kahden tunnin jaksoista (Taulukko 2).

Taulukko 2. Lehmien lämpötilojen keskiarvot ja -hajonnat 24 kahden tunnin jaksolta ennen poikimista.

jakso	keskiarvo	keskihajonta
1	37.5535	0.832264681
2	36.67302	0.974148311
3	36.14585	0.910504813
4	36.13673	0.923365477
5	36.69709	0.882943341
7	36.65783	0.924412272
8	36.56324	0.941287074
9	36.6443	0.934884599
10	36.63957	0.934406017
11	36.62713	0.933720316
12	36.63662	0.936887511
13	36.67117	1.01735266
14	36.64702	0.94490153
15	36.65584	0.942307861
16	36.66882	0.931336718
17	36.68318	0.895541718
18	36.68519	0.893262777
19	36.71353	0.867021238
20	36.73247	0.853508511
21	36.97171	0.80493575
22	36.76692	0.839350151
23	36.78433	0.825858961
24	36.79941	0.814099326

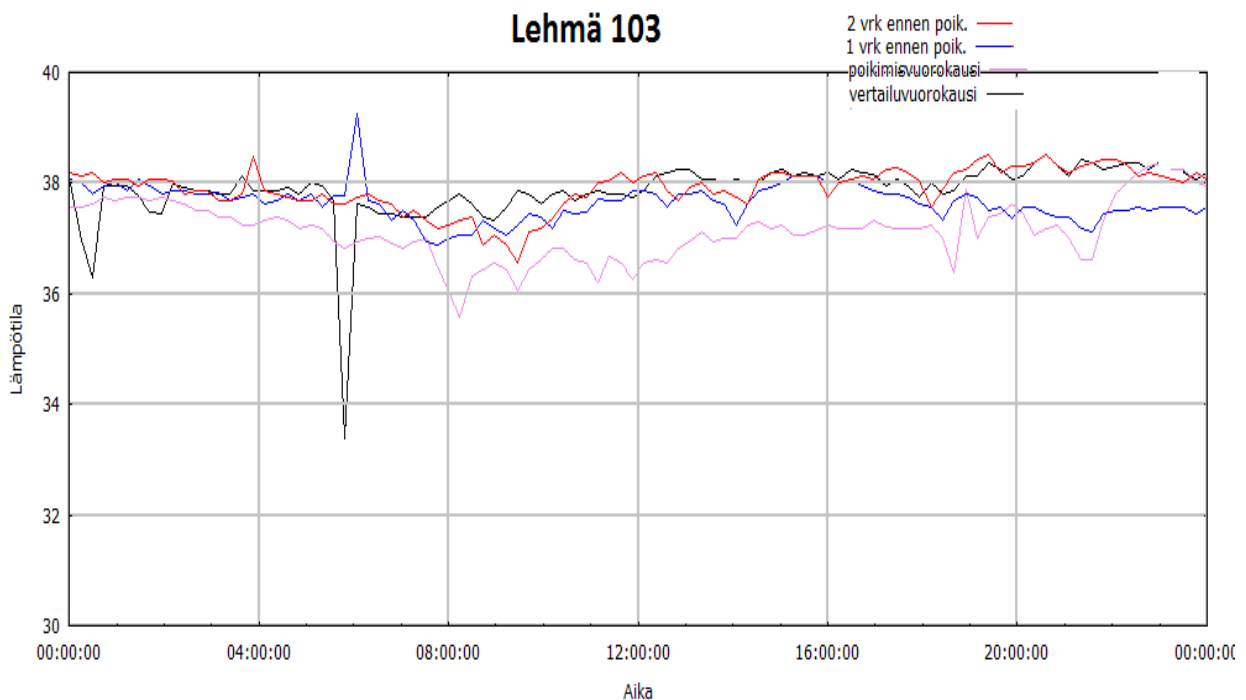
## 4 Mallinnus

Lämpötila-aineiston esiprosessoinnista jäljelle jääneistä lehmistä teimme implantin keräämää lämpötiladataa esittävät kuvaajat, joissa näkyy lämpötila vertailuvuorokautena, 2 vuorokautta ennen poikimista, vuorokautta ennen poikimista sekä poikimispäivänä (Kuva 4, liite 1). Lehmiltä 38 ja 46 puuttuivat vertailuvuorokaudet. Plottaukseen käytimme gnuplottia ja smooth acsplinesia asetuksella (1.0).

Esimerkki plottauksesta:

```
plot 'implantTemperatureData.csv' using 1:3:(1.0) title '2 vrk ennen poik.' smooth  
acsplines lt rgb 'red'
```

Kuvat otettiin ulos .png muodossa, jolloin niitä kätevästi pystyi latomaan päällekin, kuten Kuvasta 4 näkee. Piirtämisen automatisointia varten luotiin myös pieni Python skripti.



Kuva 4: Lehmä 103 lämpötila

Kahden tunnin jaksoille laskettu käyttäytymis- ja lämpötila-aineisto ei ollut normaalijakautunutta. Käyttäytymisen ja lämpötilojen väliseen vertailuun käytettiin Spearmanin korrelaatiota (SAS, 9.2)

## 5 Tulokset

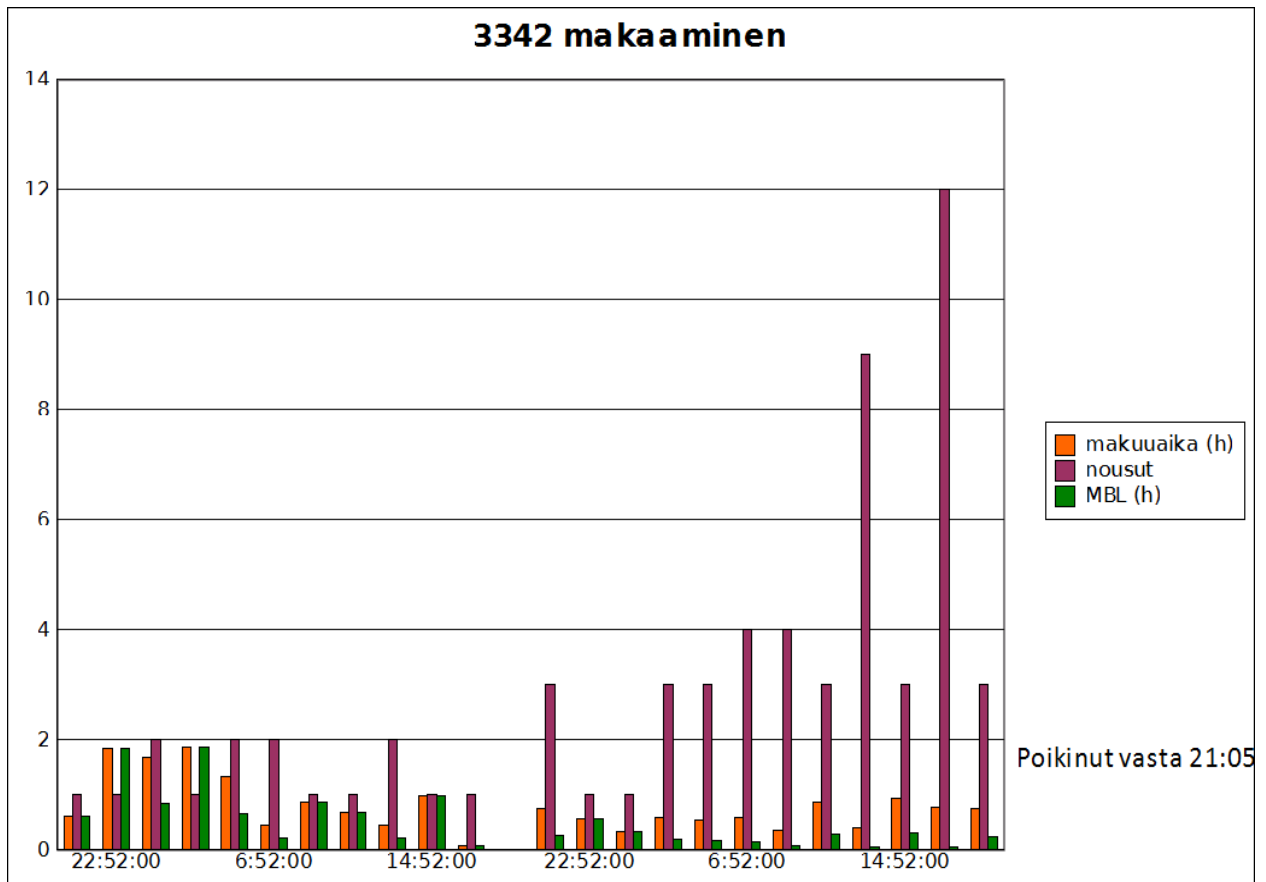
Spearmanin korrelaatiolla oli havaittavissa heikko, mutta tilastollisesti merkitsevä negatiivinen korrelaatio jakson ja makuujaksojen keskipituuden kanssa (Taulukko 3). Toisin sanoen poikimisen lähestyessä lehmien makuu-aika lyheni, mutta makaamisen frekvenssi kasvoi. Tämä on havaittu myös aikaisemmissa tutkimuksissa (Miedema ym. 2011) ja havainnot indikoivat lehmän lisääntyntä levottomuutta. Aineistossamme oli havaittavissa silmämääräisesti suurta yksilöiden välistä vaihtelua. Osalla lehmistä muutokset esiintyivät viimeisen 4 - 6 tunnin aikana ennen poikimista, mutta joillakin lehmillä muutoksia oli havaittavissa jopa 10 tuntia ennen poikimista (esim. Kuva 5). Vaihtelu voi johtua yksinkertaisesti yksilöiden välisistä eroista, mutta joissakin tapauksissa sille voi löytyä myös muita selityksiä, esimerkiksi vaikea poikiminen.

Spearmanilla oli havaittavissa heikko negatiivinen tilastollisesti merkitsevä korrelaatio myös jakson ja lämpötilan välillä (taulukko 3) (Kuvat 7 - 10). Tämä merkitsee mahdollisesti, että lehmien lämpötila laskee ennen poikimista, mutta korrelaatio on sen verran heikko (Kuva 6.), että siitä ei voida vetää varmoja johtopäätöksiä. Meillä lehmien määrä oli varsin pieni ja aineistossa on havaittavissa muutama outlier (Kuva 6), minkä lisäksi kirjallisuuden mukaan lehmän lämpötila (vaginasta tai peräaukosta mitattuna) lähtee laskuun noin 48 tuntia ennen poikimista (Burfeind ym. 2011). Tällä hetkellä analysoimamme aineisto oli juuri viimeisen 48 tunnin ajalta ennen poikimista. Voisikin olla mahdollista, että korrelaatiot olisivat olleet voimakkaampia, jos olisimme ehtineet saada analyysiin mukaan myös vertailuvuorokauden. Bureid ym. (2011) mukaan lehmän ruumiinlämpö voi olla poikimispäivänä jopa 0.6 - 0.7 °C matalampi kuin normaalisti. Meidän aineistossamme lämpötilan lasku saattoi olla jopa useita asteita. On kuitenkin otettava huomioon, että implantti mittaa lämpötilaa lehmän nahan alta ja on siten pintalämpömittari, joten implantin mittaamat lämpötilat eivät ole suoraan verrattavissa sisälämpötilamittauksiin. Pintamittauksissa myös esimerkiksi ulkolämpötila saattaa vaikuttaa tuloksiin.

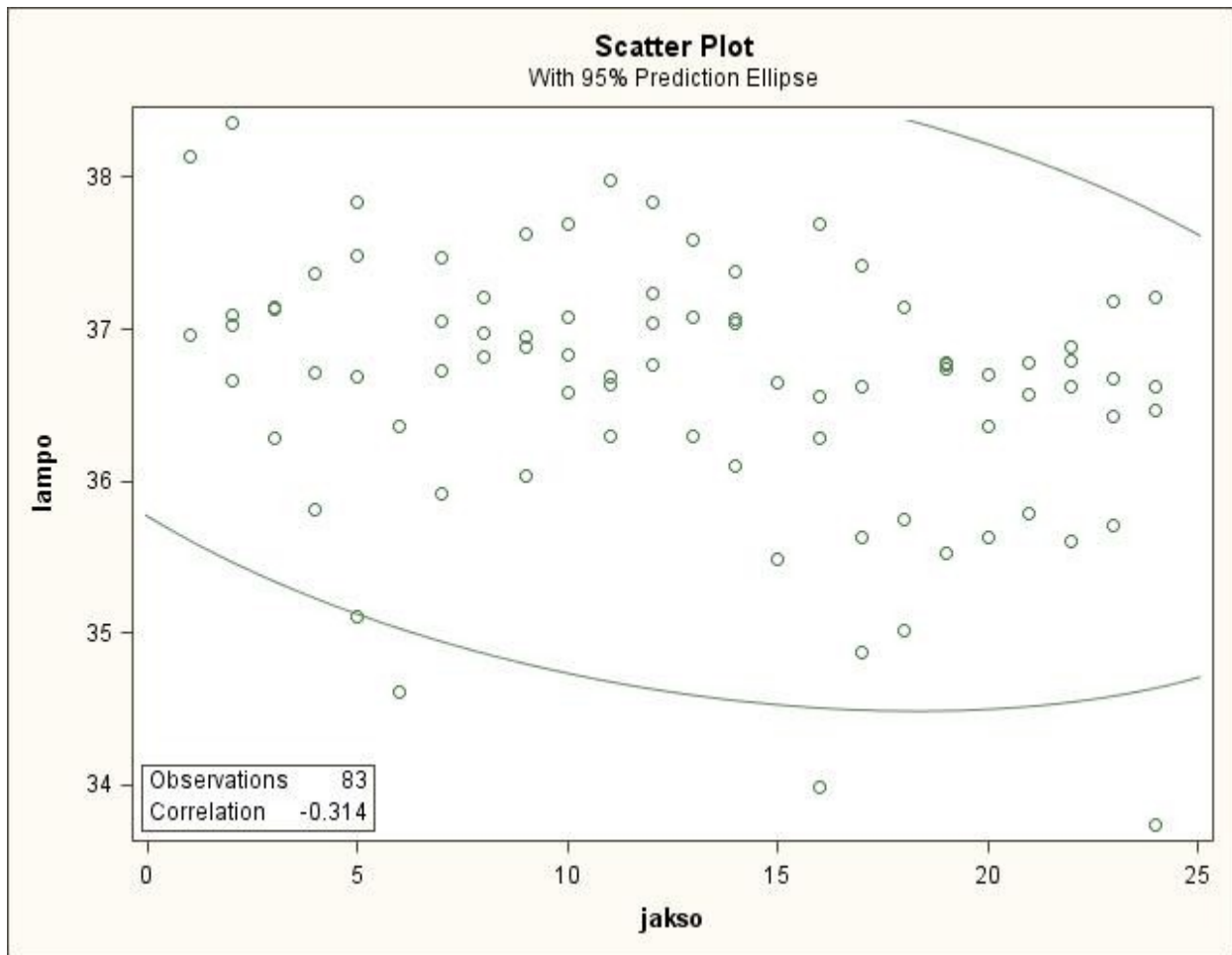
Spearmanilla löytyi myös useita triviaaleja korrelaatioita, kuten että makuu-aika ja makuujaksojen keskipituus korreloi keskenään, tai että makuu-aika ja liikkumisten frekvenssi korreloi negatiivisesti keskenään (Taulukko 3).

Taulukko 3. Spearmanin korrelaatiot käyttäytymismuuttujista ja lämpötiloista kahden tunnin jaksoilta 48 tunnin ajalta ennen poikimista

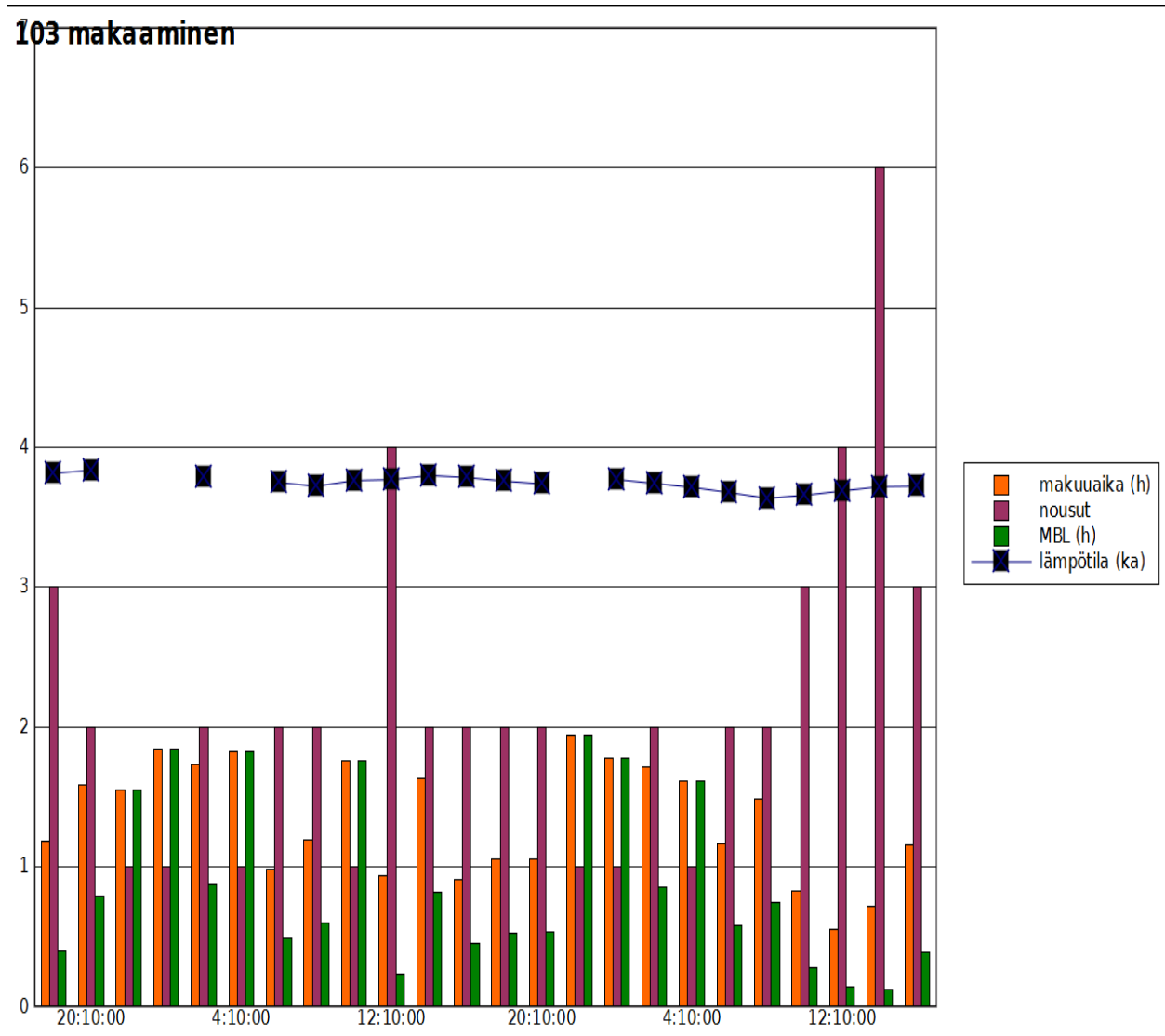
Spearman Correlation Coefficients									
Prob >  r  under H0: Rho=0									
Number of Observations									
	jakso	aika	nousut	liikkumiset	makuuaika	mareaika	MBLh	poikii	lampo
jakso	1	0.05909	0.32996	0.34681	-0.31811	-0.17377	-0.40196	0.34641	-0.33284
		0.5215	0.0002	0.0001	0.0004	0.0577	<.0001	0.0001	0.0021
		120	120	120	120	120	119	120	83
aika		1	0.07684	0.23297	-0.2352	-0.15912	-0.19663	0.17458	0.09067
			0.4042	0.0104	0.0097	0.0826	0.0321	0.0565	0.415
			120	120	120	120	119	120	83
nousut			1	0.18645	-0.13119	-0.08915	-0.40444	0.30327	0.22522
				0.0415	0.1532	0.3329	<.0001	0.0008	0.0406
				120	120	120	119	120	83
liikkumiset				1	-0.88308	-0.46626	-0.74003	0.07947	-0.28273
					<.0001	<.0001	<.0001	0.3882	0.0096
					120	120	119	120	83
makuuaika					1	0.48728	0.80952	-0.04996	0.31509
						<.0001	<.0001	0.5879	0.0037
						120	119	120	83
mareaika						1	0.48889	-0.24119	0.22322
							<.0001	0.008	0.0425
							119	120	83
MBLh							1	-0.1951	0.1739
								0.0335	0.1182
								119	82
poikii								1	-0.10097
									0.3638
									83
lampo									1



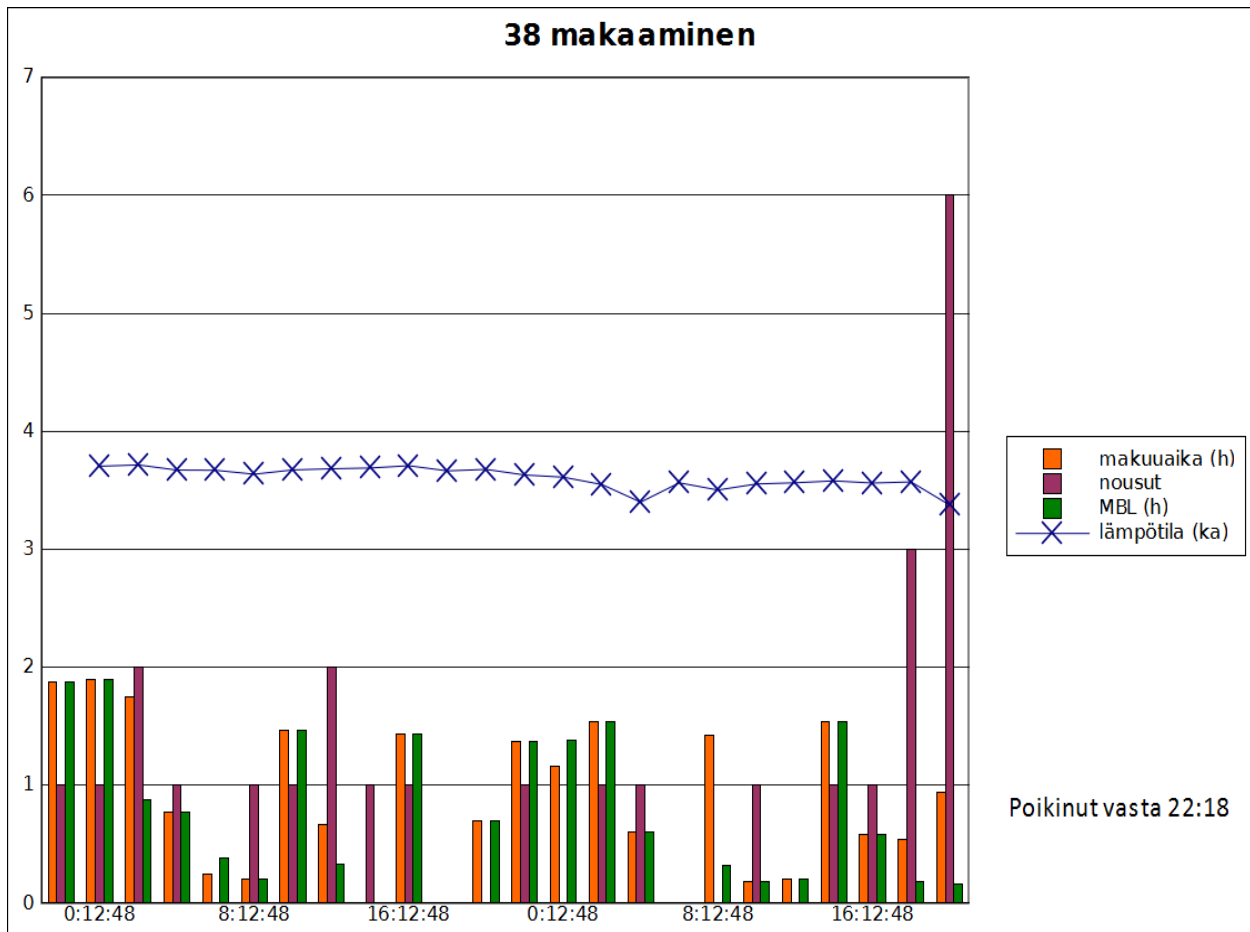
Kuva 5. Lehmän 3342 makaamisen kokonaiskesto (h), frekvenssi ja makaamisjaksojen keskipituus (h) jaettuna kahden tunnin jaksoihin viimeisen kahden vuorokauden aikana ennen poikimista. Mukana ei lämpötilaa.



Kuva 6. Spearmanin korrelaation scatter kuvaaja jaksolle ja lämpötilalle

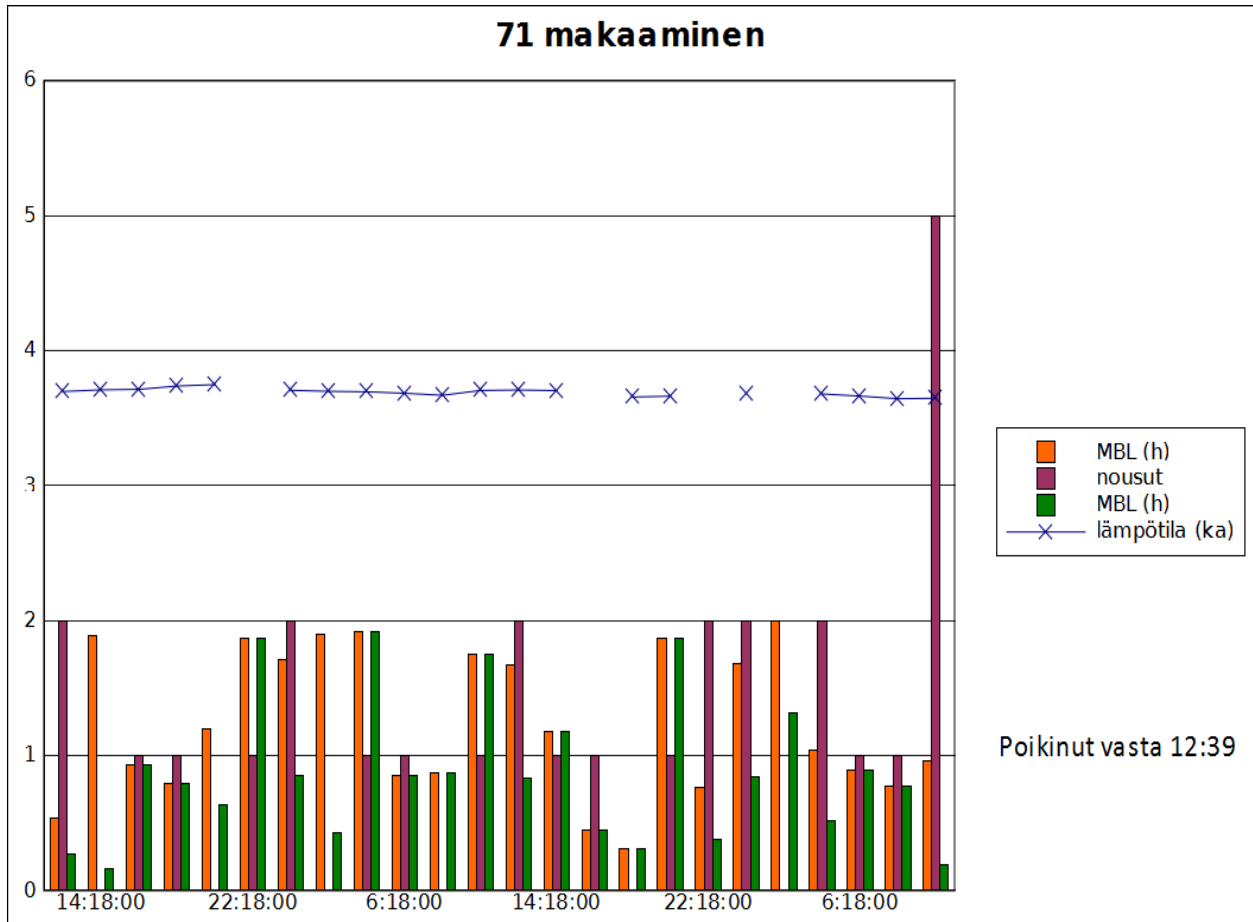


Kuva 7. Lehmän 103 makaamisen kokonaiskesto (h), frekvenssi ja makaamisjaksojen keskipituus (h) jaettuna kahden tunnin jaksoihin viimeisen kahden vuorokauden aikana ennen poikimista. Lisänä lämpötilojen keskiarvot 2 tunnin välein (esitetty 37 °C=3.7, jotta saatu samaan skaalaan käyttäytymisarvojen kanssa).

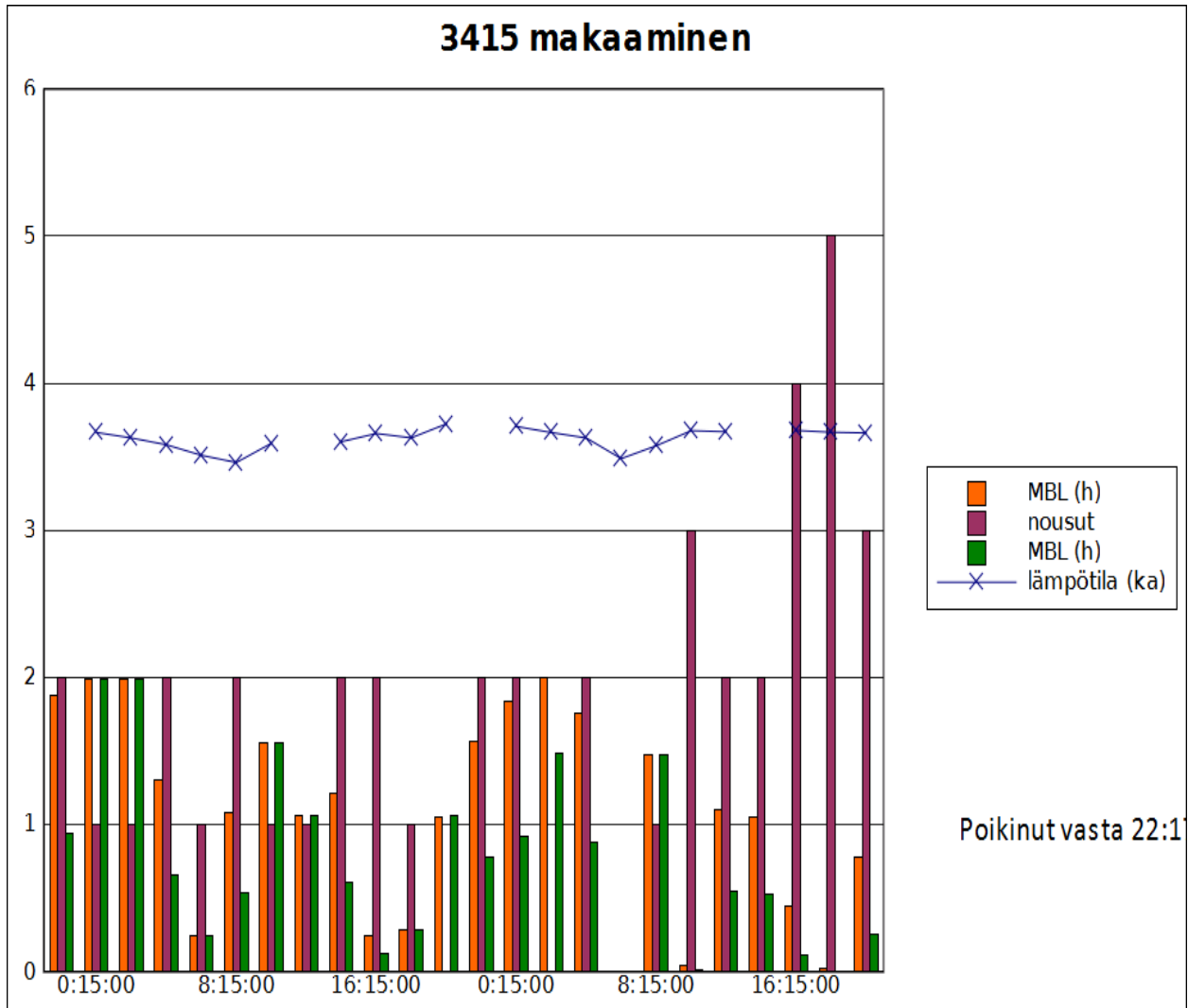


Kuva 8. Lehmän 38 makaamisen kokonaiskesto (h), frekvenssi ja makaamisjaksojen keskipituus (h) jaettuna kahden tunnin jaksoihin viimeisen kahden vuorokauden aikana ennen poikimista. Lisänä lämpötilojen keskiarvot 2 tunnin välein (esitetty 37 °C=3.7, jotta saatu samaan skaalaan käyttäytymisarvojen kanssa).



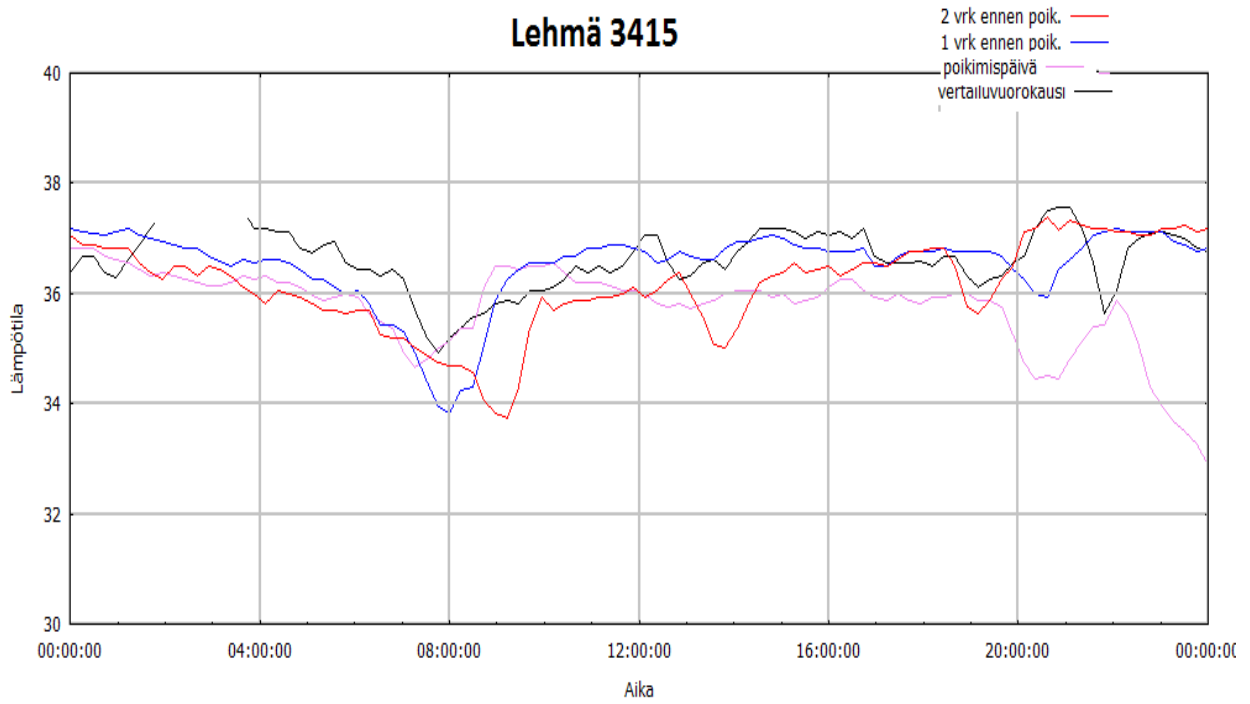


Kuva 9. Lehmän 71 makaamisen kokonaiskesto (h), frekvenssi ja makaamisjaksojen keskipituus (h) jaettuna kahden tunnin jaksoihin viimeisen kahden vuorokauden aikana ennen poikimista. Lisänä lämpötilojen keskiarvot 2 tunnin välein (esitetty  $37\text{ °C}=3.7$ , jotta saatu samaan skaalaan käyttäytymisarvojen kanssa).



Kuva 10. Lehmän 3415 makaamisen kokonaiskesto (h), frekvenssi ja makaamisjaksojen keskipituus (h) jaettuna kahden tunnin jaksoihin viimeisen kahden vuorokauden aikana ennen poikimista. Lisänä lämpötilojen keskiarvot 2 tunnin välein (esitetty 37 °C=3.7, jotta saatu samaan skaalaan käyttäytymisarvojen kanssa).

Lämpötilakuvaajia tarkastellessa havaitsimme lämpötiloissa mielenkiintoisen piirteen. Lehmien lämpötila näyttäisi laskevan aina niiden syödessä (Kuva 11 sekä liite 1). Selitys tälle lämpötilan putoamiselle syömisen yhteydessä voisi olla, että verenkierto keskittyy ruoansulatuselimistöön, etenkin pötsiin, ja tämän takia lehmän pinnalla verenkierto vähenee ja lämpötila laskee. Tämä havainto täytyisi kuitenkin vielä testata tilastollisesti.



Kuva 11. Tässä näkyy selkeästi lämpötilojen muutokset aina ruokinta-aikaan (n. klo 8 ja 20).

## 6 Johtopäätökset ja jatkokehitysideat

Harjoitustyössämme oli tarkoitus tutkia myös EKG:tä ja sen muuttumista poikimisen lähestyessä. Emme kuitenkaan saaneet EKG:tä sisältäviä muuttujia ulos .REM-tiedostoista järkevässä ajassa ja määrässä. Jo pelkkä .REM-tiedoston kääntäminen saattoi viedä yli tunnin ja lisäksi tallennustilaa kului gigoittain. Jatkossa myös EKG:tä voisi tutkia ja verrata sitä lämpötilojen muutoksiin.

Myös tiedon esiprosessoinnin miettiminen ja automatisointi nousi tärkeään muotoon. Näin suuren datamäärän käsittely ”käsini” on todellakin erittäin aikaa vievää ja itseään toistavaa toimintaa. Kuitenkin ajanpuutteesta johtuen automatisointi jäi suorittamatta. Kiinnostava kohde olisi ollut myös lämpötilojen ja havaittujen supistusten välisen riippuvuuden testaaminen. Lisäksi tilastollisilla analyyseillä olisi voitu selvittää lämpötilan muutosta syömisen yhteydessä.

Kuitenkin kantapään kautta opimme ainakin paljon tutkimuksen teosta ja siitä, miten tutkimuksen suunnittelu on erityisen tärkeää, jotta tutkimuksen pääpiirteet ja osavaiheet pysyisivät tekijöiden mielessä. Välillä tutkimuksen tekijät olivat hämillään, että kuinka edetä ja mitä pitäisi tehdä seuraavaksi. Myös työkaluja käytettiin monessa tapauksessa ensimmäistä kertaa, niin tämäkin aiheutti oman kynnyksensä. Nämä kaikki olivatkin osavaikuttajana suuressa loppukiireessä ja ajanpuutteessa. Asioita piti opetella samalla, kun teki, mutta tekemällä oppii. Vaikkakin se välillä on hyvin hidasta.

## 7 Lähteet

Burfeind O, Suthar VS, Voigtsberger R, Bonk S, Heuwieser W, 2011: Validity of prepartum changes in vaginal and rectal temperature to predict calving in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 94:5053 - 5061.

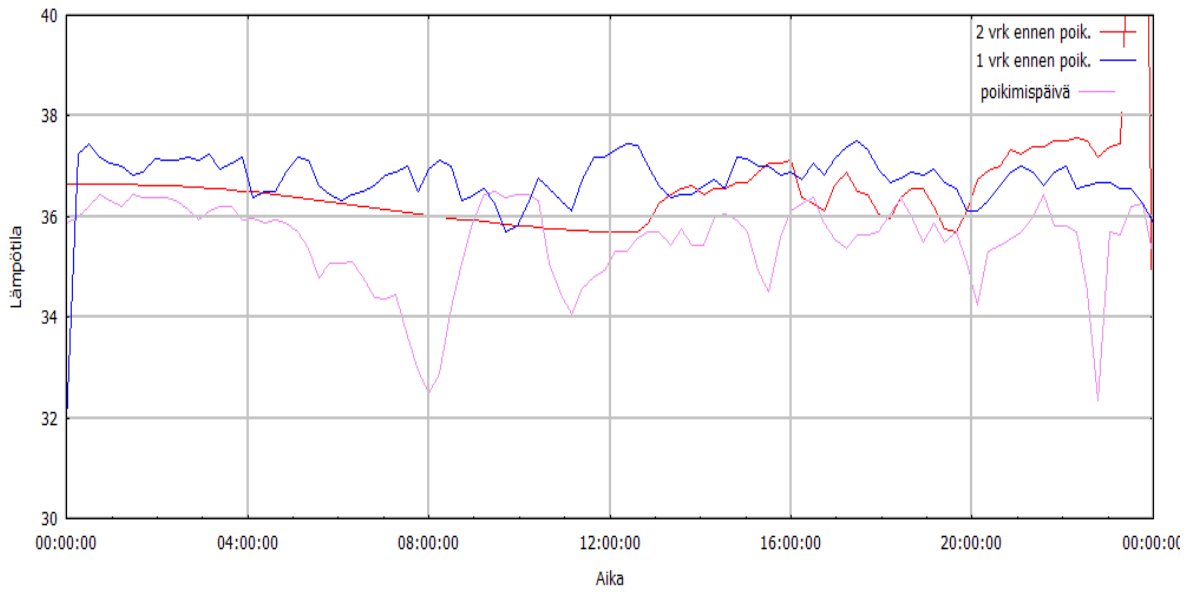
Miedema HM, Cockram MS, Dwyer CM, Macrae AI, 2011: Changes in the behaviour of dairy cows during the 24 h before normal calving compared to behaviour during late pregnancy. *Applied Animal Behaviour Science* 131: 8 – 14

Mononen J, Järvinen M, Ruuska S, 2012: Poikimisen automaattinen valvonta ja ennustaminen. Haettu Internetistä 29.5.2013:  
[http://nythanke.files.wordpress.com/2012/02/nyt\\_poikimisen-valvonta-ja-ennustaminen\\_210220121.pdf](http://nythanke.files.wordpress.com/2012/02/nyt_poikimisen-valvonta-ja-ennustaminen_210220121.pdf)

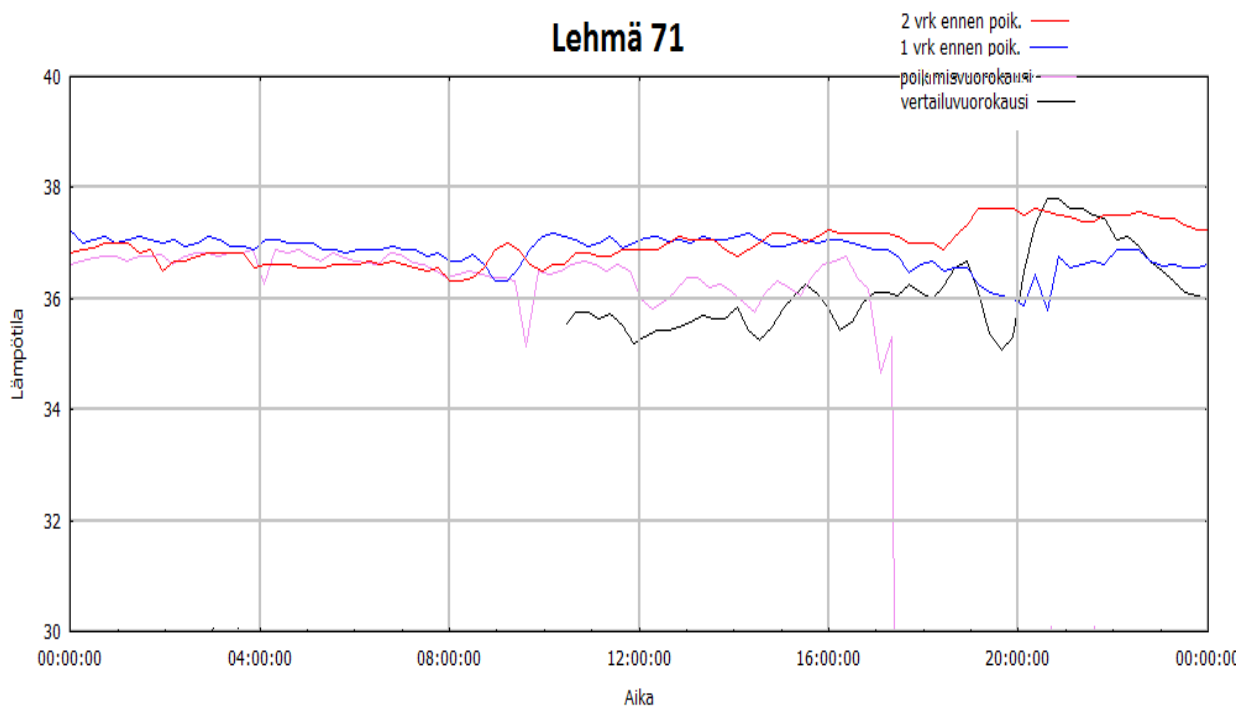
Remowel: Uudet hyvinvointiteknologiat tuotantoeläinten terveyden ja hyvinvoinnin pitkäaikaisseurannassa, Loppuraportti 2013. MTT/MMM. Dnro: 2872/502/2008.

# Liite 1

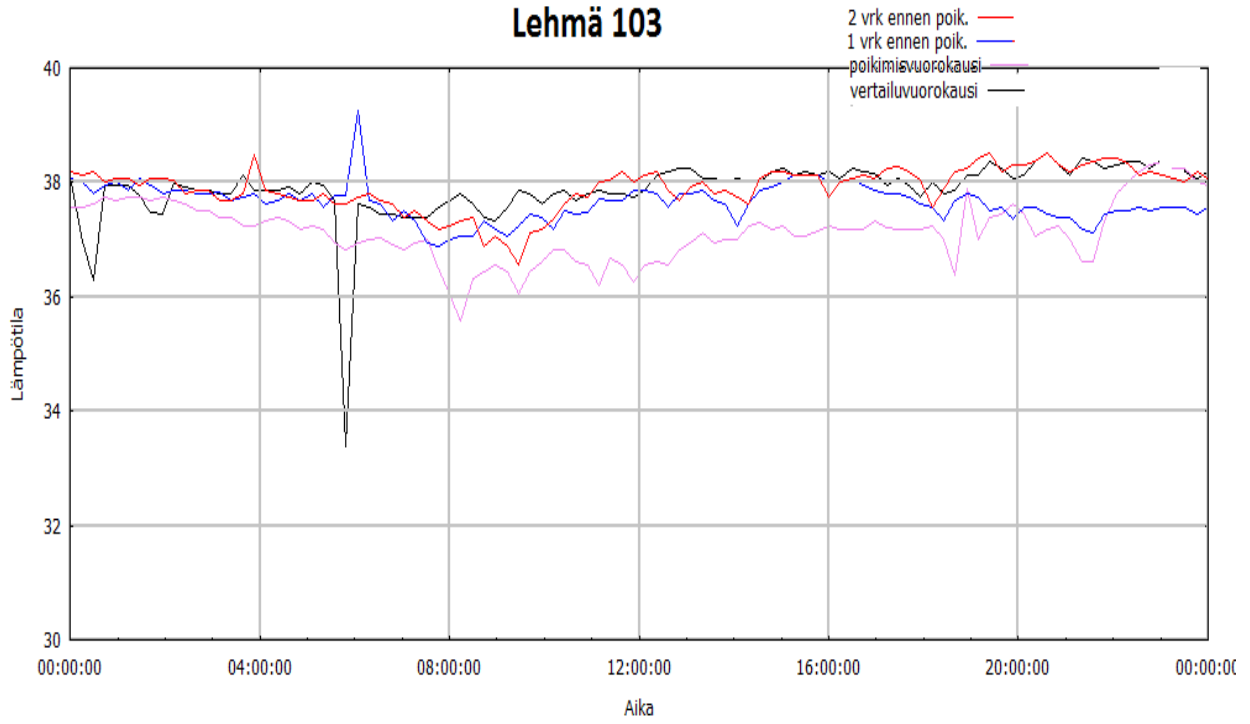
## Lehmä 38 lämpötila



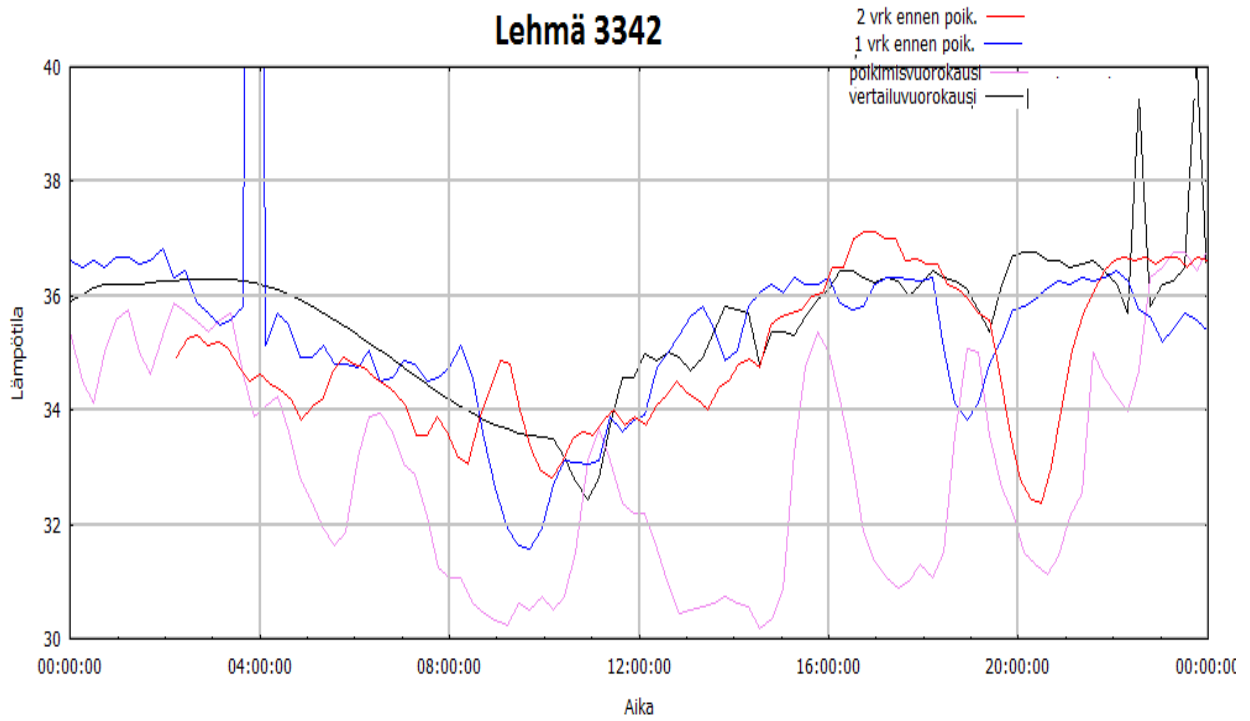
## Lehmä 71



### Lehmä 103



### Lehmä 3342



# Lehmä 3415

