

Tiedonlouhinnan harjoitustyö

Jonne Heikkinen jojheikk@student.uef.fi

Sami Hyvönen samhyvon@student.uef.fi

Salla Ruuska salla.ruuska@uef.fi

## Ruokinta-automaattidatan analyysi

### 1 JOHDANTO

Eläintutkimuksessa ja –tuotannossa hyödynnetään enenevässä määrin automaattisia laitteita, joiden avulla seurataan esimerkiksi eläinten terveyttä ja käyttäytymistä. Automaattiset mittalaitteistot tuottavat suuria lokitiedostoja, joiden sisältämän tiedon täysimittaista hyödyntämistä varten tarvitaan uusia menetelmiä. Nautojen ruokinta-automaatti (Roughage Intake Control, Insentec BV, Alankomaat) on laajalti ruokinta- ja käyttäytymistutkimuksissa käytetty laitteisto, joka mittaa ja säätelee eläinten karkearehun saantia. Automaattia käytetään pääsääntöisesti eläinten yksilöllisten karkearehun kulutuksen mittaamiseen, mutta lokitiedostoa voidaan hyödyntää myös eläinten käyttäytymisen mittauksessa (ks. Hämäläinen 2012). Tutkimuksemme tavoitteena oli kartoittaa, millaista tietoa ruokinta-automaatin lokitiedostosta voidaan löytää tiedonlouhinnan menetelmillä: tutkimuksessa pyrittiin löytämään syömisnopeuteen vaikuttavia tekijöitä, eläinten ruokinta-automaattipreferenssit sekä selvittää voidaanko lokidatan perusteella tehdä alustavia selvityksiä eläinten sosiaalisista suhteista.

### 2 DATA

Harjoitustyössä tutkittiin Maa- ja elintarviketalouden tutkimuslaitoksen tutkimuspihatosta (Maaninka CowLab) kerättyä dataa. Tutkimuksessa käytetty data on kerätty lypsylehmiä ruokintakokeessa, jonka tarkoituksena oli selvittää eri tavoin koottujen dieettien vaikutusta lypsylehmiä maidontuotantoon. Koe kesti 12 viikkoa (14.12.2010-7.3.2011) ja se oli jaettu neljään samanpituisen jaksoon, joilla eläinten ruokinta vaihteli. Kokeessa oli mukana 40 lypsyrotuista lehmää, jotka olivat kahdella identtisellä koe-osastolla. Molemmilla koeosastoilla oli 12 ruokinta-automaattia (Roughage Intake Control, Insentec, Alankomaat), jotka on asennettu riviin koeosaston yhdelle sivulle. Eläimillä ei ollut vapaata pääsyä koeosastolta toiselle. Eläimiä hoidettiin normaalien hoitokäytäntöjen mukaisesti.

Tiedonlouhinta keskittyi ruokinta-automaattidataan (Roughage Intake Control, Insentec BV, Alankomaat), joka oli tapahtumalokidataa. Ruokinta-automaatin datarivejä oli 111837 kpl ja

muuttujia oli 9 kpl riviä kohden. Ruokinta-automaattidatan lokitiedostoon kirjautuu tapahtuman päivämäärä, visiitin alku- ja loppuaika, visiitin kesto (s), rehun paino visiitin alussa ja lopussa (100 g tarkkuudella) sekä eläimen, rehun ja automaatin ID:t. Lisäksi käytössä oli apumuuttujia: eläinten aktiivisuusdataa (Nedap Lactivator, Alankomaat) ja eläinten elopainot (Nedap, Alankomaat) sekä eläinten (rotu (Ayrshire, Holstein), poikimakerta, tuotantokauden vaihe, eläinten maitomäärä ennen kokeen alkua) ja rehujen (kuiva-aineprosentti) taustatietoja, joita käytettiin tulosten tulkinnan apuvälineinä.

### 3 ESIPROSESSOINTI

Ruokinta-automaatin datasta poistettiin selvästi virheelliset havainnot (negatiiviset syönnit), visiitit, joissa eläin ei syönyt karkearehua, sekä duplikaattirivit. Tutkimukseen otettiin mukaan vain ne eläimet, joista oli taustatietoja saatavilla.

#### 3.1 Muuttujat

Muu-tiedostoon yhdistettiin ruokinta-automaattien data ja kaikki merkittävät taustatiedot. Ensimmäisessä vaiheessa yksittäisten päivien lokidatat ketjutettiin yhdeksi pitkäksi tiedostoksi ja päivittäiset aikaleimat muutettiin UNIX-aikaleimoiksi. Datasta poistettiin 0-rivit, negatiiviset syönnit ja tarkistettiin data duplikaattien varalta. Seuraavaksi tarkasteltiin dataa taustatietoja vasten. Vain 37 lehmälle datan 40 lehmästä löytyi taustatietoja. Datasta poistettiin rivit, jossa ei ole lehmälle taustatietoja. Näitä rivejä löytyy yhteensä 2953. Dataan diskretoitiin muuttuja vuorokauden aika, joka kertoo syöntitapahtuman sijoittumisen joko yölle, aamulle, päivälle tai illalle.

Ruokinta-automaattidata sisältää rehuid-muuttujan, joka kertoo syödyn rehun tunnistenumeron. Rehun kuiva-aine pitoisuus vaihtelee päivittäin ja mittaustuloksia siitä ei ole joka päivältä, joten puuttuvat kuiva-aine pitoisuudet täydennettiin eteen- ja taaksepäin kattamaan koejakso. Rehuille 1121 ja 1122 ei ollut mitattu yhtään kuiva-aine pitoisuutta koejaksolla, joten niiden kohdalle merkittiin NULL, puuttuva arvo.

Eläinten taustatiedot ja ruokinta-automaattidatasta lasketut muuttujat yhdistettiin yhteen taulukkoon (taulukko 1). Taustatiedoista paino oli ensimmäinen lisätty muuttuja. Lehmän paino vaihteli punnituskertojen välillä, joten painoksi valittiin päivän keskiarvo ja painot liitettiin vastaamaan eläimen koko vuorokauden painoa. Seuraavaksi lisättiin eläimen aktiivisuus. Aktiivisuus mitattiin jatkuvasti, mutta laitteen tallenne puretaan lypsyjen yhteydessä kahdesti vuorokaudessa. Laitteen data liitettiin laitteen purkukertojen välisen ajan jakson dataksi. Viimeisenä liitettiin muut taustatiedot: lehmän rotu, poikimakerta, poikimapäivä, DIM (days in milk, tuotoskauden vaihe) ja maitomäärä ennen koejaksoa. Muuttujien jakaumat visualisoitiin (Liite 1).

Taulukko 1. Eläinten taustatiedot: rotu (0 = Holstein, 1 = Ayrshire), paino (kg), SyontienPituusKA (keskiarvo yhden visiitin pituudelle), KokSyon (kokonaissyönti testijakson aikana, kg), SyontiN (syontinopeus kg ka/min testijakson aikana), Lempiku (eläimen eniten käyttämä ruokinta-automatti), SyötyRe (kg, kokeen aikana eläimen syömä rehu), Aktiivisu (aktiivisuusmittauksen keskiarvo), Poikimis (eläimen poikimakerta), DIM (days in milk, tuotoskauden vaihe), MaitoEn (eläimen maitomäärä ennen koetta, kg) ja Tyypill (TyypillinenRuokailuAika). Lisäksi eläinten visiittien

Lehmal	Rotu	Paino	SyontienP	KokSyonti	KokSyonti	SyontiNo	Lempikup	YoSyontiR	Aamusyoi	Paivasyori	Iltasyonti	SyotyReh	Aktiivisu	Poikimis	DIM	MaitoEn	Tyypilline
6	0	683.5	288	933979	3243	0.23	21	0.17	0.27	0.29	0.27	3592.4	8416	3	38	38.26	paiva
39	0	660	270.41	1231971	4556	0.2	1	0.13	0.29	0.33	0.26	4066.9	10653	2	32	38.29	paiva
47	0	647.5	348.96	1050356	3010	0.23	22	0.16	0.26	0.33	0.26	3952.5	6994	2	35	47.67	paiva
48	0	517.7	165.25	388344	2350	0.31	21	0.15	0.23	0.3	0.32	2004.8	11952	2	111	35.06	ilta
49	0	612.4	370.41	1163471	3141	0.17	2	0.17	0.32	0.29	0.22	3223.2	10016	2	77	43.89	aamu
50	0	663.9	394.27	522009	1324	0.18	5	0.17	0.18	0.39	0.26	1564.9	14282	2	96	40.62	paiva
53	0	654.7	354.55	1031029	2908	0.25	14	0.11	0.26	0.35	0.28	4311.9	2345	2	83	42.76	paiva
55	0	707.4	269.5	1021683	3791	0.22	24	0.14	0.29	0.33	0.24	3722.4	12477	2	49	31.75	paiva
57	0	572.8	238.73	720715	3019	0.22	9	0.15	0.24	0.35	0.27	2698	13307	2	110	36.61	paiva
58	0	742	374.05	1198094	3203	0.25	14	0.17	0.27	0.3	0.27	4923.5	703	3	71	43.82	paiva
59	0	701.7	408.37	1095666	2683	0.24	18	0.16	0.26	0.35	0.23	4299.3	1101	2	105	42.8	paiva
61	0	651.3	266.36	855804	3213	0.26	6	0.18	0.27	0.33	0.22	3769	8933	2	57	46.26	paiva
62	0	635.8	250.52	824468	3291	0.24	18	0.17	0.27	0.34	0.21	3302.2	4483	2	37	43.69	paiva
81	0	619.3	299	1085062	3629	0.18	23	0.21	0.21	0.32	0.26	3195	9880	1	121	30.4	paiva
83	0	679.9	224.59	847162	3772	0.21	1	0.13	0.22	0.34	0.3	2900.6	8952.05	1	136	33	paiva
85	0	642.6	390.16	914536	2344	0.21	15	0.13	0.27	0.37	0.22	3256.1	14080	1	130	34	paiva
87	0	657.6	256.55	905883	3531	0.2	9	0.24	0.26	0.28	0.22	2974	12491.21	1	99	37.3	paiva
90	0	519.2	169.3	906788	5356	0.21	16	0.16	0.22	0.33	0.29	3130.8	2396	1	30	29.71	paiva
276	0	688.5	348.8	795262	2280	0.3	20	0.14	0.33	0.31	0.22	3934.5	14003	7	53	47.98	aamu
290	0	718.8	339.31	1023350	3016	0.2	3	0.16	0.29	0.32	0.23	3370.7	2525	6	104	40.51	paiva
354	0	762.3	495.65	809888	1634	0.23	12	0.09	0.34	0.38	0.18	3052.6	5543	3	79	44.17	paiva
367	0	683.4	614.82	1059329	1723	0.25	16	0.08	0.37	0.35	0.2	4494.7	6181	3	72	40.12	aamu
369	0	721.7	529.61	1178917	2226	0.21	11	0.14	0.29	0.35	0.22	4106	7640	4	45	47.57	paiva
371	0	762.6	400.83	1273827	3178	0.24	15	0.19	0.25	0.33	0.22	4997.5	8455	4	112	46.86	paiva
375	0	691.1	295.65	899359	3042	0.24	22	0.15	0.26	0.32	0.26	3653.3	2513	3	103	42.55	paiva
3316	1	633.6	235.82	729634	3094	0.2	17	0.16	0.27	0.35	0.23	2449.5	9720	2	95	31.59	paiva
3341	1	604.2	280.17	815589	2911	0.24	17	0.18	0.23	0.31	0.28	3287.4	8848.82	2	109	30.85	paiva
3346	1	599.7	420.57	834413	1984	0.2	22	0.13	0.27	0.32	0.28	2821.6	1834	1	31	33.01	paiva
3395	1	640.9	214.16	799044	3731	0.24	24	0.15	0.22	0.29	0.34	3144.9	1795	1	86	31.16	ilta
4260	1	635.4	265.84	1075850	4047	0.16	22	0.18	0.23	0.31	0.28	2922.2	13409	1	68	38.4	paiva
4261	1	654.2	346.45	929169	2682	0.18	10	0.16	0.24	0.28	0.31	2717.6	1884	2	119	30.08	ilta
4262	1	692.7	313.67	927208	2956	0.22	13	0.21	0.22	0.26	0.31	3340.1	2195	1	68	39.52	ilta
4266	1	604.3	330.27	1363692	4129	0.15	13	0.14	0.24	0.37	0.26	3363.6	10810	2	74	36.98	paiva
4268	1	653.7	337.21	1101989	3268	0.16	12	0.12	0.24	0.32	0.32	3007.2	2780	2	61	32.97	ilta
4300	1	650	190.42	796704	4184	0.27	24	0.17	0.22	0.32	0.29	3596.9	7068	1	37	28.83	paiva
4303	1	628.1	291.94	989076	3388	0.19	16	0.17	0.23	0.29	0.31	3089.5	2179	1	34	28.28	ilta

ajankohta jaettiin neljään osaan: YoSyont (klo 24-06), AamuSy (klo 06-12), PäiväSyö (klo 12-18) ja IltäSyön (klo 18-24).

### 3.2 Minuuttidata

Lokidatasta muodostettiin minuuttidataversio, jotta voidaan tarkastella lehmien yhtäaikaista ja peräkkäistä käyttäytymistä. Esimerkiksi, ketkä ovat syömässä samaan aikaan ja millä automaateilla. Minuuttidatassa on aikasarake ja kullekin datan lehmälle kuppisarake. Aikasarakkeen arvo on minuutti UNIX-aikana ja kuppisarakkeen arvo on automaatin numero, jos lehmä on automaatilla ja 0 jos lehmä ei ole millään automaatilla.

Minuuttidatasta tehtiin sääntöjä 1-30 minuutin aikaikkunalla, siten että lehmän edellinen automaatti, aloitus ja lopetus ajat tallennettiin muuttujiin ja päivitettiin joka minuutti. Jos lehmä aloittaa syömisen, eikä ole syönyt aika ikkunan sisällä, tällöin kyseessä on aloittaminen. Jos lehmä poistuu, eikä aloita uudestaan tapahtuma on poistuma.

Sääntöjä tehtiin kahdella vaihtoehtoisella logiikalla. Ensimmäisessä tarkasteltiin aloittamis-lopettamis-synkronointia. Jos lehmä aloittaa ja joku toinen lehmä on aloittanut aikaikkunan sisällä, niin merkitään positiivinen aloittaminen. Jos lehmä aloittaa kun joku toinen lehmä on poistunut aikaikkunan sisällä, merkitään negatiivinen aloittaminen. Jos lehmä poistuu, kun joku toinen lehmä on aloittanut, merkitään negatiivinen poistuminen. Ja jos lehmä poistuu ja joku toinen lehmä on poistunut myös, niin merkitään positiivinen poistuminen.

Toinen logiikka on näiden tapahtuminen looginen negaatio eli siirtymistilanteet, joissa lehmä aloittaa syönnin uudestaan jonkun aikaikkunan sisällä poistumisesta tai toisella automaatilla. Tällöin laskettiin lehmien etäisyydet vanhasta ja uudesta automaatista muihin syöjiin ja jos etäisyys siirtymässä pienenee, niin siirtymä on positiivinen ja sen kasvaessa negatiivinen. Siirtymä on neutraali, jos etäisyydet eivät muutu.

Alkuperäisessä versiossa ei huomioitu osastoja, joten myöhemmin tehtiin versiot, jotka ottivat huomioon osastot.

## 4 MALLINNUSMENETELMÄT

### 4.1 Ruokinta-automaattien poikkeuksellisen käyttäytymisen havaitseminen

Tutkimuskysymyksiämme oli onko jollain lehmällä poikkeuksellisen paljon visiittejä eri automaateilla tiettyjen lehmien läsnä ollessa, mihin kellon aikaan tapahtumat sijoittuvat, mitkä eläimet syövät yhdessä sekä mitkä eläimet syövät aikoina, jolloin eläimet eivät pääsääntöisesti käy

automaateilla. Tätä selvittääksemme haimme Kingfisherillä lokidatasta riippuvuuksia kahden tunnin aikaväleillä. Muodostimme lokidatasta version, joka on diskretoitu kahden tunnin ikkunoihin. Kultakin kahden tunnin aikajaksolta tarkastelimme kaikkia eläimiä, jotka ovat käyttäneet ruokinta-automaatteja. Jokaisesta automaatilla käyneestä eläimestä muodostimme muuttujat *LehmaID*, *Maara*, *VisiittienLkm* ja *KuppienLkm* –muuttujat. Lisäksi jokaiselle kahden tunnin aikaikkunalle on muuttujat kuvaamaan aikaväliä (esimerkiksi klo 00-02) ja syöjien lukumäärä yhteensä aikavälin sisällä.

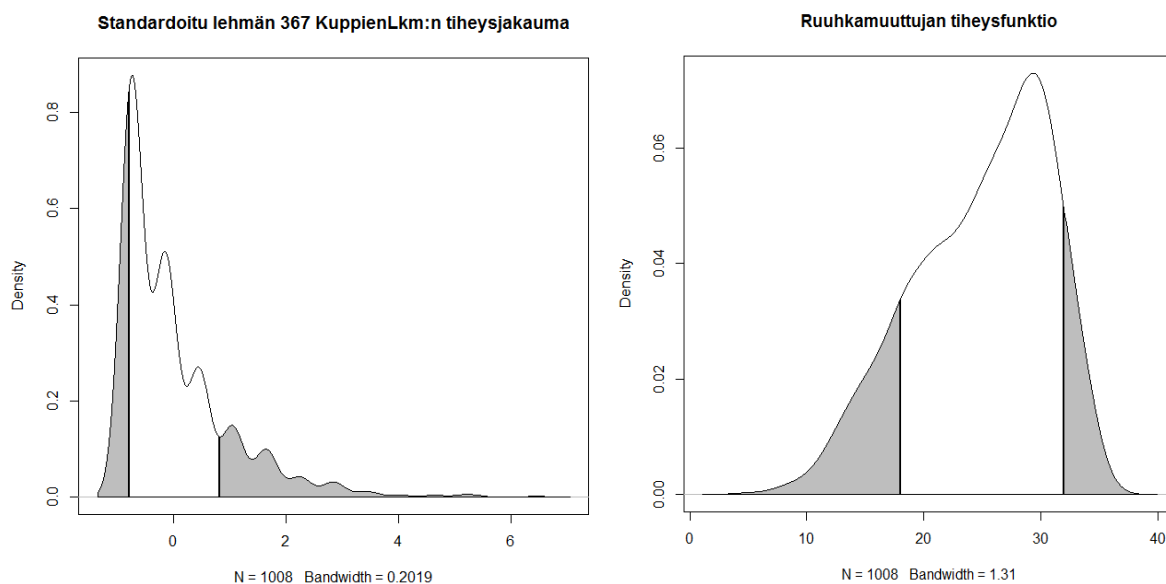
”Maara” on syöty rehu (kg), ”VisiittienLkm” on visiittien lukumäärä ja ”KuppienLkm” indikoi kuinka monelle automaatille on rekisteröity visiittejä. Jotta muuttujien tiedot saadaan yhdistettyä lehmään, ne kirjoitetaan muotoon *MaaraX*<arvo>, *VisiittienLkmX*<arvo> ja *KuppienLkmX*<arvo>, missä *X* on *LehmaID*.

Kustakin muuttujasta *X* laskettiin standardoitu arvo *X'* s.e.,

$$x'_i = \frac{x_i - avg_{LehmaID}(X)}{stdev_{LehmaID}(X)}$$

missä  $avg_{LehmaID}(X)$  on *X*:n keskiarvo ja  $stdev_{LehmaID}(X)$  on *X*:n keskihajonta tietylle *LehmaID*:lle.

Standardoidut muuttujanarvot diskretoitiin seuraavalla tavalla  $-\infty < \text{Pieni} < -0.8 < \text{Norm} < 0.8 < \text{Suuri} < \infty$ . Arvot valittiin nopealla kokeilulla, vasta jälkikäteen plottaamalla huomasimme, että alarajaa olisi voinut säätää (Kuva 1). Ruuhkamuuttuja diskretoitiin kuvan 1 mukaisella tavalla.



Kuva 1. Esimerkkinä eläimen 367 käyttämien automaattien (*KuppienLkm*) standardoitu tiheysjakauma ja ruuhkamuuttujan tiheysfunktio. Pienet arvot (merkitty harmaalla) on luokiteltu ”Hiljaista” ja suuret arvot (merkitty harmaalla) on luokiteltu ”Ruuhka”.

### 4.3 Minuuttidatan säännöt

Minuuttidatan säännöistä etsittiin Kingfisher-ohjelmalla korkeintaan 1000 merkittävintä riippuvuutta aikaikkunalla 1-30 minuuttia raja-arvolla  $M=4$  logaritmisella Fisherin p-arvoilla. Riippuvuudet saattoivat esiintyä myös määritelmää vasten kääntäen, joten ne käännettiin määritelmien mukaisiksi. Säännöistä, jotka olisivat ristiriitaisia tai duplikaatteja, poistettiin ja vain merkittävimmät säilytettiin.

### 4.4 Hierarkian mallinnus

Hierarkiaa mallinnettiin lokidatasta laskemalla lehmille muuttujat järjestys ja aikaero automaatilla. Automaatin järjestys ja aikaero nollattiin joka kerta, kun automaatissa olleen rehun massa oli edellistä lokimerkintää suurempi. Ensivedoksessa jokainen visiitti on samanarvoinen tapahtuma, jolloin yksilölliset erot syömistavoissa dominoivat. Jos lehmä syö yhtäjaksoisesti vetämättä päätään ulos automaatista, se saa vähemmän aikaleimoja ja sijoituksia, kun lehmä joka vetää päänsä pois automaatista usein.

Alkuperäinen vedos ei painottanut syönnin merkitystä. Sitä voidaan painottaa käytetyn syömisajan tai syödyn massan mukaan (jonkin sortin valistunut arvaus), mutta tällöin myös taustatekijät saattavat enemmän korreloida datan suhteen. Tällöin erottuisi milloin todellinen syönti on tehty ja milloin vain maisteltu.

### 4.5 Vierekkäiset visiitit

Datasta etsittiin myös riippuvuuksia eläinten välisistä vierekkäisistä visiiteistä. Tätä varten samaan aikaan syövästä minuutin välein diskretoivista tehtiin versio, jossa on yhdellä rivillä LehmäXAutomaatilla ja mikäli vasemmalla ja/tai oikealla on toinen lehmä, se/ne kirjataan muotoon Yvieressä. Esitietona oli, että automaatit ovat yhdessä rivissä molemmilla osastoilla s.e., 1-12 ovat osastolla 1 ja automaatit 13-24 osastolla 2. Tämä otettiin huomioon vierekkäisissä tarkasteluissa.

Löydetyistä riippuvuuksista muodostettiin vierusmatriisi  $A$  s.e.,  $A[i,j] = 1$ , jos lehmille  $i$  ja  $j$  on merkitty merkittävä määrä samanaikaisia vierekkäisiä visiittejä. Tällaisten sosiaalisten verkostojen mallintaminen graafilla on sopivaa, joten käytimme R:n igraph -kirjastoa visualisointiin.

#### 4.6 Nollasyönnit

Nollasyönnillä tarkoitetaan sellaista visiittiä automaatilla, jonka aikana automaatin rehumäärä ei vähene ts. eläin ei syö rehua automaattista visiitin aikana. Tarkastelun tarkoituksena on selvittää, liittyvätkö nollasyönnit tiettyihin/tiettyyn rehuun, lehmään, aikaan tai automaattiin. Tätä varten muodostetaan datasta versio siten, että kullakin rivillä on muuttujat Nollasyönti, LehmaID, KuppiID, Aika (2H diskri), RehuID. Nollasyöntejä on datassa yhteensä ~13.5%. Nollasyöntien tarkastelussa käytettiin apuna Kingfisher ohjelmaa.

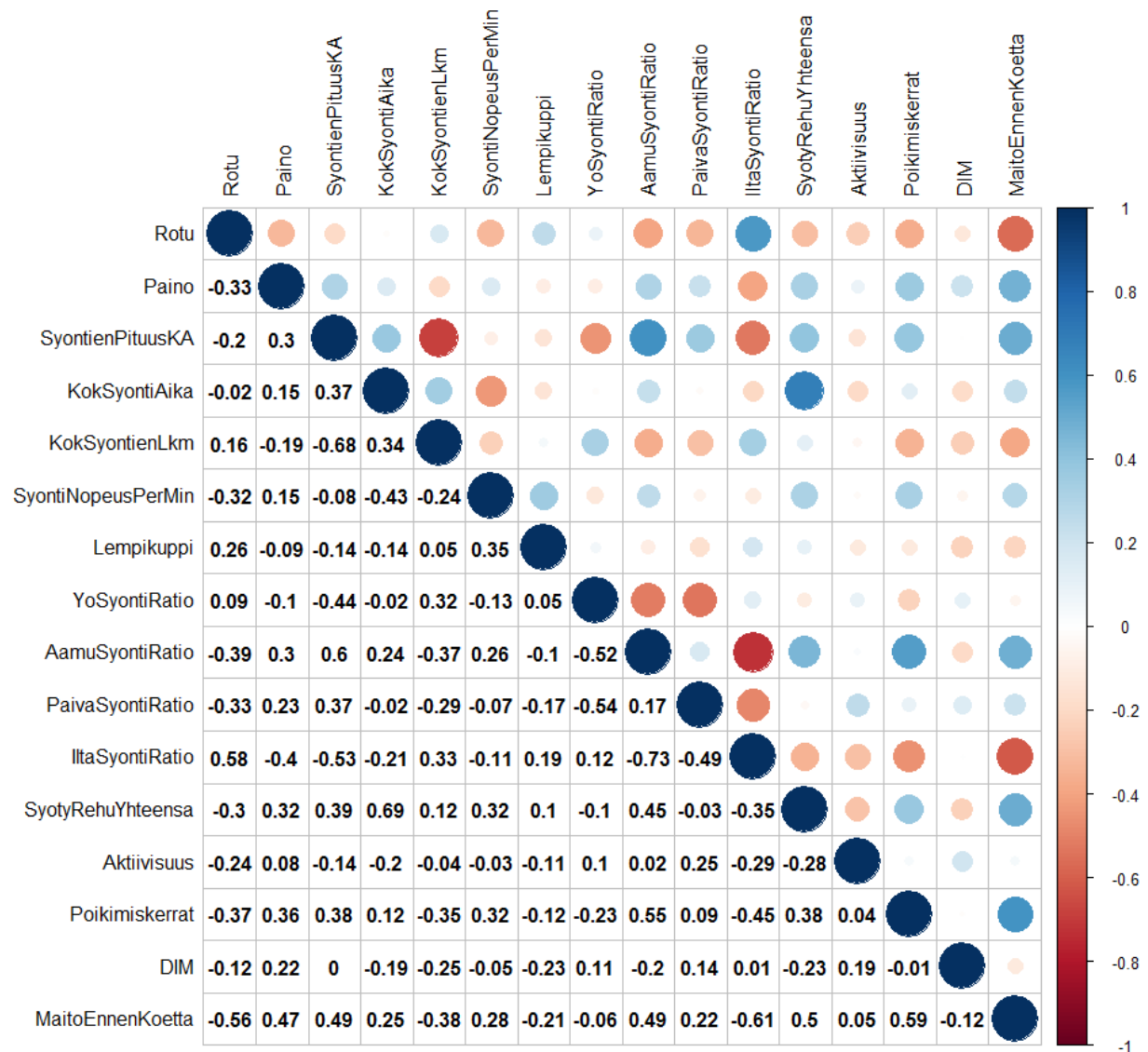
#### 4.7 Eläinten ruokinta-automaattien preferenssien mallintaminen

Eläinten eri preferenssit ovat myös kiinnostavia. Eläinten tiettyjen ruokinta-automaattien suosiminen voi tuoda lisää voimaa muihin tulkintoihin tai se voi liittyä esimerkiksi automaatin tarjoamiin rehuihin. Automaattien suomista selvitettiin etsimällä riippuvuuksia Kingfisherillä muodostamalla lokidatasta uusi versio, s.e. lokidata jaettiin ensin kahteen osaan osastojen suhteen. Osastolla 1 on ruokinta-automaati 1-12 ja osastolla 2 ruokinta-automaatit 13-24. Seuraavaksi kullakin visiitiltä merkattiin LehmaID ja KuppiID.

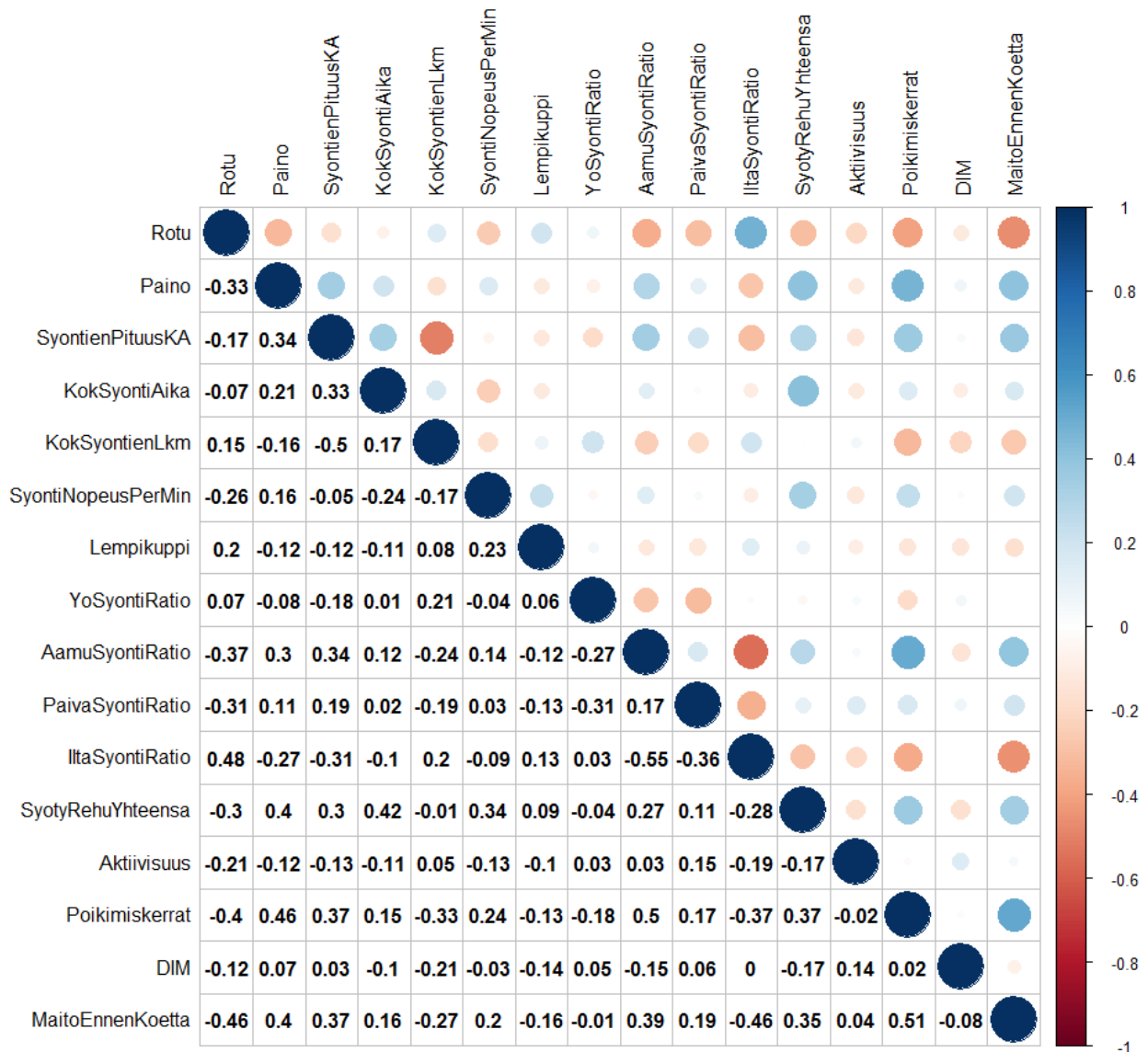
## 5 TULOKSET JA NIIDEN TULKINTA

### 5.1 Muuttujien väliset korrelaatiot

Muuttujien välisistä korrelaatioista kohtuullisesti korreloivat SyötyRehuYhteensä ja KokSyöntiaika (Pearson,  $r = 0.69$ ) (kuva 2). Tulos on looginen, koska mitä enemmän eläin syö rehua sen kauemmin se kestää.







Kuva 2. Tutkittujen muuttujien väliset korrelaatiot (ylempi: Pearson, alempi: Kendallin tau). Soluissa olevat arvot kertovat korrelaatiokertoimen suuruuden.

## 5.2 Eläinten yksilölliset syömisnopeudet

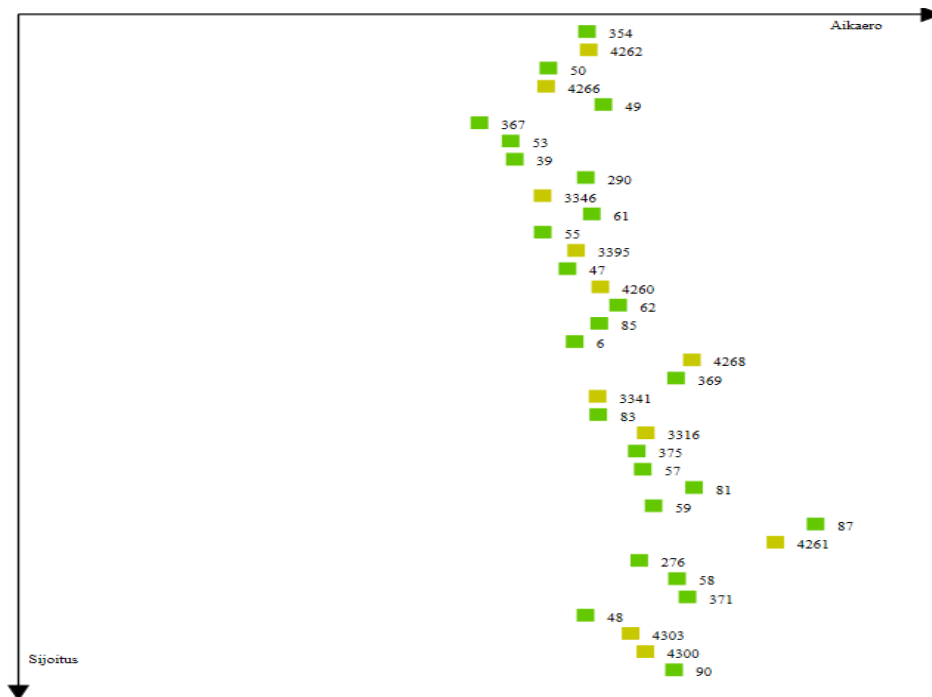
Eläinten syömisnopeudet vaihtelivat rehuittain (taulukko 2). Lisäksi yksilöiden välillä oli eroja syömisnopeudessa. Syömisnopeuksia laskettaessa on muistettava, ettei ruokinta-automaatin datasta voida saada todellista eläimen syömisnopeutta, koska laite kirjaa ylös ajan, jolloin eläin on pitänyt päättään automaatin sisällä (mikä ei välttämättä tarkoita että eläin olisi syönyt koko ajan). Ruokinta-automaattidatasta laskettujen syömisnopeuksien on kuitenkin havaittu korreloivan kohtuullisesti todellisen syömisajan kanssa.

Taulukko 2. Eläinten rehukohtaiset syömisnopeudet: rivit eläinten ID:t, sarakkeet rehujen ID:t. Arvot ovat kg ka /min. Kentässä arvo NA, mikäli ei ole massa visiittejä automaatille jossa kyseistä rehua jaossa. 0 jos automaatilla on tehty visiitti, mutta ei syöty. Huom! Hyvin pienet arvot (esim. > 0.05 johtuvat usein siitä, että dataa lehmästä ja rehusta on vain vähän).

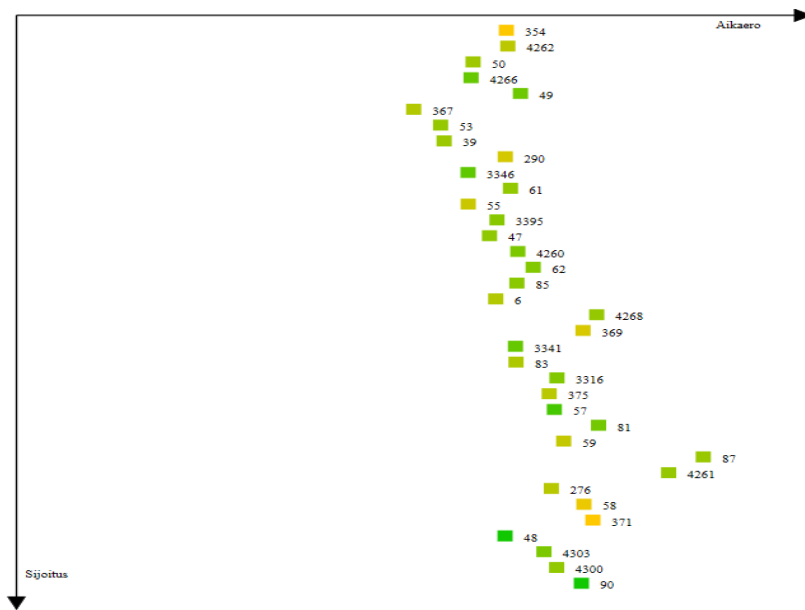
32	34	35	36	38	39	40	42	43	44	71	110	1121	1122	3238	3538	3942	4042	4243
6	0.303	0.179	0.408	0.265	0.173	0.347	0.245	0.177	0.306	0.013	0.23	0.024	0	0	0.047	NA	0.007	0
39	0.271	0.142	0.32	0.207	0.14	0.305	0.225	0.153	0.272	0.211	0.016	0.262	0.298	0	0	NA	0.011	0
47	0.308	0.167	0.335	0.255	0.155	0.313	0.272	0.163	0.285	0.247	0.031	0.248	0.046	0.129	0.017	0	0.013	0
48	0.371	0.207	NA	NA	0.18	NA	0.354	0.184	NA	0.33	0.323	NA	NA	NA	0	0.369	NA	0.286
49	0.255	0.127	NA	NA	0.128	NA	0.222	0.127	NA	0.208	0.197	0.261	NA	NA	0.007	0.189	0	0.016
50	NA	0.149	NA	NA	0.166	NA	0.171	NA	NA	0.305	0.259	NA	NA	NA	0.014	NA	0.009	0.331
53	0	0.149	0.364	0.059	0.142	0.347	NA	0.162	0.334	0.32	0.251	NA	NA	0.259	0.268	0.265	0.244	0.263
55	0.303	0.142	0.325	0.269	0.142	0.304	0.309	0.155	0.269	0.246	0.017	0.209	0	0	0.033	0	0.013	0
57	0.231	0.172	0.068	0.054	0.116	0.382	NA	0.168	0	0.228	0.175	NA	NA	0.234	0.273	0.262	0.225	0.23
58	0.335	NA	0.309	0.239	0	0.322	0.029	NA	0.307	0.259	0.189	0.208	NA	NA	0.219	0	0.215	0
59	0.302	0.155	0.289	NA	0.167	NA	0.268	0.156	0.295	0.261	0.209	NA	NA	NA	0.219	0	0.206	0
61	0.37	0.192	0.432	0.313	0.181	0.404	0.3	0.194	0.362	0.287	0	0.38	0.05	0.471	0.015	0	0.032	0
62	0.354	0.164	0.428	0.282	0.145	0.376	0.33	0.158	0.332	0.245	0.012	0.275	0.291	0.01	0	0.083	NA	0.017
81	0.229	0.115	NA	NA	0.118	NA	0.193	0.108	NA	0.177	0.222	NA	NA	NA	0	0.18	0.041	0
83	0.299	0.144	NA	NA	0.163	NA	0.265	0.159	NA	0.219	0.254	NA	NA	NA	0	0.266	0	0.028
85	0.042	0.139	0.256	0.05	0.141	0	0	0.142	0.306	0.276	0.2	NA	NA	NA	0.229	0.258	0.214	0.215
87	0	0.151	NA	NA	0.145	0.524	NA	0.155	NA	0.015	0.191	NA	NA	NA	0.23	0.235	0.213	0.217
90	0.226	0	0.248	0.213	0.061	0.25	0	NA	0.237	0.207	0.169	0.223	0	0.022	0.187	0	0.179	0.092
276	0.412	0.178	0	NA	0.169	NA	0.397	0.169	0	0.356	0.303	0.483	0.034	0.135	0	0.276	0	0.274
290	0.283	0.14	0	NA	0.159	NA	0.281	0.156	0.09	0.244	0.217	NA	NA	NA	0	0.228	NA	0.047
354	NA	0.176	0	NA	0.176	0.376	NA	0.182	0	0.024	0.273	0.329	NA	NA	0.298	0.298	0.285	0
367	0	0.146	0.324	0.029	0.16	0.449	NA	0.156	0.365	0.334	0.226	NA	NA	NA	0.309	0.327	0.288	0.277
369	NA	0.17	NA	NA	0.167	NA	NA	0.176	NA	0.207	0.246	0.329	0	0.224	0.278	0.252	0.218	0.21
371	0.278	NA	0.313	0.292	NA	0.314	0.047	NA	0.293	0.257	0.181	0.222	NA	NA	0.192	0	NA	0.183
375	0.359	0.155	0.302	NA	0.138	NA	0.308	0.131	0.291	0.287	0.21	NA	NA	NA	0.246	0	0	0.23
3316	0.26	0.149	0.254	NA	0.166	NA	0.224	0.146	0.228	0.212	0.185	0.232	NA	NA	0.189	0	0	0.174
3341	0.316	0.163	0.345	0.339	0.164	0.357	0.299	0.175	0.347	0.279	0	NA	NA	NA	0	0.088	NA	0
3346	0.282	0.147	0.284	0.188	0.137	0.264	0.302	0.144	0.252	0.225	0.029	0.334	0.32	0.24	0	NA	NA	0
3395	0.316	0.154	0	NA	0.143	0.287	0.277	0.13	0	0.244	0.283	NA	NA	NA	0	0.267	0	0.24
4260	0.248	0.12	0	NA	0.132	NA	0.205	0.121	0.047	0.176	0.208	NA	0.285	0	0	0.179	NA	0
4261	NA	0.138	NA	NA	0.13	NA	NA	0	NA	0.171	0.191	NA	NA	NA	0.181	0.192	0.188	0.168
4262	0.044	0.153	0.118	0.143	0.161	0.35	NA	0.175	0.231	0.02	0.271	0.294	NA	NA	0.303	0.286	0.238	0
4266	0.008	0.1	0.198	0.004	0.086	0.206	0	0.085	0.2	0.194	0.141	0.19	NA	NA	0.154	0.157	0.132	0.167
4268	0.085	0.123	NA	NA	0.11	NA	0.054	0.123	NA	0.045	0.168	NA	0	0	0.197	0.21	0.194	0.178
4300	0.319	0.04	0.319	0.283	0	0.316	0.053	0	0.302	0.272	0.215	0.206	0.264	0	0.246	0	NA	0.248
4303	0.275	0.111	0.255	NA	0.132	NA	0.213	0.118	0.245	0.208	0.154	0.258	0	0.027	0.17	0.052	0	0.176

### 5.3 Eläinten sosiaaliset suhteet

Datasta tutkittiin missä järjestyksessä eläimet tulivat ruokinta-automaateille niiden täytön jälkeen (kuva 3). Ruokinta-automaatin täyttöhetken jälkeinen eläinten saapumisjärjestys automaateille voi liittyä lehmien väliseen hierarkiaan. Rodulla ei näyttäisi olevan merkitystä saapumisjärjestykseen, kuten ei painollakaan (kuva 4). Kuvissa 3 ja 4 aika-akseli kuvaa todellisen aikaeron. Hierarkian sijoitusakseli on tasavälinen eikä kuvaa todellista järjestykseskiervojen eroa. Erilaiset syömistyyli vaikuttavat järjestykseen ja aikaan, joskin näiden tulisi voimakkaasti korreloida, sillä ensimmäisenä paikalle saapunut saa sekä pienemmän aikaero, että pienimmän sijoituksen.

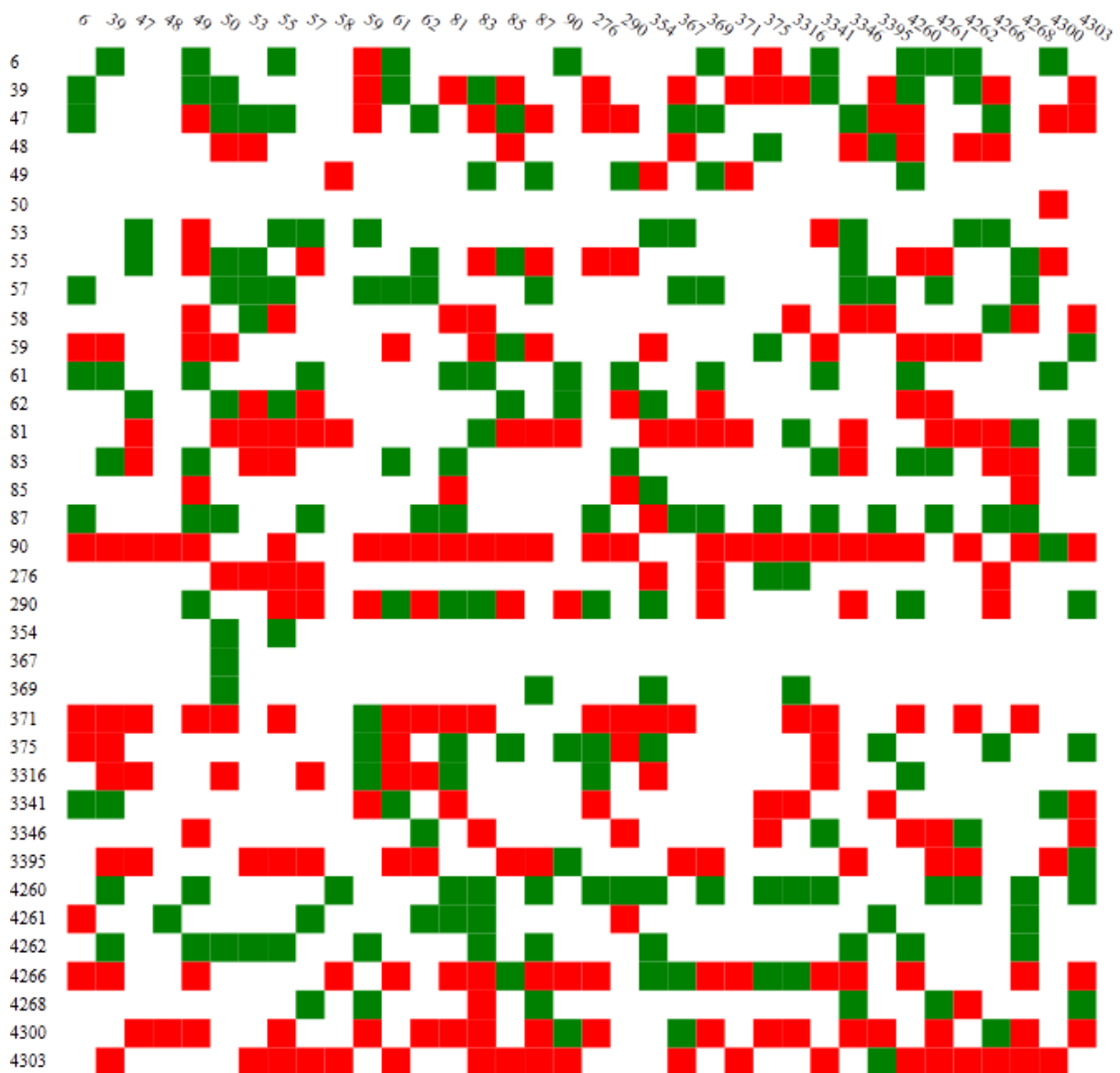


Kuva 3. Eläinten syömisjärjestys ruokinta-automaatin täytön jälkeen. Vihreällä neliöllä on merkitty Holstein-rotuiset eläimet (lisänä eläin ID) ja keltaisella neliöllä on merkitty Ayrshire-rotuiset eläimet (lisäksi eläin ID). Aikaero-akseli kuvaa todellisen eläinten välisen aikaeron automaateille kirjautumisissa. Sijoitus-akseli kuvaa lehmän sijoituksen järjestyksen keskiarvoina, ei niiden todellista etäisyyttä.



Kuva 4. Automaattien käyttöjärjestys ja eläinten paino. Keltainen neliö = painava eläin; vihreä neliö = kevyt eläin. Aikaero-akseli kuvaa todellisen eläinten välisen aikaeron automaatile kirjautumisissa. Sijoitus-akseli kuvaa lehmän sijoituksen järjestyksen keskiarvoina, ei niiden todellista etäisyyttä.

Datan perusteella havaittiin, että eläinten välillä on vaihtelua siinä miten ne siirtyvät automaatilta toiselle (kuva 5). Osalla eläimistä ei datasta havaittu merkittävästi siirtymistä (lehmät 50, 354, 367 ja 369) ja osa eläimistä (lehmät 90, 371, 4300 ja 4303) siirtyvät usein kun viereiselle automaatile tulee toinen eläin. Siirtymiset saattavat indikoida eläimen asemaa hierarkiassa: dominoivat eläimet eivät siirry alempiarvoisten eläinten tieltä.



Kuva 5. Minuuttidatasta lasketut 9 minuutin aikaikkunalla merkitsevimmät siirtymiset lähemmäs tai kauemmas muista eläimistä (ei osastoittain). Vihreä neliö = siirtyi lähemmäs; punainen neliö = siirtyi kauemmas.

Selvitimme myös eläimet synkronoivat syömiskäyttäytymistään ruokinta-automaateilla (kuva 6). Kuva on koostettu kahdesta datasta liittämällä päällekkäin siirtymisdata (tässä tapauksessa 9 minuuttia pitkällä aikaikkunalla) ja samanaikaiset syönnit (läpinäkyvät keltaiset ruudut). Tarkoituksena on antaa selitys vihreälle siirtymiselle. Eli, jos eläin siirtyy toisen viereen ja syövätkö usein yhdessä. Oranssien neliöiden vähyyys ja vaalean vihreiden suurimäärä indikoivat, että eri menetelmillä saattava tieto tukee toisiaan.

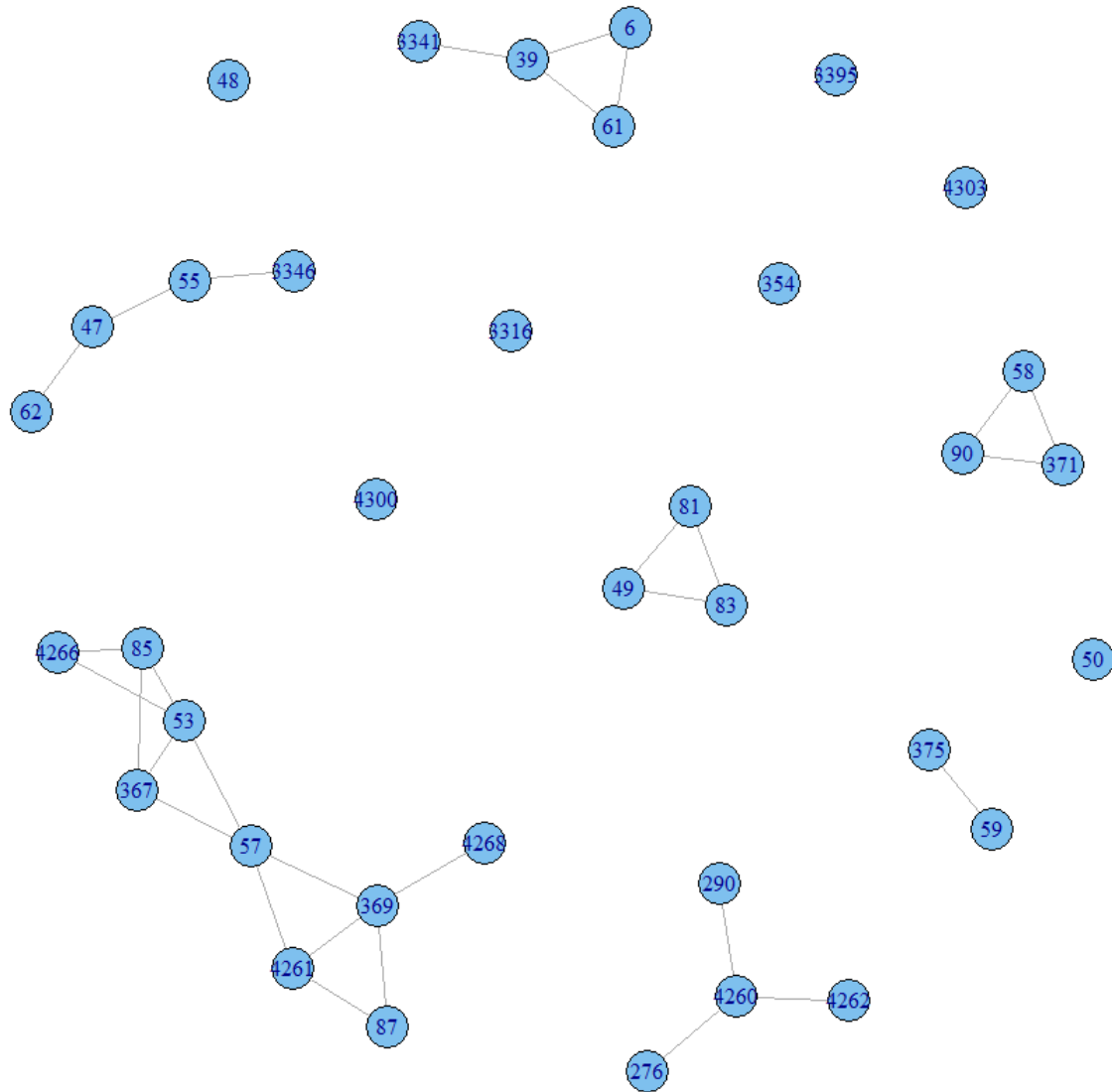
Eläin 90 ei ollut juurikaan muiden eläinten kanssa samanaikaisesti ruokinta-automaateilla, koska eläinten ollessa vierekkäisillä automaateilla tapahtui usein negatiivisia siirtymisiä eli eläin 90 siirtyi

muista eläimistä kauemmas (kuva 6). Eläimellä 4260 näyttäisi puolestaan olevan vain positiivisia siirtymisiä, eli eläin on siirtynyt muita eläimiä lähemmäksi. Lehmien hierarkiassa alempiarvoiset eläimet väistävät dominoivia yksilöitä, mikä voi osittain selvittää yksilöllisiä eroja eläinten käyttäytymisessä.



Kuva 6. Vierekkäisten ruokinta-automaattien samanaikainen käyttö. Eläinten ID numerot pysty- ja vaaka-akselilla. Keltainen neliö = eläimet ovat vierekkäisillä automaateilla, ei negatiivisia (eläin on siirtynyt muista eläimistä kauemmaksi) eikä positiivisia siirtymisiä (eläin on siirtynyt muita eläimiä lähemmäksi); vaaleanvihreä neliö = eläimet ovat vierekkäisillä automaateilla, positiivinen siirtyminen; vihreä neliö = eläin siirtyi lähemmäs; punainen neliö = eläimet ovat vierekkäisillä automaateilla, mutta negatiivisia siirtymisiä.

Tutkittaessa eläinten visiittejä vierekkäisille ruokinta-automaateille paljastui, että tietyt eläimet syövät usein vierekkäin (Kuva 7). On mahdollista, että samaan aikaan syövät eläimet ovat hierarkiassa suurin piirtein samalla tasolla ja ne voivat sen takia syödä samanaikaisesti.



Kuva 7. Eläinten visiitit vierekkäisille automaateille. Solmut kuvaavat eläinyksilöitä ja kaaret eläinten visiittejä vierekkäisille automaateille.

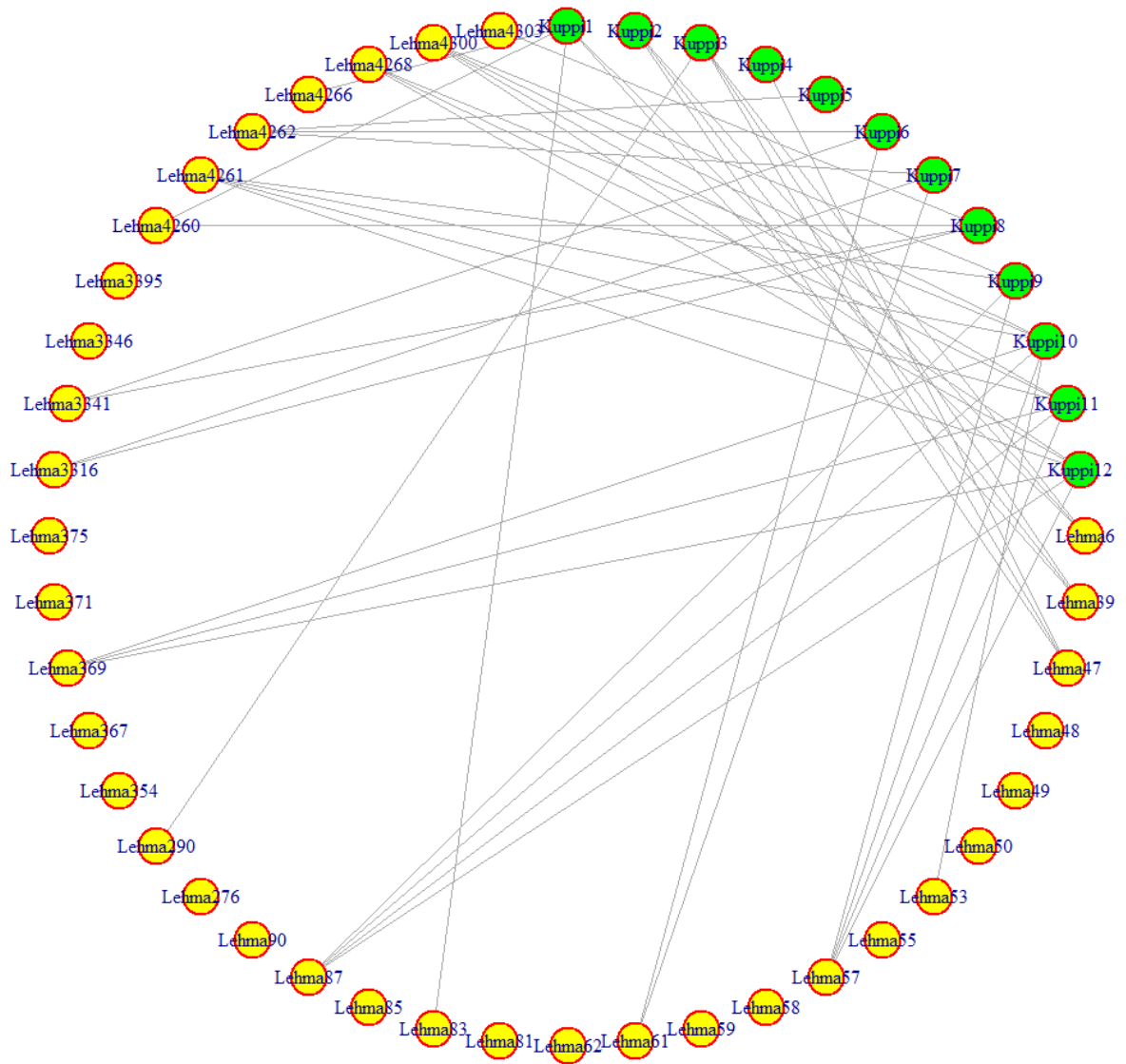
Nollasyöntien tulosten tulkinta on haastavaa, joten esitämme tulokset kuvailevina. Alla olevien sääntöjen perusteella erityisesti Rehu36:n liittyy paljon nollasyöntejä, mikä voi johtua esimerkiksi ongelmista rehun maittavuuden kanssa (esimerkiksi rehun laatu on voinut olla muita rehuja heikompi). Lehmällä 4303 on paljon nollasyöntejä, mutta ne eivät liity tiettyyn rehuun. Samalla eläimellä on myös useita negatiivisia siirtymisiä automaatilta toiselle. Tämä saattaa indikoida eläimen 4303 suhteellisen alhaista asemaa sosiaalisessa hierarkiassa (eläin ei saa syödä rauhassa ja joutuu väistämään toisia eläimiä). Johtopäätösten tekemiseksi tulisi kuitenkin järjestää erillinen sosiaalista hierarkiaa tutkiva koe.

## Nollasyöntien säännöt

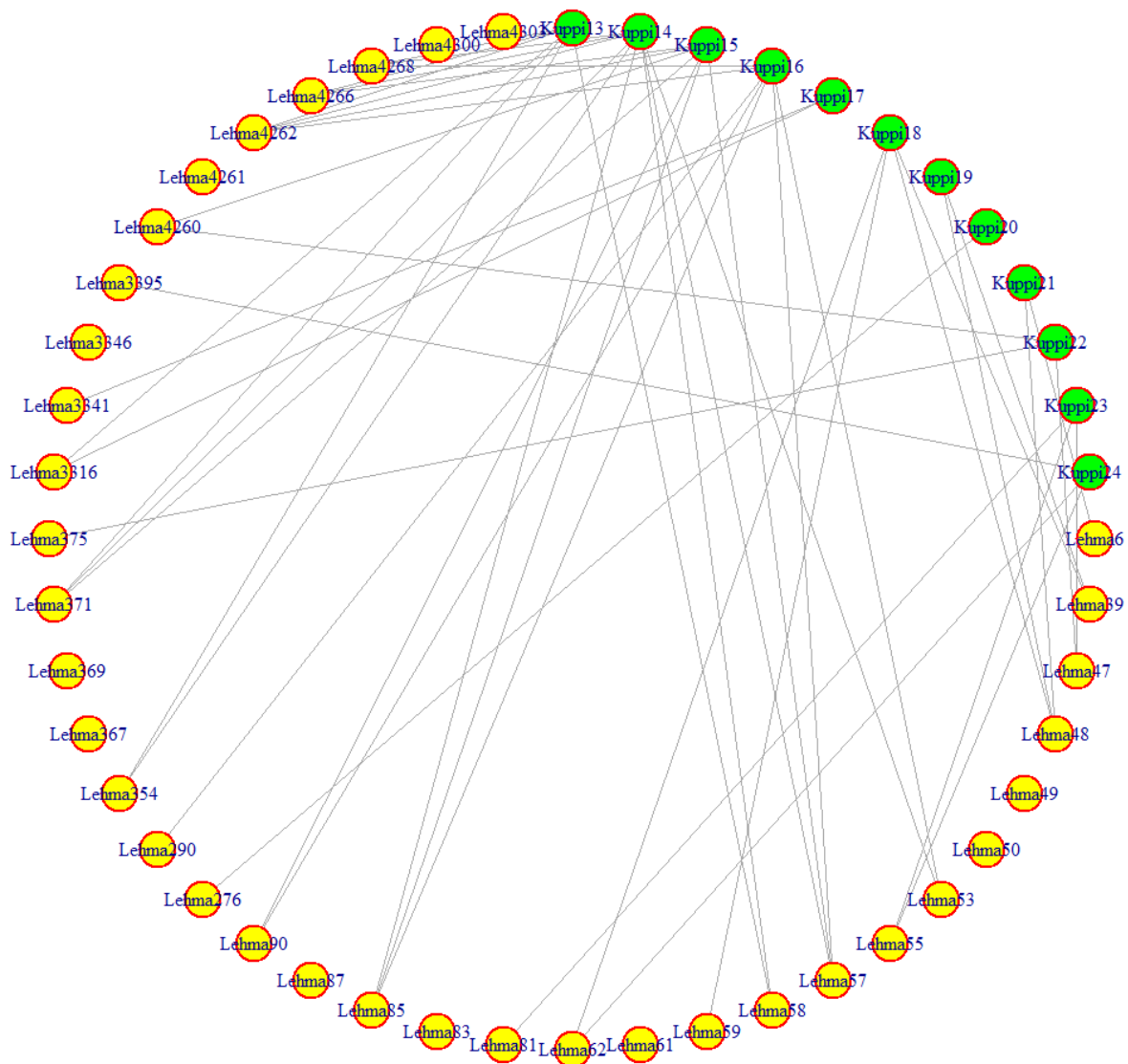
Rehu71 -> Nollasyonti fr=3057 (0.0273), cf=0.234, gamma=1.725, delta=0.011, M=-5.358e+02  
Rehu1122 -> Nollasyonti fr=178 (0.0016), cf=0.824, gamma=6.082, delta=0.001, M=-2.643e+02  
Lehma4303 -> Nollasyonti fr=927 (0.0083), cf=0.274, gamma=2.020, delta=0.004, M=-2.354e+02  
Lehma4266 Rehu36 -> Nollasyonti fr=98 (0.0009), cf=0.990, gamma=7.306, delta=0.001, M=-1.917e+02  
Rehu44 Lehma4268 -> Nollasyonti fr=101 (0.0009), cf=0.849, gamma=6.265, delta=0.001, M=-1.565e+02  
Lehma4268 -> Nollasyonti fr=810 (0.0072), cf=0.248, gamma=1.829, delta=0.003, M=-1.558e+02  
Lehma85 Rehu36 -> Nollasyonti fr=88 (0.0008), cf=0.917, gamma=6.766, delta=0.001, M=-1.516e+02  
Rehu34 Lehma87 -> Nollasyonti fr=226 (0.0020), cf=0.443, gamma=3.271, delta=0.001, M=-1.469e+02  
Lehma53 Rehu36 -> Nollasyonti fr=80 (0.0007), cf=0.941, gamma=6.947, delta=0.001, M=-1.435e+02  
Nollasyonti Rehu34 -> Lehma87 fr=226 (0.0020), cf=0.106, gamma=3.370, delta=0.001, M=-1.290e+02  
Lehma367 Rehu36 -> Nollasyonti fr=72 (0.0006), cf=0.923, gamma=6.813, delta=0.001, M=-1.255e+02  
Nollasyonti Lehma87 -> Rehu34 fr=226 (0.0020), cf=0.335, gamma=2.890, delta=0.001, M=-1.162e+02  
Nollasyonti Lehma85 -> Rehu36 fr=88 (0.0008), cf=0.284, gamma=7.237, delta=0.001, M=-1.125e+02  
Lehma57 Rehu36 -> Nollasyonti fr=65 (0.0006), cf=0.915, gamma=6.757, delta=0.000, M=-1.121e+02

Lehmät voivat preferoida tiettyjä ruokinta-automaatteja (kuva 8 ja 9). Esimerkiksi eläin 87 käytti neljää automaattirivistön päässä olevaa ruokinta-automaattia. Automaattipreferenssejä tutkiessa tulee muistaa, että ruokintajärjestelmä on myös mahdollista ohjelmoida niin, että tietyillä eläimillä on pääsy vain tietyille automaateille, mikä voi luoda valheellisen kuvan eläinten "preferensseistä".





Kuva 8. Eläinten automaattipreferenssit osastolta 1. Solmut ovat eläimiä ja automaatteja, kaaret kuvaavat riippuvuuksia näiden välillä.



Kuva 9. Eläinten automaattipreferenssit osastolta 2. Solmut ovat eläimiä ja automaatteja, kaaret kuvaavat riippuvuuksia näiden välillä.

Eläimellä 3316:lla on tiettyjen eläinten läsnä ollessa itselleen poikkeuksellisen paljon visiittejä automaatille (taulukko 3). Tapahtumat sijoittuvat erityisesti klo 16-18 väliselle ajankohdalle. Huomattavaa on myös, että riippuvuuksia löytyy lukuisia. Eläimet lypsettiin noin klo 15 jälkeen, joten eläimet siirtyvät syömään klo 16 -18 välisenä aikana, mikä voi aiheuttaa ruuhkaa ruokinta-automaateille. Ruuhkan aikana eläin 3316 on mahdollisesti väistellyt toisia eläimiä automaateilla tai vaihtoehtoisesti käynyt katsomassa useammalla automaatilla millaista rehua siellä on tarjolla. Taulukosta nähdään, että eläin 4268 syö paljon klo 20-22 välisenä aikana. Kummankaan eläimen taustatiedoista ei löytynyt selittävää tekijää ylläesitetuille tapauksille.

Taulukko 3. Eläinten poikkeuksellisen käyttäytymisen havaitseminen. Kingfisherillä haettujen riippuvuuksien joukosta muutama mielenkiintoinen. fr = frekvenssi, M fisherin  $\ln(pF)$ , cf = confidence.

Lehma354	KuppiLkm3316Suuri	->	Aika1618	fr=40	(0.0397),	cf=0.455,	M=-5.390e+01
Lehma62	KuppiLkm3316Suuri	->	Aika1618	fr=41	(0.0407),	cf=0.410,	M=-5.046e+01
Lehma59	Maara4268Suuri	->	Aika2022	fr=44	(0.0437),	cf=0.373,	M=-5.016e+01
Lehma354	Syontikerrat3316Suuri	->	Aika1618	fr=38	(0.0377),	cf=0.442,	M=-4.947e+01
Lehma3395	Maara4268Suuri	->	Aika2022	fr=45	(0.0446),	cf=0.357,	M=-4.942e+01
Lehma62	Syontikerrat3316Suuri	->	Aika1618	fr=41	(0.0407),	cf=0.394,	M=-4.860e+01
Aika2022	Lehma49	->	Maara4268	fr=42	(0.0417),	cf=0.627,	M=-4.831e+01
Lehma4260	Maara4268Suuri	->	Aika2022	fr=45	(0.0446),	cf=0.349,	M=-4.825e+01
Lehma3346	Maara4268Suuri	->	Aika2022	fr=42	(0.0417),	cf=0.372,	M=-4.723e+01
Aika2022	Lehma59	->	Maara4268	fr=44	(0.0437),	cf=0.587,	M=-4.691e+01
Maara4268Suuri	Lehma4303	->	Aika2022	fr=41	(0.0407),	cf=0.380,	M=-4.685e+01
Lehma4262	Maara4268Suuri	->	Aika2022	fr=44	(0.0437),	cf=0.344,	M=-4.621e+01
Lehma39	Maara4268Suuri	->	Aika2022	fr=43	(0.0427),	cf=0.352,	M=-4.608e+01
Lehma4261	Maara4268Suuri	->	Aika2022	fr=42	(0.0417),	cf=0.362,	M=-4.601e+01
Aika2022	Lehma375	->	Maara4268	fr=42	(0.0417),	cf=0.600,	M=-4.583e+01
Lehma87	Syontikerrat3316Suuri	->	Aika1618	fr=37	(0.0367),	cf=0.420,	M=-4.579e+01
Aika2022		->	Maara4268	fr=46	(0.0456),	cf=0.548,	M=-4.523e+01
KuppiLkm354Norm	KuppiLkm3316Suuri	->	Aika1618	fr=28	(0.0278),	cf=0.583,	M=-4.499e+01
Lehma87	KuppiLkm3316Suuri	->	Aika1618	fr=36	(0.0357),	cf=0.409,	M=-4.323e+01
Lehma290	KuppiLkm3316Suuri	->	Aika1618	fr=39	(0.0387),	cf=0.371,	M=-4.318e+01
Aika1618	Lehma62	->	KuppiLkm	fr=41	(0.0407),	cf=0.519,	M=-4.227e+01
Aika1618	Lehma62	->	Syontiker	fr=41	(0.0407),	cf=0.519,	M=-4.160e+01
Maara49Suuri	Lehma371	->	Maara4268	fr=58	(0.0575),	cf=0.468,	M=-4.150e+01
Maara49Suuri	Lehma371	->	Maara4268	fr=58	(0.0575),	cf=0.468,	M=-4.150e+01
Syontikerrat354Norm	KuppiLkm3316Suuri	->	Aika1618	fr=28	(0.0278),	cf=0.528,	M=-4.129e+01
Lehma367	Syontikerrat3316Suuri	->	Aika1618	fr=37	(0.0367),	cf=0.378,	M=-4.126e+01
KuppiLkm3316Suuri	Lehma4266	->	Aika1618	fr=39	(0.0387),	cf=0.351,	M=-4.081e+01
Lehma61	KuppiLkm3316Suuri	->	Aika1618	fr=39	(0.0387),	cf=0.351,	M=-4.081e+01
Aika1618	Lehma290	->	KuppiLkm	fr=39	(0.0387),	cf=0.527,	M=-4.075e+01
Aika1618	Lehma3346	->	KuppiLkm	fr=37	(0.0367),	cf=0.552,	M=-4.063e+01
Aika1618	Syontikerrat369Norm	->	Syontiker	fr=31	(0.0308),	cf=0.660,	M=-4.055e+01
Lehma290	Syontikerrat3316Suuri	->	Aika1618	fr=39	(0.0387),	cf=0.348,	M=-4.043e+01
Syontikerrat369Norm	Syontikerrat3316Suuri	->	Aika1618	fr=31	(0.0308),	cf=0.456,	M=-4.043e+01
Lehma85	KuppiLkm3316Suuri	->	Aika1618	fr=36	(0.0357),	cf=0.379,	M=-4.011e+01
Aika1618	Lehma290	->	Syontiker	fr=39	(0.0387),	cf=0.527,	M=-4.011e+01
KuppiLkm3316Suuri	Lehma3346	->	Aika1618	fr=37	(0.0367),	cf=0.366,	M=-4.003e+01
Lehma49	KuppiLkm3316Suuri	->	Aika1618	fr=38	(0.0377),	cf=0.355,	M=-4.001e+01

Eläinten ja visiittiruuhkan (2 h aikaikkuna, jolloin 32 eläintä tai enemmän on kirjautunut ruokinta-automaatille) välisissä riippuvuuksissa havaitaan tietyt eläimet, jotka syövät ruuhkan aikana (taulukko 4). Taulukon vahvimmat riippuvuudet ovat usein kuvien 3 ja 4 mukaisessa hierarkiassa ylhäällä. Toisaalta lehmä 90 on alimpana ja se näyttäisi syövän myös usein ruuhka-aikana. Tämä voi osaltaan selittyä sillä, että heti rehun jakamisen jälkeen automaateilla on ruuhkaa, ja eläinten hierarkiaa on arvioitu automaatin käyttöjärjestyksen perusteella.

Taulukko 4. Kolmen mittaiset riippuvuudet kingfisherillä liittyen lehmien ja ruuhkan välillä. Ruuhkaksi määritellään 2h aikaikkuna, jolloin visiittejä on merkattu 32:lta tai useammalta eläimeltä.

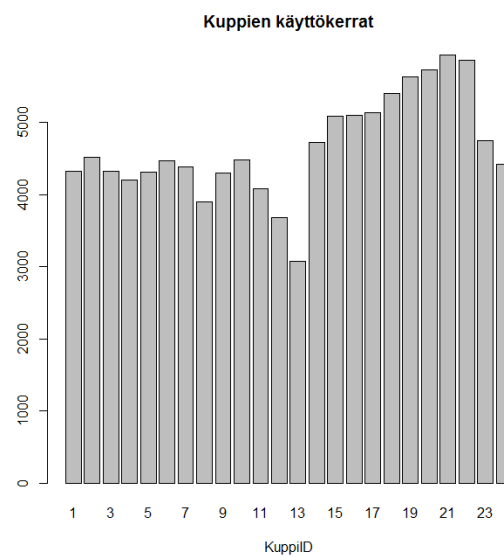
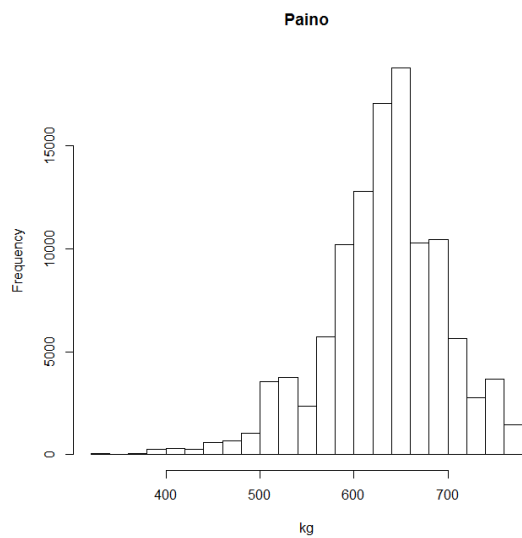
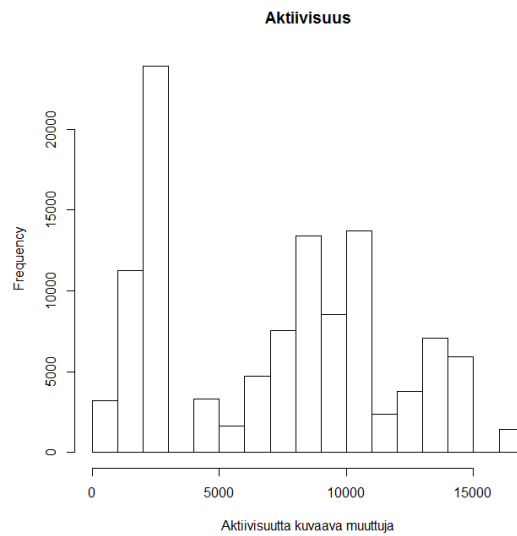
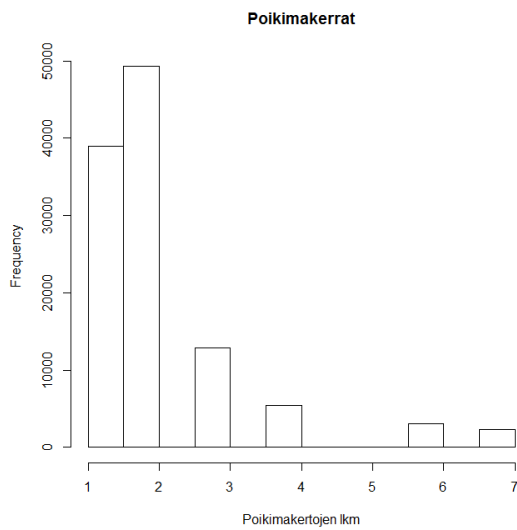
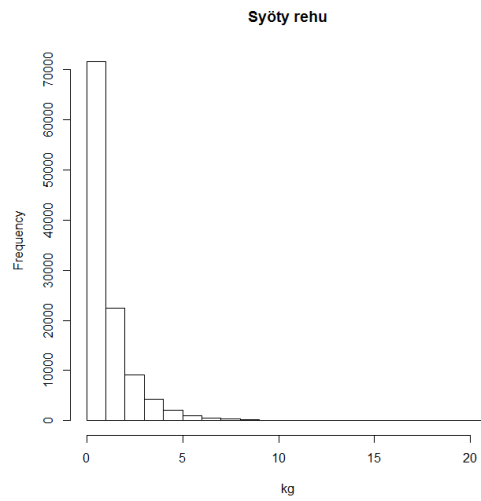
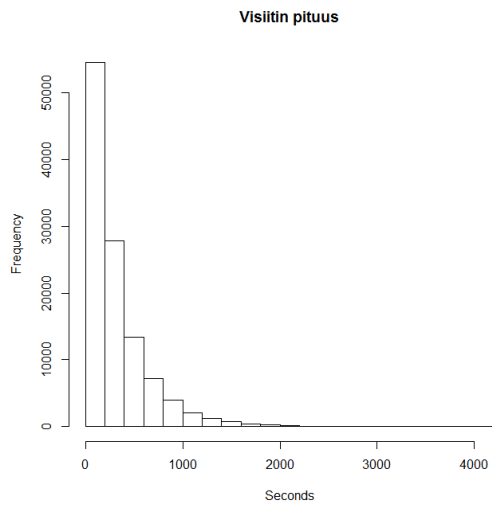
Lehma50	Lehma4266	->	Ruuhka	fr=75	(0.0744),	cf=0.301,	M=-5.736e+01
Lehma90	Lehma4266	->	Ruuhka	fr=108	(0.1071),	cf=0.175,	M=-5.722e+01
Lehma83	Lehma4266	->	Ruuhka	fr=104	(0.1032),	cf=0.186,	M=-5.351e+01
Lehma50	Lehma367	->	Ruuhka	fr=65	(0.0645),	cf=0.330,	M=-5.242e+01
Lehma83	Lehma367	->	Ruuhka	fr=92	(0.0913),	cf=0.222,	M=-5.236e+01
Lehma50	Lehma53	->	Ruuhka	fr=70	(0.0694),	cf=0.304,	M=-5.236e+01
Lehma50	Lehma90	->	Ruuhka	fr=75	(0.0744),	cf=0.281,	M=-5.198e+01
Lehma81	Lehma367	->	Ruuhka	fr=92	(0.0913),	cf=0.220,	M=-5.147e+01
Lehma369	Lehma4266	->	Ruuhka	fr=102	(0.1012),	cf=0.188,	M=-5.073e+01
Lehma50	Lehma55	->	Ruuhka	fr=75	(0.0744),	cf=0.276,	M=-5.058e+01
Lehma50	Lehma3316	->	Ruuhka	fr=71	(0.0704),	cf=0.291,	M=-5.022e+01
Lehma90	Lehma369	->	Ruuhka	fr=102	(0.1012),	cf=0.187,	M=-4.995e+01
Lehma367	Lehma4266	->	Ruuhka	fr=96	(0.0952),	cf=0.205,	M=-4.994e+01
Lehma83	Lehma90	->	Ruuhka	fr=104	(0.1032),	cf=0.180,	M=-4.946e+01
Lehma50	Lehma83	->	Ruuhka	fr=72	(0.0714),	cf=0.283,	M=-4.940e+01
Lehma57	Lehma4266	->	Ruuhka	fr=101	(0.1002),	cf=0.188,	M=-4.915e+01
Lehma50	Lehma4262	->	Ruuhka	fr=71	(0.0704),	cf=0.286,	M=-4.906e+01
Lehma50	Lehma375	->	Ruuhka	fr=73	(0.0724),	cf=0.278,	M=-4.893e+01
Lehma90	Lehma367	->	Ruuhka	fr=96	(0.0952),	cf=0.203,	M=-4.892e+01
Lehma4266	Lehma4268	->	Ruuhka	fr=101	(0.1002),	cf=0.188,	M=-4.877e+01
Lehma57	Lehma83	->	Ruuhka	fr=97	(0.0962),	cf=0.198,	M=-4.828e+01
Lehma48	Lehma367	->	Ruuhka	fr=80	(0.0794),	cf=0.249,	M=-4.816e+01
Lehma48	Lehma4266	->	Ruuhka	fr=91	(0.0903),	cf=0.215,	M=-4.814e+01
Lehma83	Lehma369	->	Ruuhka	fr=98	(0.0972),	cf=0.195,	M=-4.813e+01
Lehma39	Lehma50	->	Ruuhka	fr=74	(0.0734),	cf=0.269,	M=-4.770e+01
Lehma50	Syontikerrat4266	->	Ruuhka	fr=58	(0.0575),	cf=0.345,	M=-4.766e+01
Lehma50	Lehma4268	->	Ruuhka	fr=69	(0.0685),	cf=0.289,	M=-4.757e+01
Lehma81	Lehma4266	->	Ruuhka	fr=103	(0.1022),	cf=0.179,	M=-4.708e+01
Lehma3316	Lehma4266	->	Ruuhka	fr=102	(0.1012),	cf=0.181,	M=-4.635e+01
Lehma47	Lehma367	->	Ruuhka	fr=90	(0.0893),	cf=0.212,	M=-4.577e+01
Lehma50	Lehma59	->	Ruuhka	fr=70	(0.0694),	cf=0.277,	M=-4.564e+01
Lehma83	Lehma3316	->	Ruuhka	fr=98	(0.0972),	cf=0.190,	M=-4.541e+01
Lehma371	Lehma4266	->	Ruuhka	fr=105	(0.1042),	cf=0.170,	M=-4.539e+01
Lehma369	Lehma3316	->	Ruuhka	fr=96	(0.0952),	cf=0.195,	M=-4.534e+01
Lehma48	Lehma4262	->	Ruuhka	fr=88	(0.0873),	cf=0.217,	M=-4.533e+01
Lehma50	Lehma371	->	Ruuhka	fr=72	(0.0714),	cf=0.268,	M=-4.530e+01
Lehma50	Lehma85	->	Ruuhka	fr=68	(0.0675),	cf=0.283,	M=-4.528e+01
Lehma367	Lehma3316	->	Ruuhka	fr=91	(0.0903),	cf=0.208,	M=-4.522e+01

Harjoitustyössä saadut alustavat tulokset osoittavat, että tiedonlouhinnan menetelmillä saadaan ruokinta-automaatin lokidatasta lisätietoja eläinten käyttäytymisestä. Jatkotutkimuksissa kannattaa selvittää, miten tätä tietoa voidaan hyödyntää. Lisäksi erilaiset datan visualisointi ja automaattiset hälytysohjelmat voisivat olla hyödyllisiä.

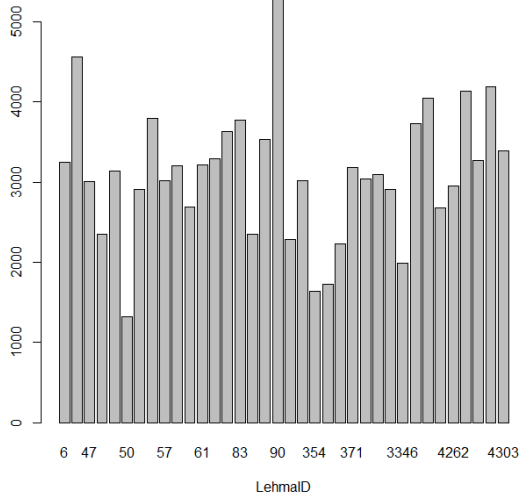
## 6 LÄHTEET

Hämäläinen, W. 2012: Thorough analysis of log data with dependency rules: Practical solutions and theoretical challenges. Proceedings of Data Mining Workshops (ICDMW), 2012 IEEE 12th International Conference on Data Mining. Pages: 579 - 586.

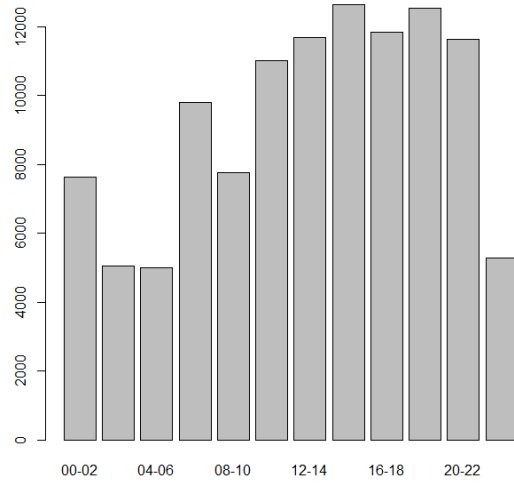
**Liite 1.** Muuttujien (visiitin pituus, syöty rehu, poikimakerrat, aktiivisuus, paino, kupprien (=automaattien) käyttökerrat, lehmien visiitit, visiitit 2 h aikaikkunoissa, visiitit automaatilla rehun suhteen) jakaumien visualisointi.



Lehmien visiitit



Visiitit 2h aikaikkunoissa



Visiitit automaattilla rehun suhteen

