УНИВЕРЗИТЕТ „Св. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ ВО СКОПЈЕ
ФАКУЛТЕТ ЗА ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА ВО СКОПЈЕ
ШКОЛА ЗА ДОКТОРСКИ СТУДИИ
ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

Мирослав Ќосевски, ДВМ

ИДЕНТИФИКУВАЊЕ НА ИНДИКАТОРИ ЗА ОДНЕСУВАЊЕ НА ЖИВОТНИТЕ И ВОСПОСТАВУВАЊЕ ЗООХИГИЕНСКИ СТАНДАРДИ ОД АСПЕКТ НА БЛАГОСОСТОЈБАТА НА ЖИВОТНИТЕ

- докторска дисертација -

Ментор: проф д-р Влатко Илиески

Скопје, 2020

ИДЕНТИФИКУВАЊЕ НА ИНДИКАТОРИ ЗА ОДНЕСУВАЊЕ НА ЖИВОТНИТЕ И ВОСПОСТАВУВАЊЕ ЗООХИГИЕНСКИ СТАНДАРДИ ОД АСПЕКТ НА БЛАГОСОСТОЈБАТА НА ЖИВОТНИТЕ

Клучни зборови: благосостојба на животни, однесување на животни, зоохигиена, прецизно фармерство, акцелерометрија, социјални мрежи, анализа на социјални мрежи

IDENTIFYING ANIMAL BEHAVIOUR INDICATORS AND ESTABLISHING ZOOHYGIENIC STANDARDS FROM THE ANIMAL WELFARE PERSPECTIVE

Keywords: animal welfare, animal behavior, zoohygiene, precision livestock farming, accelerometry, social networks, social network analysis

Скопје, 2020

Skopje, 2020

Ментор: проф. д-р Влатко Илиески
редовен професор на Факултетот за ветеринарна медицина во Скопје

Датум на одбрана: 02.07.2020

Членови на комисија:

проф. д-р Мишо Христовски, претседател
редовен професор на Факултетот за ветеринарна медицина во Скопје при Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје

проф. д-р Влатко Илиески, ментор
редовен професор на Факултетот за ветеринарна медицина во Скопје при Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје

проф. д-р Александар Додовски
вонреден професор на Факултетот за ветеринарна медицина во Скопје при Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје

проф. д-р Кристоф Винклер
редовен професор при Универзитетот за природни науки – BOKU во Виена

проф. д-р Лазо Пендовски
редовен професор на Факултетот за ветеринарна медицина во Скопје при Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје

"The needs of the many outweigh the needs of the few."

Star Trek, Gene Roddenberry, 1982

Посветено на мојата мајка.

СОДРЖИНА

ЛИСТА НА КРАТЕНКИ 8
ЛИСТА НА ТАБЕЛИ, ГРАФИКОНИ И СЛИКИ 10
РЕЗИМЕ 15
SUMMARY 23
1 ВОВЕД 30
1.1 Благосостојба на животните и етологија 30
1.2 Зоохигиена 34
1.3 Акцелерометрија 36
1.4 Однесување на животните - одраз на атрибутите на животното и неговиот живот 37
1.5 Предмет на истражување 39
1.6 Цел на истражувањето 42
2 ПРЕГЛЕД НА НАУЧНАТА ЛИТЕРАТУРА 43
2.1 Применета благосостојба на животните 43
2.2 Применета етологија 51
2.3 Индикатори и Протоколи за оценување на благосостојбата и однесувањето 55
2.3.1 Видови индикатори за оценка 57
2.3.1.1 Избор, метод на мерење и карактеристики на индикаторите 62
2.3.2 Комбинирање на индикаторите и креирање протоколи 68
2.3.2.1 Постојни протоколи за оценување на благосостојбата 72
2.4 Предизвици во оценувањето на благосостојбата на животните 74
2.5 Метод за дискриминација на типовите од и положбата на животното со употреба на три-аксијален акцелерометар кај овци 75
2.6 Кинематика на исчекорот и акцелерациски модел на одење и галопирање кај овци 76
2.7 Асоцијации помеѓу однесувањата и просторната дистрибуција со атрибутите од молзни крави 78
2.8 Анализа на социјални мрежи и асоцијации на социјалните интеракции со атрибутите од молзни крави 81
3 МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДИ 91
3.1 Акцелерометрија 91
3.1.1 Метод за дискриминација на типовите од и положбата на животното 91
3.1.1.1 Животни, Акцелерометри и Видео записи 91
3.1.1.2 Обработка на податоците и статистика 94
3.1.2 Кинематика на исчекорот и акцелерациски модел на одење и галопирање 96
3.1.2.1 Животни, Акцелерометри и Видео записи 96
3.1.2.2 Обработка на податоците и статистика 98
3.2 ОДНЕСУВАЊЕ 99

3.2.1 Животни и Менаџмент 99
3.2.2 Собирање податоци 100
3.2.3 Обработка на податоците и статистика 106
3.2.3.1 Асоцијации помеѓу однесувањата и просторната дистрибуција со атрибутите од молзни крави 106
3.2.3.2 Анализа на социјални мрежи и асоцијации на социјалните интеракции со атрибутите од молзни крави 118
4 РЕЗУЛТАТИ 122
4.1 Метод за дискриминација на типовите од и положбата на животното со употреба на три-аксијален акцелерометар кај овци 122
4.1.1 Од, Кас и Галоп 122
4.1.2 Стоење и лежење 123
4.2 Кинематика на исчекорот и акцелерациски модел на одење и галопирање кај овци 128
4.2.1 Клучни Акцелерациски Точки 128
4.2.2 Акцелерациски модели на исчекорот 129
4.2.3 Кинематски параметри на исчекорот 133
4.3 Асоцијации помеѓу однесувањата и просторната дистрибуција со атрибутите од молзни крави 135
4.3.1 Атрибути на животните 135
4.3.2 Опсервирани однесувања 137
4.3.3 Просторна дистрибуција 143
4.3.4 Асоцијации помеѓу атрибутите и однесувањата 145
4.3.4.1 Кореалци помеѓу атрибутите и однесувњата 145
4.3.4.2 Кластер анализа 146
4.3.4.3 Principal Component Analysis (PCA) 157
4.3.4.4 Сублимирани резултати 161
4.4 Анализа на социјални мрежи и асоцијации на социјалните интеракции со атрибутите од молзни крави 164
4.4.1 Анализа на социјалната мрежа со сите интеракции 164
4.4.2 Анализа на агонистичка социјална мрежа 174
4.4.3 Анализа на афилијативна социјална мрежа 184
5 ДИСКУСИЈА 192
5.1 Метод за дискриминација на типовите од и положбата на животното со употреба на три-аксијален акцелерометар кај овци 192
5.2 Кинематика на исчекорот и акцелерациски модел на одење и галопирање кај овци 194
5.3 Асоцијации помеѓу однесувањата и просторната дистрибуција со атрибутите од молзни крави 198
5.4 Анализа на социјални мрежи и асоцијации на социјалните интеракции со атрибутите од молзни крави 213
5.5 Генерален осврт кон студиите 226

6 ЗАКЛУЧОЦИ 231
7 СПИСОК НА ЛИТЕРАТУРА И ДРУГИ ИЗВОРИ 238
8 ПРИЛОЗИ 261

ЛИСТА НА КРАТЕНКИ

AC	Акцелерациска категорија
ACM	Анализа на социјални мрежи
ACTH	Адренокортикотропен хормон
AGE	Возраст
BCS	Телесна кондиција
BORIS	*Behavioural Observation Reasearch Interactive Software*
BRSH_DUR	Користење автоматска четка
BRSH_NO	Настани на користење на четката
CC	Точни случаи
CHSG_PROP	Бркања
CHUP_PROP	Принудувања да станат други крави
CI	Интервал на доверба
CRF	*Corticotropin – releasing factor*
DAY	Ден
DG-SANCO	Генерален Директорат за Здравје и Заштита на Потрошувачи
Di	Индекс на поместување
DPLC_PROP	Поместувања
Dr	Доминантен ранг
EFSA	*European Food Safety Authority*
FAWC	*Farm Animal Welfare Council*
FEED_PROP	Период на хранење
FGHT_PROP	Взаемни интеракции
HA	Хоризонтална оска
HDBT_PROP	Удари со глава
HPA	Хипоталамо – хипофизно - адренална оска
IL	Интерлеукин
KAP	Клучни Акцелерациски Точки
L	Геодетско растојание помеѓу јазлите во социјалната мрежа
LAME	Кривења во текот на животот на животното
LAME_PRES	Кривења во тековната лактација
LAME_TIME	Изминато време од последното кривење
LCK_PROP	Лижење други крави
LY_BO_AVG	Просечно траење на едно легнување
LY_BO_FQ	Фреквенција на легнувања
LY_BO_NO	Број легнувања
LY_BO_SD	Стандардна девијација од траењето на едно легнување
LYI_MID	Лежење во редот лежишта во средина
LYI_OUT	Лежење во редот лежишта кон надвор
LYI_PROP	Период на лежење
MAST	Маститиси во текот на животот на животното
MAST_PRES	Маститиси во тековната лактација
MAST_TIME	Изминато време од последниот маститис
MEAL_NO	Број оброци
MILK	Просечна млечност на животното во сите лактации
MILK_LAST	Просечна млечност во последната (тековната) лактација
MOV_PROP	Период на движење
NO	Азот моноксид
NSEE	Не се гледа
OBHV	Останато однесување
OBS_REAL	Реална опсервација
OBS_TOT	Вкупна опсервација

OIE	*World Organization for Animal Health*
ORG	Потекло
OTHR_DIS	Останати пореметувања во текот на животот на животното
PC	Основна компонента
PCA	*Principal Component Analysis*
PE	Процент на грешка
PLF	Прецизно фармерство (*Precision Livestock Farming*)
PREGN	Гравидитет (гестациски период)
REC_CHSG_PROP	Примени бркања (бркана крава)
REC_CHUP_PROP	Принудена да стане
REC_DPLC_PROP	Примени поместувања (поместена крава)
REC_HDBT_PROP	Примени удари со глава
REC_LCK_PROP	Прием на лижења (лижена)
REP_DIS	Репродуктивни пореметувања во текот на животот на животното
RFAC	Релативни фреквенции на акцелерациски категории
RSPCA	*Royal Sociaty for the Prevention of Cruelty to Animals*
SAM	Акцелерациски модел на исчекор
SCC	Висок број на соматски клетки во млекото
SCC_PRES	Висок број на соматски клетки во млекото во тековната лактација
SCRT_PROP	Чешања
SD	Стандардна девијација
SICK	Болести кај животното во текот на животот
SLCK_PROP	Се лиже
SMD	Квадрати на Махаланобис растојанија
ST	Фаза на стоење
STD_PROP	Период на стоење
SW	Фаза на залет
TMR	*Total Mixed Ratio*
TREAT	Различни третмани врз животното во текот на животот
TA	Вкупна акцелерација, *Total Acceleration*
VA	Вертикална оска
VLD	Исцедок од вулва текот на животот на животното
VR	Видео запис
YEARFRAC	Фракција од годината помеѓу два датуми
ZL	Зона на лежење
ZL1_M	Лежење во ZL1_M
ZL1_O	Лежење во ZL1_O
ZL1_PROP	Престој во зоната ZL1
ZL2_M	Лежење во ZL2_M
ZL2_O	Лежење во ZL2_O
ZL2_PROP	Престој во зоната ZL2
ZL3_M	Лежење во ZL3_M
ZL3_O	Лежење во ZL3_O
ZL3_PROP	Престој во зоната ZL3
ZL4_M	Лежење во ZL4_M
ZL4_O	Лежење во ZL4_O
ZL4_PROP	Престој во зоната ZL4
ZR	Зона на хранење
ZR1_PROP	Престој во зоната ZR1
ZR2_PROP	Престој во зоната ZR2
ZR3_PROP	Престој во зоната ZR3
ZR4_PROP	Престој во зоната ZR4
ρ	Густина на социјална мрежа

ЛИСТА НА ТАБЕЛИ, СЛИКИ И ГРАФИКОНИ

ЛИСТА НА ТАБЕЛИ

Табела 3-1 Број на животни, видео секвенци, должина на земање примероци и вкупен број записи од акцелерометрите, употребени при дискриминацијата на типот на од и положбата на телото кај овци 94

Табела 3-2 Листа и дефиниции на однесувања на животните (Етограм) и настани што се бележат во текот на индивидуалната опсервација на животните. 102

Табела 3-3 Атрибути (карактеристики) на животните вклучени во студијата како независни варијабли. 105

Табела 3-4 Зависни варијабли вклучени во студијата за однесување на животните. ...107

Табела 3-5 Дополнителни варијабли применети во PCA. 114

Табела 3-6 Карактеристики и број на основни компоненти вклучени во PCA. 115

Табела 3-7 Полнежи и моќ на атрибутите во секоја основна компонента од PCA. 117

Табела 3-8 Метрика на социјалните мрежи 119

Табела 4-1 Просечни вредности (просек ±*SD*) на релативните фреквенции по акцелерациска категорија (во проценти) за вертикалната, хоризонталната оска и вкупната акцелерација на акцелерометарот за секој тип на од кај овци 124

Табела 4-2 Значајни акцелерациски категории 125

Табела 4-3 Класификациски функции, тежини на значајните акцелерациски категории (AC) и константните вредности. *Post hoc* класификациски матрикс и споредба на резултатите од класификациските функции со вистинскиот тип на од. 126

Табела 4-4 Идентификувани Клучни Акцелерациски Точки (KAP) 129

Табела 4-5 Бројот на исчекори (чекори) при одење и галоп изброени со акцелерациските модели на исчекорот. 133

Табела 4-6 Кинематски параметри на исчекорот при одење и галопирање кај овци 134

Табела 4-7 Дескриптивна статистика на атрибутите на животните вклучени во студијата. 135

Табела 4-8 Корелации помеѓу атрибутите на животните вклучени во опсервацијата 136

Табела 4-9 Дескриптивен приказ на зависните варијабли измерени со опсервација на однесувањето на молзни крави. 139

Табела 4-10 Значајни корелации помеѓу однесувањата на животните (зависните променливи) вклучени во опсервацијата 141

Табела 4-11 Значајни корелации (r_s) помеѓу атрибутите и однесувањата (зависните варијабли) на животните 145

Табела 4-12 Збирна матрица на класифицираните асоцијации утврдени според нехиерархиската К кластер анализа 156

Табела 4-13 Табеларен приказ на координатите на факторите (основните компоненти - PC) базирани на корелациите на активните и дополнителните варијабли 157

Табела 4-14 Матрица на сублимирани наоди на асоцијативност од сите спроведени анализи помеѓу атрибутите и однесувањата (зависните променливи). 162

Табела 4-15 Униваријантна дескриптивна статистика на социјалните мрежи (матрици) генерирани од социјалните интеракции на животните 164

Табела 4-16 Хомофилност на единките во социјалните интеракции кај различните социјални мрежи 165

Табела 4-17 Интеракции во и надвор од групите дефинирани со атрибутите на животните 166

Табела 4-18 Вредности измерени на ниво на јазли за одредени параметри во социјалната мрежа со „Сите Интеракции“ споредени помеѓу групите на животни дефинирани според поедини атрибути 167

Табела 4-19 Корелација (*Spearman* ранг тест) на карактеристиките на јазлите во социјалните мрежи во однос на континуираните атрибути на животните 170

Табела 4-20 Дескриптивни вредности на атрибутите од членовите на најбројните клики во социјалната мрежа со сите интеракции 171

Табела 4-21 Вредности измерени на ниво на јазли за одредени параметри во агонистичката социјална мрежа споредени помеѓу групите на животни дефинирани според поедини атрибути 177

Табела 4-22 Вредности измерени на ниво на јазли за одредени параметри во социјалната мрежа споредени помеѓу групите на животни дефинирани според поедини атрибути 185

Табела 8-1 Анализа на дискриминациска функција и канонска корелација за значајните акцелерациски категории (АС) и дискриминаторски функции (корени) за дискриминација на одот– дополнителни податоци за *Табела 4-2* 266

Табела 8-2 Квадрати на Махаланобис растојанијата (SMD) на погрешно класифицираните случаи во класификацискиот матрикс на вертикалната и хоризонталната оска и на вкупната акцелерација 267

Табела 8-3 Табеларен дескриптивен приказ на генерираните кластери од значајните и делумно значајните асоцијации помеѓу однесувањата и атрибутите на животните според спроведената кластер анализа.....268

ЛИСТА НА СЛИКИ

Слика 4-1 Шематски преглед на позицијата на задната нога (белата нога на шемите) во клучните акцелерациски точки во текот на еден исчекор кај овци 132

Слика 4-2 Шематски приказ на преферираните зони од молзните крави во опсервираниот заграден простор..... 144

Слика 8-1 Локација и позиција на акцелерометарот на овцата..... 261

Слика 8-2 Шематски приказ на фармата со молзни крави каде се спроведени истражувањата за однесување 262

Слика 8-3 Извадок од каталогот што беше употребен за идентификација на кравите при видео опсервациите 263

Слика 8-4 Замислените граници на осумте зони на престој со кои беше поделен заградениот простор во текот на опсервацијата на молзните крави..... 264

ЛИСТА НА ГРАФИКОНИ

Графикон 1-1 Графички приказ на предвидените истражувања и нивното својство во процесот на оценување на благосостојбата на животните и зоохигиената 41

Графикон 2-1 Однос помеѓу инпутите и исходите при оценка на благосостојбата и соодветните видови мерки кои се применуваат во оценката 58

Графикон 4-1 Акцелерациски вредности за стоење и лежење измерени со три-аксијален акцелерометар прикачен на левата задна нога на овца 127

Графикон 4-2 Акцелерациски модел на исчекорот (SAM) кај овци 131

Графикон 4-3 Дескриптивен приказ на изминатото време во четирите состојби при опсервација на единките 137

Графикон 4-4 Дескриптивен приказ на бројот на социјални интеракции кај опсервираните единки 138

Графикон 4-5 Просечно изминато време на стадото во осумте опсервирани зони. 138

Графикон 4-6 Кластер анализа, графички приказ на кластерите за асоцијации помеѓу однесувањата и атрибутите на животните 153-155

Графикон 4-7 Графички приказ на односот помеѓу дополнителните варијабли (однесувањата) и активните варијабли (атрибутите) во факторската рамнина 160

Графикон 4-8 Преглед на интеракциите во тријадите присутни во социјалната мрежа со сите интеракции 172

Графикон 4-9 Мрежа на сите социјалните интеракции помеѓу 91 крава во текот на опсервацијата 173

Графикон 4-10 Корелација помеѓу возраста и млечноста во последната лактација со доминантниот ранг на единката во стадото според агонистичката социјална мрежа 175

Графикон 4-11 Разлики помеѓу групите дефинирани според атрибутите на животните 176

Графикон 4-12 Кластер дијаграм на присутните клики во агонистичката социјална мрежа кај молзни крави. 181

Графикон 4-13 Преглед на интеракциите во тријадите присутни во агонистичката социјална мрежа 182

Графикон 4-14 Мрежа на агонистичките социјални интеракции помеѓу 91 крава во текот на опсервација 183

Графикон 4-15 Кластер дијаграм на присутните клики во афилијативната социјална мрежа кај молзни крави. 189

Графикон 4-16 Преглед на интеракциите во тријадите присутни во афилијативната социјална мрежа 190

Графикон 4-17 Мрежа на афилијативните социјални интеракции помеѓу 91 крава во текот на опсервација 191

Графикон 8-1 Акцелерациските вредности на вертикалната (x) оска на три - аксијалниот акцелерометар додека овцата стои, лежи, оди, каска и галопира во период од 3 s (една епоха) 265

РЕЗИМЕ

Имплементацијата на стандардите за благосостојба, подобрувањето на зоохигиената и менаџментот во фармите, како и одржување на здравјето на животните се исклучително зависни од релевантен мониторинг и проценка. Тоа подразбира спроведување соодветни мерења интегрирани во индикатори, кои може да се дел и од протоколи, со што ќе се постигне објективна проценка за состојбата на животните и фармите. Стандардите за благосостојба на животните и зоохигиената се генерираат според актуелните сознанија за потребите на животните и околинските фактори надополнети со општествените вредности на поширокота јавност. Постои плејада можности за мерења и уште толку непознати индикатори што би можеле да укажат на потребите на животните, нивната моментална состојба, но и целокупниот нивен квалитет на живот. Сензорната технологија е ветувачка алатка за објективно континуирано собирање податоци што може да се употреби во детекција на поедини состојби и однесувања на животните или пак да помогне во откривање нови научни сознанија за животните. Акцелерометријата, од аспект на биомеханиката, претставува квантитативна детерминација на акцелерацијата и децелерацијата на телото или дел од телото кај живиот организам при изведување на одредена акција. Со тоа акцелерометријата може да се употреби при мерења на поедини состојби кај животните. Однесувањето на животните, како аутпут креиран од комбинирани инпути врз организмот, е одличен индикатор за ефектите од присутните инпути. Овие инпути покрај околинските фактори ги вклучуваат и атрибутите како возраста, продукцијата, телесната кондиција, но и здравствената состојба на животните. Атрибутите може да имаат потенцијал за долгорочно влијание врз однесувањето на животните, нивните социјални интеракции и нивната просторна дистрибуција во заградениот простор во фармите.

Предметот на истражување на оваа докторска теза е насочен во два правци. Првиот правец се однесува на употребата на акцелерометријата како алатка за мерење одредени состојби кај животните. Во овој контекст се спроведени две студии каде едната ја користи акцелерометријата за одредување на различните типови од и положба на телото, а другата студија се занимава со анализа на кинематиката на исчекорот. Вториот правец во истражувањата е насочен кон утврдување потенцијални индикатори што би се применили во оценување на благосостојбата и зоохигиената на животните. Исто така и овде се спроведени две истражувања насочени кон утврдување на асоцијации помеѓу атрибутите на животните и нивното однесување и просторна дистрибуција, додека второто истражување спроведува анализа на социјални мрежи во стадо молзни крави. Оттука, генералната цел на докторската теза е да се развијат дополнителни методи на мерења и идентификуваат потенцијални индикатори за оценување на однесувањето, благосостојбата и зоохигиената користејќи акцелерометрија и асоцијации помеѓу атрибутите и однесувањата на животните.

Првата студија претствува утврдување *метод за дискриминација на типовите од и положбата на животното со употреба на триаксијален акцелерометар кај овци*. Зачетокот на оваа студија беше хипотезата дека просторно - временската опсервација на ногата може да обезбеди значајни информации за општата состојба на животното. Тоа е особено е значајно кај животни тешко достапни за оценување, како што се овците и останатите фармски животни со слободно/пашно држење. Триаксијалните акцелерометри може да снимат голема количина податоци при мерења на движењето или положбата на телото на животното, но интерпретацијата и оптимизацијата на овие податоци остануваат предизвик. Целта на оваа студија беше да се воведе оптимизиран метод за дискриминација на типот од (од, кас и галоп) и положбата на телото (стоење и лежење) користејќи ги акцелерациските вредности измерени со триаксијален акцелерометар прикачен на задната нога кај овци. Снимените акцелерациски вредности на вертикалната и хоризонталната оска како и вкупната акцелерација беа категоризирани во акцелерациски категории. Релативните фреквенции на акцелерациските категории (RFAC) беа пресметувани во временски епохи од 3 секунди. Релевантните RFAC за типот на од и положбата на телото се идентификуваа со користење на дискриминаторски функции и канонска анализа. *Post hoc* предикциите за двете оски и вкупната акцелерација беа спроведени со користење на класификациски функции и класификациски вредности за секоја идентификувана епоха. Точноста на методата беше детерминирана со употреба на Махаланобис растојанија. Највискоката дискриминаторска моќ за разликување на типот на од кај животното се постигнува со четири RFAC на вертикалната оска, а пет RFAC на хоризонталната оска и на збирниот вектор за вкупна акцелерација. Класификациските функции имаа највисока точност за одење и галоп. Во однос на оските, најточни се покажаа вертикалната и хоризонталната оска со точност од 90% и 91%, последователно. За разликување на положбата на телото, вертикалната оска имаше највисока дискриминаторска моќ чии акцелерациски вредности се со процент на распределба од 99.95% во RFAC (0, 1] за стоење и од 99.50% во RFAC (-1, 0] за лежење. Хоризонталната оска прецизно ја разликува страната на лежење на животното, поточно, акцелерациските вредности беа во акцлерациската категорија (0, 1] за лежење на лева страна и (-1, 0] за лежење на десната страна. Развиениот алгоритам согласно предложениот метод овозможува дискриминација на различните типови од и идентификување на положбата на телото кај животните со редуциран број записи или податоци т.е. употреба на најзначајните акцелерациски вредности од само една оска во краток временски интервал. Оваа студија воведува оптимизиран метод за употреба на триаксијален акцелерометар во разликувањето и идентификацијата на типот на од и положбата на телото кај овците како експериментален модел на животни.

Во втората студија од акцелерометријата фокусот беше ставен на *кинематика на исчекорот и акцелерациски модел на одење и галопирање кај овци*. Стекнатото знаење за локомоцијата кај четвороножните животни станува сé покорисно во оценување на менталната и физичката состојба кај домашните и дивите животни. Сепак, сé уште тешко се собираат и анализираат податоците од различните типови од користејќи неинвазивни техники ослободени од ефектот на опсерваторот. Затоа,

употребата на соодветни алатки во прецизното фармерство и во студиите за локомоција кај различните видови е еден од главните предизвици во релевантните области. Исчекорот се состои од комплетен циклус на движења на ногата и претставува основна единица во одот. Од друга страна, триаксијалните акцелерометри се уреди кои ги бележат акцелерациските вредности на објект во движење во единица време. Комбинирајќи ги својствата на исчекорот и акцелерометрите, во оваа студија се разви акцелерациски модел на исчекорот со кој се одредува бројот на чекорите и се мерат кинематските параметри (исчекор, траење на стоечката и фазата на залет и нивниот сооднос) на задната нога кај овци при одење и галопирање. Притоа моделот се базираше на претходно утврдени осум клучни акцелерациски точки за одење (по четири во фазите на стоење и залет) и седум клучни акцелерациски точки за галоп (три во фазата на стоење и четири во фазата на залет). Процентот на грешка на моделот во однос на бројот на чекори споредено со видео записите изнесуваше 2,08% за одење и 0,97% за галоп. Акцелерациските вредности на исчекорот измерени од задната нога кај овци покажаа дека исчекорот траеше 0,81±0,19 секунди и работен фактор од 63,30±6,98% кај одење, а кај галоп време од 0,40±0,08 секунди и работен фактор 32.51±10,42%. Точноста на спроведената анализа на исчекорот за одење беше споредена со други експериментални студии што користат други техники на анализа. Користејќи го развиениот акцелерациски модел во оваа студија за прв пат се измерија кинематските параметри на исчекорот кај овци во галоп. Исто така, оваа студија потврди дека еден акцелерометар прикачен на ногата од животното е доволен за да обезбеди детална анализа на исчекорот кај четвороножните животни. Креираниот акцелерациски модел на исчекорот може да најде примена во рана детекција на кривењето, мониторинг на здравјето и благосостојбата на животните, менаџментот на фармата или во терестријалните студии за локомоција.

Студијата за одредување на *асоцијации помеѓу однесувањата и просторната дистрибуција со атрибутите од молзни крави* беше првата од двете спроведени студии за однесувањата на животните. Индивидуалното, вклучително и социјалното однесување на животните, претставува директен одговор на примените инпути од нивното опкружување или пак од состојбата на организмот. Оттука, атрибутите на животните како возраст, телесна состојба, млеко продукцијата, гравидитет и слично имаат одредено влијание врз индивидуалното однесување. Дополнително, при состојба на болест однесувањето се менува и претставува адаптивен бихејвиорален одговор на инфекција или повреда со стереотипни карактеристики предизвикан од имуниот и централниот нервен систем. Промените во однесувањето под влијание на атрибутите или болестите може да се употребат како индикатори за детекција на овие состојби кај говедата. Она што денес претставува предизвик во етологијата е да се утврди колку атрибутите на животните, вклучително и здравствените промени, може на долг рок да се поврзат со однесувањата. Дополнително, движењето на животните и искористувањето на просторот е зависно од карактеристиките на локацијата во однос на ресурси за вода и храна, вегетација, поставеноста на теренот итн. Од друга страна, болеста и социјалниот ранг на животните може да влијаат врз нивното движење и искористување на достапниот простор. Оттука, просторната дистрибуција на

животните има потенцијал да се употреби како индикатор за некои од нивните атрибути. Целта на оваа студија беше да се утврдат присутните асоцијации помеѓу атрибутите и медицинската историја со индивидуалното однесување на молзни крави, вклучително и нивната просторна дистрибуција во слободен систем на држење.

Студијата беше изведена во комерцијална фарма за молзни крави со слободен систем на држење со индивидуални лежишта. Податоците употребени во истражувањето се собираа преку опсервација на однесувањата и собирање податоци за атрибутите на опсервираните животни, вклучително и нивната историја на болести. Континуираната индивидуална опсервација на однесувањето на 91 молзна крава се одвиваше преку видео записи од четири поставени камери во заградениот простор во период од 14 часа/ден, од 07:00 –21:00 часот, два последователни дена. Идентификацијата на животните се базираше според карактеристичните бои и шари на кожата по претходно изработен каталог со фотографии од различни проекции на единките. За опсервација на единките се употребуваше специјален софтвер со што се евидентираа сите нивни однесувања дефинирани во претходно утврден етограм. Информациите за кравите, односно атрибутите на животните, беа преземени од софтверот за менаџмент на фармата. За анализа на просторната дистрибуција на единките при континуираната опсервација се водеше евиденција за локацијата на опсервираното животно во заградениот простор. Целокупниот опсервиран простор беше поделен на осум зони со приближно еднакви површини во рамките на деловите за хранење (ZR 1 – ZR4) и лежење (ZL1 – ZL4). Исто така, при легнувањето на животното се евидентираше и страната на лежиштата каде легнува животното, лежишта во средина или насочени кон надвор од заградениот простор. По обработката на евидентираните записи за однесувањата на животните се дефинираа 47 зависни варијабли, а по собирање и обработка на податоците од софтверот за менаџмент се утврдија вкупно 20 атрибути.

Во оваа студија се дефинираа фаворизирани (преферирани) зони на единките во ограниченият простор и тоа според: просечното време на престој на стадото во секоја од зоните; доминантни зони при индивидуален избор; корелација помеѓу секоја зона и времето минато кај јаслите во делот за хранење и времето на лежење во делот за лежење; како и корелација помеѓу просторните зони и агонистичките интеракции. За утврдувањето на асоцијациите помеѓу однесувањата и атрибутите на животните се употреби еден вид на триангуларен пристап со примена на три различни анализи за потврда на евентуално идентификувана асоцијација: 1. *Spearman* ранг корелација; 2. Итеративниот партициски метод на *нехиерархиско K-means кластерирање* и 3. Анализата на Основните Компоненти (*Principal Component Analysis, PCA*). По спроведените анализи резултатите се сублимираа во четири категории: нема асоцијативност; не може да се констатира асоцијативност; делумна (позитивна или негативна) асоцијативност и асоцијативност (позитивна или негативна) помеѓу атрибутите и однесувањата.

Стадото вклучено во истражувањето имаше хетерогена структура по однос на возраст (од 2 до преку 9 години); потекло, 36% се единки што биле купени а останатите се родени на фармата; телесна кондиција (74% од единките со оценки од 3 – 4); гравидитет, од не гравидни до единки во трета третина од гравидитет; млечност, од 5 - 13 илјади литри во 305 дена лактација; но и 66% од единките имале барем еднаш висок број на SCC, а 41% со барем еднаш дијагностициран маститис; 19% имале само еднаш кривење во текот на својот живот; додека 51% од кравите барем еднаш имале репродуктивни пореметувања. Од опсервациите се констатира дека просечното време на кравите за лежење изнесува околу 4,5 часа, престој во јаслите од 5 часа, стоење 1,5 час и 18 минути минале во движење.Автоматската четка беше употребена во просек од околу пет минути со поголеми варијации помеѓу единките. Спроведената корелација за утврдување на асоцијативноста помеѓу атрибутите и однесувањата на животните прикажа 70 значајни корелации. Со кластер анализата беа утврдени вкупно 79, од кои значајни 49 и делумно значајни 30 асоцијации. Додека со PCA анализата се генерираа вкупно шест основни компоненти дефинирани со атрибутите на животните како активни варијабли. Дел од овие компоненти беа во корелација со вкупно девет однесувања како зависни (дополнителни) варијабли во моделот. Со тоа, сублимираните резултати од трите анализи утврдија дека од вкупно 760 поврзувања помеѓу атрибутите и зависните варијабли кај 569 не постоеше асоцијативност во ниту една од трите спроведени анализи. Вкупно беа детектирани 25 (12 позитивни и 13 негативни) асоцијации потврдени со трите анализи, а 164 делумни (67 делумно негативни и 97 делумно позитивни) асоцијации кои не беа потврдени со сите три анализи.

Во однос на просторната дистрибуција се утврди дека во заградениот простор постојат зони кои се преферирани од молзните крави. Во делот на лежење тоа беа зоните што се централно поставени. Во делот за хранење, иако тенденцијата беше кон централните, сепак согласно зададените критериуми зоната каде се наоѓаа минералните суплементи придонесе да биде втора по фаворизираност. Овие наоди упатуваат дека просторното позиционирање на животните е под значително влијание од зоохигиенските (околинските) фактори во интензивните фармски системи. Кај индивидуалните однесувања и атрибутите, за постарите единки се констатира дека минуваат подолго време во стоење со намален престој во јаслите. Исто така постарите единки примаат помалку удари со глава и поместувања од останатите членови позиционирајќи се на повисок социјален ранг во стадото, потврдено и со студијата за анализа на социјални мрежи. Постарите единки почесто избираат да легнат во лежиштата насочени кон надвор. Во однос на просторот, постарите единки прават оптимален избор помеѓу нивото на присутност на социјален конфликт во зоните и нивните зонски преференции. Поново купените молзни крави претендираат да имаат зголемен престој во фаворизираните зони, подолг престој во јаслите и изведување на зголемен број агонистички интеракции. Сепак овие параметри се намалуваат, дури и до ниво на субмисивност, како што единките го воспоставуваат својот социјален статус во стадото. За телесната кондиција како атрибут се утврди намалена употреба на автоматската четка кај единките со пониска оценка. Во однос на млечноста (вкупна млечност на единката и млечноста во тековната лактација) се утврди дека единките со

највисока млечност легнуваат во најфаворизираната зона. Кај медицинската историја на молзните крави, како маститиси и зголемен број на соматски клетки, кривења, различни третмани и останати пореметувања, претежно се утврдија делумни асоцијации што упатуваа на сличности со однесувањата за постарите единки. Таков пример е утврденото пролонгирано стоење и намален престој кај јаслите. Сепак, одредени однесувања се истакнуваа за поедини состојби, како: единките со маститис во тековната лактација имаа пократко време на лежење, а во фазата на рековалесценција кај овие единки постепено се зголемува должината на лежење; животните со историја на кривења се со делумно повисоко време на чешање, а оние што криват во тековната лактација повеќе се лижат. Додека кај гравидните животни делумните асоцијации упатуваа на редукција на времето на лежење и движење, а пролонгирано стоење во фазата на висок гравидитет; високо гравидните животни се локализираат во деловите од просторот со помал број на единки, односно помалку конфликти. Зголеменото лижење други крави заедно со зголемениот број на останати однесувања како типични знаци на еструсно однесување беа евидентирани кај негравидните единки. Резултатите и наодите од оваа студија треба да се сметаат исклучиво како дата базирани развиени хипотези за понатамошни истражувања. Утврдените асоцијации имаат потенцијал да контрибуираат во менаџирањето на зоохигиената, здравјето, благосостојбата и однесувањето на молзните крави во интензивни фармски системи.

Анализата на социјални мрежи и асоцијации на социјалните интеракции со атрибутите од молзни крави беше втората спроведена студија во рамките на однесувањата на животните и последна во оваа докторска дисертација. Кравите се социјални животни, што живеат во стада, со комплексни социјални релации, присутна алеломимикрија за повеќе однесувања и јасно дефинирана стабилна хиерархиска структура. Социјалното опкружување се состои од неслучајни и хетерогени социјални интеракции. Овие интеракции се претставени преку афилијативното и агонистичкото однесување кај говедата. Всушност, однесувањето на единките афектира и е афектирано од присуството и однесувањето на останатите членови во нивните социјални мрежи. Анализата на социјалните мрежи (АСМ) е метод што нуди можност за детално опишување, анализирање и разбирање на социјалните релации во социјалните мрежи. Оваа анализа овозможува анализа на социјалната структура на индивидуално, интермедијарно и групно ниво во социјалната мрежа. Социјалното однесување на единката претставува мултифакторијален аутпут. Поточно, одредени атрибути на животните може да се сметаат како потенцијални фактори што влијаат врз социјалните мрежи. Такви атрибути се возраста, продуктивноста, телесната кондиција, здравствената состојба и нејзината историја, но и зоохигиенските фактори т.е. условите на сместување и менаџмент техниките. Целта на оваа студија беше преку АСМ да се измерат и прикажат карактеристиките на социјалните мрежи, нивните структури и позициите на единките во мрежите, како и да се идентификуваат потенцијалните асоцијации помеѓу атрибутите и параметрите на АСМ кај молзните крави. Податоците употребени во оваа студија претставуваа податоци собрани од претходната студија за однесувањето. Поточно, континуираната видео опсервација на социјалните интеракции

помеѓу 91 молзна крава во стадото и податоците за атрибутите на опсервираните животни, вклучително и нивната историја на болести. Анализата на социјалните интеракции ги вклучи податоците собрани од континуирана опсервација на животните во траење од 28 часа. Базирајќи се на евидентираните социјални интеракции од опсервираните единки се креираа три асоцијативни матрикси: 1) „Сите социјални интеракции“; 2) „Агонистички интеракции“и 3) „Афилијативни интеракции“. Дополнително, за секоја единка беше пресметан доминатниот ранг во стадото. АСМ се спроведе на трите матрикси, а беше тестирана и асоцијативноста помеѓу социјалните интеракции и атрибутите на животните. Од атрибутите, возраста се покажа како значаен атрибут во сите три мрежи. Единките од иста или слична возраст се лоцирани поблиску во афилијативната мрежа (автокорелација r = 0.74, $p<0.05$), а агонистичкото однесување е насочено од постарите единки кон помладите единки ($E\text{-}I_{index}$ = 0.47). Кравите со ист или сличен гравиден статус имаат зголемени меѓусебни афилијативни интеркации (автокорелација r = 0.50, $p<0.05$). Во однос на млекопродукцијата, единките со повисока млечност примаат помалку интеракции од останатите единки во стадото ($r_{InFarness}$=0.23-0.25, $p<0.05$). Додека единките во стадото што манифестирале покачување на соматските клетки во млекото во тековната лактација имаат зголемен прием на афилијативни интеракции (InDegree = 4.74±8.02) во однос на единките без покачени соматски клетки (InDegree = 2.23±2.13), $p<0.05$. Агониситичката социјална мрежа утврди постоење на строго дефинирана хиерархиска структура во стадото молзни крави. Во оваа студија се утврди значителна позитивна корелација на возраста на единката (r=0.42, $p<0.05$), како и млечноста во последната лактација (r=0.24, $p<0.05$) со рангот на доминација. Повисокиот гравидитетот доведува до стабилизација на социјалните односи што беше видливо преку коефициентот на кластрирање (r=0.26, $p<0.05$). За разлика од кравите што не се гравидни и со потенцијал да се во некоја од фазите на половиот циклус кои имаат повисок број на социјални интеракции и времено се позиционираат поцентрално. Во однос на асоцијациите на историјатот на поедини заболувања како маститис, кривење, репродуктивни заболувања, останати болести и третмани со метриката на АСМ, не се утврди значајност освен зголемена хомофилност во афилијативната мрежа кај единките со кривење во тековната лактација и историјатот на останати болести. При споредба помеѓу агонистичката и афилијативната социјална мрежа се утврди позитивна корелација (r=0.46, $p<0.001$), каде една интеракција во агонистичката мрежа имплицира веројатност од 86% за интеракција во афилијативната. Оваа студија ја потврди апликативната улога на АСМ како алатка за развивање индикатори за здравјето и благосостојбата на животните, но и за воспоставување добри зоохигиенски практики во менаџментот на молзните крави.

Четирите спроведени студии во рамките на докторската дисертација потврдија дека акцелерометријата и однесувањата на животните имаат потенцијал да се употребат за проценка на благосостојбата, зоохигиената, здравјето и менаџментот во интензивните фармски системи. Акцелерометријата прикажа методи за анализа на локомоцијата и однесувањето на животните што како мерење може да се интегрира во индикаторите за проценка. Од друга страна утврдените асоцијации помеѓу однесувањата и атрибутите на животните, вклучително и анализата на социјалните

мрежи, развија хипотези за дефинирање на потенцијални индикатори. Всушност, преку четирите студии се потврди потребата и применливоста на прецизното фармерство во научна и апликативна смисла. Во овој контекст, развојот на нови алгоритми, аналитичка обработка на податоците и нивна интерпретација претставува основа за примена на сензорна технологија и анализа на однесувањата и социјалните мрежи во модерните фармски системи. Перспективите на истражувањата во рамките на спроведените студии се во воспоставување систем кој преку мониторинг на животните во реално време ќе може да ја утврди состојбата на животните и фармите, а со тоа и ќе придонесе во носењето одлуки за соодветен менаџмент.

SUMMARY

The implementation of animal welfare standards, enhancing of animal hygiene (zoohygiene) practices and farm management, including the health management are exclusively dependent of relevant monitoring and assessment. This involves conducting appropriate measurements integrated into indicators that might be also established as protocols for achieving objective assessment of the animal state and farms in general. Animal welfare, including animal hygiene standards are generated in compliance with the existing knowledge about the animal needs and environmental influences accompanied by the societal values of the broader public. There are vast possibilities for measurements and maybe even more not known indicators that could indicate an animal's needs, their current state, as well as, their quality of life. Sensor technology is a promising tool for objective continuous data collection that could be used in detection of certain conditions and behaviours of an animal or could contribute in gaining new knowledge in animal science. Accelerometry, in biomechanics, represents quantitative determination of acceleration and deceleration of the body or part of the body in a living organism while performing certain action. Thus, accelerometry could be potentially used in measuring certain conditions in animals. The animal behavior, as an output generated from combined inputs on the organism, is a perfect indicator for the effects of the existing inputs. These inputs, beside the environmental factors, also include the animal's attributes, such as age, production, body condition, as well as the animal's medical condition. The attributes might have potential for a long-term impact on the animal's behavior, their social interactions and even the spatial distribution in a confined space or in the stalls.

The research subject of this doctoral thesis is consisted of two parts. The first part addresses the use of accelerometry as a tool for measuring certain states in animals. In this context two studies were conducted: the first one is for gait and posture discrimination and the second study is dealing with stride kinematics and acceleration modeling. The second part is focused on determining potential indicators that could be used in assessment of animal welfare and animal hygiene. In regards to this, two different studies were conducted, determining associations between animal's attributes and their behavior and spatial distribution, while the second study is working with social network analysis in a herd of dairy cows. Therefore, the general objective of this doctoral thesis is to develop additional methods of measures and identified potential indicators for assessing the animal's behavior, welfare and animal hygiene by using accelerometry and associations between animal's attributes and behaviours.

The first study is about gait and posture discrimination in sheep using a tri-axial accelerometer. The initial step in this study was the hypothesis that the temporo-spatial observation of the leg might provide important information about the general condition of an animal, especially for those such as sheep and other free-ranging farm animals that are difficult to access. Tri-axial accelerometers are capable of collecting vast amounts of data for locomotion and posture observations; however, interpretation and optimization of these data records remain a challenge. The aim of the present study was to introduce an optimized method for gait (walking, trotting and galloping) and posture (standing and lying)

discrimination, using the acceleration values recorded by a tri-axial accelerometer mounted on the hind leg of sheep. The acceleration values recorded on the vertical and horizontal axes, as well as the total acceleration values were categorized. The relative frequencies of the acceleration categories (RFACs) were calculated in 3-s epochs. Reliable RFACs for gait and posture discrimination were identified with discriminant function and canonical analyses. Post hoc predictions for the two axes and total acceleration were conducted using classification functions and classification scores for each epoch. Mahalanobis distances were used to determine the level of accuracy of the method. The highest discriminatory power for gait discrimination yielded four RFACs on the vertical axis, and five RFACs each on the horizontal axis and the total acceleration vector. The classification functions showed the highest accuracy for walking and galloping. The highest total accuracy on the vertical and horizontal axes was 90% and 91%, respectively. Regarding posture discrimination, the vertical axis exhibited the highest discriminatory power, with values of RFAC (0, 1] = 99.95% for standing; and RFAC (−1, 0] = 99.50% for lying. The horizontal axis showed strong discrimination for the lying side of the animal, as values were in the acceleration category of (0, 1] for lying on the left side and (−1, 0] on the right side. The algorithm developed by the method employed in the present study facilitates differentiation of the various types of gait and posture in animals from fewer data records and produces the most reliable acceleration values from only one axis within a short time frame. This study introduces an optimized method by which the tri-axial accelerometer can be used in gait and posture discrimination in sheep as an animal model.

The second study for acceleromtry addressed the stride kinematics and acceleration modeling of walking and galloping in sheep. The current knowledge for locomotion in quadrupeds is becoming more useful in assessing mental and physical state of the domestic and wild animals. However, collecting and analyzing data from different gaits by non-invasive and observer bias-free technique is quite difficult. Therefore, finding suitable tools for precision livestock farming and for locomotion studies in different species is one of the major challenges today. The stride is consisted of complete cycle of leg movements and represents the basic unit of the gait. Additionally, tri-axial accelerometers are devices that record the acceleration values of the moving object in time. By combining these two properties this study develops an acceleration model of a stride for counting steps and measuring kinematic parameters (stride, stance and swing duration and duty factor) of the hind leg in sheep during walking and galloping. The stride acceleration model was constructed on the basis of previously defined eight key acceleration points for walking (four points for each phase, stance and swing) and seven key acceleration points for galloping (three points in stance and four points in galloping). The percent error of the model in terms of counting steps compared with the video observation was 2.08% for walking and 0.97% for galloping. The measured acceleration values during the stride for the hind leg in sheep indicate that the stride duration was 0.81±0.19 seconds and the duty factor was 63.30±6.98% in walking, while in galloping 0.40±0.08 seconds and 32.51±10.42%, respectively. The accuracy of the stride analysis for walking was compared with findings in other experimental studies using different tools. By using the developed method, for the first time the stride kinematic parameters in galloping sheep was measured. Thus, we demonstrated that single accelerometer mounted on the leg of

the animal provides detailed stride analysis in quadrupeds. This information could possibly be used for early detection of lameness, monitoring the animal health and welfare, farm management or in terrestrial locomotion studies.

The study concerning the associations between behaviors, including spatial distribution, with the attributes of dairy cows was the first of the two conducted studies related to animal behavior. The individual, as well as social, animal behavior is a direct response of the received inputs from the environment or from the animal's state itself. Therefore, the animal's attributes like age, body condition, milk production, pregnancy etc. have certain impact on the individual behavior. Additionally, in sick animals the behavior is changing into so called sickness behavior that represents adaptive stereotypical behavioural response to infection or injury caused by immunological and central nervous system. Thus, behavioural changes caused by the attributes or sickness can be used as indicators for detection of these states in cattle. One of the current challenges in ethology is to determine the long-term associations between the animal's attributes, including health conditions, with the animal's behaviours. Additionally, animal's movement and usage of the available space is depending of the location properties in terms of food and water resources, vegetation, soil properties etc. On the other hand, sickness and social rank among the animals could have impact on their movements and utilization of the available space. Thus, the spatial distribution of the animals has a potential to be used as an indicator for some of their attributes. The objective of this study was to identify the existing associations between the attributes and medical history with the individual behavior of dairy cows, including their spatial distribution in loose housing system with cubicles.

This study was performed in a commercial farm for dairy cows with loose housing system with cubicles. The data needed for this study were sampled by observation of the animal's behaviour and by collecting information concerning the attributes of the observed animals, including their medical history. The continuous behavior observation on 91 dairy cows was performed from video recordings of four cameras placed in the confined area in a period of 14 hours/day, from 07:00 –21:00 o'clock for two consecutive days. The identification of the animals was based on their special skin and color markings on the body from the photos taken in different projections and summarized into a catalog. Specialized software was used for the behavioural observations and recording of all predetermined behaviours defined in the ethogram. Information about the animals i.e. the cows' attributes were taken from the farm management software. For the purpose of spatial distribution analysis, the location of the observed animal was continuously recorded in the available space during the observation. The whole observational space was divided into eight zones with similar surface area in each zone in the feeding (ZR 1 – ZR4) and lying (ZL1 – ZL4) alleys. Moreover, the row of each cubicle where the animal lied down was recorded, whether it was in the middle towards the feeding alley or at the side towards outside. The processing of the behavioural records yielded 47 dependent variables and after the analysis of the data from the farm management software, in total 20 attributes were identified as appropriate for further use in the study.

This study introduced the so called favorable (preferred) zones by the animals in the confined area according to the following criteria: average time of the herd spent in each zone; predominant zone chosen by each individual; correlation between the duration spent in each zone with the time spent in feed bunks in the feeding alley or lying duration in the lying alley; and correlation between the zones and the number of agonistic interactions. For determining the associations between behaviours and animal's attributes some sort of triangular approach was used where the association was considered as existing if the same association is confirmed by three different analyses: 1. Spearman rank correlation; 2. the iterative partitioning method of non-hierarchical K-means clustering and 3. Principal Component Analysis (PCA). Later, the results from the conducted analyses were summarized into four categories: no associations; not conclusive; partial (positive or negative) associations and association (positive or negative) between the attributes and behaviours.

The herd of dairy cows involved in the study had heterogeneous structure in terms of age (from 2 to over 9 years); origin - 36% animals were bought and the rest were born on farm; body condition (74% were animals with body condition score of 3 – 4); pregnancy - from non-pregnant animals to the third trimester of pregnancy; milk production - from 5 - 13 thousands litters in 305 days lactation. Additionally, 66% from the animals at least once had higher number of somatic cell counts in milk, 41% at least once were diagnosed with mastitis; 19% had lameness in their lives; while 51% of cows had at least one incidence of reproductive disorder. The behavioural observation revealed that the animals spent: approximately 4.5 hours in lying, 5 hours at the feed bunks, standing 1.5 hour and 18 minutes in moving, while the automatic brush was used on average about 5 minutes with great individual variations. The conducted correlation for determining associations between the attributes and animal's behaviours identified 70 significant correlations. The cluster analysis found 79, from which 49 were important associations and 30 partially important associations. Whereas, according the findings of the last analysis - PCA, six principle components defined by the animal's attributes as active variables, were in correlation with nine behaviours as dependent (supplementary) variables. Thus, the summarized results from the three analyses reported that out of 760 tests for associations between attributes and dependent variables, in 569 there was no association indicated from any of the three analyses. In total, 25 (12 positive and 13 negative) associations were confirmed by each of the three analyses, and 164 were partial (67 partially negative and 97 partially positive) associations which were not confirmed by all analyses.

Specific zones/locations in the confined area were identified as preferred by the dairy cows with the spatial distribution analysis. These zones in the lying alley were those that are centrally located. The similar tendency was detected in the feeding area, yet, according to the set criteria, the peripheral zone where supplementary mineral cubes were placed was the second favorable zone. These findings indicate that spatial distribution of dairy cows is highly influenced by the environment in the intensive farm systems. Considering the individual behaviours and attributes, older animals spent more time in standing with lower time spent in feed bunks. The older animals received less head butts and displacements from the other members of the herd, hence positioning themselves at the higher social rank in the

herd, also confirmed by the social network analysis. Older animals mostly preferred to lie down in the outer cubicles, i.e. closest areas of the stall to the outside. Regarding the space utilization, the older animals are making the optimal choice between the lowest level of social conflict in the zone and their zone's preferences. Recently bought dairy cows showed tendency to spend more time in the favorable zones, longer stay at the feed bunks and increased number of agonistic interactions. Though, these parameters are decreasing, some even to the submissive level, as the animal takes its social rank in the herd. When considering the body condition as an attribute, lesser usage of the automatic brush was detected in animals with lower body condition score. In regards to the milk production as an attribute (overall milk production and milk production in current lactation), the animals with higher production lay down in the most favorable zone. The dairy cows with medical histories of mastitis, increased number of somatic cells in milk, lameness, different treatments and other disorders had partial associations very similar with the behaviour of older animals. Accordingly, the prolonged standing and less time spent at the feedbanks were detected for these animals. However, certain behaviours of the animals were specific for some conditions, such as: the animals with mastitis in the current lactation had lesser lying time, while the lying duration is increasing in the animals at reconvalescent stage; cows with history of lameness have higher number of scratching events, and those that hade lameness during the current lactation have more self-grooming (self-licking). Furthermore, the partial associations in pregnant animals were indicating reduced time for lying and moving, and prolonged standing in animals with higher pregnancy state, also these animals were in the zones with lower number of animals i.e. zones with less social conflicts. Higher licking of other cows together with behaviours not defined in the ethogram (other behaviours), as typical signs for estrous behaviour, was found in non-pregnant cows. The findings of this study represent data based developed hypotheses convenient for future research and validation. The identified associations have potential to contribute in the management of animal hygiene, health, welfare and behaviour of the dairy cows in intensive farm systems.

The social network analysis and associations between social interactions and the dairy cows' attributes was the second behavioural and the last study contained in this doctoral thesis. Cows are social herd animals with complex social relations, present allelomimicry for most of the behaviours and clearly defined, stable hierarchical structure. The social environment is comprised of nonrandom and heterogeneous social interactions. These interactions are represented by affiliative and agonistic behaviour in cattle. The behaviour of an individual might be affected by, and is affecting, the presence and behaviour of the other members within their social networks. The social network analysis (SNA) is a method that gives an opportunity for detailed description, analysis and understanding of the social relations in the frames of the social networks. This method enables analysis of the social structure on individual, intermediate and herd level in the social network. The social behaviour of one animal is actual multifactorial output. More precisely, some animal's attributes could be considered as potential factors that have an impact towards the social networks. Those attributes are age, productivity, body condition, health state and medical history, as well as the animal hygiene i.e. housing conditions and management process. The objective of this study was to measure and present the properties of the social network by applying SNA and

identifying the potential associations between the attributes and SNA parameters in dairy cows. The data used in this study were the same as those from the previous behavioural study. More precisely, continuous video observation of the social interactions among 91 dairy cows in the herd coupled with the collected attribute's data, including the medical history. The social network analysis was conducted on the data collected from the continuous observations for 28 hours. On the basis of the recorded social interactions among the observed individuals, three associative matrices were developed: 1) "All social interactions"; 2) "Agonistic interactions" and 3) "Affiliative interactions". Additionally, for each individual the dominant rank within the herd was calculated. The SNA was conducted on the three matrices and also the associations were tested between the social interactions and animal's attributes. From all studied attributes, the age of the animal has manifested as an important attribute in all three networks. The animals with the same or similar age are located more closely to each other in the affiliative network (autocorrelation $r=0.74$, $p<0.05$), while the agonistic behaviour was directed from the older cows toward the younger animals (E-Iindex=0.47). Cows with same or similar gestational period had increased mutual affiliative interactions (autocorrelation $r=0.50$, $p<0.05$). Regarding the milk production, the animals with higher milk production received less interactions from the rest of the members in the herd (rInFarness=0.23-0.25, $p<0.05$). Additionally, the members of the herd that had higher number of somatic cell count in the milk during the current lactation had higher number of received affiliative interactions (InDegree = 4.74±8.02) in comparison to the animals without increased somatic cell counts (InDegree = 2.23±2.13), $p<0.05$. The agonistic social network exhibits highly defined hierarchical structure in the herd of dairy cows. This study found that there was significant positive correlation between the dominance rank with the age ($r=0.42$, $p<0.05$) and the milk production in the current lactation ($r=0.24$, $p<0.05$). In addition it was noted that more advanced pregnancy leads to stabilization of the social relations which was confirmed by the clustering coefficient ($r=0.26$, $p<0.05$). In opposite, cows that are not pregnant and potentially are in some of the estrous cycle stages had increased number of social interactions and temporary are centrally located in the networks. There was no significance regarding the associations between some of the disorders like mastitis, lameness, reproductive disorders, other disorders and treatments with the SNA metrics, except increased homophily in affiliative networks for animals with lameness in the current lactations and the history of other diseases. There was a positive correlation between agonistic and affiliative social networks ($r=0.46$, $p<0.001$) and one interaction in the agonistic network implies probability of 86% for an interaction in the affiliative network. This study confirms the applicability of SNA as a tool for developing indicators for health and animal welfare, as well as for establishing good animal hygiene practices in the management of dairy cows.

The four conducted studies within this doctoral thesis confirmed that accelerometry and animal behaviour have the potential to be used for assessment of animal welfare, zoohygiene, health and management in intensive farm systems. The accelerometry highlighted the methods for analysis of locomotion and animal behaviour as measurement that could be integrated within the assessment indicators. Additionally, the identified associations between behaviours and animal's attributes, including the social network analysis, developed

hypotheses with potential for creating new assessment indicators. Actually, these four studies have confirmed the need and the applicability of the precision livestock farming in scientific and practical sense. In this context, the development of new algorithms, analytical data processing together with proper interpretation represent the basis for introducing sensor technology and behavioural, including social, analysis in the modern farm systems. The future perspective of the presented studies lies in establishing a system that will enable monitoring and real-time assessment of the state of the animals and farms which will greatly facilitate the decision making process for proper management.

1 ВОВЕД

1.1 Благосостојба на животните и етологија

Актуализацијата на благосостојбата на животните во последните декади е последица на антропоморфниот алтруизам поттикнат од научните сознанија за физиолошките и менталните карактеристики. Стресот кај живиот организам за прв пат се опишува пред помалку од еден век. Истражувачот Hans Selye, кој се смета за основач на истражувањата за стрес, во 1936 година ги опишува терминте „општа алармна реакција“ и „општ адаптационен синдром“ (1). Со овие два термини Selye се обидува да ги опише промените во организмот кога нагло се соочува со критична ситуација и како синдром на генерализиран напор на организмот за негова адаптација на новите услови. Подоцна, се воведува зборот „стрес“ кој ги означува стимулите кои се способни да предизвикаат алармна реакција. Дефинирањето на стресот предизвика серија на истражувања, особено стресот кај луѓето, поврзани со неговата етиолошка, физиолошка и патолошка природа. Сознанијата од овие истражувања резултираа со општоприфатената констатација дека стресот е одговорен за нарушување на здравјето и благосостојбата кај луѓето.

Загриженоста кај луѓето од ефектите на стресот се проектираше и кон животните поради нивната изложеност на стресни фактори и нарушување на благосостојбата при постојните системи за одгледување и искористување. Оваа загриженост најрепрезентативно ја изложува Ruth Harrison во својата книга „*Animal Machines*“, 1964 година, каде заклучува дека индустријализацијата на сточарството ги претворила животните во машини за производство. По набљудувањето на одгледувачкиот процес во повеќе фарми (за говеда, живина и свињи) во Велика Британија, Harrison го воведува терминот „фарми фабрики“ чија задача е „брз обрт, зголемена густина на населеност, висок степен на механизација и ефикасна конверзија на храна во производи за продажба“. Поточно, „животот во фармите фабрики целосно се врти околу профитот, а животните се оценуваат исклучиво според нивната способност да ја конвертираат храната во продажни производи“(2). Со индустријализацијата и интензификацијата на одгледувањето на животните, во средината на XX-от век, комплетно се менува традиционалниот систем. Претходно, одгледувањето и искористувањето на животните од страна на човекот се базирало на она што Temple Grandin го нарекува „древен договор“ со животните (3). Овој „договор“ претставува високо симболизиран однос помеѓу доместифицираните животни и луѓето кој илјадници години се одржува. Обостраниот интерес на двете групи (луѓето наспроти нехуманоидните животни) се темели на интересот на животните да ги задоволат општопознатите биолошки потреби за опстанок на видовите (храна, заштита, репродукција, животен простор) обезбедени од страна на човекот, за сметка на производите што ги даваат во интерес на човекот.

Интензификацијата и индустријализацијата на фармските животни доведе до максимизирање на производството и адаптирање на производствениот процес не земајќи ги во предвид потребите на животните. Книгата на Harrison предизвика огромен интерес во пошироката јавност во Велика Британија. Со тоа се отвори сосема нова перспектива во третманот и одгледувањето на животните која дотогаш воопшто не била земена во предвид. Една година подоцна, во 1965, се објавува т.н. Брамбелов извештај (на Проф. F. W. Rogers Brambell) каде за прв пат се споменува концептот на петте слободи кои треба да се обезбедат за животните (4). Под притисокот на јавноста, поттикната од споменатите публикации, во седумдесеттите години од минатиот век во Велика Британија се формира Советодавен Комитет за Благосостојба на Фармски Животни (*Farm Animal Welfare Advisory Committee* (FAWAC)) кој набрзо се претвора во Совет за Благосостојба на Фармски Животни (*Farm Animal Welfare Council* (FAWC)). Токму овој Совет на 5 Декември, 1979 година објавува документ кој официјално посочува што треба да им се обезбеди на фармските животни, изразено преку концептот на петте слободи: 1) слобода за пристап до храна и вода; 2) слобода за соодветно сместување; 3) слобода од болка, повреда или болест; 4) слобода за изразување на нормално однесување; и 5) слобода од страв и вознемирување (5). Овој документ се смета за официјален, кој ги дефинира петте слободи на животните и претставува основа за вовед и развој на концептот за благосостојба на животните.

До денес се дадени повеќе дефиниции кои го објаснуваат поимот „добра“ благосостојба на животните. Поимањето на благосостојбата на животните се поврзува со нивниот стрес, вознемирување, болка и здравствен статус. Дополнително, менталната состојба на животните со можноста за манифестација на природното однесување зазема значително место во одржувањето на добра благосостојба. Во овој контекст се опфатени и емотивните (афективните) состојби (6, 7), чија еволутивна генеза е во заштита на примарните потреби на животните. Duncan и Fraser ги сублимираат претходно споменатите фактори во една дефиниција за благосостојба на животните како состојба на телото и умот на животното, а до степен до кој е задоволена неговата природа (генетските својства на расата и темпераментот) (8). Животните се во постојана интеракција со опкружувањето справувајќи се со предизвиците и проблемите кои тоа го наметнува. Опкружувањето ги опфаќа животната средина (вклучително зоохигиенските услови и инфективните агенси) и социјалните влијанија (вклучувајќи го човекот, социјалните интеракции од истиот вид, како и други видови животни – предатори) кои постојано ја „напаѓаат“ единката. Од друга страна, животното на овие „напади“ одговара со физиолошки промени во мозокот, надбубрежните жлезди и имуниот систем, а дел од нив се манифестираат и преку промени во однесувањето. Животното во одредени случаи ќе успее да се справи со некои од „нападите“ од опкружувањето, а во други нема да успее во тој обид, што резултира со стрес со сите негови последици. Од овој аспект Donald M. Broom ја дефинира благосостојбата како „состојба на животното која се однесува на неговите обиди да се справи со неговото опкружување “(9). Оттука благосостојбата на животното е карактеристика на индивидуалното животно која може да варира од многу ниска/слаба до многу висока/добра; таа се смета за многу ниска кога се неуспешни

обидите на животното за справување со опкружувањето со сите последици од тој неуспех; болката и страдањето се значаен аспект на ниската благосостојба; и на крај, благосостојбата на животното може прецизно да се измери користејќи научни методи, независно од моралните норми (9, 10).

За разлика од благосостојбата, проучувањето и анализата на однесувањето на животните датира од многу дамнешни времиња. Така, првите примероци од Палеолитската уметност, пред околу 35.000 години, прикажуваат цртежи кои индиректно потврдуваат дека луѓето, како ловци, го набљудувале однесувањето на својот плен. Затоа и животните на тие цртежи на видовите во пештерите се прикажани соодветно: како стада кои изведуваат терестријални миграции, хиени кои ловат групно, мечки како самостојни животни, борби помеѓу животни и сл. (11, 12). Познавањето на однесувањето на животните, уште во тој период било неопходно за да се избере најефикасниот начин на лов на овие животни. Ова искуствено и опсервативно стекнато знаење, се пренесувало вертикално (од генерација на генерација) и хоризонтално (од култура на култура) (11). Генерално, може да се каже дека преносот на знаење за однесувањето на животните и неговата примена постои до денес, како за дивите животни при лов, така и за домашните животни при нивното фармско одгледување. Подоцна, 300 г. п.н.е., Аристотел го употребил однесувањето на животните како алатка за нивна таксономска класификација (13), групирајќи ги видовите според специфичните однесувања карактеристични за одредена група видови.

Постојат две клучни прашања кои се поставуваат при обидот да се разбере некое конкретно однесување. Првото прашање е: „Како тоа однесување функционира?“. Одговорите на ова прашање се однесуваат на механизмите кои го предизвикуваат таквото однесување и формата во која тоа се манифестира. Додека второто прашање е: „Зошто тоа однесување се појавува?“, што треба да даде одговор за еволуцијата на однесувањето и конкретните селективни предности од неговото манифестирање (14). Иако овие две прашања формално ги прикажуваат Broom и Fraser во модерната етологија, сепак тие биле мисловни двигатели дури и за пионерите на оваа научна област. Од XVII-от до XIX-от век, авторите како John Ray, Charles Georges Leroy и Douglas Spalding за првпат ги применуваат и објаснуваат „инстинктивното однесување“, „интелигенцијата и адаптацијата на животните“ и поврзаноста помеѓу инстинктот и искуството (учењето) кај животните (12, 13). Сепак, улогата на однесувањето на животните во објаснувањето на еволуцијата и природната селекција експлицитно го прикажува Charles Darwin, особено во специјализираната книга „The Expression Of The Emotions In Man and Animals “, објавена во 1872 година (15). Ова дело за прв пат прикажува научен пристап при истражувањата за однесувањето на животните во однос на еволуцијата и претставува првата современа научна работа во областа на компаративната етологија.

Современиот аспект на однесувањето кај животните се раѓа во почетокот на XX-от век. Од тој период значајни се бихејвиоралните експериментални истражувања во САД на John B. Watson и Burrhus F. Skinner и европските истражувања на

инстинктот, вродeното и адаптивното однесување кај дивите животни во природата од страна на Oskar Heinroth (12). Истовремено, прочуените истражувачи, рускиот физиолог Иван И. Павлов (1927 год.) и американскиот психолог Edward L. Thorndike (1911 год.) го истражуваат учењето кај животните како составен дел од нивното однесување (16). Во овој период се јавува спротивставување помеѓу двете школи кои го објаснуваат однесувањето на животните: *Бихејвиоризам* наспроти *Етологија*. Бихејвиоризмот смета дека животните имаат способност за учење преку асоцијација на сигналите кои физички може да ги детектираат со одреден одговор во однесувањето, па преку обиди и грешки животното да научи ново однесување за кое тоа е физички способно, елиминирајќи го инстинктот како појава (17). Поточно бихејвиоризмот смета дека не е возможно да се донесат научни заклучоци за менталните процеси (16). Спротивно, етологијата се фокусира на вродeното однесување во природни услови дефинирано преку: знаци кои предизвикуваат стимулуси, ендогени моторни програми, патишта помеѓу стимулусите и моторните програми и учењето на младите со импринтинг во кој специфичните сигнали поттикнуваат учење на посебен вид на бихејвиорален одговор аналоген на моторниот програм (17). Во последните декади од минатиот век школата на Бихејвиоризмот ја губи оваа битка и го отстапува своето место на Етологијата.

Во 70-те години од XX-от век се воспоставуваат темелите на современата етологија за која како основоположници се сметаат Niko Tinbergen и Konrad Lorenz (12, 16). Од нив Lorenz повеќе се занимавал со теоријата и ги формулирал основните идеи и термини во етологијата (18), а Tinbergen изведувал експерименти со животни во лабораториски услови и претставува пионер во експерименталната етологија (12). Овие автори заедно со германскиот истражувач Karl von Frisch во 1973 година ја добиваат Нобеловата награда за медицина и физиологија. Во насока на разбирање на етологијата, проучувањата на однесувањето на животните Tinbergen во 1963 година ги класифицира во одговори на четири клучни прашања (19):

1. Каузалност - Која е причината за однесувањето? Во овој контекст се проучуваат непосредните стимулуси кои ќе предизвикаат одредено однесување или кои физиолошки варијабли, како хормоните, се значајни за каузалноста;

2. Функционалност – Која е функцијата на однесувањето? Поточно, како однесувањето помага во репродуктивниот успех, преживувањето на животното. Ова прашање е во релација со еволутивните аспекти и последици;

3. Онтогенеза – Како однесувањето се развива во текот на онтогенезата? Истражувањата за ова прашање целат да го опишат начинот на кој однесувањето се менува преку индивидуалното искуство, како и периодот кога се појавува однесувањето во текот на развојот на единката;

4. Еволуција – Како однесувањето се развива во текот на филогенезата? Прашање од директен аспект на еволуцијата што има за цел да го расветли и предвиди правецот на еволуцијата, како и да ја одреди динамиката на еволутивниот развој на однесувањето кај живите организми.

Наведените четири прашања, општопознати за етолозите, се актуелни и важат до денес. Тие не само што ги утврдуваат методите и целите на етолошките истражувања, туку претставуваат и основа за современото дефинирање на етологијата. Tinbergen етологијата ја дефинира како „биолошко проучување на однесувањето“ (19), односно етологијата е наука која го проучува однесувањето на животните, неговата каузалност и биолошка функција (12). Во рамките на четирите Тимбергенови прашања може да се инкорпорираат и други современи истражувања како когнитивноста кај животните и нивните емоции, кои во негово време се сметале за невозможни за истражување (20). Когнитивноста, како ментален процес или размислување ги отвора прашањата за перцепцијата на животното, неговите чувства и спознанието за сопственото однесување. Когнитивната етологија се занимава со прашањата како животното размислува, кое е нивото на сопствено спознавање и ментална способност. Затоа, Burghardt во 1997 година воведува дополнителна област, петто клучно прашање, наречена сопствено искуство на животното, која ги разработува перцептивните светови и менталните состојби (20).

Однесувањето на животното, исто како физиологијата и анатомијата, е составен дел од општата функционалност на животното (14). Поточно, постојат многу функционални системи кои во себе го содржат однесувањето како компонента при различни состојби во животот на животното, како: размножувањето, исхраната, одржувањето на температурата, растот и развојот и уште многу други. Дополнително, способноста на животните за самосвесност, нивните емотивни експресии на среќа, страв, болка, способноста за учење, мотивацијата и социјализацијата влијаат врз сите сфери на функционалноста на животинскиот организам. Ова ја истакнува есенцијалната потреба од разбирање на етологијата кај животните. Сепак, комплексноста на етологијата изискува интердисциплинарен пристап во нејзиното проучување. Во современата наука развиен е голем број научни дисциплини кои директно или индиректно се занимаваат со етологијата, применувајќи различни научни и технолошки методи во нејзиното проучување. Така, развиени се научните области како бихејвиорална екологија, когнитивна екологија, невроетологија и когнитивна неврологија, компаративна психологија и етологија и уште многу други, па сé до апликативната примена на однесувањето на животните во секојдневната практика.

1.2 Зоохигиена

Зоохигиената (Анимална Хигиена) историски се развила од областа Здравствена заштита на животните и како составен дел на Ветеринарната хигиена формално постои повеќе од 100 години (21). Зоохигиената е наука која се занимава и ги проучува

влијанијата на живата и неживата природа, поточно условите во околината, врз здравјето на животните, нивната продукција, репродукција (21, 22) и нивната благосостојба. Но исто така, зоохигиената ги проучува и влијанијата на животните врз околната средина. Оттука, Професорот Жарко Маџиров ја истакнува основната задача на зоохигиената: „ да ги изучува взаемните односи на животното со надворешната средина, да определува оптимални и рационални услови за одржување и одгледување, исхрана и експлоатација со цел животното да даде максимална продукција и репродукција и да го сочува своето здравје“ (22). Согледувајќи го научниот пристап на зоохигиената може да се констатира дека таа во себе ја интегрира благосостојбата на животните како еден од своите приоритети. Всушност, влијанието на факторите на околината врз организмот како основен предмет на изучување на зоохигиената (22) е од интерес и за благосостојбата на животните. Овие фактори, уште наречени и зоохигиенски фактори, во себе ги вклучуваат квалитетот на воздухот, светлината, водата, почвата, но исто така и системите на сместување и одгледување на фармските животни, нивната хигиена и технологија. Мерењата на зоохигиенските фактори во практиката се употребуваат како индикатор за зоохигинеските услови во објектите за домашни животни. Тоа во основа се и мерењата базирани на животните, ресурсите и менаџментот кои укажуваат на системите на сместување, а се применуваат при оценување на благосостојбата на животните. Оттука, зоохигиенските услови се круцијални за благосостојбата на животните, а зоохигиенските параметри се неизоставен дел од актуелните протоколи за оценување на благосостојбата на животните.

Условите на сместување или зоохигиенските услови како ресурси за обезбедување благосостојба на животните се исклучително значајни. Оттука, комплетната проценка на благосостојбата на животните при оценувањето се базира на меѓусебно надополнување на мерките базирани на животните со мерките базирани на ресурсите. Зоохигиенските услови и нивното оценување претставуваат појдовна точка во подобрувањето на благосостојбата. Ова особено се истакнува кај унифицираниот пристап кон подобрување на благосостојбата во различните региони, држави и општества. Така, ЕУ во својата Стратегија за заштита и благосостојба на животните 2012 - 2015 го констатира проблемот во пристапот „еден стандард за сите“ при објаснувањето за потребата од стратегија за благосостојба на животните (23). Понатаму, во овој документ се заклучува дека само примената на исти правила за благосостојбата на животните во целокупниот сектор не секогаш ги постигнува бараните резултати. За да на крај се поентира дека различноста во фармските системи, климатските услови, релјефните карактеристики кај различните земји членки доведуваат до значителни потешкотии во усогласувањето на унитарните правила и „уште поголеми потешкотии во обезбедување на нивна правилна имплементација“(23). Оттука може да се извлече заклучокот дека токму зоохигиенските фактори се елементарен предуслов во планирањето и имплементацијата на повисока благосостојбата на животните. Додека едноставното пресликување на стандардите за благосостојба од една средина во друга без претходна анализа на постојните зоохигиенски параметри во фармските системи не ветува успех.

1.3 Акцелерометрија

Акцелерацијата (забрзување) во физичка смисла претставува промена на брзината на материјалната точка во единица време. Односно, тоа е векторска величина детерминирана од брзината и времето. Од аспект на биомеханика, акцелерометријата претставува квантитативна детерминација на акцелерацијата и децелерацијата на телото или дел од телото кај живиот организам при изведување на одредена акција (24-26). Податоците од акцелерометријата може да се употребат за да се одреди брзината и поместувањето (локацијата) преку интегрирање на акцелерациските податоци во однос на времето (24). Денес, модерната акцелерометрија се базира на континуирани мерења на акцелерацијата, во трите ортогонални насоки, предизвикана од движење на објектот од интерес. Мерењата на акцелерацијата се изведуваат со мали сензорни уреди – акцелерометри кои се прикачуваат на телото или негов дел. Всушност, преку овие мерења се добиваат дополнителни информации за биомеханиката, физиологијата, раната дијагностика и однесувањето на животните. Во поширока смисла, податоците од акцелерометрите можат да се применат во прецизното фармерство за утврдување на моменталната состојба на опсервираните животни.

Информацијата за локомоцијата и положбата на телото на животното може да се искористи за првично утврдување на целокупната состојба (здравје и однесување) на животното. Поточно, со опсервација на само неколку клучни точки на телото може да се добие доволно временско –просторни информации за целото животно. На тој начин може да се утврдат одредени однесувања и активности на животното, на пример, пасење, времетраење на лежењето или пак активностите на нозете и детекција на кривење (27-32). Сепак овие информации се добиваат многу потешко во услови кога животните се вознемирени и се под влијание на набљудувачот (Хотронов ефект). Иако директната видео опсервација е добар метод и може да се смета за „златен стандард“ во овој тип на анализи сепак таа изискува многу потрошено време на набљудувачот, а истовремено е тешко изводлива кај слободно држени животни, животни на паша или пак кај диви животни. Од тие причини примената на акцелерометрите во облик на мали сензори прикачени на животното може многу да придонесат во добивањето витални информации за секое индивидуално животно. Така на пример, преку анализа на локомоцијата може да се утврди времето потрошено во потрага по храна, социјалните интеракции и репродукцијата, како и други манифестации на природното однесување кај слободно држените животни (33). Во фармските системи на затворено или контролирано држење на животните локомоцијата (нивото на активност на животните) може да укаже на менаџментот и условите на одгледување (29, 34). Дополнително, податоците од акцелерометријата на локомоцијата и положбата на телото може да се употребат и како рано предупредување за нарушено здравје кај животните, на индивидуално или на ниво на стадо (35).

Со развојот на прецизното фармерство и сензорната технологија, акцелерометрите заземаат се поширока примена во истражувањата и во праксата. Тие се прикачуваат на различни делови на телото со што се добиваат информации за

одредени акции изведени од животните кои подоцна се интерпретираат во облик на нивно однесување или конкретна активност (27-29, 36-43). Актуелниот предизвик е да се развие точен, едноставен и оптимизиран метод за интерпретација на измерените акцелерациски вредности. Со примената на ваков метод може значително да се придонесе во прецизното фармерство во насока на континуиран мониторинг на животните во реално време. Тоа пак ќе обезбеди доволно информации за состојбата и статусот на мониторираните животни. Затоа, акцелерометријата преминува во нов облик на мерења на поедини параметри кај животните, како што е акцелерацијата на локомоцијата и положбата на телото, кои понатаму би се искористиле во што попрецизно и пообјективно оценување на благосостојбата на животните.

1.4 Однесување на животните - одраз на атрибутите на животното и неговиот живот

Еден од клучните индикатори за благосостојбата на животните е нивното однесување. Врз база на однесувањето може да се донесе заклучок и за долгорочните проблеми со благосостојбата на животното, а со тоа и за квалитетот на живот на животното. Но, токму оценувањето на долгорочните ефекти од благосостојбата на животните претставува сериозен предизвик во истражувањата и практиката. Покрај одредени мерења на имуносупресијата, нивоата на стрес хормоните и телесната состојба, познати уште од поодамна (44), најдобар индикатор за долгорочните проблеми со благосостојбата се мерењата на однесувањето (10). Сепак за да се употреби однесувањето на животните како индикатор за нивната благосостојбата се потребни фреквентни мерења. Клучниот предизвик во овој контекст е избор на индикатори на однесувањето на животните што брзо ќе ги индицира краткорочните, но и долгорочните, проблеми со благосостојбата и квалитетот на живот на животното. Таквите индикатори најчесто се базираат на директно набљудување на однесувањето на животните кога тие директно се соочуваат со факторот што го предизвикува проблемот, тоа се на пример тестовите на преференции и аверзивност (10). Иако овие тестови можат со висока точност да укажат на проблемот, сепак тие се тешко применливи во секојдневната практика. Од друга страна, протоколите за оценување на благосостојбата во себе ги содржат и индикаторите базирани на однесувањето на животните. Така на пример, во Welfare Quality® протоколот еден од принципите за благосостојба е и „Соодветно однесување“ (45). На тој начин се обезбедува практична примена на однесувањето како индикатор во оценувањето на благосостојбата. Сепак, постојните индикатори базирани на однесувањето вклучени во оценувањето на благосостојбата се малубројни, подлежат на критика за нивната објективност и тешко може да се разграничат факторите кои влијаат на опсервираното однесување. Затоа е потребно детектирање нови индикатори кои произлегуваат од однесувањето на животните и идентификација на факторите кои доведуваат до манифестација на одредени однесувања при оценувањето на благосостојбата.

Од досегашните истражувања на однесувањето познато е дека доживеаните искуства на животните, позитивни и негативни, се одразуваат на нивното однесување. Неспорен е краткорочниот ефект врз однесувањето како последица на факторите што влијаат на животните. Тоа е искористено и во рутинската работа на фармерите, ветеринарните практичари, менаџерите на фармите итн. Така на пример, заболените животни најчесто манифестираат промени во нивното однесување (46) или пак однесувањето на животните ќе се промени како резултат на одредени промени во опкружувањето/фармата (47). Но исто така постојат индиции дека позитивните и негативните искуства имаат долгорочен ефект на однесувањето на животните. Ограничување на движењето, недостигот на храна и други потребни ресурси, отсуството на социјални или сексуални партнери ќе се манифестираат со модификација на однесувањето на животните (10). Тоа неизбежно ќе доведе до бихејвиорални абнормалности кои може да ескалираат до ниво на фрустрација со последична манифестација на агресивност, апатија и стереотипно однесување (10). Оттука, предизвикот што претстои е да се утврди долгорочното влијание на позитивните и негативните ефекти врз однесувањето на животните. На тој начин со опсервација на однесувањето ќе се обезбедат информации за квалитетот на животот и нивото на благосостојба што го имале животните во текот на целиот нивен живот. За тоа да се постигне потребни се соодветни индикатори базирани на однесувањето на животните. Дополнително, преку овие индикатори би се добиле информации и за социјалната динамика во стадото, како и одговори за подобар менаџмент на животните.

Според тоа истражувањата кои треба да дадат одговор на споменатите предизвици се фокусирани кон испитувањето на каузалноста на однесувањето и стекнатото искуство на животните (19, 20). Поточно, дали постои и доколку постои како се одразува, на пример, возраста, продуктивните перформанси или медицинската историја на животното врз неговото однесување во моментот на опсервацијата. Оваа анализа се однесува на однесувањето на животното како единка, но и во социјалната динамика на стадото. Дополнително, истражувањата на социјалната структура во стадото може да зависи од повеќе фактори (48) но потенцијално и од искуствата на секоја единка во социјалната мрежа на единки – стадо. Така на пример, постојат индиции дека редоследот на молзење на секоја единка кај молзните крави во слободните системи е зависен и од медицинската историја на животното единка (49). Од друга страна, анализата на однесувањето и долгорочните ефекти од факторите врз единките и целокупното стадо може да помогнат во понатамошниот менаџмент систем и производството на фармата, што доведува оваа проблематика да има сé поголем интерес и од страна на млечната индустрија. За таа цел, опсервацијата и анализата на однесувањето на животните има потенцијал да отвори нов дијапазон на потенцијални индикатори за оценување на благосостојбата. Лесната достапност и примената на видео снимање и софтверска анализа во оценување на благосостојбата на животните (50), редовната употреба на базите на податоци во менаџментот на фармите и развиените статистички операции овозможуваат да се направи овој модифициран облик на лонгитудинални студии.

1.5 Предмет на истражување

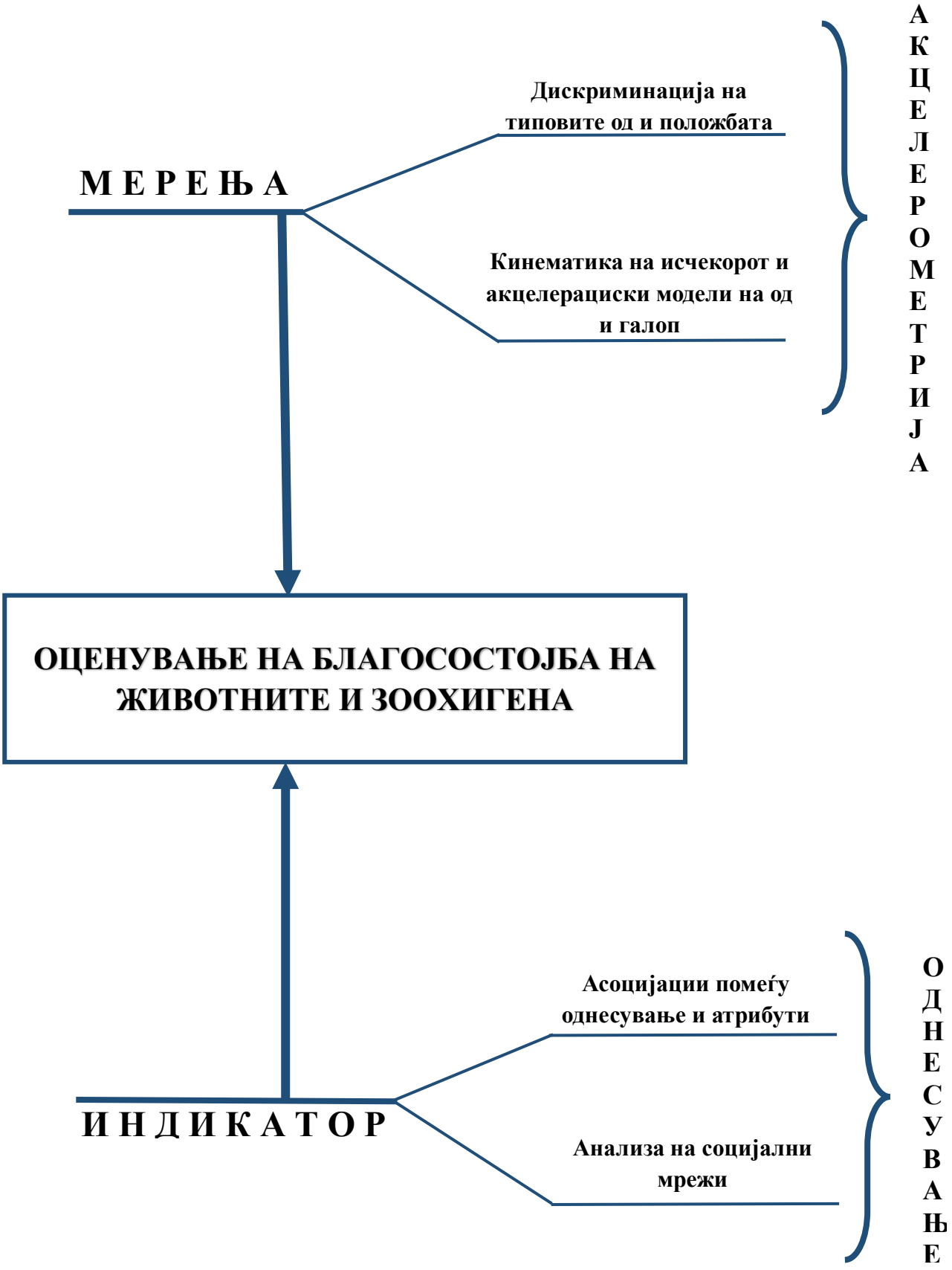
Од досегашните сознанија може да се сублимира дека процесот на оценување на благосостојбата на животните и зоохигиената во фармите се одвива низ две клучни алки. Првата алка ги вклучува мерењата на благосостојбата на животните. Исклучиво преку спроведување на релевантни мерења може да се добијат објективни податоци за општиот статус на животното. Изведените мерења се групираат во соодветни индикатори што ќе го индицираат нивото на благосостојба и зоохигиена. Така, индикаторите претставуваат втората алка и преку нив е овозможено објективно оценување на благосостојбата на животните. Мерењата заедно со индикаторите овозможуваат повремен и континуиран мониторинг на благосостојбата на животните, односно зоохигиената, што обезбедува информации за одгледувањето на животните, нивниот менаџмент, здравјето и потенцијалните подобрувања на фармата.

Предметот на истражување на оваа докторска теза е насочен во два правци. Првиот правец се однесува на развој на мерења на однесувањето применувајќи акцелерометрија на движењето на ногата кај животните. Во оваа докторска теза се изработени две студии: 1. Метод за дискриминација на типовите од и положбата на животното со употреба на триаксијален акцелерометар кај овци, во која се користи акцелерометријата за одредување на различните типови од и положба на телото; и 2. Кинематика на исчекорот и акцелерациски модел на одење и галопирање кај овци, која се занимава со употреба на акцелерометријата во анализа на кинематиката на исчекорот. Вториот правец во истражувањата е насочен во правец на утврдување на потенцијални индикатори што би се примениле во оценување на благосостојбата и зоохигиената на животните. И во овој контекст се спроведени две истражувања: 1. Асоцијации помеѓу однесувањата и просторната дистрибуција со атрибутите од молзни крави; и 2. Анализа на социјални мрежи и асоцијации на социјалните интеракции со атрибутите од молзни крави, *Графикон 1-1*. Конкретните истражувачки прашања за двата правци дефинириани во тезата се:

1. Акцелерометрија на локомоцијата и положбата на животното, како извршени мерења врз животните:
    - Каков метод да се примени за правилна интерпретација на акцелерациските вредности добиени од акцелерацијата на ногата при локомоција и мирување на животното?
    - На кој начин акцелерацијата може прецизно да го утврди типот на од на животното?
    - Како да се утврди позицијата на животното (лежење наспрема стоење) со употреба на акцелерометри?
    - Дали со користење на акцелерометри може да се утврдат кинематските параметри на исчекорот?
    - Кои се предизвиците во примената на акцелерометри кај животните?
    - Каква практична примена имаат акцелерометрите во Прецизното фармерство и мерење на благосостојбата на животните?

- Дали анализите на акцелерацијата на ногата може да се употребат како индикатори за одредени здравствени состојби на животното?

2. Однесување на животните, како индикатор за оценување на благосостојбата и зоохигиената:
    - Дали постојат други потенцијални индикатори на однесувањето кои досега не се применувале при оценувањето на благосостојбата?
    - Дали медицинската историја на животните долгорочно влијае врз нивното однесување?
    - Како индивидуалното однесување и социјалната динамика во стадо може да се употребат за индикатори на благосостојбата?
    - Дали одредени однесувања може да имаат долгорочни последици по благосостојбата на животните?
    - Дали одредени карактеристики и перформанси на животните, како возраст и млекопродукција, влијаат на однесувањето на животното?
    - Дали постои социјална хиерархија во стадо животни и како е структуирана?
    - Колкава е применливоста на однесувањето и социјалната динамика во оценување на зоохигиената во објектите?



Графикон 1-1 Графички приказ на спроведените истражувања и нивното својство во процесот на оценување на благосостојбата на животните и зоохигиената. Подвлечените наслови се четирите истражувања од двете области (акцелерометрија и однесување) како дел од докторската теза.

1.6 Цел на истражувањето

Генералната цел на докторската теза е да се развијат дополнителни методи на мерења и идентификуваат потенцијални индикатори за оценување на однесувањето, благосостојбата и зоохигиената користејќи акцелерометрија и асоцијации помеѓу атрибутите и однесувањата на животните. Поконкретно, целите на оваа докторска теза се насочени кон воспоставување нови алатки и индикатори што би помогнале во процесот на имплементација и оценување на благосостојбата на животните и зоохигиената, односно:

- идентификација на типот на од, положбата на животното и кинематските параметри на исчекорот преку измерени акцелерациски вредности на ногата со потенцијална примена во оценување на однесувањето и благосостојбата; и
- идентификување нови потенцијални индикатори за оценување на благосостојбата на животните и зоохигиената преку утврдување на асоцијативност помеѓу атрибутите и однесувањето на единките и социјалните мрежи во стадото;

Акцелерометријата и асоцијациите со однесувањето се претставени преку четири студии, по две за секоја тема, за кои се поставени следните цели:

1. Акцелерометрија на локомоцијата и положбата на животното
   - да се развие оптимизиран метод за интерпретација на акцелерациските вредности на ногата при одење, кас и галоп и положба на животното;
   - да се развие метод на мерење на кинематските параметри на исчекорот при одење и галоп;
   - да се одредат физиолошките акцелерации на локомоцијата и исчекорот;
   - да се развијат алгоритми што ќе ги конвертираат акцелерациските вредности во применливи информации за фармскиот менаџмент – прецизно фармерство и мерење на благосостојбата на животните; и
   - да се утврди практичната примена на акцелерометрите во оценувањето на однесувањето и благосостојбата на животните.
2. Асоцијации со однесувањето на животните
   - да се утврдат рутинските однесувања на единките и стадото кај молзните крави во фармски услови;
   - да се анализира социјалната мрежа во стадото базирана на агонистичките и афилијативните однесувања;
   - да се утврди социјалната хиерархија и динамика на стадото;
   - да се воспостават асоцијации помеѓу различните атрибути и однесувања на животните на индивидуално и групно ниво; и
   - да се идентификуваат потенцијално нови индикатори од однесувањето на животните за оценување на благосостојбата и зоохигиената во фармите.

2 ПРЕГЛЕД НА НАУЧНАТА ЛИТЕРАТУРА

2.1 Применета благосостојба на животните

Практичната примена на благосостојбата на животните, како концепт во одгледувањето на фармските животни, сублимирано може да се анализира од три клучни аспекти: етички, економски и здравствен. Секако, во секојдневната пракса постојат и други дополнителни аспекти на примената благосостојба како едукативен, социјален, религиски, културолошки итн, но за нив е потребен посебен детален преглед и анализа.

Етиката се занимава со моралните прашања (51), според кои се раководи однесувањето на единката или групата (52). Дел од моралните прашања се поврзани со односот на човекот кон животните. Општеството и поширокатa јавност, водејќи се од емпатијата и алтруизмот на човековата природа, сé повеќе ги отвора моралните прашања за третманот и односот кон животните. Оттука и современата етика ја истакнува биоцентричноста над антропоцентричноста, особено претставена преку биоетиката како основна современа етичка концепција. Биоетичките стандарди и волјата на јавноста да обезбедат квалитетен живот на животното директно зависат од знаењето "што е добро" за животните, кое многу често е контроверзно, не-унифицирано знаење и е предмет на дебати кај поширокатa, па дури и кај стручната јавност. Оваа етичка загриженост придонесува кон евидентен континуиран притисок од јавноста за осознавање на потребите на животните обезбедувајќи им квалитетен живот. Затоа Fraser и сор., (1997) ќе констатираат дека науката за благосостојба на животните се оформила поради присутната етичка загриженост во општеството, а не поради примарната љубопитност на нејзините научни пионери, што ја издвојува од останатите научни дисциплини (53).

Благосостојбата на животните може да се претстави како концепт на поврзување помеѓу научните истражувања и етичката загриженост заради кои што се изведуваат истражувањата. Зголеменото знаење за потребите на животните стекнато преку истражувањата, пропорционално влијае врз развојот на биоетичките стандарди во современите општества на *intra* и *inter species* ниво. Етичката загриженост на јавноста која е тесно поврзана со благосостојбата на животните се однесува на т.н. загриженост за „квалитетот на живот" на животните. Fraser и сор., (1997) издвојуваат три клучни типа на етичка грижа за квалитетот на живот на животните, кои се однесуваат на: 1) живот на животното соодветен на неговата природа (*naturalness* анг.); 2) живот базиран на чувствата на животното, избегнувајќи страдање (болка, глад, страв и сл.), а обезбедувајќи позитивни емотивни состојби (комфор, задоволство и сл.); и 3) „функционална" грижа која се однесува на обезбедување здравје и продуктивност на животното, односно „нормално" или „задоволително" функционирање на животинскиот биолошки систем (53). Секоја од наведените грижи е двигател во научните истражувања и општествените јавни стандарди за третман и однесување кон животните, а денес преточени и во националните и меѓународните легислативи.

Во различните правци на етиката квалитетот на живот на животните е неизоставен дел. Така, еден од основачите на утилитаризмот – како најдоминантен во современите етички учења, John Stuart Mill, во својата книга „Утилитаризам“ од 1863 год., зборувајќи за моралот вели дека тоа се правила и прописи кон кој човекот мора да се придржува за да се постигне подобар квалитет на животот на човекот, но и на сите живи суштества кои чувствуваат. Деонтологијата која се занимава со правилата на постапување на актерот во текот на изведувањето на процедурата (54) го има во предвид квалитет на живот на животното и е неизоставен дел од ветеринарната професија, менаџментот на животните и сите останати релевантни професии. Консеквенционализмот се посветува на последиците од преземените активности (55), вклучително и квалитетот на животот на животното. Иако во трите наведени актуелни правци во етиката може да се идентификува акцентирањето на благосостојбата на животните, сепак во литературата постојат и несогласувања со секој од овие правци. Од друга страна, речиси постои консензус дека со развојот на истражувањата за благосостојбата на животните се исполнија барањата на многу автори за „биологизирање“ на етиката (51, 56). Накусо прикажаниот етички развој и актуелната богата дебата се само потврда за значењето на благосостојбата на животните од етички аспект во општествена, филозофска и научна смисла.

Економскиот аспект на благосостојбата на животните најдобро го отсликува McInerney кој во 2004 ја презентира кривата на конфликтот помеѓу благосостојбата и продуктивноста на животните (директниот бенефит за човекот) (57). McInerney-овата крива открива дека со подобрување на благосостојбата соодветно се зголемува и производството, но по достигнување на својот максимум благосостојбата опаѓа како што производството расте. Овој тренд оди до степен на искористување на животното каде благосостојбата се доведува до високо ризично ниво за сметка на производството. Поточно, високата експлоатација на животното за добивање на што е можно поголем квантитет на производ резултира со нарушена благосостојба. Битката помеѓу интересот за повисоко производство и интересот за благосостојба на животните доведува до постигнување на баланс помеѓу двата интереси. Каде ќе се постигне балансот, исклучително зависи од општествените вредности и интересот на пазарот за животинските производи. Но во никој случај не може да се очекува интересот за поголема количина на производ да ја занемари благосостојбата на животните, ниту пак да се изгуби економската оправданост на фармското одгледување животни за да се задоволи интересот за благосостојба на животните.

Во циклусот на протокот на пари оперираат пазарот на фактори и пазарот на производи, а сето тоа е под влијание на државата. Благосостојбата на животните од економски аспект се вклучува во овој циклус преку нејзината општествена вредност. Во економска смисла, сé што има одредена општествена вредност поседува и економска вредност која се одредува преку волјата на членовите во општеството да ја истакнат. Тоа најчесто во економијата се изразува преку волјата на луѓето да платат одредена цена за нешто/некоја вредност. Колку е повисока вредноста толку и луѓето се повеќе подготвени да платат за истата. Преведено во контекст на предметот што се

обработува, благосостојбата на животните има толку голема економска вредност колку што општеството/неговите членови сметаат дека треба да има и се подготвени да платат за истата да се запази. Според тоа, животните немаат само корисна вредност, која се одредува според инпутите и аутпутите, туку и „не-употреблива“ вредност или „вредност на постоење“ утврдена со општественото вреднување на благосостојбата на животните (57, 58).

Пазарот секогаш соодветно реагира при појава на промени во побарувачката или понудата. Производителите секогаш се обидуваат да го понудат, за одредена цена, она што го бараат потрошувачите, кои се одлучни да платат одредена цена за она што го бараат (58). Токму во овој контекст имплементацијата и економската оправданост на благосостојбата на животните има свое рационално оправдување. Побарувачката од страна на потрошувачите за производи добиени од животни одгледувани запазувајќи ја нивната благосостојба ги принуди производителите на пазарот да ги почитуваат воспоставените стандарди од оваа област (59, 60). Дури и повеќе од тоа, високата конкурентност на светскиот пазар ги натера производителите меѓусебно да се натпреваруваат кој има повисоки стандарди за благосостојба на животните од кои се добиени производите, што во некои развиени земји се далеку над минималните стандарди одредени од националната легислатива. Сé додека потрошувачите имаат бенефит од запазување на благосостојбата на животните, производителите ќе се трудат да ја задоволат таа потреба. Сепак, иако пазарот игра значајна улога, не смее да се остави стандардите за благосостојба да се зависни само од пазарот, поради неговите надворешни негативности, опортунитетни трошоци, ефектите на замена и високата конкуренција – кои можат директно да влијаат врз благосостојбата. Оттука државата и нејзината легислатива, не смее да биде изоставена со цел да се запази благосостојбата како јавно добро и општествена придобивка (58).

Зголемувањето на стандардите за благосостојба на животните, во даден момент, неминовно се одразуваат и на цените на производите добиени од тие животни. Сепак, колку и да звучи тоа застрашувачки и одбивно, таквото зголемување на цените на финалните производи е сосема бенигно. Анализите покажуваат дека инвестирањата направени во фармите за подобрување на благосостојбата, ставени во контекст на целокупниот производствен ланец се минорни. Производителите, генерално учествуваат само со четвртина од финалната цена, што може да се очекува менување на цената само на оваа четвртина (57). Доколку се има во предвид правилото колку поголем е производствениот ланец, толку помал е ефектот на производителот врз цената на производот, се донесува заклучокот дека промените на цената за да се задоволат стандардите за благосостојба и не се толку страшни и непопуларни. Сепак мора да се напомене дека кај сиромашните семејства и групи, дури и помалото покачување на цените може да има директен ефект врз обезбедување на основните потреби за храна (58). Затоа и очекувањата се дека директниот општествен бенефит од почитување на благосостојбата на животните, може да го почувствуваат само домаќинствата со најмалку просечни приходи.

Економијата игра исклучително значајна улога во имплементацијата на благосостојбата на животните каде што и минимални економски одлуки може да имаат силен ефект врз благосостојбата. Токму затоа менаџментот на фармата и производството треба да ги има во предвид овие фактори и ефекти при донесување одлуки во производствениот процес. Трошоците за имплементација на стандардите за благосостојба наспроти волјата на потрошувачите за плаќање повисоки цени на производите меѓусебно се анулираат. Сепак балансот помеѓу производството и благосостојбата ќе се одржува и во иднина и директно ќе зависи од општествените вредности. Моралната и етичката компонента во општеството за благосостојбата на животните даде дополнителна економска вредност на животните и истите ги претвори од машина со „корисна вредност“ во свесни суштества со „дополнителна вредност“ – вредности прифатени и од современиот фармер и производител.

Кога станува збор за здравствениот аспект на благосостојбата на животните треба да се имаат во предвид два клучни ефекти: 1) ефектот на благосостојбата врз здравјето на животното и 2) ефектот на здравјето (болеста) на животното врз благосостојбата (14, 61). Во случаите кога благосостојбата е нарушена се појавува зголемена подложност на животното кон болести, најчесто поради предизвиканата имуносупресија (62). Од друга страна, кога постои добра благосостојба животното многу полесно се справува со патогените агенси и потенцијалните болести (63). Поврзаноста помеѓу благосостојбата на животните и болестите лесно се докажува преку: појавата на клиничко манифестирање на болеста само кај одредени единки во стадото – најчесто „најслабите“ (општоприфатено правило); експерименталните студии и испитувања за степенот на инциденца на болестите при различни системи на одгледување или по различи третмани; и истражувањата на функцијата на имуниот систем по различни третмани на животните (14). Патогените агенси, како составен дел на факторите на околината, предизвикуваат одговор од страна на организмот на животното кое треба да се справи со нив (14, 61). Тоа всушност е и самата дефиниција за благосостојба на животните. Патогените агенси предизвикуваат сет на имунолошки одговори манифестирани како пролиферација и активација на соодветните антитела, гранулоцити и макрофаги, факторите на комплементот, Т и NK клетките, како и мемориските клетки кои го зголемуваат хуморалниот и клеточниот одговор. Нарушената благосостојба е пропратена со промена во концентрацијата на гликокортикоиди, односно стресниот стимулус доведува до зголемена продукција на кортизол/кортикостерон во циркулацијата (10). Покачената концентрација на гликортикоиди доведува до имуносупресија (64), зголемувајќи ја подложноста на животното кон појава на болест. Гликокортикоидите својот анти-инфламаторен ефект го манифестираат директно на транскрипторно ниво со репресија на генската експресија за про-инфламаторни молекули, или преку пост-транскрипторни механизми влегувајќи во интеракции со анти-инфламаторните протеини (65). Покрај гликокортикоидите и останатите хормони, кои се излачуваат при справувањето на животното со неговото опкружување, имаат значајна улога врз имунитетот на животното. Такви хормони се β-ендорфинот, вазопресинот и окситоцинот, кои најчесто делуваат стимулативно на имунитетот и неговите одговори (14). За врската помеѓу

нервниот и имуниот систем зборуваат студиите кои ги анализираат лезиите на хипоталамусот и *formatio reticularis* со последично намалување на клеточниот одговор, или пак лезиите на *locus coeruleus* кои доведуваат до намалување на хуморалниот одговор (66). Оваа врска помеѓу околината, мозокот, однесувањето и имунолошкиот систем се изучува многу подетално во посебна научна дисциплина *психонеуроимунологија*, етаблирана кон крајот на XX-от век. Психонеуроимунологијата се базира на постоењето опсежна мрежа од врски помеѓу мозокот и имуниот систем, што сугерира дека имуниот систем е под „најмалку делумно влијание на психолошките процеси“ (67). Оваа научна дисциплина дополнително го потврдува ефектот и влијанието на благосостојбата врз здравјето на животните.

Интензивното фармско производство и соодветните интензивни системи на одгледување доведоа до појавата и на т.н. продукциски болести. Овие болести се појавуваат токму како последица на нарушената благосостојба на животните поради нивното максимално искористување во производствениот процес. Така, кај високо молзните крави чести се наодите на метаболички заболувања (68), кривења, маститиси и репродуктивни проблеми. Во бројлерското производство поради брзиот прираст на птиците се појавуваат кардиоваскуларни заболувања кои водат до асцитес, појава на промени и кривење на нозете со последични дерматитиси на кожата во градниот предел (14). Постојат и редица други примери кај различни видови и категории на фармски животни каде продуктивните болести се проблем во интензивните системи на одгледување. Во овој случај станува збор за директно влијание на околината врз здравствената состојба на животното, исклучувајќи ја имуносупресивноста како примарен посредник во појавата на болест.

Во однос на вториот ефект, нарушеното здравје на животното директно доведува до низок степен на благосостојба. Тој ја елиминира една од петте слободи (слобода од болка, повреда или болест) на животното. Заболеното животно има проблеми и потешкотии во справување со неговото опкружување и неговата благосостојба е ниска, што е спротивно од благосостојбата кај здравото животно. На пример, кај бројлерите со проблеми на нозете се намалува способноста за движење и стоење што резултира со дерматитиси во пределот на градите и клоаката поради долготрајниот контакт на кожата со простирка со лош квалитет (NH_3 ефект). Дерматитисот сам по себе предизвикува болка, а уште потешки се ефектите од неспособноста за движење на птицата (61). Други примери се заболувањата кај молзните крави, како маститисите, метаболичките зболувања или пак кривењето. Кривењето се јавува како последица на фактори од околината, но и поради метаболичкиот притисок врз единката (61). Кривењето кај молзните крави предизвикува болка и промена во однесувањето на животното, што сериозно може да ја наруши неговата благосостојба, независно од клиничката или субклиничката манифестација на ова пореметување (69, 70). Наведените примери само накратко го прикажуваат очигледниот неповолен ефект на нарушеното здравје врз благосостојбата на животното. Докторите по ветеринарна медицина може да ја подобрат

благосостојбата на заболените животни со соодветен третман на единката, што треба да е клучна цел на докторот независно од понатамошното искористување (иднина) на животното.

Здравствениот аспект на благосостојбата на животните се прикажува преку ставовите и активностите на Светската Организација за Здравје на Животните (World Organization for Animal Health – OIE) која смета дека „здравјето на животните е есенцијалната компонента на благосостојбата на животните“(71). OIE од своето формирање (1924 година) е одговорна за воспоставување меѓудржавни стандарди за здравје на животните. Во OIE стратешкиот план 2001-2005 за прв пат се појавува благосостојбата на животните како област во која оваа организација ќе воспостави меѓународни стандарди и практики. Така, во Мај, 2002 год. на 70-то Генерално Собрание се формирала Работна Група за Благосостојба на животните, а една година подоцна, нејзините препораки се усвоени од страна на OIE. Во 2004, OIE ја одржува првата глобална конференција за благосостојба на животните и за прв пат се дефинирани водечките принципи за благосостојба на животните во Кодексот за сувоземни животни – 2004 (*Terrestrial Code, 2004*) . Веќе од 2005 год. земјите членки усвојуваат стандарди за благосостојба на животните кои се дел од Кодексите издадени од оваа организација. Усвоените стандарди се на научна основа и се однесуваат на сувоземните и акватичните животни (72). Стандардите редовно се надградуваат согласно најновите научни сознанија. Денес, во последниот издаден Кодекс за здравје на сувоземните (73) и акватичните животни (74) во Поглавјето 7 се обработува Благосостојбата на животните. Во ова поглавје OIE ги утврдува стандардите и препораките за благосостојба на животните. Во Кодексот, Член 7.1.1, се истакнува дека „за добра благосостојба на животните потребна е превенција од болести и соодветен ветеринарен третман, сместување, менаџмент и исхрана, хумано манипулирање и хумано колење или убивање“ (73). Понатаму, во Член 7.1.2, каде се опишани водечките принципи за благосостојба на животните, првиот принцип вели дека „постои критична поврзаност помеѓу здравјето на животните и благосостојбата на животните“ (73), со што евидентно се прикажува здравствениот аспект на благосостојбата. Во последната декада постојат и автори кои дури го поставуваат прашањето дали здравјето на животните и нивната благосостојба се една иста работа (75).

Со цел да се обезбеди повисок степен на благосостојба на животните, современите општества воведуваат регулативи, стандарди и други форми на заштита и подобрување на благосостојбата на животните. Веќе беше споменат Брамбеловиот извештај од 1965 и неговото влијание врз целокупниот развој на благосостојбата на животните. Токму овој извештај, можеби не толку директно, но сигурно индиректно, има влијание и врз целокупната подоцнежна легислатива која обезбедува заштита на благосостојбата на животните на Европско ниво. Во Европа секоја држава има свои закони за заштита и благосостојба на животните, но на меѓународно ниво голема улога играат европските структури и институции. Поточно, одделните иницијативи кои произлегуваат од меѓународните институции како институциите на Европската Унија (ЕУ), пропишуваат минимални побарувања кои мора да бидат прифатени од сите земји

членки. На тој начин се обезбедува минимална заштита на животните низ целиот континент.

Првата меѓународна организација која предложила мерки за обезбедување на добра благосостојба кај животните е Советот на Европа, формиран 1949 година (76). Во моментов Советот на Европа брои 47 земји членки претставени преку Советот на министри и Европскиот парламент. На полето на заштита на животните оваа организација започнува да работи во 60-те години од минатиот век, верувајќи дека почитта кон животните е заедничко наследство на европските земји тесно поврзано со човековото достоинство (76). Советот на Европа досега усвоил пет Европски Конвенции според кои се утврдува и контролира употребата на животните од страна на човекот (77). Три Европски Конвенции се однесуваат на фармските животни, и тоа: Заштита на животните во текот на меѓународен транспорт; Заштита на животните чувани за фармски цели; и Заштита на животните за колење. Преостанатите две Конвенции се однесуваат на заштита на експерименталните животни и домашните миленици. Секоја од наведените конвенции поаѓа од последните научни сознанија кои се однесуваат на карактеристиките на видот и потребите на животните со цел да се заштитат при нивното искористување. Така се пропишуваат минималните стандарди за исхрана, здравје, слобода на движење, физички комфор, социјални интеракции, нормално однесување, заштита од физички и психички стресори. Особено внимание се посветува на обуки на лицата кои се во директен контакт со животните (76). По усвојување на конвенциите или препораките од страна на Советот, земјите членки вообичаено преземаат мерки за почитување на усвоените препораки на национално ниво. Европските Конвенции се директно апликабилни, или пак стануваат составен дел од националната легислатива. На овој начин се обезбедува унифициран пристап при имплементација на минималните стандарди за благосостојба на животните низ сите земји во Европа.

Европската Комисија ја промовира благосостојбата на животните, особено фармските животни, уште од 70-те години од минатиот век. На почетокот, главен мотив бил обезбедување рамноправна конкуренција на единствениот пазар помеѓу државите со различни нивоа на национални легислативи за заштита на животните, изразен преку Директивата 78/923/ЕЕС (76). Значаен чекор на ова поле е постигнат во 1998 со Директивата 98/58/ЕС која се однесува на заштита на животните одгледувани за фармски цели која ги одредува основните правила за заштита на сите видови животни одгледувани за храна, волна, кожа или крзно, како и за други фармски потреби, вклучително риби, влекачи или водоземци. Овие правила всушност се одраз на обезбедување на петте слободи за животните. Најпрвин со Договорот од Амстердам (1997 год.), а подоцна потврдено во Договорот од Лисабон кој стапил во сила во 2009 година „Договор за функционирањето на Европската Унија“ во Член 13 ЕУ ги признава животните како „суштества кои чувствуваат“(78). Со овој член благосостојбата на животните зазема значителна улога во било кој третман, манипулирање и одгледување на животните.

Европската комисија преку донесената легислатива влијае врз националните минимални стандарди за заштита и благосостојба на животните на сите земји – членки на ЕУ, но истовремено не ги ограничува земјите да имплементираат и повисоки стандарди за благосостојба на национално ниво (79). Заштитата на животните и благосостојбата во рамките на Европската Комисија е во доменот на работа на Генералниот Директорат за Здравје и Заштита на Потрошувачи (DG-SANCO). Секоја нова легислатива која треба да биде прифатена од Европската комисија а се однесува на благосостојба и заштита на животните се изготвува токму од страна на DG-SANCO. Директоратот соработува со различни работни групи од соодветната област кои доставуваат научно мислење за специфични прашања од соодветната област. Една од главните работни групи која издава научни мислења и изготвува иницијативи, вклучувајќи ја и благосостојбата на животните е Научниот Комитет за Здравје и Благосостојба на животните, составен дел на European Food Safety Authority (EFSA). Досега EFSA има објавено бројни научни мислења за благосостојбата на различни видови животни и применети техники за: свињи (2002,2004,2005,2007,2008,2012); телиња (2006,2012); бројлери (2012,2013); кокошки несилки (2005, 2012, 2015); говеда (2012, 2015); овци (2013); клонирање (2012); и употреба на CO_2 за зашеметување на зајаци (2013) (79). Според дадените научни мислења и покренати иницијативи Европската Комисија донесува легислатива која опфаќа широк опсег на животни засегнати од аспект на благосостојбата. Така, Директивата 98/58/ЕС ги воспоставува минималните стандарди за заштита на фармските животни, додека одделни директиви се однесуваат за заштита на животните на ниво на единка. Денес, постојат посебни европски регулативи кои се однесуваат за благосостојба и заштита на свињи (Директива 2008/120/ЕС); телиња (Директива 2008/119/ЕС); бројлери (Директива 2007/43/СЕ); кокошки несилки (Директива 1999/74/ЕС); говеда (Директива 98/58/ЕС); благосостојба при транспорт (Регулатива ЕС 1/2005; Одлука 2013/188/EU); и благосостојба при колење на животните (Регулатива (ЕС) N^o 1099/2009) (79). Дополнителна е легислативата која се однесува на обележување на производите, клонирање и забраната за употреба на крзно од кучиња и мачки, од аспект на благосостојба и заштита на животните.

Покрај легислативата, Европската комисија ја промовира и придонесува кон подобрување на благосостојбата на животните и преку креираните стратегии на ниво на ЕУ. Така, Стратегијата за здравје на животните на Европската Унија (2007-2013) го промовира мотото „Превенцијата е подобра од лекувањето“ (75, 80). Во оваа стратегија Европската комисија се фокусира на превентивни мерки, надзор, контроли и истражувања на болестите. Меѓу останатите, една од општите цели на стратегијата била „да ги промовира фармските практики и благосостојбата на животните кои ги превенираат заканите по здравјето на животните и ги минимизираат влијанијата од животната средина“ (81). Преку оваа стратегија ЕУ ја потврдува улогата на благосостојбата во заштитата на здравјето на животните. Уште позначајна за благосостојбата на животните е Стратегијата на Европската Унија за заштита и благосостојба на животните 2012-2015 во која се поставуваат основите за подобрување на стандардите за благосостојба на животните и нивна примена во сите земји – членки

на ЕУ. Стратегијата преку принципот „Сите се одговорни“ се обидува да ја подигне свеста и зголеми знаењето за благосостојбата на животните помеѓу различните општествени чинители како одгледувачите на животни, докторите по ветеринарна медицина, потрошувачите и останатите релевантни организации, агенции и поединци (23). Со имплементацијата на оваа стратегија ЕУ го унифицираше пристапот на сите земји – членки кон благосостојбата на животните и ги вклучи минималните стандарди за благосостојба во националните легислативи кај нејзините членки. На 26-ти Ноември 2015, а подоцна и на 21 Јули 2016, Европскиот Парламент усвои резолуција во која од Европската Комисија се бара да ги имплементира значајните точки произлезени од стратегијата и истата да ја евалуира. Истовремено од Европската Комисија се бара да донесе нова стратегија за 2016-2020 година која ќе обезбеди континуитет за повисоки стандарди за благосостојба на животните во ЕУ (82). Со новите иницијативи и дискусии ЕУ само го потврдува континуираниот развој во имплементацијата на стандардите за благосостојба на животните ширум државите во Европа. На тој начин предизвикува сериозно влијание во насока на подобрување на благосостојбата на животните во државите ширум светот.

2.2 Применета етологија

Континуираното стекнување нови сознанија во етологијата неизбежно се рефлектира во практичната работа со животните обезбедувајќи високо значење на применетата етологија. Етологијата има широка примена во различни сфери почнувајќи од научните истражувања, одгледувањето на животните и нивната манипулација, ветеринарната медицина па сé до поблиското осознавање на човековата природа и однесување. Сепак, во интерес на концизноста на овој преглед, примената на етологијата ќе биде прикажана само во неколку значајни релевантни области. Пред сé, етологијата претставува основна компонента во оценувањето и разбирањето на благосостојбата на животните. Како што беше претходно прикажано, благосостојбата на животните е многу повеќе од нивното здравје и исхрана, таа исто така е зависна и од можноста за нормално однесување на животните во соодветно сместување, без елементи на страв и стрес. Тоа потврдува дека за да се добие вистинска слика за степенот на благосостојба на животните мора да се познава нивното однесување и нивните видово - специфични потреби за животните. На пример, кое е природното однесување на говедата како вид и кое е однесувањето за кои тие имаат потреба или пак кои однесувања се ограничени при сместувањето на кокошките несилки во конвенционални кафези. Познавајќи и разбирајќи го однесувањето на видот се обезбедува увид во неговата благосостојба и правците во кои истата може да се подобри. Утврдувањето на природното однесување кај животните не е едноставно. Често се прибегнува кон споредба помеѓу однесувањето на дивите и домашните сродници, или пак стереотипното однесување како можност за да се утврди степенот благосостојба на животните (83). Сепак тоа не може секогаш да се користи како правило и некои однесувања кај дивите животни не секогаш имплицираат добра

благосостојба кај домашните животни, на пример подготвеноста за бегање од потенцијален предатор. Примената на однесувањето на животните во утврдување на нивната благосостојба Dawkins (2003) ја прикажува преку одговарање на две клучни прашања: 1. Дали животните се здрави? и 2. Дали животните го имаат тоа што го сакаат? (84). Во однос на првото прашање авторот го истакнува однесувањето на животните како показател на физичкото здравје. Промената на „нормалното“ однесување може да претставува клинички симптом на некоја болест или пак рано предупредувачки знак за здравствените проблеми кои подоцна ќе се развијат (84). На пример, кривењето кај говедата може да биде од различна етиолошка и патолошка природа, но од аспект на благосостојбата значајно е дали за животното одењето е отежнато. Од друга страна, во одредувањето што е она што животните го сакаат – второто прашање, особено се истакнува примената на однесувањето како алатка за утврдување на нивото на благосостојба. Постојат многу примери и тестови (тестови на преференции) кои преку однесувањето не само што покажуваат што сака животното, туку и колку многу тоа го сака (84). Така на пример, лабораториските стаорци кога имаат избор не само што преферираат да бидат во група со други стаорци, туку тие ќе вложат и дополнителен напор или работа (ќе ја притиснат рачката повеќе пати) за да бидат во група со другите стаорци, а ќе вложат уште поголем напор за да бидат во поголем кафез или во кафез збогатен со нови предмети (85). Друг пример се кокошките кои манифестираат многу посилна волја да бидат во група од 5 кокошки наспрема група од 120 кокошки во простор со иста големина, но имаат повисока тенденција да бидат во поголема група во голем простор наспрема помала група во мал простор (86). Последниот пример всушност прикажува како однесувањето на животните може да се употреби во одредување на условите на држење на животните што ќе обезбедат повисока благосостојба. Одговорите на горенаведените прашања и прикажаните примери се доволен показател за примената на однесувањето и неговото значење во одредувањето на благосостојбата на животните. Однесувањето не само што се применува за да се одреди што претставува благосостојба за еден вид животно туку и практично да се оцени нивото на благосостојба кај целните животни.

Фармските животни се одгледуваат за производство на храна или за други потреби на луѓето, со други зборови, се одгледуваат за економска придобивка и профит. Всушност компаниите за животински производи имаат потреба од ефикасно и економско работење. Токму применетата етологија значително придонесува во процесот на ефикасно одгледување на животните и нивно економско искористување (12, 14). Стекнатите знаења за однесувањето на животните придонесуваат кон оптимизација на производството. Така, однесувањето на животните игра значајна улога во нивната исхрана што е од исклучителна важност за фармерите. Животните подобро ќе ја искористуваат храната доколку се применува ритам и систем на хранење соодветен за нивниот вид и во социјален контекст за кој видот е адаптиран (87). Социјалните животни јадат повеќе храна и истата подобро ја искористуваат кога се хранат истовремено во група (12). Контролата на исхраната, изборот на храна на паша или кога да се понуди одредена храна, како и познавањето на однесувањето во системи на исхрана каде постои натпревар помеѓу животните се високо релевантни за добра

исхрана и ефикасна конверзија на храната (14). Репродуктивното однесување е особено важно во менаџментот на фармите. Иницијалната детекцијата на еструс кај кравите и свињите е базирана токму на специфичното репродуктивно однесување кај овие животни. Затоа овој вид на однесување, како и факторите кои влијаат на либидото играат клучна улога во фармите каде процентот на концепција во репродукцијата е приоритет. Секој пропуштен еструс и пролонгиран период помеѓу породувањата претставуваат сериозна финансиска загуба за фармерот. Зачестените проблеми со однесувањето на мајката и преживувањето на младите животни, особено прасињата, јагнињата или телињата, можат значително да се намалат преку сознанијата за однесувањето на животните и консеквентните подобрувања во сточарството (14). Одлуките во однос на сместувањето на животните, изградбата на објектите за животни, групното наспрема индивидуалното држење, густината на населувањето, применетата опрема и технологија на одгледување директно зависат од однесувањето на животните. Така сознанијата за социјалното однесување помагаат во утврдување на системот на сместување и густината на животните. Социјалните животни одгледувани во индивидуални боксови помалку ја трансформираат храната во вредни производи. Менаџментот и системите на одгледување кои поттикнуваат меѓусебни борби, повреди или постојана вознемиреност кај животните резултираат со репродуктивни пореметувања, слаба конверзија на храна, намалена вредност на трупот/месото и зголемен морталитет (12, 14). Од друга страна познавањето на однесувањето на фармските животни не само што помага во системите за сместување туку може да го олесни и забрза целокупниот процес на манипулација со животните. Таков пример претставува употребата на „зоната на бегање“ при ракувањето и водењето на говедата, овците и свињите, каде со правилно позиционирање на работникот/водачот се насочуваат животните во посакуваната насока (88). Современите системи кои ги применуваат последните достигнувања во етологијата и технологијата значително го намалуваат потребното време, работниот процес и човечките ресурси за менаџирање на животните, а истовремено го подигнуваат нивото на благосостојба.

Познавањето на етологијата има широка примена и во ветеринарната медицина и практика. Поточно, познавањето на однесувањето на животното за докторот по ветеринарна медицина е значајно при ракување и манипулација со животните, дијагностика на болести, советување за начините на одгледување и сместување, решавање на проблеми со однесувањето, проценка на благосостојбата на животните, како и во многу други околности и проблематики. Фиксирањето, ракувањето и манипулацијата на животното е секојдневен дел со кој се соочува ветеринарниот практичар. Затоа препознавањето на знаците кои индицираат дека животното ќе нападне или удри при работа со него се значајни за практичарот. Исто така, при ветеринарниот третман корисно е ако постапките за ракување со животното соодветно се прилагодат на однесувањето на животното на начин кој ќе превенира штета и патење на самото животно (14). Во практиката, докторот по ветеринарна медицина уште при анамнезата и историјата на клиничките знаци се соочува со симптоматски информации поврзани со однесувањето на пациентот. Всушност многу често поголемиот број болести првично се манифестираат со промени во однесувањето.

Затоа изјавите на сопственикот во анамнезата и иницијалните информации на ветеринарниот практичар најчесто се изразени во дескриптивна форма на однесувањето на заболеното животно, како: „намален апетит“, „променета активност“, „не е среќно или весело“, „слабост“ итн. Бихејвиоралните знаци и симптоми се од голема помош на ветеринарниот клиничар во почетната клиничка проценка на здравствената состојба на животното (14). Затоа применетата етологија е корисна дијагностичка алатка во клинички манифестните болести, но и болестите кои единствено се манифестираат со промена на однесувањето на животното. Првичниот контакт на клиничарот со животното е опсервацијата на однесувањето на животното, а дури потоа следат специфичните клинички прегледи. Однесувањето на животното/пациентот често претставува генерализирана манифестација на сублимат од физичките знаци на болеста. Понатамошните клинички испитувања всушност ја детектираат природата на тие клиничките знаци обезбедувајќи патоказ за соодветен третман на болеста. Третманот е насочен кон конкретните патолошки промени на ткивата/органите/системите сé до разрешување на проблемот кој во фазата на реституција финално ќе резултира со нормално однесување на претходно заболеното животно. Генерално, докторот по ветеринарна медицина при работа со пациентот како во иницијалната така и во завршната фаза од заболувањето се темели на знаците на однесување на животното. Сето ова ја потврдува потребата од добро познавање на етологијата од страна на докторите по ветеринарна медицина. Со стекнување на овој тип знаења ветеринарниот доктор е во можност: да примени различни методи и техники за да процени што му е потребно на животното, што му е привлечно, пријатно и прифатливо; да разбере како животот на животните во група и односот помеѓу животното и човекот може да влијае на нивната благосостојба; да ги разбере атипичните и патолошки облици на однесување и како тие се применуваат за проценка на благосостојбата; да ја разбере способноста за учење на животното и неговите навики што може да се употребат за искоренување на некое проблематично однесување; да ги толкува различните начини на одгледување на животните; да ги разбере причината, развојот и третманот на пореметеното однесување; да го дијагностицира пореметеното однесување на животното; да има вештини за да влијае на однесувањето на животното со цел да го заштити неговото здравје и благосостојба (89). Од прикажаното може да се заклучи дека применетата етологија е неизоставен дел од ветеринарната медицина и сé поголемите сознанија за однесувањето на животните ја потврдуваат директната поврзаност на етологијата со речиси сите области со кои се занимава ветеринарната медицина.

Благосостојбата на животните и етологијата покрај теоретска имаат и практична вредност. Истражувањата во овие области значително ги менуваат кон подобро секојдневните практики во сите дејности поврзани со животните, но и пошироко, во целокупното модерно општество. Тоа доведува до нивна сé поголема експанзија. Сепак, за соодветна примена неопходна е објективно, валидно и веродостојно оценување на благосостојбата и однесувањето на животните што претставува императив во современата наука.

2.3 Индикатори и Протоколи за оценување на благосостојбата и однесувањето

Трансферот на научните сознанија во праксата е можен исклучиво преку примена на техники и методи кои ќе обезбедат соодветно оценување на благосостојбата и однесувањето на животните. Webster (90) упатува дека е потребно науката за благосостојба на животните да навлезе во „светот каде што животните реално живеат“. За ова да се постигне неопходна е правилна оценка на благосостојбата и однесувањето на животните. Суштинскиот проблем кој овде се појавува е прашањето: „Што е правилно оценување?“. Поради различните гледишта и филозофии за дефинирањето на благосостојбата на животните поимањето на правилното оценување се разликува. Истакнувањето само на одредени особености/потреби кај животното доведува и до затворен систем за оценување на неговата благосостојба. Тоа често влегува во колизија со ставови и гледишта на други групи кои потенцираат сосема поинакви приоритетни области за животните. Решението се наоѓа во истражувањата за благосостојбата и однесувањето на животните кои треба да обезбедат објективна, без вредности обременета и научно базирана оценка на благосостојбата на животните. Но тоа решение, со најблаго употребените зборови на Fraser (91), се докажа дека е „многу поинтересно“. Поточно, за достигнување на ултимативната цел за правилна проценка на благосостојбата, неопходен е интердисциплинарен пристап во кој истражувачите треба да ги имаат во предвид дури и филозофските и останатите теоретски претпоставки за да можат да ја потврдат зависноста на некој фактор со благосостојбата на животните (92). За комплексноста на оценувањето, интересна е споредбата на Hewson (93) помеѓу оценувањето на благосостојбата на животните и тежината на некое заболување. Иако и двете оценувања се квалитативни и варираат помеѓу своите максимуми и минимуми, сепак оценката за тежината на заболувањата најчесто се базира на релативно мал број физички параметри во однос на прецизно дефинирани нормални опсези. Спротивно, оценувањето на благосостојбата на животните се темели на многу широк дијапазон мерења кои немаат еднакво прецизен опсег и се варијабилни во однос на видот и единката. Ова е само илустративен пример (без егзактна потврда од која не би можело да се извлекуваат генерални заклучоци) кој укажува на мултифакторијалната природа на оценувањето на благосостојбата и интерпретацијата на добиените наоди.

Доколку благосостојбата на животните се дефинира како обиди на животното да се справува со опкружувањето, тогаш сите негови обиди ќе се одразат и со промени во неговата биологија. Тие промени се детектираат преку мерења на поедини параметри од животното што претставуваат потенцијални показатели за успешноста на животното да се справи со опкружувањето (10). Токму овие показатели/индикатори ја отсликуваат благосостојбата на животните и се основа за нејзиното оценување. Во овој контекст се потврдува и мислењето на Sandøe и Simonsen (92) за индиректен пристап кон оценувањето на благосостојбата на животните. Оттука, од огромно значење е да се употребуваат објективни методи, базирани на научни основи, како индикатори за оценување на благосостојбата (89, 94, 95). Особено индикаторите кои произлегуваат од научните сознанија за здравјето, физиологијата и однесувањето на животните (92).

Целта на овие индикатори е да ја детектираат нарушената благосостојба и да го квантифицираат степенот на тежината на проблемот кој ја загрозува или нарушува благосостојбата (89). Но имајќи во предвид дека благосостојбата на животните не претставува само отсуство на страдање туку и состојба на задоволство (95), употребените индикатори треба го истакнат и високото ниво на благосостојба кај оценуваните единки. Ова особено е важно за идентификување на факторите кои придонесуваат кон подобрување на благосостојбата.

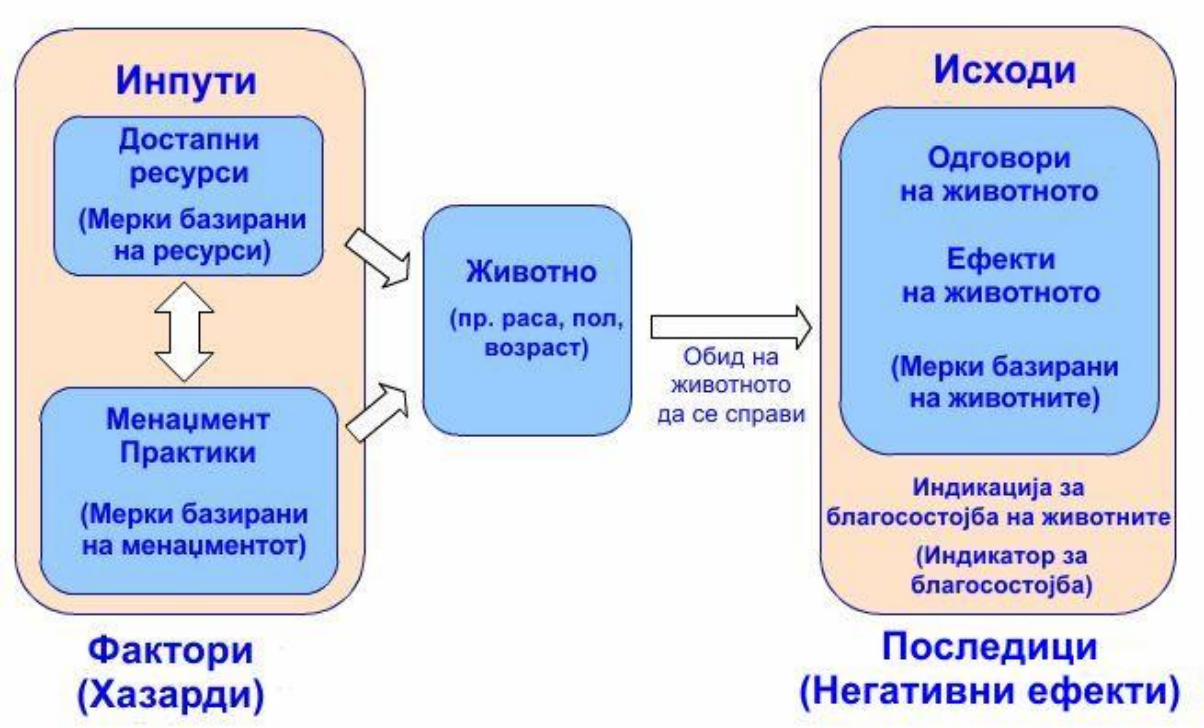
Силно влијание во изборот на индикаторите и мерењата за оценка има самото поимање на благосостојбата. Мерењата на здравјето и физиологијата, односно продуктивноста на животните се индикатори кои силно ја прикажуваат благосостојбата, но не може исклучиво само на овие показатели да се донесе општ заклучок за единката. Затоа, за да се добие вистинската слика за благосостојбата, неопходна е примена на повеќе видови мерења (10). Имајќи во предвид дека благосостојбата на животните е базирана на менталните искуства на единката (92), мерењата на субјективните емотивни состојби на животните кои се во корелација со нивното однесување и физиологија се исклучително важни (94). Но овој тип мерења се голем предизвик во однос на нивниот избор како потенцијални индикатори и во однос на нивната интерпретација. Постојат различни пристапи при изборот и интерпретацијата на мерењата за однесувањето и емотивните состојби на животните. Поаѓајќи од споредба со однесувањата и живеењето на дивите сродници (84), па преку изложување на животните на поедини стресори опсервирајќи ги промените во однесувањето и физиологијата (94), сé до примената на т.н. „аргумент по аналогија“ каде евидентираните промени што ги доживуваат луѓето во непријатни ситуации се бараат кај целните животни (96). Сето ова го прави оценувањето на благосостојбата и однесувањето да биде многу комплицирана постапка од научен и практичен аспект. Mason и Mendl (94) истакнуваат три клучни проблеми при оценување на благосостојбата: 1) различните мерки не се секогаш во меѓусебна коваријација што имплицира дека во различни ситуации сите мерки не индицираат ист степен на благосостојба; 2) значајноста на мерките е тешко да се интерпретира бидејќи при ниска благосостојба во две различни ситуации мерките манифестираат различни вредности; и 3) исти мерки при исти ситуации во различни или повторени студии сугерираат различни степени на благосостојба. Од овие причини потребна е особено голема претпазливост при изборот на мерки/индикатори кои треба да се употребат за објективна анализа на благосостојбата и однесувањето на животните.

Поради комплексноста во изборот на „вистинските“ мерки за оценка на благосостојбата на животните, панелот на експерти за Здравје и Благосостојба на животните на European Food Safety Authority (EFSA) во документот насловен како *„Statement on the use of animal-based measures to assess the welfare of animals“* ги утврдуваат критериумите за избор на соодветни мерки базирани на животните како потенцијални индикатори за благосостојбата (97). Избраните мерки имаат практична примена за фармерите при менаџирањето на фармите и следење на промените во благосостојбата на животните, консултантите и советниците на фармите;

ветеринарните практичари вклучени во менаџментот на здравје на стадото; компаниите за производство на генетски материјал при селекцијата; оценувачките и акредитирачките организации при оценка дали фармата ги исполнува предвидените критериуми за благосостојба како дел од стандардите за квалитет или бележење на производите; државните институции и надзорните органи за почитување на постојната легислатива; и за научно - истражувачки цели (97, 98). Комбинирањето на повеќе мерења може да ја прикаже благосостојбата на животните од фармите од каде потекнуваат финалните производи со животинско потекло на пазарот, што обезбедува стратегии за подобрување на благосостојбата на животните базирани на побарувачката и вредностите на потрошувачите. Затоа, денес, посебен акцент се става на примената на комбинирани мерења во фармите за домашни животни кои на поширокатa јавност ќе им дадат реална претстава за степенот на благосостојба на животните во оценуваната фарма.

2.3.1 Видови индикатори за оценка

За објективна оценка на благосостојбата на животните потребно е употреба на објективни нејзини показатели односно индикатори. Во литературата енормен е бројот на потенцијални индикатори за оценка на благосостојбата. Затоа, од дидактички причини неопходна е нивна поделба и класификација. Така се поедноставува изборот на соодветни индикатори при оценката во различни сценарија. Една од честите поделби на индикаторите се темели на нивната природа односно потекло. Поточно, индикаторите може да се класифицираат како Инпути/Ресурси и Аутпути/Исходи. Под инпути се подразбираат индикатори базирани на оценување на факторите кои делуваат врз животното: опкружувањето/животната средина односно инфраструктура на одгледувачките системи како физички ресурси кои ќе обезбедат соодветна исхрана, сместување и хигиена на животните; менаџмент дизајниран во однос на задоволување на физиолошките, здравствените и бихејвиоралните потреби на животните; генетски, расни, полови и старосни карактеристики; како и однос на одгледувачот кон секојдневните потреби на животното. Од друга страна, аутпутите односно исходите претставуваат индикатори кои се базираат на последиците кај животните под влијание на инпутите. Тоа всушност се одговори на животните како последица на нивната благосостојба и може да бидат физиолошки, бихејвиорални или производствени. Овие индикатори се утврдуваат преку мерења базирани на животните (89, 90, 99). Како појаснување, едноставен сликовит приказ за односот помеѓу инпутите и аутпутите за проценување на благосостојбата на животните нуди документот на EFSA "*Statement on the use of animal-based measures to assess the welfare of animals"* прикажан на *Графикон 2-1*, (97).



Графикон 2-1 Однос помеѓу инпутите и исходите при оценка на благосостојбата и соодветните видови мерки кои се применуваат во оценката. Преземено и обработено од EFSA (AHAW). Statement on the use of animal-based measures to assess the welfare of animals. EFSA Journal. 2012;10(6):2767

Употребата на физичките ресурси (инпутите) како индикатори за благосостојбата се многу атрактивни поради нивната конзистентност во подолг период и нивната објективност при мерењата (100). Така на пример, должината на лежиштата, јаслите и пристапот до нив, опремата за молзење итн. може брзо и лесно да укажат на степенот на благосостојба на молзните крави во одредена фарма. Притоа со едноставни мерења се добиваат објективни показатели (лесно мерливи, повторливи и трајни) за условите кои фармата ги обезбедува за животните. Сепак наодот на инпутите не секогаш е во корелација со степенот на благосостојба на животните. Различните техники на одгледување може да имаат различен ефект врз благосостојбата, иако притоа се употребуваат ресурси кои се општоприфатени како добри практики. Поточно, исполнувањето на стандардите за одгледување не гарантираат добра благосостојба за сите животни во секое време (90). Оттука сé поголемо значење се придава на аутпутите, односно на одговорите на животните кон примените инпути (101). На овој начин, преку директни мерења на одредени параметри од животните се утврдува нивната благосостојба, притоа, минимизирајќи ја улогата на инпутите како доминатни фактори во оценувањето на благосостојбата. Всушност, благосостојбата на единката е круцијална и таа треба да се измери, а не да се докажува дека се исполнети одредени добри практики на одгледување. Сепак, за да се постигне објективна анализа

на благосостојбата на животните се предлага спроведување на комбинирани мерења на инпутите и аутпутите (90, 101). На овој начин се утврдуваат главните инпути кој влијаат врз животните, а преку аутпутите се проценуваат одговорите на животните врз постојните инпути, што не само декларативно ја утврдува благосостојбата туку и ги детектира факторите преку кои може да се влијае на истата.

Оценувањето на благосостојбата на животните може да се претстави преку исполнување на три основни цели: препознавање на високо ниво на биолошко функционирање, детекција на страдање и останати негативни искуства и детекција на задоволство и останати позитивни искуства. За исполнувањето на овие цели се употребуваат различни пристапи кои идентификуваат потенцијални индикатори за оценка на благосостојбата. Таквите пристапи се: Продуктивност и благосостојба; Ветеринарен; Физиолошки; и Бихејвиорален пристап (102). Индикаторите се класифицираат и избираат според пристапот на оценувањето на благосостојбата. Така, од аспект на здравје и функционалност на животното се употребуваат индикатори од ветеринарната патологија, епидемиологија и сродните области, стапката на преживување и репродукција, инциденцата на болестите и слично како основа за утврдување на здравјето и функционалноста на животното со последично оценување и подобрување на неговата благосостојба. Пристапот на природно живеење се однесува на природното однесување на животното кое се дели на две категории: однесувања кои животното ги преферира и не ги преферира. Затоа при одгледувањето на животните нивното однесување треба да биде најблиску до природното живеење, односно, благосостојбата на животното ќе биде висока доколку неговото однесување е природно и преферирано. Пристапот на афективна состојба на животното поаѓа од пресумпцијата дека животните употребуваат сигнали за комуникација за да ја пренесат таквата состојба на другите животни. Индикаторите при овој пристап се однесуваат на детектирање на сигналите што ги испраќаат животните во афективна состојба, а по можност и да се квантифицира самата афективност. Така на пример, може да се употреби вокализацијата за да се оцени нивото на афективност на животното или пак може да се употребуваат индиректни показатели на афективната состојба како што се промени во однесувањето или физиологијата (на пр. покачено ниво на кортизол во крвта при изведување на болна постапка) (91). Всушност, независно од кој пристап ќе се употреби во изборот на индикатори, овој тип на поделба се базира токму на аутпутите (исходите), односно на мерењата базирани на животните, што е уште една потврда за нивното значење при оценување на благосостојбата.

Мерењата базирани на животните имаат за цел да ја измерат благосостојбата на животното, а се резултат на ефектите од различните инпут фактори. Потребно е овие мерења да се многу осетливи за да утврдат не само дали животното е под стрес, туку и дали е во позитивна состојба или е летаргично и му е досадно (101). Листата на мерења базирани на животните е многу долга и не може да се очекува дека во секоја пригода сите мерки ќе се употребат за оценка на благосостојбата. Сепак правилниот избор на мерки и нивната комбинација може да ја оценат благосостојбата на таргетирана популација со висока валидност и прецизност (97). Од тие причини мерењата базирани

на животните се многу значајни за оценка на општата благосостојба на животните (100). Нивната широка примена се потврдува и преку Стратегијата на Европската Унија за заштита и благосостојба на животните 2012-2015, каде се истакнува можноста за користење на научно валидирани индикатори базирани на исходите при проценка на усогласеноста со нормативните побарувања на Европската легислатива (23).

Мерките базирани на животните го покажуваат нивото на благосостојба од ниско до високо. За нив се употребуваат општи методи на оценка на благосостојбата, поточно, директни индикатори за ниска и висока благосостојба, тестови за избегнување, тестови за позитивни преференции, како и мерки за способноста на животните да манифестираат нормално однесување и други биолошки функции (14). Broom наведува листа на мерења за оценка на благосостојбата на животните вклучувајќи ги: физиолошките индикатори на задоволство, бихејвиоралните индикатори на задоволство, ниво на манифестација на силно преферираните однесувања, асортиман на нормални однесувања кои се манифестираат или супресираат, ниво до кое се овозможени физиолошките процеси и анатомскиот развој, ниво на манифестација на бихејвиоралната аверзивност, физиолошки обиди за справување, имуносупресија, превалентност на болести, бихејвироални обиди за справување, бихејвиорална патологија, промени во мозокот, преваленција на оштетувања на телото, намалена способност за раст и размножување и намален животен век (14).

Индикаторите се делат и според тоа какви проблеми идентификуваат. Така според времетраењето, индикаторите укажуваат на краткорочни и долгорочни проблеми (10, 14). Краткорочните проблеми се оние кои траат неколку часа и ја нарушуваат благосостојбата на животните, како на пример интервенции од страна на човекот - пристап, манипулација со животното, дресура, транспорт, неправилно колење и сл.; или закани и напади од диви животни или животни од истиот вид. Во оваа група на индикатори се вклучени: 1) Бихејвиорални мерења – најочигледниот индикатор за проблем со благосостојбата е однесувањето на животното. Овие мерења се насочени кон анализа на: ориентација, страв и рефлекси на животното; индивидуални разлики во бихејвиоралните одговори; и бихејвиоралните индикатори за болка; и 2) Физиолошки мерења – базирани на промени во физиолошките параметри како резултат на промена на благосостојбата. Во оваа група се вклучени мерењата на: срцева работа; фреквенција на дишење; телесна температура; адренална оска и останати хормони; невротрансмитери; ензими и продукти од метаболизмот; мускули и останати карактеристики на трупот.

Од друга страна, индикаторите кои укажуваат на долгорочни проблеми кај животните односно фактори кои во подолг временски период ја нарушуваат благосостојбата, се однесуваат на мерења на голем број варијабли кои оставаат долготраен белег на состојбата на организмот. Сепак знаењата за одговорите на животните на долгорочните проблеми сé уште се оскудни и претставуваат предизвик во модерната наука. Како досега најчесто употребувани мерења во оваа категорија се:

стапка на репродукција; животен век на животното; промени во тежината; кардиоваскуларни и крвни параметри; адреналната оска и останатите хормони; функционалноста на имунитетот; инциденца на болести; опиоиди; бихејвиорални мерења, како проблеми во движењето, недоволно ресурси, социјална и сексуална активност, последици од ограничена можност за природно однесување и останати последици од фрустрација и отсуство на контрола – агресивност, стереотипи, апатија и отсуство на одговор, недостиг и прекумерна стимулација. Вистинската слика за благосостојбата се добива само со правилно комбинирање на овие мерења и интерпретација на добиените резултати (10).

Употребата на мерки базирани на животните подразбира директни мерења на одредени индикатори при оценувањето на благосостојбата. Така постојат директни физиолошки мерења во кои на пример се мери зголемена срцева работа, адренална активност, адренална активност по апликација на АСТН, продукција на кортизол или кортикостерон, намален имунолошки одговор по негово предизвикување. Во контекст на претходната класификација на мерењата се и директните мерења на однесувањето каде на пример се мери/оценува избегнување на предмет или настан; стереотипно однесување, автомутилација, гризење опашки, колвање пердуви, прекумерно агресивно однесување и неактивно однесување без одговор што повторно укажуваат на лоша благосостојба. Понатаму се вклучуваат и директните мерења на болка, болести, повреди, мобилност, раст, ограничено однесување. Но исто така и директните мерења на добра благосостојба за кои најчесто се употребуваат индикатори базирани на однесувањето, MRI скен на мозокот со активација на различни области од церебралниот кортекс, покачено ниво на окситоцин во крв при убави настани итн. (14). Како што може да се забележи листата на индикатори и мерења е бескрајна и таа во континуитет се зголемува, но прикажаните класификации на индикаторите за мерењата базирани на животните остануваат да важат и до денес.

Според претходно кажаното, категоријата на која припаѓа индикаторот т.е. како е класифициран, одредува како се изведуваат и методите за негово мерење. Мерењата базирани на животните се изведуваат со: опсервации и мерења во текот на оценката на благосостојбата на фарма, оценувањето *ante* и *post mortem*; записи од одгледувањето на животните, како репродукција, прираст, здравје, стапка на смртност итн. Додека пак мерењата базирани на ресурси и менаџмент се изведуваат со опсервации и мерења на условите на сместување, менаџментот на фармата и документациите (97). Согласно наведеното, креирањето на еден индикатор за благосостојба на животните и начинот на неговото мерење е комплициран процес и ултимативен предизвик во постапките за оценка.

2.3.1.1 Избор, метод на мерење и карактеристики на индикаторите

При оценувањето на благосостојбата на животните секогаш постои предизвикот кој индикатор, од плејадата на потенцијални индикатори, да се употреби и како тој да се измери со што ќе се задоволи општопознатата потреба од објективно оценување. Во тој контекст се отвораат повеќе дилеми што треба да се разрешат пред воопшто да се започне со примената на индикаторите во оценувањето. Овие дилеми се однесуваат на критериумите за избор на индикаторите, методот што се применува при мерење на избраните индикатори и кои карактеристики индикаторот треба да ги поседува за воопшто да се нарече индикатор за оценка на благосостојбата. Последната дилема е суштинска и во развивањето на нови индикатори кои би ги надополниле постојните или пак би детектирале нови состојби кај животните значајни за нивната благосостојба. За таа цел неопходно е да се започне со поширока анализа на општото поимање на благосостојбата на животните, а да се заврши со специфичните карактеристики на еден практично применлив индикатор.

За да се оцени благосостојбата на животните неопходно е да се утврди што точно се подразбира под благосостојба на животните. Како што веќе претходно беше споменато, благосостојбата на животните како концепт произлегува од етичката загриженост на општеството, односно претставува „социолошки изграден концепт“(103). Тоа подразбира оценување на благосостојбата кое ќе ги задоволи интересите на општеството т.е. квалитетот на живот што општеството смета дека животното треба да го има. Ова го потврдува и *Tannenbaum* кој наведува дека благосостојбата на животните е водена од вредностите во општеството и не може да се третира (а со тоа и да се оценува) исклучиво само од научен аспект (104). Поточно, научните мерења треба да бидат рефлексија на социолошкото поимање на терминот благосостојба. Пристапувањето кон благосостојбата на овој начин ги доведува научните сознанија, па може да се каже дури и интересите на животните во втор план при нејзината оценка. Сепак, интересната паралела на Fraser (103) помеѓу анегдотата за жабата ставена во вода[1] и интересите на животните потврдува дека животните имаат свои интереси и перцепции независно од општествените вредности. Тие интереси би претставувале ултимативен критериум на благосостојбата на животните како област и како стандарди за оценување. Оттука произлегува одговорноста на научната јавност и науката да го едуцира неинформираното општество за интересите и потребите на животните со што директно ќе влијае на општествено поставените стандарди за благосостојба на животните. Затоа, во овој дел неизбежно е да се истакне дека благосостојбата на животните треба да се проучува и оценува исклучиво со научни методи ослободени од моралните ограничувања, а на етиката останува да одлучи дали овие сознанија и оценки се морално прифатливи за општеството. Во текстовите на Broom (105) и Fraser (103) може да се најде делумна потврда за ова тврдење.

[1] Ако жаба се стави во вода што врие таа веднаш ќе скокне и избега, а доколку се стави во ладна вода која постепено се загрева жабата ќе остане во водата и на крај ќе угине.

Неусогласеноста во поимањето на благосостојбата на животните постои и во научната јавност. Така на пример, одредени научни кругови сметаат дека благосостојбата на животните е поврзана со физичкото здравје, додека други тврдат дека благосостојбата е многу повеќе зависна од психолошкото здравје и чувствата на животното (95). Постојат и други дебати и дилеми околу поимањето на благосостојбата што неизбежно се одразува и на изборот индикатори за оценка на истата. Дополнително, изборот на индикаторите зависи и од целта на спроведената оценка за благосостојбата на животните. Поточно, дали оценувањето на благосостојбата има за цел да сертифицира или контролира одредени фарми, дали се евалуира благосостојбата во различни продукциски системи или пак се употребува како алатка за советување на фармерот во идентификување, превенирање и решавање на проблемите со благосостојбата во фармата (106, 107). Сублимирано, изборот на индикаторите за оценка на благосостојбата на животните изворно се базира на тоа што во општеството се смета за добар живот на животното и за која цел се изведува оценувањето. Тоа подразбира вклучување на поголем број научно потврдени индикатори кои ќе ги исполнат очекувањата на барањата утврдени од општествените групи, а базирани на нивните вредности за добар живот на животните.

Следниот одлучувачки фактор при идентификацијата и изборот на индикаторите за оценување на благосостојбата е нивната објективност и научна потврда. Објективноста е клучна за општо прифаќање на мерењата како индикатори за благосостојба на животните. Некои индикатори на релативно лесен начин се докажуваат како вистински параметри на благосостојбата. Тие најчесто се поврзани со физичкото здравје на животното и имаат широк консензус за тоа што точно индицираат. Проблемот се појавува при употребата на индикатори кои се поврзани со афективните состојби на животното како болка, фрустрација или страдање (103) или генерално, чувствата на животните (95) кои тешко може да се измерат, а уште потешко да бидат општо прифатени и да се сметаат за објективни. Од друга страна, некои индикатори објективно и релативно недвосмислено ги прикажуваат акутните ефекти на стресорите врз моменталната благосостојба, што не е случај со евалуацијата на благосостојбата од долготрајните стресни ефекти и утврдувањето на вистинските индикатори за таа намена. Така на пример, вредностите на т.н. објективни маркери за благосостојбата на животните како кортизолот, ендорфините или протеините на акутна фаза на воспаление се карактеризираат со неспецифичност и мерливост на краткотрајните варијации предизвикани од акутните стресори (транспорт, манипулација со животните и сл.), што не може истото да се каже и за долготрајните последици врз благосостојбата од хроничните стресори (90). Во последниот случај најчесто индикаторите се субјективни бидејќи се базираат на опсервација на животните од страна на оценувачот што доведува до сомнеж во добиените резултати. Сепак примената на научните методи и добро планираната проценка на однесувањето на животните можат да бидат исто толку добри индикатори за благосостојбата на животните како и претходно споменатите маркери за акутните стресни состојби. Единствено што мора да се потенцира е потребата од висока претпазливост при креирањето, идентификувањето, изборот и мерењето на овие индикатори.

Од друга страна пак *Hewson* ја отвора дилемата дали воопшто антропоморфизмот, односно субјективноста во мерењата, е погрешен (93). Во нејзиниот текст презентира аспекти каде субјективноста во мерењата е добра почетна точка во предвидување на чувствата на животните и го истакнува дуалистичкиот картезијански пристап како единствена пречка во прифаќањето на мерењата на чувствата како валидни индикатори, завршувајќи со отворената можност да човековите чувства и однесувања (на пример: релаксирани, претпазливи и др.) се употребат како валидни и релевантни дескриптори за благосостојбата на животните. Тоа подоцна и се потврдува со примената на квалитативното оценување на однесувањето на животните, каде се употребуваат дескрипторите како „вознемирени“, „активни“, „пријателски“, „среќни“ животни и други, во некои од протоколите за проценка на благосостојбата на животните (на пр. Протоколите на Welfare Quality®). Ултимативно, и да се применат сите постојни индикатори во оценувањето на благосостојбата на животните сепак нема да може да се постави јасна и прецизна граница помеѓу добра и лоша благосостојба (108), всушност и самата благосостојба претставува континуум кој осцилира помеѓу добра и лоша. Оттука, ниту еден од индикаторите и оценувањата на благосостојбата, колку и да се научно потврдени, нема да понудат апсолутна објективност, бидејќи како што истакнуваат Masont и Mendll, „на крајот, финалното расудување ќе остане субјективно“ (94). Ова повторно нé доведува до дефинирањето на благосостојбата на животните согласно субјективните перцепции на општествените групи и индивидуи, што е основа за класификацијата на благосостојбата (добра или лоша). Затоа, субјективноста во оценувањето на благосостојбата во крајна рамка претставува само одраз на актуелните вредности на оценувачот и корисниците на добиената оценка за благосостојбата на оценуваните животни. Сепак, тоа не ја исклучува потребата од научно потврдени индикатори за оценка на благосостојбата на животните, туку само го прикажува општествениот поширок аспект на оценувањето на благосостојбата.

Во контекст на објективноста при оценувањето треба да се прави разлика и помеѓу објективноста во примената на мерењата наспроти објективноста при изборот на мерења кои ќе се применат (103). Мерењата може да се изведат на сосема објективен начин запазувајќи ги сите предвидени процедури, но доколку изборот на мерења/индикатори/варијабли не соодветствува со поставената цел за оценка на благосостојбата на животните, во резултатите ќе се манифестира субјективниот ефект. Необјективниот избор во било кои од двата наведени случаи ќе доведе интерпретацијата на резултатите и оценката на благосостојбата да е зависна од вредностите на оценувачот и со тоа да се намали објективноста во оценката. Тоа често може да биде и причина животни во исти ситуации да бидат оценети со различно ниво на благосостојба токму поради различниот избор на индикатори или пак различната примена на мерењата на избраните индикатори. Ова е од особена важност во научните истражувања и при креирањето и идентификувањето на потенцијалните индикатори за оценување на благосостојбата на животните. Токму затоа придржувањето кон трите цели на оценката на благосостојбата што ги препорачува *Fraser* (102): оценување на високо ниво на биолошко функционирање, страдање и негативни искуства и задоволство и позитивни искуства; заедно со објективниот избор и примена на

индикаторите се од исклучително значење за редукција на субјективноста во оценувањето и интерпретацијата на благосостојбата на животните.

Интерпретацијата на мерењата е следниот предизвик во оценувањето на благосостојбата (10). Одговорите на организмот кон околината треба прецизно и внимателно да се интерпретираат користејќи го познавањето на механизмот на промена на избраниот индикатор, врската помеѓу предизвиканата промена и благосостојбата на животното и начинот на изведување на самото мерење. Понекогаш поради незнаењето дека постојат одредени индикатори се пропушта можноста соодветно да се оцени благосостојбата на животните. Во други ситуации промената на резултатот на една мерка може дефинитивно да потврди дека благосостојбата е нарушена, но од друга страна намаленото ниво на одговор на истата мерка не значи безусловно добра благосостојба за животното. Одредено мерење или одговор на животното може и во двата свои екстреми да подразбира нарушена благосостојба (на пример одговор на пасивно и активно повлекување на животното) со што значително се отежнува интерпретацијата на резултатите. Затоа резултатите добиени од примената на едно мерење треба внимателно да се интерпретираат. Токму за да се избегне погрешно толкување на резултатите од еден индикатор се препорачува мерење на повеќе индикатори и резултатите се анализираат како комбинација на резултати од повеќе индикатори. Ова особено се препорачува за да се постигне валидна споредба помеѓу благосостојбата кај животните при различни услови (10). Најчесто применета комбинација на мерења за оценка на благосостојбата на животните е комбинацијата мерења базирани на ресурсите и менаџментот заедно со оние базирани на животните (90). Понатаму, мерењата може да бидат класифицирани и според нивната важност за благосостојбата што последично влијае на нејзината финалната оценка. Така, *Fraser* (103) мерењата за оценка на благосостојбата ги класифицира во „есенцијално“ и „инструментално“ важни варијабли. Есенцијалните варијабли се однесуваат на особености на животното кои се високо значајни за целокупната благосостојба, додека пак инструменталните варијабли се алатки или мерки кои влијаат на одредени специфични потреби на животното. Дополнително варијаблите се делат и според нивната интерпретација на „кондиционално нормативни“ и „есенцијално нормативни“. Првите зависат од тоа кој интерес се заштитува на веќе определени стандарди, а вторите зависат од ефектот кој се предизвикува врз животните и колку нормативно тој се смета за значаен (103). Која варијабла каде ќе припадне зависи од стојалиштето на оценувачот/истражувачот во однос на поимањето на благосостојбата на животното.

Идентификацијата и изборот на индикаторите кои ќе се применат за оценка на благосостојбата на животните се одвива според одреден редослед. EFSA оваа постапка ја прикажува за изборот на мерките базирани на животните при мониторинг на благосостојбата (97), но таа исто може да биде применета за било кој друг тип на мерки/индикатори. Првиот чекор во оваа постапка е утврдување односно идентификација на целта. Вториот чекор се однесува на идентификација на популацијата за кого е наменето оценувањето и избор на популацијата животни која ќе се испитува. Следниот чекор е избор на индикаторите и мерењата кои ќе се применат

при оценката на благосостојбата. Тоа може да биде едно или пак комбинација од повеќе мерења за еден или повеќе индикатори. Потоа следи анализа и интерпретација на добиените резултати од спроведените мерења. Резултатите може понатаму да се искористат како основа за креирање на стратегии за подобрување на благосостојбата, во зависност од целта на оценувањето. Но, исто така, резултатите може да укажат и на воведување дополнителни индикатори во оценувањето. Циклусот потоа се повторува од редефинирање на целта, преку селекција на испитуваната група сé до избор на индикатори за повторна оценка. Тоа ќе укаже на постигнатиот ефект од спроведените активности за подобрување на благосостојбата или пак ќе укаже на примена на дополнителни индикатори за оценување. Секако, тоа повторно ќе зависи од целта на оценувањето.

Развивањето нови индикатори за оценка на благосостојбата е комплексна задача. Тие треба да бидат објективни, применливи и релевантни за грижата на животните (101). Но, за да се пристапи кон развивање нови индикатори неопходно е да се разграничат одредени термини. Најпрвин треба да се прави дистинкција помеѓу мерка и мерење. Мерката претставува форма на евалуација, додека мерењето е резултат од таа евалуација (97). Мерката индицира каква е благосостојбата на животното, односно таа се употребува како индикатор за благосостојбата. Поради комплексноста на благосостојбата и според досега наведеното препорачливо е да се употребуваат повеќе мерки за да се оцени целокупната благосостојба на животното. На пример: оштетувањата на кожата на телото кај молзни крави е *мерка* која се мери со *мерење* на бројот на лезии, делови без кожа и отоци на кожата, а се употребува како *индикатор* за удобност при лежење на молзните крави. Дополнителна разлика постои и помеѓу мерка и методот на кој ќе се измери зададената мерка (97) – за објективноста во мерењето и изборот на мерки веќе беше претходно дискутирано. Методологијата на мерење, односно собирањето на податоците од спроведените мерења за оценка на благосостојбата може да се изведува на различни начини. Така на пример, мерењата на мерките базирани на животните на фарма се собираат преку опсервација или инспекција на животните, додека пак во кланица при инспекција на месото од закланото животно(97). Дополнителни методи кои се употребуваат е собирање на податоците од записите водени од страна на менаџментот на фармата (степен на продукција, записи за менаџмент на стадото и сл.), разни облици на извештаи кои се доставуваат од страна на фармата или пак од останати институции одговорни за мониторинг на животните (ветеринарни инспекции, лаборатории и лабораториски испитувања и сл.). Податоците од водените записи може да се искористат и како информации за мерките базирани на ресурсите и менаџментот на фармата. Во последно време сé поголема е употребата на т.н. „прецизно фармерство“ (*Precision Livestock Farming* анг., PLF) со што се обезбедува континуиран мониторинг на животните во реално време добивајќи широк опсег на податоци корисни за оценка на благосостојбата на животните (109, 110). Поради различниот метод на собирање на податоците, направените мерења може да се поделат на директни мерења кои се земени од самото животно и индиректни мерења земени од постојни записи или од далечински мониторинг на животното (97). Оваа поделба има особено значење при

интерпретација на резултатите од мерењата и репрезентативноста на истите. Како последен, но не помалку значаен фактор кој треба да се има во предвид при изведувањето на мерењата е факторот време (97). Поточно, кога се изведени мерењата за оценка на благосостојбата и колку добиените резултати имаат временска репрезентативност за благосостојбата на животните. На пример, забрзаното дишење на животните може да биде индикатор за топлотен стрес, но таа мерка ја прикажува моменталната состојба и не може да се интерпретира како постојана состојба на животното во топлотен стрес. Други сценарија во кои факторот време игра значајна улога е во различните технолошки системи на одгледување. Така на пример репрезентативниот период на мерење во екстензивните системи на одгледување може значително да варира од оној во интензивните системи. Сето ова укажува дека временскиот фактор при изведување на мерењата може да има влијание врз добиените резултати, а последично и на нивната интерпретација.

За еден индикатор да се смета за релевантен и применлив во практичното оценување на благосостојбата на животните потребно е да ги поседува следните квалитети: 1) да има научна основа и способност да ги отсликува промените со текот на времето; 2) практична примена во комерцијалните фарми и 3) капацитет да помогне во одлуките на фармерот преку информации за потенцијалните проблеми и причините за нарушена благосостојба на животните (111). Поконкретно, за еден индикатор воопшто да се рече дека е индикатор за благосостојбата на животните и да се применува во праксата тој претходно треба да исполнува одредени критериуми. Генерално, индикаторот односно мерката која се применува во оценувањето на благосостојбата на животните треба да биде валиден, веродостоен и применлив (97). Пред сé индикаторот треба да има т.н. „конструктивна валидност“ или „соодветност“, термини кои укажуваат дека индикаторот треба да нуди значајни информации за благосостојбата на животните, односно точно да ја проценува благосостојбата и да е применлив во праксата (97, 101). Во контекст на точноста на индикаторот да ја процени благосостојбата значајни особености се неговата сензитивност и специфичност. Некои мерки се високо сензитивни што не секогаш значи дека се од значајност за општата проценка на благосостојбата. Така, FAWC го употребува терминот “*iceberg*” индикатори за оние кои се со ниска сензитивност како индикатори за првична проценка на благосостојбата кои иницијално би индицирале дека постои/не постои проблем со благосостојбата – слично како санти мраз во вода на кои се гледа само делот од мразот кој излегува над површината од водата (112). Специфичноста како својство се однесува на тоа дали индикаторот прикажува една конкретна последица врз благосостојбата или пак е резултат на повеќе различни последици. Дополнително критериум за индикаторите е неговата робустност, односно како индикаторот или мерката се менува при нејзиното мерење во однос на промените на околината, оценувачот и времето. За да се потврди овој критериум индикаторите подлежат на утврдување на нивната повторливост (репродуцибилност) и веродостојност. Тоа подразбира усогласеност на наодите помеѓу повторени мерења на благосостојбата на ист примерок од страна на еден ист оценувач (*intra-observer*) и помеѓу различни оценувачи (*inter-observer*) што е од особено значење за практична

примена на индикаторите како дел од некои широко употребливи протоколи за оценување на благосостојбата на животните (97, 101).

Во праксата постојат поголем број ограничувачки фактори, како финансии и време, кои оневозможуваат оценување на благосостојбата на животните на индивидуално ниво т.е. на секое животно поединечно. Затоа од индикаторите се очекува да ја прикажат благосостојбата на групно ниво, односно на едно стадо или фарма за животни, со што ефикасно би се детектирале потенцијалните проблеми и ризици поврзани со благосостојбата на животните. Следствено како клучен критериум се наведува и репрезентативноста на примерокот, односно бројот на животни потребен за да индикаторот прикаже реална слика за нивото на благосостојба. Колку е поголем примерокот животни врз кои се изведуваат мерењата, толку поточна е оценката на благосостојбата (97, 101). Сепак оптимизацијата на бројот на животни вклучени во примерокот е исклучително значаен во намалувањето на трошоците и времето потребни за изведување на оценката. Тоа се постигнува со стандардно познати и нашироко применливи математички операции за одредување на репрезентативниот број животни во стадото или фармата. Со цел да се оптимизира бројот на индикаторите во спроведувањето на оценката се применуваат индикатори или мерки кои обединуваат повеќе индикатори заедно т.н. „композитни мерки“ (97). Таков пример е следењето на млекопродукцијата кај едно исто животно во неколку последователни лактации, каде промената на продукцијата би алрамирало потенцијално нарушување на благосостојбата поради некој специфичен фактор (сместување, менаџмент, третман и сл.). Од друга страна некои индикатори може да предвидат идно нарушување на благосостојбата на животните т.н. „предиктивни индикатори“(97). На пример, бројот на соматски клетки во млекото, каде иако тоа директно не ја нарушува благосостојбата, но сепак претставува индикатор за појава на маститисот што несомнено ја нарушува благосостојбата независно од неговата клиничка манифестација (113). Постои широк дијапазон на потенцијални индикатори за оценка на благосостојбата а со голема веројатност се очекува и во иднина бројот на индикаторите да продолжи да се зголемува. Горенаведените критериуми се исклучително значајни во идентификувањето на „вистинските“ индикатори за оценување на благосостојбата на животните. Само оние индикатори кои ќе ги исполнат наведените критериуми може да се прифатат како објективни показатели на благосостојбата и да бидат применети во пошироки размери како дел од протоколите за благосостојба. Со научниот и технолошкиот развој неизбежно е креирање нови индикатори или модификација на постојните што укажува на еден динамичен процес кој не дозволува ригидност при изборот на индикаторите во протоколите за оценување на благосостојбата на животните.

2.3.2 Комбинирање индикатори и креирање протоколи

Како што претходно беше споменато, утврдувањето на благосостојбата на животните зависи од општоприфатените вредности за добра благосостојба на

животните базирано на научно потврдени индикатори за оценка. Исто така, целта на оценувањето на благосостојбата беше спомената како значаен фактор во изборот на индикаторите. Сепак, бидејќи благосостојбата на животните претставува мултифакторијален исход, при нејзината објективна оценка неопходна е примена на поголем број индикатори и мерења. Сето ова се преточува во формирање на различни критериуми за благосостојба на животните според кои се утврдува и целокупното ниво на добар живот на животното (91). Ова го потврдува и Webster (90) кој наведува дека исполнувањето на стандардите за сместување не може да бидат единствени показатели за добра благосостојба на животните. За да се утврди дали се задоволени потребите на животните од аспект на нивната благосостојба, овој автор ја истакнува потребата од оценување на ресурсите и менаџментот во комбинација со исходите – мерки базирани на животните (90). Во тој контекст се надоврзуваат и дополнителни мерки/индикатори кои би можеле да помогнат во оценувањето на благосостојбата. Таков пример е препораката за користење на план за проценка на ризик (квантитативен, семи-квантитативен и квалитативен) кој би помогнал во квантификација на ефектите од различни параметри врз благосостојбата на животните (99). Причината за постојано надополнување на индикаторите за благосостојба на животните е во комплексноста на нејзиното оценување. Поточно, нивото на благосостојба многу ретко претставува исход од само еден инпут (хазард). Односно, само еден инпут кој по неговото идентификување и квантифицирање на негативниот ефект врз благосостојбата ќе може да се отстрани со примена на соодветни превентивни мерки. Најчесто системот на оценување на благосостојбата е многу покомплексен при што повеќе мерки се поврзани со одреден исход или неколку фактори влијаат на ист исход, или пак постои поврзаност помеѓу мерките, факторите и исходите на благосостојбата. Во таков повеќеслоен систем на оценување, квантификацијата на поврзаностите помеѓу различните структурни елементи на системот се базира на системско собирање и анализа на податоците од различните извори. Тоа е неопходно за избор на оптимални мерки за оценување на благосостојбата од пулот достапни мерки за одредено прашање, метод применет од страна на EFSA во контекст на мерките базирани на животните (97). Но, исто така и метод што игра улога во изборот и комбинирање на индикаторите во една целина која при оценувањето ќе опфати повеќе аспекти/критериуми на благосостојбата на животните. Сепак на крајот целокупниот избор и комбинација на индикатори кои ќе се употребат во оценувањето на благосостојбата ќе зависи од целта и намената на добиените резултати од спроведеното оценување (100). Во било кој случај комбинирањето на индикаторите за благосостојба кои го оценуваат сместувањето, менаџментот, здравјето и однесувањето на животните е неизбежно во целокупното оценување на благосостојбата на животните на фармско ниво (91, 93, 111).

Комбинирањето на различните индикатори на благосостојбата на животните во еден сублимиран бодовен систем или евалуација креираат протокол за оценување на благосостојбата (90, 103). Целта на протоколот е на еден унифициран начин да ја утврди благосостојбата на животните во фармите и да одговори на поставените барања од страна на барателите (општеството/јавноста; легислативата; пазарот и сл.). Така на

пример, од протоколот се очекува да ги истакне проблемите во благосостојбата и да ги идентификува недостатоците кои придонеле до тие проблеми (90); или пак протоколот да претставува стандардизирана методологија за оценување на благосостојбата на животните која ќе се трансферира во лесно разбирлива информација за обележување на фармите и нивните производи (114). Најчесто резултатите од применетите протоколи се однесуваат на група животни односно фарма и се претставени во форма на бодови кои се резултат на бодовен систем, креиран врз база на бодување на одделните индикатори употребени во протоколот. Како кај индикаторите, така и кај протоколите постои опасноста од губење на објективноста при нивното спроведување. Поточно, резултатите од протоколите ќе зависат од обученоста на оценувачот, нивната практична примена, како и од субјективниот ефект при изведување на мерењата предвидени со применетите индикатори. Затоа за ефективно оценување на благосостојбата на животните од протоколот се очекува да биде практичен, интегративен, ненаметлив и робустен (90). Тоа е клучниот предизвик при креирањето на протоколите за оценување на благосостојбата на животните. Дополнителен предизвик е изборот на оптимален број мерки (индикатори), и нивна комбинација, што ќе се применат во протоколот за да се добие објективна слика за нивото на благосостојба кај оценуваните животни/фарма.

Креирањето протокол за оценување на благосостојбата на животните е конгломеративен методолошки структуриран процес составен од повеќе меѓусебно зависни чекори. Интересен пример за методот за развивање на еден протокол опишуваат Rousing *и сор.* (111) каде преку сублимирање на индикаторите за благосостојба се формира еден оперативен систем за оценка на благосостојбата на животните. Авторите на овој труд истакнуваат дека „сублимирањето на релевантните индикатори во протокол за оценување на благосостојбата вклучува чекор по чекор евалуација на сугерираните индикатори“ (111). Поточно, за да се вклучат одредени индикатори во финалниот протокол потребно е да ги исполнат критериумите од аспект на: 1) нивната релевантност за благосостојбата, за што стана збор во претходните подзаглавија; 2) маргинална информативна вредност за благосостојбата, што подразбира прецизирање на информацијата за благосостојбата на животното која се добива од конкретниот индикатор во однос на останатите индикатори – оптимизација на бројот на индикатори во финалниот протокол; и 3) практична примена на индикаторот во фарма, односно, колку е применлив индикаторот при изведување на оценувањето на благосостојбата во фарма т.е. на терен, особено во однос на временските и економските загуби. Наведените критериуми може да бидат клучни во изборот на индикаторите и креирањето на финален протокол за оценување на благосостојбата на животните. Дополнително, Sandøe и Simonsen (92) сугерираат осум чекори/прашања при креирањето на методологија за оценка на благосостојбата. Овие прашања имаат научна, но и етичка и филозофска важност, а преку спроведената оценка треба да одговорат на барањата на поширокаата јавност. Следејќи ги утврдените чекори се постигнува комплетна оценка на благосостојбата вклучувајќи ги здравствените, физиолошките и бихејвиоралните аспекти во теоретски и филозофски контекст на благосостојбата на животните.

Една од најчесто применуваните методи при креирањето протоколи е користење на мислењето на експертите како основа за избор на мерењата и индикаторите кои би се применили во протоколот за оценка на благосостојбата. Така, Whay *и сор.* (100) употребувале Delphi техника – техника која се употребува и во истражувањата за здравје на луѓето за да се постигне консензус помеѓу експертите за мерките кои ќе се применуваат во протоколите за оценување на благосостојбата кај молзни говеда, свињи и кокошки несилки. Преку оваа техника се сублимира мислењето на експертите што е клучно при изборот на мерките за благосостојба. На пример, во наведеното истражување се утврдило дека бихејвиоралните опсервации, знаците на болест, употребата на записите во фарма, пост-морталниот преглед и земањето биолошки примероци се најзначајни во утврдувањето на благосостојбата, но бидејќи последните две се непрактични, креираниот протокол би се темелел на основа на останатите мерења. Сличен пристап се применил и при развивањето на еден од првите протоколи за оценка на благосостојбата на животните т.н. Бристол протокол за оценка на благосостојбата базиран на мерења на самите животни. Овој протокол се развил со цел да ги потврди креираните шеми на благосостојба на животните сугерирани од Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals (RSPCA). Повторно и при креирањето на овој протокол првиот чекор бил сублимирање на експертското мислење, утврдување на значењето на проблемите со благосостојбата и можните нејзини мерења, што подоцна се преточиле во еден унифициран протокол (Бристол Протокол), (90). Во истражувањето на Webster (90) е целосно прикажан процесот на креирање на овој протокол каде се потврдува комплексноста и потребата од структуриран повеќефазен пристап при креирање протоколи за оценка на благосостојбата. Протоколот на Welfare Quality® како еден од, во поново време, најексплоатираните протоколи за оценување на благосостојбата е всушност креиран според методологија која ги интегрира сите погоре споменати методи и техники на креирање протоколи за оценување на благосостојбата. Процесот на креирање започнал со постигнување на консензуално мислење помеѓу научните експерти и општествените групи за класификација и категоризација на благосостојбата на животните, продолжил со идентификација на клучните индикатори (критериуми) и нивните најсоодветни начини на мерења, а завршил со развој на бодовен систем (повторно базиран на експертските групи) кој резултира со сублимиран скор за класификација на фармата со животни од аспект на нивната благосостојба (115). Класификацијата, односно рангирањето на фармите од аспект на благосостојба на животните се утврдува согласно дефинираните четири основни категории, нивниот профил и финално, всушност она за што најчесто се употребуваат овие протоколи, согласно утврдените правила за споредба на профилите од различните фарми (115). Креирањето на Welfare Quality® протоколите е одличен пример за комплексноста на процесот што се потврдува и со големината на научниот проект во чии рамки се креирани овие протоколи – Научен проект од Седмата рамковна програма на ЕУ во траење од 2004- 2009 година.

2.3.2.1 Постојни протоколи за оценување на благосостојбата

Оценувањето на благосостојбата на животните преку употреба на формални протоколи претставува нормативен и перспективен модел (98). Тоа се потврдува со широката употреба на добиените наоди од спроведените протоколи во фармите за домашни животни од страна на различните чинители во општеството. Всушност, протоколите обезбедуваат комбинирање на повеќе мерења што ќе обезбедат целосно оценување на благосостојбата за потполн приказ на ситуацијата или пак за проверка за исполнување на одредени пропишани стандарди. Еден од клучните предизвици во протоколите за оценување на благосостојбата е сублимирањето, обработката и анализата на резултатите од поединечните мерења во целокупната интерпретација на оценетата благосостојба. Botreau *и сор.* (98) во 2007 година прикажуваат табела на моментално предложени методи за обработка на овие податоци со нивните предности, недостатоци и потенцијална примена. Авторите на ова истражување ги издвојуваат: неформална агрегација на податоците од страна на експерти; чеклиста за секоја мерка која потоа се споредува со поставените минимални стандарди; сума на рангови базирана на рангирања на повеќе мерења во една фарма во рамките на сет од фарми; и сума на бодови што се добиени на неколку мерења во фарма. Сепак, најчеста примена на обработката и сублимирањето на податоците е комбинација на наведените методи. На овој начин функционираат повеќето постојни протоколи за оценување на благосостојбата на животните што сепак на крајот изведуваат една сублимирана оценка на благосостојбата на опсервираните животни – финалниот исход на еден протокол.

Досега се употребувани различни протоколи за оценување на благосостојбата на животните кои во себе инкорпорираат различни мерења и индикатори за добивање финална оценка на благосостојбата. Така на пример ANI (Animal Needs Index) системот применет во Австрија од 1985 година, се базира на четири важни одгледувачки компоненти (можност за движење, социјален контакт, состојба на подниот систем, и амбиенталните микроклиматски услови и грижата на одгледувачот) на што се добиваат бодови за системот на сместување (116). Ова претставува типичен пример на протокол базиран на ресурси. Од друга страна, Freedom Food Scheme креирани од страна на RSPCA се базираат на петте слободи утврдени од FAWC од 1993 година и го прикажуваат исполнувањето на стандардите за ресурсите и записите на оценуваната фарма, без притоа да се употребуваат директни индикатори базирани на животните и одгледувачот (106). Сепак, овие облици на протоколи кај кои изостануваат мерењата базирани на животните честопати не го прикажуваат исклучиво нивото на благосостојба на животните. Тоа го потврдува студијата која ја анализира Farm Assured British Pigs Schemes при што се констатира дека само 8% од фармите кои не ги исполнуваат стандардите за благосостојба се директно поврзани со нивото на благосостојба на животните, на пример здравје на животните, додека најголем процент биле фарми кои имаат дефицит во одредени физички ресурси (117). Ова само ја потврдува претходно споменатата констатација дека мерки базирани на ресурсите не секогаш укажуваат на нивото на благосостојба на животните. Од тие причини во

поновата историја протоколите кои се употребуваат за оценување на благосостојбата на животните ставаат сé поголем акцент на мерења базирани на животните. Таков пример за оценувањето на благосостојбата на животните во време на транспорт презентиран од страна на Broom ги прикажува бихејвиоралните, физиолошките карактеристики, смртноста, повредите и карактеристиките на трупот како индикатори за оценка (118). Овој пример не само што го потврдува трендот за примена на мерки базирани на животните туку и ја прикажува можноста за употреба на протоколи за оценување на благосостојбата и надвор од фармите, во случајов при транспорт. Постојат уште редица други примери на протоколи за оценување на благосостојбата што се однесуваат на различни видови, категории животни и во различни околности.

Пример, што не може да се изостави, за протоколи за оценување на благосостојбата на животните се протоколите креирани во рамките на Welfare Quality® Проектот. Во овој проект креирани се протоколи за оценување на благосостојбата на говеда, свињи и живина на фарма и при колење. Општата цел на Welfare Quality® Проектот била да се развијат стандардизирани методологии за оценување на благосостојбата на животните и нивен трансфер во едноставно разбирливи информации за обележување (*labelling*) (114). Примарниот фокус бил ставен на мерки базирани на животните што можат да се употребат и мониторираат во текот на една кратка посета на фарма од страна на независен оценувач кој би го одредил моменталното ниво на благосостојба на животните. Тоа се всушност мерки на исходот од благосостојбата во одредена точка од времето (97).

Изработените протоколи се базираат на мерки базирани на животните кои се класифицирани во вкупно 12 идентификувани критериуми за благосостојба: отсуство на пролонгирана глад, отсуство на пролонгирана жед, комфор при одморање, термален комфор, слободно движење, отсуство на повреди, отсуство на болести, отсуство на болка предизвикана од менаџмент практики, експресија на социјално однесување, експресија на други однесувања, добар однос човек - животно и отсуство на страв. Добиените бодови за секој критериум (со различна методологија на бодување) се сублимираат за фармата (единицата) во бодови и степен на задоволување на четирите идентификувани принципи на благосостојба: Добра исхрана; Добро сместување; Добро здравје и Соодветно однесување. На крајот, со обработка на бодовите од принципите се добива финална класификација на фармата (единицата) за благосостојбата на животните со четири можни опции: 1. Одлично ниво на благосостојба; 2. Зголемено ниво на благосостојба; 3. Прифатливо ниво на благосостојба; и 4. Без класификација т.е. неприфатливо ниво на благосостојба на животните. Класификацијата на фармата (единицата) овозможува брзо и лесно препознавање на нивото на благосостојбата на животните кај стручната и поширокота јавност. Затоа, овој метод на оценување може да се употреби за: „а) информирање на фармерите за нивото на благосостојба кај нивните животни и идентификација на аспектите кои бараат поголемо внимание; б) креаторите на политики за подобро разбирање на импликациите врз благосостојбата од фармските системи и практики; в) сертификација на единиците за животни во однос на благосостојбата со примена на систем на оценување на единиците што треба да се

сертифицираат или со сертификација на системот и практиките употребени во овие единици; и г) олеснување на информираноста при донесувањето одлуки од страна на општествените групи, вклучувајќи ги и потрошувачите“ (115). Развиените протоколи во рамките на Welfare Quality® Проектот обезбедија стандардизиран пристап во оценувањето на благосостојбата на животните со симплификација на наодите до лесно разбирливо ниво за јавноста. Притоа суштинските елементи на благосостојбата, кои се прифатени од широката научна јавност, не се изоставени при оценувањето што постави добра основа за подобрување на постојните или креирање нови протоколи за оценување. Денес постојат уште редица други протоколи кои се применуваат кај различните видови и категории животни, како и за различни стадиуми на држење и производство. Сепак, сите досега креирани протоколи имаат свои недостатоци и слабости при нивната примена, а со новите научни сознанија и технолошкиот развој се отвора дополнителната можност за нивно усовршување и едноставна практична примена.

2.4 Предизвици во оценувањето на благосостојбата на животните

Оценувањето на благосостојбата на животните е динамичен процес што постојано се развива. Тоа се должи како последица на најновите научни сознанија за благосостојбата на животните и потенцијалните индикатори за нејзино оценување, но и на технолошкиот развој применет во современите фармски практики. Од тие причини оценувањето на благосостојбата постојано се надополнува, подобрува и менува што претставува актуелен предизвик во научна и апликативна смисла.

Во последната декада технологијата сериозно навлегува во секојдневната фармска работа и менаџмент. Поточно, развојот на сензорната технологија, употребата на видео и звучни записи итн. во комбинација со интернет технологијата и брзиот пренос и обработка на податоците доведоа до значителни промени во модерното фармерство и менаџмент. Овој современ облик на фармско одгледување животни, или уште наречен прецизно фармерство, претставува нов предизвик во мерењата на индикаторите при оценување на благосостојбата на животните. Употребата на технологијата во оценувањето може да обезбеди континуиран мониторинг на индикаторите за оценување на благосостојбата преку постојано мерење на зададените параметри. На тој начин се надминува критичниот проблем во оценувањето на благосостојбата во однос на периодот (во текот на денот или сезоната) кога се изведува оценувањето (факторот време). Автоматските мониторинг системи, како составен дел од PLF всушност го надминуваат овој проблем (101). Дополнително, употребата на модерната технологија за мониторинг т.е. автоматската оценка обезбедува пристап и мониторинг дури и во екстензивните системи на држење на животните каде пристапот на луѓето е ограничен (119). Исто така, објективноста во мерењата и последично во оценувањето на благосостојбата на животните значително се зголемува токму со примената на овие алатки. Затоа, користењето на PLF во оценувањето на благосостојбата претставува актуелен предизвик од аспект на изборот и методот на

мерења кои може да се изведат на животните за да се добие што пореална слика за нивото на нивната благосостојба.

Однесувањето на животните е клучен индикатор во оценувањето на благосостојбата (102). Директните мерења на однесувањето на животните имаат сериозно значење при оценување на благосостојбата (14). Така на пример, стереотипното однесување, автомутилацијата, гризењето опашки кај свињите, кубењето пердуви кај живината и останато прекумерно агресивно однесување се индикатори за лоша благосостојба на животните (14, 102, 120). Оттука произлегува дека опсервацијата на однесувањето на животните значително може да помогне во одредувањето на нивото на благосостојба. Многу често однесувањето што се употребува како индикатор за благосостојбата всушност претставува обид на животното да се справи со предизвикот од опкружувањето (10). Сепак, тоа не значи дека таквото однесување му помага на животното, напротив, може и да ја влоши состојбата, што се дефинира и како бихејвиорална патологија (10). Во секој случај, опсервацијата на овие однесувања се индикатори за нивото на благосостојба. Опсервацијата на однесувањето на животното, како дел од квалитативната оценка, го адресира животното како целина, односно како една интегрирана единица за опсервација која се движи наоколу и е во интеракција со опкружувањето (101). Однесувањето на животното не е една физичка величина која може да се квантифицира со едно директно мерење, туку претставува динамичен модел на целото животно (101). Овој модел е составен од широк дијапазон на инпути што резултираат со комплексни исходи преточени во еден единствен одговор на животното наречен однесување. Токму поради комплексноста на однесувањето и неговата интерпретација, овој индикатор за благосостојбата на животните сé уште претставува „непозната територија“ која дополнително треба да се проучува и соодветно применува. Денес, неинвазивната технологија за опсервација на однесувањето овозможува многу подетална негова анализа што претставува предизвик во идентификувањето на потенцијални индикатори за оценка на благосостојбата. Во таа насока се спроведоја и четирите студии од оваа докторска дисретација.

2.5 Метод за дискриминација на типовите од и положбата на животното со употреба на триаксијален акцелерометар кај овци

Опсервацијата на локомоцијата и положбата на животното е иницијален чекор во инспекцијата на неговата општа состојба и може да се употреби како еден од индикаторите за неговото здравје и однесување (28, 35). Дополнително, активноста на животните е индикатор за менаџментот и условите за сместување (29, 34), вклучително и за потрошувачката на енергија (121), на индивидуално ниво или пак на ниво на стадо.

Дефиницијата за од сугерира дека терестријалната локомоција е континуиран циклус на повторени движења што се манифестираат како јасно дефинирани шаблони на движење на ногата (122). Во однос на локомотроните шаблони и положби на телото,

опсервациите на само една или неколку клучни точки на ногата може да обезбедат доволно просторно – временски информации за позицијата на телото на животното. За прецизна оценка на локомоцијата и положбата на телото, животните не треба да се вознемирени и треба да се во околина и опкружување што за нив е добро познато. Оттука, овој облик на опсервации е доста предизвикувачки и тежок за изведување кај слободни животни, животни на паша и диви животни. Овците се високо социјални стадни животни, најчесто држени на планински предели или пасишта што се тешко достапни за човекот и со тоа континуираните директни опсервации се речиси невозможни (28, 123). Затоа, воспоставувањето на релевантен и веродостоен метод за опсервација на овците и останатите животни е еден од клучните приоритети во модерното фармерство. Особено во контекст на концептот Прецизно Фармерство (110).

Сензорната технологија со автоматски записи, вклучувајќи ги акцелерометрите, може да биде искористена како алатка за автоматско детектирање на локомоцијата и положбата на телото на животното (27). Акцелерометрите се уреди што ги регистрираат акцелерациските вредности (забрзувањето), во 1, 2 или 3 оски во определено време на објектот за кој се прикачени. Измерената акцелерација зависи од ориентацијата во просторот, гравитационата сила и движењата на објектот за кој е прикачен акцелерометарот. Така, активностите и движењата на прикачениот акцелерометар за животното се регистрираат како акцелерациски вредности генерирани преку: 1) динамичната акцелерација предизвикана од промените во брзината, шоковите и вибрациите и 2) статичната акцелерација од гравитацијата на Земјата (28). Апликативноста на акцелерометрите за оценување на локомоцијата и положбата на телото досега е прикажана кај стадните животни на паша како говедата (38, 41, 124) и козите (28); но исто така и кај свињите (125) , коњите (40, 42, 126) и домашните мачки (43).

Акцелерометрите генерираат голем број записи, а тоа претставува предизвик овие записи соодветно да се обработат и интерпретираат, што придонесува оптимизацијата на податоците да биде примарна цел. Начинот и методологијата на процесирање и интерпретација на податоците добиени од акцелерометрите варира помеѓу авторите, од поставување на прагови и гранични вредности (29, 126, 127) до анализа на бран (32) и брзи фуриеви трансформации (43). Методот на избор за интерпретација е тесно поврзан со целните параметри на мерењето. Целта на оваа студија беше да се воспостави нов оптимизиран метод за идентификација и дискриминација на одот и положбата на телото користејќи ги акцелерациските вредности измерени со триаксијален акцелерометар прикачен на задната нога кај овци.

2.6 Кинематика на исчекорот и акцелерациски модел на одење и галопирање кај овци

Исчекорот, како "основна повторлива единица на одот"(128), е од витално значење во разбирањето на биомеханичките процеси на локомоцијата кај животните.

Дополнително, анализата на исчекорот, како и одот, може да се користи како алатка што индицира одредена ментална и физичка состојба кај домашните или дивите животни. Така, параметрите на одот се сметаат за предупредувачки сигнали за фармерите во прецизното фармерство, односно во системите за автоматски мониторинг и контрола во реално време на продукцијата/репродукцијата, здравјето и благосостојбата на животните (110). Сепак, сé уште голем предизвик е анализата на исчекорот и мерењето на неговите кинематски параметри користејќи неинвазивни техники, ослободени од ефектите на опсерваторот, кај слободни животни во нивното природно живеалиште. Еден од видовите животни што влегуваат во оваа категорија се овците, за кои има мал број студии за локомоцијата спроведени исклучиво во експериментални услови и во неприродна околина за тестираните животни (30, 31, 129).

При анализа на исчекорот треба да се обрне внимание на неколку релевантни дефиниции од кинезиологијата. Најнапред, под исчекор се подразбира „комплетен циклус на движења на ногата“ (130), почнувајќи од моментот кога ногата ја допира земјата и завршувајќи со следниот контакт со земјата на истата нога (128). Исчекорот се состои од две главни фази: 1) фаза на стоење, периодот во исчекорот кога ногата е на земја, при што се состои од следните настани: иницијален контакт, оптоварување, средина на стоењето, терминална етапа на стоење и предзалет; и 2) фаза на залет, делот од исчекорот кога ногата не ја допира земјата, претставена преку иницијален залет, средина на залетот и терминална етапа на залетот (130). Сегментот од целокупното траење на исчекорот во кој ногата е во фаза на стоење се дефинира како работен фактор (*duty factor* анг.) (42, 131). Овие дефиниции, стари повеќе од четири децении, заедно со новата сензорна технологија за опсервација може да обезбедат подлабок преглед и анализа на исчекорот во квадрипедалната локомоција.

Акцелерометрите како сензорни уреди ги регистрираат акцелерациските вредности на објектите за кои се прикачени базирајќи се на нивните движења, просторна ориентација и гравитациона сила. Претходните студии покажуваат дека измерените акцелерациски вредности од акцелерометрите прикачени на нозете се добри алатки за идентификување на поедини однесувања (34, 36, 37, 132), како и за анализа на одот (38, 133), вклучувајќи ја и првата студија за анализа на одот кај овците, па дури и за проценка на кривењето кај животните (32, 134). Сепак, недостасуваат анализи и интерпретации на акцелерацијата на ногата во еден исчекор при изведување на одреден тип на од кај четвороножните животни. Овој тип на студии може да ја потврдат примената на акцелерометрите како алатки за мерење на кинематските параметри на исчекорот кај различни типови на од, изведени од страна на слободни животни што не исклучени од нивното секојдневно опкружување. Оттука, целта на оваа студија беше да се развие акцелерациски модел и да се измерат кинематските параметри на исчекорот на задната нога кај овци во текот на одење и галоп користејќи само еден акцелерометар.

2.7 Асоцијации помеѓу однесувањата и просторната дистрибуција со атрибутите од молзни крави

Животните, вклучително и говедата, имаат способност да го менуваат своето однесување во однос на промените во нивното опкружување. Тоа преставува и еден вид на адаптационен механизам на организмот за да се справи со ново настанатите промени во опкружувањето (14). Така, молзните крави ја адаптираат брзината на хранење според постојниот систем на исхрана (135) или пак варијациите во периодот на лежење зависат од видот и квалитетот на простирката во лежиштата (136, 137). Од друга страна, дури и постојните протоколи за проценка на благосостојбата користат мерења базирани на однесувањето на животните кои го индицираат нивното опкружување, како на пример Welfare Quality® протоколите (45). Во овој контекст, индивидуалното, како и социјалното, однесување на животните претставува директен одговор на примените инпути.

Индивидуалното однесување се менува и се користи како адаптационен механизам и во состојба на болест на животното. Во тој случај станува за збор за однесување при болест кое е дефинирано како адаптивен бихејвиорален одговор на инфекција или повреда со стереотипни карактеристики предизвикано од имуниот и централниот нервен систем (138, 139). Овој бихејвиорален одговор според Tizard (138) се манифестира во вид на треска, анорексија, замор и сомнолентност, депресија, намалена тежина, болка итн. Овие промени во однесувањето кај болните животни може да се опсервираат, мерат и да се употребат во идентификација на здравствените проблеми кај животните (140). Всушност, таков пристап има во ветеринарната практика каде преку опсервацијата на клиничките знаци се врши рана дијагностика на болестите (14). Промената во однесувањето, односно однесувањето при болест, тесно се поврзува со мотивацијата на животното да манифестира одредено однесување (141). Поточно, според некои автори однесувањето на болното животно е повеќе одраз на неговата мотивациона состојба отколку директна последица на болеста (142, 143). Мотивацијата како значаен фактор во детерминирањето на однесувањето тесно се поврзува и со стратегиите на справување на животното со ново настанатите состојби (63). Доколку се спречи однесувањето при болест опоравувањето од болеста е послабо (139). Сето ова укажува за тесната врска помеѓу однесувањето и здравјето кај животните, односно, болеста кај животното резултира со соодветно однесување при болест. Тоа однесување може да се употреби како индикатор за детекција на болеста кај животните.

Генезата на промената во однесувањето на животните при појава на болест се должи на активација на имуниот систем, односно ослободување на цитокините (138). Во овој контекст три инфламаторни цитокини се главно поврзани со однесувањето при болест, и тоа: интерлеукин -1 (IL-1); интерлеукин – 6 (IL-6) и тумор некроза факторот – α (TNF-α) (140). Овие проинфламаторни цитокини се одговорни за зголемување на телесната температура, односно манифестација на фебрилна состојба. Фебрилните состојби генерално предизвикуваат намалување на физичките активности и

промовираат одмор што пак се поврзува со депресија и летаргија кај однесувањето при болест (140). Овие промени во однесувањето кај болните животни всушност се неопходни за заштеда на енергетските ресурси на единката, потребни во борба против инфекцијата (138). Дополнителен ефект на цитокините е намалениот апетит (138) што повторно е видливо при опсервација на однесувањето на животното. Всушност наведените цитокини се потентни неуромодулатори кои директно го генерираат однесувањето при болест. Нивното дејство врз централниот нервен систем се одвива преку два главни патишта. Цитокините што потекнуваат од периферните лимфоидни органи можат да ја поминат мозочно – крвната бариера на одредени места наречени циркумвентрикуларни органи, каде директно преминуваат од крвта во цереброспиналната течност. Овие цитокини минуваат во средината на преоптичкото јадро на хипоталамусот. Исто така постојат и докази дека IL-1 може да се транспортира до мозокот и преку активен транспорт. Некои цитокини се произведени во нервните клетки во ЦНС. Тие може да се произведат во глија клетките како одговор на локални инфекции. Дополнително, постојат и секундарни гласници индуцирани од цитокините што влијаат на ЦНС. Овие секундарни гласници ги вклучуваат NO и простаноидите. Од друга страна, аферентните влакна на вагусниот нерв може да ги транспортираат пирогените цитокини директно во терморегулаторните центри во хипоталамусот. На тој начин цитокините го стимулираат хипоталамусот да лачи CRH и хипофизата да ослободува АСТН што резултира со промена во однесувањето на животното (138, 144).

Променетото однесување при болест на животното може да се употреби за дијагностика на поедини болести, а во последно време и за автоматска детекција на појава на болест кај говедата базирана на нивното однесување (141). Промените во однесувањето се употребени за предвидување кетоза кај говеда (145), предвидување на морбидитетот кај телињата според однесувањето при исхрана (146), како и метритисот кај молзните крави (147). Понатаму, студиите покажуваат дека кравите што имаат слаб клинички маститис манифестираат промени во однесувањето како намалено време на лежење, намалена исхрана, намалено компетитивно однесување, зголемена активност и вознемирено однесување(148, 149). Дополнително, кравите со маститис манифестираат зголемена реактивност и промена во распределба на тежината (148, 150). Наведените промени во однесувањата при појава на маститис кај говедата дури може да се употребат како индикатори за рана детекција на ова заболување на млечната жлезда. Студијата на Kauppi (141) наведува дека токму промените во лежењето и вознемиреното однесување, опсервирајќи го како индивидуални и временско-зависни бихејвиорални варијации, може да се употребат како индикатори за оценување на благосостојбата на животните. Останати состојби што предизвикуваат промени во однесувањето т.е. „однесување при болест“ се инфективните и метаболичките заболувања, кривењето и промените во хранење. Намалената имунолошка активност на организмот заедно со негативниот енергетски баланс придонесуваат во промени на однесувањето. Тоа најчесто се манифестира со намалена физичка активност и пролонгирано одморање на животното (140). Таков пример е метритисот кој всушност може да се предвиди базирајќи се на промените во однесувањето при хранење, односно, траење на хранењето (140, 147). Метаболичките промени имаат значително

влијание врз шаблоните на однесување, особено поради зголемено одморање и намалено траење на хранење (140). Додека механичките повреди и останатите невоспалителни фактори за појава на кривењето доведуваат до промени во однесувањето, независно од факторите на воспаление. Поточно, повредите на екстремитети доведуваат до болни состојби на нозете што предизвикува животните да го променат однесувањето за да ја намалат присутната болка. Развојот на кривењето се одвива постепено што резултира и со постепени промени во однесувањето, што може да биде основа за рана детекција на кравите што криват (140). Ефектите на болестите врз однесувањето, односно, манифестацијата на однесување при болест, се прикажани во дијаграмот на прегледот на Proudfoot *и сор.* (151). Во овој преглед се прикажуваат сите фактори кои придонесуваат до манифестација на болеста со последична промена во однесувањето во облик на однесување при болест.

Наведените примери несомнено го потврдуваат влијанието на одредени состојби на животното врз неговото однесување. Но овие примери се однесуваат на моменталната состојба на животното врз неговото однесување. Она што преставува предизвик е да се одговори колку наведените промени во однесувањата поради здравствените или други пореметувања може долгорочно да се одразат врз однесувањето на животните. Поточно, колку манифестираното однесување при присуството на болест ќе афектира врз однесувањето на животното на долг рок. Гледано од имунолошко/физиолошка перспектива, колку цитокините и имунолошките одговори имаат долгорочен ефект врз хипоталамусот, HPA оската и останатите центри одговорни за однесувањето на животните. Таков пример е долготрајната хиперреактивност кон стресори под влијание на IL-1 како последица на функционални промени во мозокот директно поврзани со пластичноста на хипоталамичните CRH неурони (152). Многу малку студии ја обработуваат проблематиката на долгорочните ефекти на здравствените пореметувања врз однесувањето на животните. Таква е студијата на Littooij и Butterworth (49) каде констатираат дека пореметувањата во здравјето на животните може да имаат долгорочни мерливи ефекти на позицијата на кравите во редот за молзење кај стационарните молзилишта. Тоа дополнително ја индицира хипотезата за промени на иднивидуалното однесување на долг рок како последица на нарушена здравствена состојба.

Од друга страна останатите атрибути на животното како што е возраста, телесната состојба, млекопродукцијата и гравидитетот може да имаат одредено влијание врз индивидуалното однесување кај говедата. Така, возраста тесно се поврзува со доминантноста на животното (153, 154), карактерот на единката се поврзува со нејзината млекопродукција т.е. вознемирените животни продуцираат помалку млеко (155), сексуалното однесување на единките со еструсниот циклус (156) и препарталното однесување на мајката пред породување (157). Сепак влијанието и препознавањето на одредени атрибути преку однесувањето на животните сé уште преставува предизвик во етологијата.

Во поширок еколошки контекст движењето на животните и искористувањето на просторот е зависно од карактеристиките на локацијата во однос на ресурси за вода и храна, вегетација, поставеноста на теренот итн. (158, 159). Од друга страна, болеста и благосостојбата на животните може да влијаат врз нивното движење и искористување на достапниот простор. Сепак, изостануваат соодветни методи што ќе го употребат искористувањето на просторот во детекцијата на болеста (160). Во овој контекст зоохигиенските фактори во ограниченият простор во системите за одгледување може да имаат сериозно влијание во изборот на искористувањето на просторот во објектите (161, 162). Оттука, анализата на искористување на просторот во однос на преференциите на животните може да се употребат како индикатори за одредени атрибути на животните или пак за детерминација на поволни/неповолни зони во ограниченият достапен простор за искористување.

Целта на оваа студија беше да се утврдат присутните асоцијации помеѓу атрибутите, како возраста, телесната кондиција, продукцијата, гравидитетот и медицинската историја, и индивидуалното однесување, вклучително и просторната дистрибуција, кај молзни крави во слободен систем на држење.

2.8 Анализа на социјални мрежи и асоцијации на социјалните интеракции со атрибутите од молзни крави

Од аспект на интеракција со останатите единки од својот вид животните може да се категоризираат како животни што имаат живот во група и солитарни животни. Уште во дефинирањето на проблемот на истражување, *Schein* и *Fohrman* во 1955 година на интересен начин констатираат дека ако две животни се во опсегот на перцепција (визуелна, олфакторна, тактилна или некоја друга) тогаш однесувањето на единките се менува во однос на другата единка (163). Тоа укажува дека просторната близина на единките од ист вид има тенденција кон развивање на други облици на однесување, односно, т.н. однесување во група кое ќе зависи од однесувањето на единките од која е составена групата (163). Животот во група еволуирал како стратегија за опстанок и под влијание на еколошките притисоци со цел да обезбеди подобар пристап до ресурси, повисока безбедност од предатори и зголемени можности за размножување (164). Всушност, под група *Wilson* подразбира „било кој сет на организми, што припаѓаат на ист вид, а остануваат заедно одреден временски период и имаат меѓусебна интеракција значително повисока во однос на некој друг организам од истиот вид“ (165). Од друга страна, *Phillips* во книгата *Cattle Behaviour and Welfare* прави дистинкција помеѓу животни во група и социјални животни (166). Така кај социјалните животни го истакнува комуникативното однесување кое ја надминува сексуалната интеракција, додека пак животните во група одржуваат ниско интериндивидуално растојание на еквидистанца во средината без комуникација, со исклучок на сексуалната. Социјалноста, како синоним на животот во заедница (164), претставува адаптивна стратегија за опстанок на видот користејќи ги предностите и

недостатоците од заедничкото живеење (167). Оттука, произлегува дека социјалните интеракции и структурите во групите кај животните се манифестираат со голем број вариетети помеѓу видовите. Всушност, социјалните интеракции помеѓу индивидуите се исклучително значајни за целокупниот живот на групата и за интериндивидуалните релации внатре во самата група. Голем дел од животинските видови живеат во комплексни социјални групи или структури со агонистички и афилијативни односи помеѓу членовите на групите, остварувајќи одредено ниво на интериндивидуални врски.

Кравите се социјални животни, согласно сите претходно наведни основи, со комплексни комуникациски канали и присутна алеломимикрија (несвесно имитирано однесување преземно од другите единки, (168) за повеќе однесувања (166). Преку формирањето стада кај говедата се зголемува заштитата од предатори преку бегање на различни страни на единките од стадото при напад со што се збунува предаторот, се зголемува површината на набљудување и контрола на околината за присуство на предатори, но исто така и се забрзува учењето на тактиките за преживување преку социјална фасилитација (166). Сепак не треба да се изостави и улогата на човекот при доместификацијата на говедата каде се фаворизирала тенденцијата за живот во стадо што резултирало со намалено интериндивидуално растојание кај говедата во однос на групите кај останатите пашни животни (166, 169).

Групирањето во стада кај говедата како дел од нивното природно однесување е забележливо кај дивите говеда. Кај нив индивидуите имаа висока социјална атракција формирајќи групи во облик на стадо со долготрајни стабилни социјални односи. Всушност, кај дивите говеда е евидентирано формирање стада со матријархална структура составени од мајки, подмладок и млади бикови кои се на одредено растојание од женките, во кои владеат долготрајни стабилни социјални и пријателски врски помеѓу единките што не се во сродство (170, 171). Доминантните бикови се приклучуваат во матријархалната група кога има крави што се во полов жар, но постојат и случаи каде мажјаците се постојано дел од стадото (166). Телињата најчесто се групирани настрана од нивните мајки и социјалните врски започнуваат да се формираат веќе по неколку недели старост (172-174). Врската помеѓу мајката и телето на почетокот по породувањето е силна, а како што старее телето тоа минува повеќе време со останатите единки од стадото и процесот на одбивање од мајката започнува со старост на телето од 10 месеци (171). Кај домашните говеда и фармското одгледување постојат разлики во однос на староста на единките кога одредени настани се случуваат (живот со мајката, одбивање и слично) или начинот на кој се формираат групите (старост, пол итн.) во однос на дивите говеда. Така, во слободното природно држење на говедата тие се групираат според слична возраст и пол по шест месеци старост (166). Телињата успеваат да развијат повисоки социјални однесувања доколку се одгледуваат групно со своите врсници веќе од три месеци старост (175). Мажјаците се чуваат одделено од женките, па и најчесто се одгледуваат индивидуално. Сепак, и покрај разликите помеѓу дивите и домашните говеда, социјалните врски помеѓу единките и тенденцијата на формирање стада т.е. групи со комплексни меѓусебни

односи останува речиси непроменета. Просторната близина помеѓу единките, играњето и меѓусебното лижење во облик на афилијативно однесување, но и агонистичките интеракции како ударите со глава, поместувањата, бркањата, заскокнувањата и борбите, ги преставуваат социјалните интеракции и ги дефинираат социјалните односи во стадото како кај дивите, така и кај домашните говеда.

Социјалните интеракции креираат медиум за комуникација за социјален трансфер на информации (166). Тие се иницијален дел од истражувањето на околината, препознавање на одредени сигнали во околината и нивен трансфер во стадото. Воспоставувањето на одреден социјален статус на единката во стадото и одржувањето на истиот се постигнува со редовна комуникација помеѓу единките и меѓусебни социјални поврзувања (166). Така се постигнува социјална структура, ранг, доминација или хиерархија во стадото. Термини што го означуваат феноменот каде помеѓу две животни однесувањето на едното може да го инхибира однесувањето на другото што резултира со комплексни односи во групата т.е стадото животни (176, 177). На тој начин и се дефинира социјалната доминација во стадото како долготрајна асиметрија на исходите од агонистичките интеракции помеѓу одредени единки (178). Таа се смета за најзначајна компонента во социјалното однесување во анализата на социјалната структура кај фармските животни, во овој случај говедата (177). Дополнително, меѓусебното лижење на единките во стадото е вообичаен форма на социјално однесување кај говедата. Ова особено се забележува кај дивите говеда, слободно држените говеда и говедата на паша (171, 179, 180). Сепак поврзаноста помеѓу лижењето како афилијативно и доминацијата претставена преку агонистичкото однесување кај говедата сé уште претставува предизвик и дава индиции на комплементарност помеѓу афилијацијата и агонизмот. Тоа само ја потврдува комплексноста на анализата на социјалните односи помеѓу единките во стадото, и претставува основа за дополнителни истражувања.

Однесувањето на животните се експресионира како одговор на интринзичните и екстринзичните фактори, вклучувајќи го физичкото и социјалното опкружување на единката (181). Социјалното опкружување се состои од неслучајни и хетерогени социјални интеракции. Всушност, однесувањето на единките афектира и е афектирано од присуството и однесувањето на останатите членови во нивните социјални мрежи. Социјалните интеракции можат да влијаат како новите информации или однесувања се пренесуваат низ групата (182), а самите мерења на овие интеракции ги прикажуваат социјалните односи помеѓу единките, како големината на групата, системот на размножување итн. (183). Оттука, теоријата на социјалните мрежи нуди визуелизација и квантификација на глобално и на микро ниво на социјалната организација (184). Преку овој пристап се отвораат нови можности за разбирање на изворот на однесувањата, нивниот трансфер, преносот на информации како и на многу други релевантни тематики што е потврда за огромниот апликативен потенцијал.

Анализата на социјалните мрежи (АСМ) е метод што директно ги мери социјалните релации нудејќи можност за детално разбирање на комплексноста на

социјализацијата и структурата на групата (185). Поточно, АСМ се употребува за мерење и анализа на структурните карактеристики на мрежите од меѓусебно зависни дуални релации (186). Овие релации може да се интерперсонални како барање совет, пријателство или доверба што се карактеристики на интеракции помеѓу индивидуи или пак може да се меѓуорганизациски мрежи базирани на релации помеѓу организации што вклучуваат релации од типот на заеднички соработки, размена на ресурси и информации и сл. Во контекст на применетата етологија АСМ ги проучува и квантифицира шемите на односи кои се создаваат помеѓу интеракцијата на социјалните ентитети, најчесто индивидуи (182, 186). Овде се вклучени и анализите на индиректните релации помеѓу членовите во мрежата, како на пример комуникација на два ентитети преку посредник. Предноста на АСМ е што употребува стандардни математички методи во пресметката на мерењата на социјалноста на организациско, популациско, групно/стадно и индивидуално ниво (182, 184). Така се обезбедува методолошко - научен пристап за генерирање и тестирање хипотези, анализи и детекции на структури и компоненти во групите, како и компарации помеѓу различни социјални мрежи во и помеѓу видовите организми. Еден од основните претпоставки на АСМ е дека шемите на релациите помеѓу единките може да имаат значајни ефекти врз однесувањето на социјалниот ентитет, ограничувајќи или овозможувајќи пристап до ресурси, како и изложеност на информации и однесувања (186). Всушност најчесто социјалните мрежи се составени од информации за фреквенцијата или за интензитетот на интеракциите како дел од можните мерења за однесувањето на членовите во мрежата (184, 187). Тоа се должи на основните елементи од кои е составена мрежата т.е. од „јазли“ и „врски“, каде секој јазол најчесто претставува индивидуално животно, а секоја врска ја претставува социјалната интеракција или асоцијацијата помеѓу две единки (183, 184, 186).

Анализата на социјалните мрежи како метод за опишување, анализирање и разбирање на социјалните релации во социјалните мрежи е моќна техника во истражувањата на социјалните феномени. Така може да се анализира протокот на информации во социјалните мрежи, координацијата, соработката или пак довербата помеѓу луѓето, таков пример е употребата на АСМ на социјалните медиуми (188, 189). Всушност АСМ се употребува во многу области на човековото социјално однесување. Уште во 1967 година Milgram базирајќи се на анализи на социјалните поврзувања помеѓу луѓето констатира дека во САД било кои две индивидуи може да се поврзат преку пет посредници, односно преку најмногу шест лица сите индивидуи се социјално поврзани – „сепарација од шести степен“ (190). *Coleing* накратко ја опишува примената на АСМ во социологијата, антропологијата, социјалната психологија и економијата и останатите релевантни дисциплини (183). Пристапот на АСМ вклучува и истражувања на терористички организации, шеми во сообраќајот, невронски мрежи и сл. Нешто подоцна АСМ започнува да се применува и во гранките на биологијата, вклучувајќи го и однесувањето на животните. Така се правени истражувања на однесувањето користејќи АСМ кај примати, риби, делфини, морски лавови итн. (183). Покрај проучувањето на социјалното однесување на животните, АСМ нуди можност и за

анализа на еволуцијата, одржувањето и мотивите за социјалната организација на организмите.

Анализата на социјалните мрежи овозможува анализа на социјалната структура на три различни нивоа: индивидуално, интермедијарно и групно. На индивидуално ниво спроведените мерења ја прикажуваат позицијата на единката во мрежата и потенцијалниот ефект врз другите членки во мрежата. Интермедијарното ниво на анализа ги идентификува подгрупите и ги истражува кликите во мрежата. Додека пак мерењата на групното ниво ги истражуваат аспектите на целокупната мрежна структура во однос на поврзаност, кохезија и споредба со други социјални мрежи (183, 184). Дополнително, на овие мерењата од АСМ може да се надополнат податоците од поедини атрибути на животните овозможувајќи детална анализа на факторите што придонесуваат кон структурата на мрежата. Поточно, атрибутите во облик на континуирани (старост, тежина и сл.) и дихотомни (пол, болест) податоци укажуваат на причините за присуството на поедини специфики во социјалните мрежи, но и обратно, во карактеристиките на социјалните мрежи може да се пронајде генезата за одреден атрибут на животното.

Покрај енормниот број на студии за однесувањето на животните сепак е релативно мал бројот на студии што ги анализираат податоците базирани на интеракции или асоцијации помеѓу две животни. Уште помал е бројот на истражувања што имаат аналитичен пристап на воспоставените мрежи на интеракции (184). Историски гледано, проучувањето на социјалните интеракции кај животните има свои корени уште од пред три декади. Сепак, само во изминатите 15 години АСМ станува честа алатка за проучување на однесувањето кај животните, особено во приматологијта, бихејвиоралната екологија и епидемиологија (182). Употребата на мрежни индекси и статистички операции за опишување и анализа на комбинациите на интеракции и покомплексните социјални однесувања ја прават АСМ да биде алатка со висок апликативен потенцијал кај животните (183). Таа е применлива кај групите животни во дивина или пак оние во ограничен затворен простор и може да даде значајни информации за социјалниот живот на животните применлив во нивното одгледување и менаџмент. Всушност, социјалниот живот, односно воспоставениот социјален систем, содржи елементи што силно влијаат на процесите на ниво на популација, кои пак имаат свој повратен ефект врз самата единка (191).

Во поширок контекст АСМ овозможува, преку проучувањето на шемите на интеракции помеѓу единките, да се развијат епидемиолошки модели за трансмисија на болести помеѓу животните. Поточно, АСМ може да ја истражува поврзаноста помеѓу социјалната структура и ширењето на болестите, особено поради тоа што ширењето на болестите може да е зависно од структурата на мрежата на интеракции во групата (182). Така на пример, *Freslon* и сор. ја употребуваат АСМ за да го утврдат социјалното и групното однесување и како истото придонесува кон трансмисијата на *Leptorspira spp*. кај молзните говеда (192). Истите автори во својата студија заклучуваат дека социјалните интеракции, односно контакти помеѓу животните, може да придонесат кон

развивање на подобри и порентабилни превентивни и контролни мерки за заштита од болести кај животните.

Можноста преку АСМ да се разберат и опишат комплексните социјални структури помеѓу единките во групите животни, како и идентификацијата на социјалната улога што ја има секоја единка во стадото се од исклучителна важност во истражувањата за однесувањето и благосостојбата на животните. Во овој контекст, *Makagon* и сор. презентираат неколку примери како употребата и анализата на социјалните мрежи може да се употребат во генерирање и тестирање хипотези во истражувањата кај животните (182). Така еден од примерите се однесува на развивање и ширење на ненормално и непожелно однесување, потоа, влијанието врз индивидуалното однесување и социјалната структура при регрупирање на животните како рутинска постапка во одгледувачките протоколи на лабораториските, фармските и зоо животните. Дополнителен пример во прегледот на *Makagon* и сор. е употребата на социјалните мрежи за утврдување на влијанието на социјалната средина врз здравјето на животните, односно како социјалниот статус влијае врз способноста животното да се справи со стрес. Во ова се подразбира одредување на степенот на поврзаност помеѓу одредени мерења на мрежата со здравјето на животните. Оценката за користење на ресурсите (поврзаност и просторна дистрибуција на група, искористување на храна, вода и сл.) од страна на единките во групата е уште еден аспект каде АСМ може да биде од исклучителна важност за однесувањето, благосостојбата и менаџментот на животните. Сите овие примери само го прикажуваат широкиот дијапазон на примена на АСМ кај животните во науката и практиката.

Примената на АСМ особено е корисна при анализирање на мали, ограничени во заграден простор животни, како што се примати, чапункари/копитари и други облигатно социјални животни. Оттука, домашните животни (како крави, свињи, овци, па дури и живината) се видови животни каде АСМ има висок потенцијал за примена и може да го понуди својот максимум при анализирањето на податоците (183, 184). Причината е што во ограничен простор, а особено кај домашните животни со стадни преференции, може релативно лесно да се идентификува секоја единка и преку континуиран мониторинг да се идентификуваат сите социјални интеракции во кои набљудуваната единка стапува. Така, со висока точност се утврдуваат социјалните релации во стадото што покрај научната перспектива нуди и можност за апликативен мониторинг на животните со цел подобрување на менаџментот, здравјето и благосостојбата на животните. Социјалните мрежи ги прикажуваат и анализираат позитивните и негативните асоцијации помеѓу индивидуите. Појавените конфликти помеѓу единките може да ја компромитираат благосостојбата на животните доколку не бидат навремено решени. Во контекст на примената на АСМ во социјалното однесување, благосостојбата и менаџментот, *Koene* и *Ipema* прикажуваат четири примери кај коњи, кафеави мечки, кокошки и телиња (193). Поточно во прегледот се прикажува како АСМ може да помогне во менаџментот на групирање и регрупирање на стадото (кај коњи); подобрување на благосостојбата кога густината на групата е помала и има доволно простор за секоја единка (кафеави мечки); социјалните мрежи

може да се употребуваат како алатка за утврдување и оценка на социјалните и останатите потреби кај кокошките несилки; и социјалните мрежи може да ја индицираат соодветноста на условите за сместување кај телињата. Овие примери комплетно ја потврдуваат апликативната примена на АСМ во рутинското фармско и друг вид одгледување на животните. Оттука произлегува дека поедини социјални интеракции т.е. социјалното однесување може да се употреби како индикатор за оценка на благосостојбата на животните и здравјето на животните (193).

Иако постојат голем број студии што ги проучуваат социјалните интеракции и социјалното однесување кај говедата, сепак, мал е бројот на студии што ја применуваат АСМ кај говедата. Тука би се издвоиле студиите на Gygax и сор. (194) и Boyland и сор. (195) што се базираат на примена на АСМ од автоматски собрани податоци за просторното растојание помеѓу единките; афилијацијата во конткест на доминтнаноста кај товните говеда на *Sarova* и сор. (196); и неодамна публикуваната студија на *Foris* и сор. (197) за анализа на афилијативните и агонстичките социјални мрежи кај молзните говеда. Оваа оскудност на истражувања кај говедата укажува на потребата од дополнителни студии и собирање податоци анализирани со АСМ што ќе резултираат со доволно детални и компарабилни наоди за социјалните однесувања и мрежи кај говедата.

Како што беше и претходно споменато, социјалното опкружување резултира со експресија на одредено индивидуално однесување, кое пак има влијание врз интеракциите и социјалните релации во опкружувањето. Всушност, социјалната структура и воспоставената социјална мрежа може да има значајно влијание врз (или пак да е последица од) генетските карактеристики, искористување на хабитатот, информациите, ширењето на болестите во популацијата и др., а сето тоа да се поврзе и да е зависно од варијациите на одредени атрибути на индивидуалните животни (184). Социјалното однесување на единката претставува мултифакторијален аутпут. Така, *Boe* и сор. прикажуваат еден дел од факторите што влијаат врз социјалното однесување кај телињата, јуниците и кравите (198). Притоа, покрај наследното однесување (генетската природа), ги истакнуваат зоохигиенските фактори т.е. условите на сместување и менаџмент техниките, како: бројот на лежишта, режимот на исхрана, бројот на хранилки, достапен простор, структура и големина на групите, рано социјално опкружување, претходни социјални искуства, како фактори што влијаат врз социјалното однесување, кое пак влијае на социјалната интеграција, односно на продуктивноста и благосостојбата. Оттука анализирајќи го социјалното однесување може да се донесе суд за благосостојбата на животните и за зоохигиенските фактори во одгледувањето. Тоа е основа за развивање индикатори за мониторинг и евалуација на благосостојбата, зоохигиената и здравјето на животните. Постојат плејада други атрибути на животните што може да се сметаат како потенцијални фактори кои влијаат врз социјалните мрежи, во однос на нивната структура и мерења на мрежата. Така, постојат индиции дека возраста на говедата игра улога во социјалниот ранг на животните или пак високо рангираните крави во мрежата се карактеризираат со повисока млечност (154, 176, 199). Дополнително, појавата на кривење кај молзните

говеда може да се поврзе како последица од социјалното однесување. Поточно, во една студија се констатирало дека колку кравите се пониско социјално рангирани толку е повисока веројатноста да започнат да криват. Како и тоа дека кравите што криват ја губат својата социјална позиција (200). Сепак, истите автори констатираат дека сé уште не е јасно дали овие промени во социјалната позиција поради кривењето остануваат трајни. На ова може да се надоврзат уште многу прашања и хипотези за различни атрибути кај животните, а особено за ефектите на болестите врз социјалното однесување и социјалната структура во стадото.

На темата поврзување на социјалното однесување и опкружување со болестите кај фармските животни *Proudfoot* и сор. изработуваат детален прегледен труд (151). Во него изработуваат концепциска рамка базирана на релевантна литература примарно наменета за луѓе и лабораторските животни. Така, авторите го истакнуваат социјалниот стрес како фактор што го намалува имунитетот на животното со последично влијание врз способноста да се одбрани од болести. Од друга страна, болните животни го менуваат своето социјално однесување како адаптивен механизам за превенција од секундарни заболувања, пренос на болеста, но би дополниле и од други фактори. Кај лабораториските животни таков социјален стрес се постигнува при агонистички или конфликтни интеракции помеѓу две или повеќе животни, изолација од група или при манипулација на социјалниот статус. Во овие случи забележано е дека интермитентната и хроничната изложеност на социјалниот стрес резултира со намален имунитет преку редукција на циркулаторните лимфоцити и антитела, како и редукција на реактивноста на имуните клетки на некој патоген предизвик (ендотоксин или вирусна вакцина). Кај луѓето е забележано дека оние што имаат храбар и агресивен карактер се со повисок ризик кон срцеви заболувања во однос на оние со помалку агресивни особености. Од друга страна, луѓето и макаки-резус што се со пониска социјална димензија имаат повисок ризик кон инфективни болести. Биолошкиот линк помеѓу карактерот на единката и ризикот за болести *Proudfoot* и сор. и *Korte* и сор. делумно го поврзуваат со невроендокрините одговори (HPA оска и симпатични одговори) на стресните фактори (151, 201).

Кај животните социјалниот стрес е доста зависен од карактеристиките на социјалната организација на видот. Генерално, *Proudfoot* и сор. сублимирајќи ги малкуте постојни студии кај различните видови животни заклучуваат дека понискиот социјален статус е поврзан со послаб имунитет (151). Сепак, постојат разлики во резултатите кај различните студии во однос на имунолошките одговори при изложеност на социјален стрес. Кај едни студии се појавува пад на пролиферацијата на лимфоцити кај високо социјално рангирани животни, а кај други намален имунитет (цитотоксичност на NK клетки и фагоцитоза на неутрофили) кај ниско социјално рангирани животни. За причините за овие разлики, *Proudfoot* и сор. шпекулираат дека се должат на различни стрес фактори. Во секој случај, она што повеќето студии го укажуваат е дека реактивните животни се карактеризираат со послаб лимфоцитен а посилен хуморален одговор.

Покрај влијанието на социјалното опкружување врз единката, социјалното однесување може да биде променето и како резултат на болест на индивидуата , што пак ќе се рефлектира врз целокупните социјални структури. Кога животното е болно, мозокот оркестрира сет на бихејвиорални промени на единката. Овие однесувања кај болните животни се прикажани во прегледот на *Dantzer* и *Kelley* каде процесот на промени започнува со сигналите на цитокините IL-1 што преку CRF (*corticotropin-releasing factor*) делуваат на паравентрикуларните јадра на хипоталамусот предизвикувајќи HPA одговор со промена во апетитот и спонатното социјално истражување (202). Дополнително, зголемената телесна температура (фебрилната состојба) кај болното животното придонесува кон сомнолентност, намалени социјални интеракции, чешање и слично. На овој начин, променетото однесување на животното помага во конзервација на енергијата која е потребна за фебрилниот одговор и за засилување на имунолошкиот одговор. По појавата на инфекцијата, цитокините иницираат состојба на конзервација на енергија слична на психолошката депресија кај луѓето, така што инфицираните животни изгледаат истоштени со намаленна општа активност, вклучувајќи намалено социјално однесување. Со ова се постигнува и намалена можност за контакт со предатор, намалено инфицирање на останатите единки или намалено репродуктивно однесување додека имунолошкиот систем е активно мобилизиран, што нуди еволутивно оправдување за променетото однесување.

Промените во социјалното однесување манифестирани преку редукција на социјалните интеракции со останатите единки во групата се евидентирани и кај говедата со знаци на метритис (203) и субклиничка кетоза (204). Ова само потврдува дека заболените животни ќе резултираат со промени во социјалните релации во стадото. Сепак, останува нејасно колку долго пред појавата на клиничките знаци се манифестираат промените во социјалното однесување на единките, а со тоа и на целокупната социјална мрежа. Од досега познатата литература се добива впечатокот дека изостануваат истражувања што ќе поврзат одредени болни состојби со социјалното однесување и социјалните мрежи, особено кај молзните говеда. Но несомнено, постојат сериозни индиции дека животните со болни состојби се со променето социјално однесување рефлектирано на социјалната мрежа. Оттука, со користењето на ACM постои потенцијал за рана детекција на заболените животни во стадото уште пред да се манифестираат клиничките знаци на заболувањето. Дополнително, не се познати долгорочните ефекти на болестите врз социјалното однесување и воспоставените социјалните мрежи во стадата. Со тоа се поставува истражувачкото прашање, дали преку ACM може да се детектира историјата на болестите кај животните и со краток мониторинг на социјалното однесување да се одреди историјата на здравствената состојба на единките во стадото?

Според претходно наведеното, може да се заклучи дека кравите се социјални животни, што живеат во стада, со комплексни социјални релации и јасно дефинирана стабилна хиерархиска структура. Анализата на социјалните мрежи како алатка за мерење и анализа на структурните карактеристики на мрежите сé повеќе се употребува кај животните и нејзината примена станува неопходна и кај говедата. Таа може да има

своја примена во мониторингот и оценката на однесувањето, здравјето, продукцијата, благосостојбата, зоохигиената и фармскиот менаџмент. Ова е особено значајно ако се има во предвид дека социјалните интеракции и параметрите на социјалните мрежи се резултат на, или последица од, одредени атрибути на животните што ја сочинуваат мрежата. Поточно, можни се асоцијации помеѓу атрибутите на животното и параметрите на воспоставените социјални мрежи. Така, варијациите на атрибутите на животните како возраста, телесната кондиција, потеклото, млекопродукцијата и историјата на болни состојби кај животните може да влијаат врз позицијата на единките, структурите и карактеристиките на агонистичките и афилијативните социјални мрежи. Оттука, целта на оваа студија е преку анализа на социјалните мрежи да се измерат и прикажат карактеристиките на социјалните мрежи, нивните структури и позициите на единките во мрежите, како и да се идентификуваат потенцијалните асоцијации помеѓу атрибутите и параметрите на АСМ за агонистичките, афилијативните и севкупните социјални интеракции кај молзни крави во слободен систем на држење.

3 МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДИ

3.1 Акцелерометрија

3.1.1 Метод за дискриминација на типовите од и положбата на животното

3.1.1.1 Животни, Акцелерометри и Видео записи

Во оваа студија беа употребени 13 возрасни овци (десет овци и три овни) од расата праменка. Претходно спроведените клинички и ортопедски испитувања на единките вклучени во студијата потврдија дека животните се здрави и без локомоторни пореметувања што би влијаеле врз мерењата во оваа студија. Ова испитување се состои од три опсервации, и тоа опсервации на: стоење, лежење и движење. Опсервациите за анализа на стоењето и движењето беа изведени на Факултетот за ветеринарна медицина – Скопје, а третата опсервација беше спроведена на комерцијално стадо овци во планински регион во Македонија.

Акцелерациските вредности беа мерени со HOBO® Pendant® G acceleration data logger (*Onset Computer Corporation, Pocasset, MA, USA*). Уредот тежи 18 g и е со волумен од 58 x 33 x 23 mm^3. Акцелерометарот на HOBO® Pendant® симултано ги мери и снима податоците за акцелерација и инклинација на трите ортогонални оски (x, y и z) и има опсег на мерење од ± 3.2 g (гравитациска акцелерација) на сите три оски со мемориски капацитет од 64 Kb (Kilobytes). Дополнително, овој акцелерометар ја пресметува и вкупната акцелерација (*Total Acceleration* -TA) како сума вектор на акцелерациските вредности (a) од трите оски:

$$TA = \sqrt{(a_x^2 + a_y^2 + a_z^2)} \quad (1)$$

По еден акцелерометар беше прикачен на секоја единка на латералната страна на левата задна нога во средишниот дел од метатарзалниот регион, *Слика 8-1*. Акцелерометарот беше позициониран така што *x* оската беше вертикално поставена и насочена кон земјата, а *y* оската беше паралелна на земјата и насочена каудално. За да се прикачат акцелерометрите на нозете од животните се употреби кохезивен завој. По прикачувањето на акцелерометрите не се забележуваа видливи нарушувања во природната позиција на ногата на овцата кај различните типови од и положба на телото. Исто така, прикачените логери (акцелерометри) не ја променија нивната иницијална позиција на прикачување за ногата во текот на целокупниот процес на собирање податоци.

Акцелерометарот беше подесен да ја мери акцелерацијата на трите оски. Следствено, анализата на податоците беше направена на акцелерациските вредности од вертикалната (x) и хоризонталната (y) оска и од вкупната акцелерација. Вредностите на латералната (z) оска не беа независно анализирани, туку само како дел од вкупната акцелерација поради минималните латерални движења на ногата во текот на

локомоцијата и стоечката положба на телото. Акцелерациските податоци за понатамошна обработка беа отчитувани од логерите со специјален читач поврзан со компјутер. За графичкиот приказ и анализата на податоците беше употребен специјализиран софтвер HOBOware® Lite ©2003 – 2013 (Onset Computer Corporation, Bourne, MA, USA).

Движењата на овците и позицијата на левата задна нога на овците беа континуирано снимани со видео DVD камера (Canon® DC420, Canon U.S.A. Inc., Melville, New York) со 30 слики во секунда. Акцелерометарот беше синхронизиран во милисекунди со движењата на ногата од видео записите преку подесување на часовникот на видеото каде како време нула беше земен моментот на стартување на логерот. Обработката на видео записитие и опсервациите беа изведени користејќи Adobe® Premiere® Pro CS5.5 (©1991 – 2011, Adobe Systems Inc., San Jose, California).

Опсервација на стоење

Во оваа опсервација беа употребени шест овци (3 овци and 3 овни). Овците (SS 1 – SS 3) и овните (RS 1 – RS 3) беа ставени во одделни боксови (5m x 3m). Мерењата беа изведувани додека овците се наоѓаат во стоечка положба во период од 15 минути. Во однос на фреквенцијата на мерење, акцелерометарот беше подесен да работи во „брз режим“ од 0.03s (33Hz), обезбедувајќи 100 акцелерациски записи за период од околу 3 секунди. Анализата на стоење беше изведена на видео материјал во вкупно траење од 1.31 $x10^3$ секунди и 37.26 $x10^3$ акцелерациски записи. Во оваа опсервација, ги користевме акцелерациските вредности на оските и ТА кога животното стои мирно. Средното времетраење, вкупното траење на стоењето и вкупниот број на акцелерациски записи употребени во анализата на стоењето се презентирани во *Табела 3-1*.

Опсервација на од

Втората опсервација беше спроведена за анализа на три различни типови од: 1) одење – четиритактен од при што секоја нога ја допира земјата во различно време, а две или три нозе се постојано на земја; 2) кас – двотактен симетричен од, синхронизиран дијагонално помеѓу задниот и колатералниот преден екстремитет; и 3) галоп – четиритактно асиметрично движење каде во одреден момент сите четири нозе не ја допираат земјата.

Истите животни од опсервацијата на стоењето беа употребени и во опсервацијата на одење (3 овци и 3 овни). Овците беа поделени според пол и сместени во заградена тревна површина (50m x 30m) позната на животните од дневните рутински процедури на одгледување. Користејќи ја зоната на избегнување, едно лице ги принудуваше животните да одат, каскаат или галопираат во период од 15 минути.

Фреквенцијата на земање примероци/мерења на акцелерометарот беше иста како во студијата за стоење, т.е. 33Hz, во период на мерење од 10 минути.

Анализата на одот беше спроведена на видео материјал во траење од $1.37x10^3$ секунди со $54.13x10^3$ акцелерометарски записи. Од видео материјалот беа идентификувани секвенците каде секое животно изведува различни типови од (одење, кас и галоп). Соодветните акцелерациски вредности добиени од акцелерометрите беа изолирани за идентификуваните видео секвенци и употребени во понатамошната обработка на податоците. Траењето, бројот на секвенци и бројот на акцелерациски записи за секој тип од се прикажани во *Табела 3-1.*

Опсервација на лежење

Седум овци (SL 1 – SL 7), што не беа употребени во претходните две опсервации, беа вклучени во анализата на лежењето. Мерењата беа изведувани додека овците беа сместени во нивните боксови после хранењето. Тестираните животни не беа одделени од преостанатото стадо. Однесувањето на животните се опсервираше без да бидат вознемирувани во период од 2.5 часа со вкупно $151.82\ x10^3$ акцелерациски записи. Фреквенцијата на мерење на акцелерометрите беше во „брз режим на работа“ од 0.20s (5Hz), со вкупен период на мерење од повеќе од 1 час. Секвенците кога животното било во лежечка положба беа употребени за селекција и анализа на соодветните акцелерациски вредности *Табела 3-1.*

Табела 3-1 Број на животни, видео секвенци, должина на земање примероци и вкупен број записи од акцелерометрите, употребени при дискриминацијата на типот на од и положбата на телото кај овци

Тип на од/положба на телото	Број на овци	Медијана на бројот на секвенци по овца (min. – max.)	Вкупен број секвенци	Средна вредност ± с.д. времетраење[1] (s)	Вкупно времетраење (s)	Вкупен број на записи од акцелерометарот
Од						
Одење	6	2 (1 – 3)	13	7.93 ± 5.90	103.09	3.40×10^3
Кас	6	3 (2 – 5)	19	4.14 ± 1.39	78.63	2.60×10^3
Галоп	6	3 (2 – 5)	18	4.69 ± 3.78	84.45	2.79×10^3
Положба						
Стоење	6	2 (1 – 3)	12	44.81 ± 20.60	268.85	8.87×10^3
Лежење	7	1 (1 – 1)	7	638.63 ± 512.11	4.47×10^3	22.35×10^3

[1] Средна вредност ± с.д. времетраење на видео секвенцата за секој тип на од; а средна вредност ± с.д. времетраење по овца за секоја положба на телото.

3.1.1.2 Обработка на податоците и статистика

Акцелерациските вредности на вертикалната и хоризонталната оска и податоците за вкупната акцелерација од трите опсервации беа обработени во Microsoft® Excel® 2010, (©2010 Microsoft Corp., Redmond, WA). Идентификуваните акцелерациски вредности за одење, кас и галоп беа категоризирани во акцелерациски категории (**AC**) во интервали од (n, n+1], каде n е цел број и е $-4 < n \leq 6$ т.е. од AC (-4, -3] до AC (5, 6]. Оттука, за секоја акцелерациска вредност на $a \in R$ во интервал од (n, n+1] е вклучена во AC (n, n+1], на пример, ако a = -1.333g тогаш $a \in$ AC (-2,-1]. Секоја видео секвенца за одење, кас и галоп беше поделена на епохи од 100 акцелерациски записи што одговара на период од околу три секунди. Во секоја епоха, беа пресметани Релативните Фреквенции на Акцелерациските Категории (**RFAC**):

$$RFAC(\%) = \frac{\textit{број на акцелерациски записи во AC}}{\textit{број на вкупни акцелерациски записи во епохата}} 100 \qquad (2)$$

Пресметаните RFAC во епохите за вертикалната, хоризонталната оска и за вкупната акцелерација беа употребени за анализа на типот на од, стоењето и лежењето.

Со цел да се одреди кои RFAC најдобро ги разликуваат типовите на од т.е. кои од AC од x, y оските и TA се најдобри предиктори за класификацијата на одот (одење, кас и

галоп) се употреби чекор-по-чекор кон напред анализа на дискриминаторски функции (*forward stepwise discriminant function analysis*),(205, 206). Трите типови од беа употребени како зависни варијабли (групи). Додека, средните вредности на RFAC за секоја АС од оските и ТА од класифицираните епохи за секој тип на од беа употребени како предиктори (независни варијабли). Најпрвин, беа одредени значајните разлики помеѓу групите со употреба на мултиваријантни F тестови. Потоа, се пресметаа *Wilk's lambda* со цел да се одреди кои предиктори (средните вредности на RFAC-и) имаат значително различни просеци помеѓу групите и кои АС најдобро ги разликуваат типовите на од. *Wilk's lambda* се употребува за да се претстави значењето на дискриминаторската моќ на моделот. Исто така, беше пресметан и таканаречениот *Partial Wilk's lambda* (наречен и парцијален коефициент на корелација) кој ја одредува уникатната контрибуција на соодветната АС во дискриминацијата на типот на од. Вредноста на *Wilk's lambda*, како и на *Partial Wilk's lambda*, е помеѓу 0 до 1 – каде вредностите поблиску до 0 индицираат повисока дискриминаторска моќ, а оние поблиску до 1, без дискриминаторска моќ. Моделот (анализа на дискриминаторски функции) беше изграден како анализа кон напред, т.е. додавање на варијаблите чекор-по-чекор и тоа по редослед почнувајќи од оние кои имаат најзначајна контрибуција во дискриминацијата помеѓу групите. Вкупниот број на варијабли (предиктори) вклучени во дискриминаторската функција беше лимитиран преку F вредноста на варијаблата ((F за влез = 1) и вредност на толеранцијата (1 - R^2) од 0.1, овозможувајќи вклучување на широк спектар на АС-ии во моделот. Моделот креира две дискриминаторски функции, бројот на групи (типовите на од) минус еден, користејќи ги АС-ии со највисока дискриминаторска моќ. Првата функција го идентификува одот со највисока вкупна дискриминација, додека втората функција прави дискриминација помеѓу преостанатите два типа на од. Овие функции се ортогонални. Одредувањето на последователните дискриминаторски функции (корени) и нивните карактеристични вредности (*eigenvalues* – однос помеѓу објаснетата и необјаснетата варијација во моделот) беше изведено користејќи анализа на канонска корелација, со што се прикажува дискриминаторската моќ на двете функции. Стандардизираните (*бета*) коефициенти за секоја АС во корените, креирани преку канонската анализа, го индицираат нивото на контрибуција на соодветната АС во дискриминацијата помеѓу различните типови од – повисок стандардизиран коефициент имплицира повисока дискриминаторска моќ. Просеците на канонските варијабли беа употребени за да се одреди дискриминациската природа на секој корен т.е. кој тип на од се идентификува преку соодветниот корен.

Со цел да се тестира креираниот модел, беа изведени *post hoc* предикции на двете оски и ТА користејќи класификациски функции (206). Поточно, класификациските функции го класифицираа секој тип на од за секоја епоха. Дополнително, овие класификациски функции се основа за идна апликација на овој метод во дискриминацијата на типот на од. Се пресметаа посебни тежини за секоја значајна АС на хоризонталната, вертикалната оска и вкупната акцелерација за трите типови од, како и константната вредност за соодветниот тип на од. Оттука, се

пресметува класификацискатa вредност за секој тип на од од соодветната епоха преку следната равенка:

$$S_g = c_g + w_{gAC1} rf_{AC1} + w_{gAC2} rf_{AC2} + ...w_{gACm} rf_{ACm} \quad (3)$$

каде, *S* е класификацискатa вредност за секој тип на од, *g* е типот на од (одење, кас или галоп), *c* е константната вредност на соодветниот од, *AC(1,2… m)* се значајните акцелерациски категории за разликување на одот, *w* е тежината на соодветната АС со значајна контрибуција во дискриминацијата, и *rf* е опсервираната вредност на релативната фреквенција за соодветната *AC* во епохата. По извршените пресметки, епохата се класифицира како тип на од што има највисока класификациска вредност (S_g).

Веројатностите на класификација, употребени да ги класифицираат епохите без користење на значајните АС-ии, беа поставени да бидат пропорционални на големината на групите. Креираниот класификациски матрикс со користење на класификациските функции и веројатностите на класификацијата ги презентира точните и погрешните идентификувани случаи (епохи) на овој модел. Центроидите на групата (типот на од), дефинирани преку средните вредности на сите значајни варијабли во моделот, се презентирани како точки во мултиваријантниот простор. Растојанието помеѓу центроидите на групата и тестираниот случај (епоха) се презентирани преку Махаланобис растојанието. Класификацијата на типот на од за секој случај се базира на најблиското Махаланобис растојание од центроидот на групата. Во анализата беа употребени овие растојанија за да се одреди нивото на грешка кај неточно идентификуваните случаи, т.е. да се одреди колку погрешно калсифицираните случаи се далеку од вистинскиот центроид на групата.

Средните вредности и интервалите на доверба (95% CI) на акцелерациските вредности за вертикалната, хоризонталната оска и ТА беа пресметани за положбите на стоење и лежење. Интер – индивидуалните разлики помеѓу групите беа тестирани со *Tukey's HSD Post-hoc* тестот на средните акцелерациски вредности на хоризонталната, вертикалната оска и ТА за лежење и стоење, а за акцелерациската анализа на одот беше употребена Kruskal - Wallis ANOVA (*two-tailed*) на RFAC. За споредба на средните акцелерациски вредности и вкупната акцелерација за стоење и лежење се употреби Т-тест на независни примероци.

3.1.2 Кинематика на исчекорот и акцелерациски модел на одење и галопирање

3.1.2.1 Животни, Акцелерометри и Видео записи

Во оваа студија беа употребени шест возрасни овци, три овци (Овца1 – Овца 3) и три овни (Овен 1 – Овен 3), од расата праменка, со тежина од 45 – 60 kg. Претходно спроведените клинички и ортопедски испитувања на единките вклучени во студијата

потврдија дека животните се здрави и без локомоторни пореметувања што би влијаеле врз мерењата. Животните во студијата беа употребени за собирање податоци додека изведуваат два различни типови на од: 1) одење, четиритактен од при што секоја нога ја допира земјата во различно време а две или три нозе се постојано на земја; и 2) галопирање, четиритактно асиметрично движење каде во одреден момент сите четири нозе не ја допираат земјата. Овците беа поделени според пол и сместени во заградена тревна површина (50m x 30m) позната за животните од дневните рутински процедури на одгледување. Користејќи ја зоната на избегнување, едно лице ги принудуваше животните да одат и галопираат во период од 15 минути.

Акцелерациските вредности се снимаа со користење на HOBO® Pendant® G акцелерометар (Onset Computer Corporation, Pocasset, MA, USA). Овој акцелерометар тежи 18 g и е со димензии 58 x 33 x 23 mm^3, а истовремено ја мери акцелерацијата и инклинацијата на трите ортогонални оски (*x, y* и *z*). Измерената акцелерација на одредена оска е резултат на гравитационата сила, инклинацијата на акцелерометарот и применетите сили на движење, шок и вибрациски настани. Во состојба на мирување на акцелерометарот, акцелерацијата зависи од неговата инклинација, односно акцелерациската вредност ќе биде косинус од разликата помеѓу 180 и аголот на инклинација на опсервираната оска. HOBO® Pendant® акцелерометарот има опсег на мерење од ± 3.2 g на трите оски и мемориски капацитет од 64 kB. Овој уред овозможува интервал на снимање записи во два режима: нормален режим, каде интеравлот на снимање записи е од 1 секунда до повеќе од 18 часа; и брз режим со интервал на снимање записи од 0,01 секунди (100 Hz) до 0,99 секунди (1.01 Hz).

По еден акцелерометар беше прикачен на секоја единка на ист начин како во претходната студија, *Слика 8-1*. За целта на оваа студија акцелерометрите беа сетирани да мерат во брз режим со интервал на снимање на записи од 0.03 s (33Hz), само на вертикалната (x) оска. Акцелерациските податоци од логерите беа отчитувани со специјален читач поврзан со компјутер Специјализираниот софтвер HOBOware® Lite ©2003–2013 (Onset Computer Corporation, Bourne, MA, USA) се употреби за генерирање графици, анализа и експортирање на податоците (.xls формат) за понатамошна обработка.

За движењата на животните и позицијата на левата задна нога (на која е прикачен акцелерометарот) се правеше континуиран видео запис со 30 frames/s користејќи DVD камера (Canon® DC420; Canon U.S.A, Inc., Melville, NY, USA). Акцелерометарот беше синхронизиран во милисекунди со движењата на ногата од видео записите преку подесување на часовникот на видеото каде како време нула се сметаше моментот на стартување на логерот. На тој начин, преку видеото се обезбедија слики за позицијата на ногата за речиси сите акцелерациски записи во акцелерометарот. Најпрвин се идентификуваа видео секвенците каде овците изведуваат одред тип на од, одење или галопирање. Од идентификуваните видео секвенци секоја слика се споредуваше со соодветните акцелерациските вредности од акцелерометарот. Базирајќи се на позицијата на ногата утврдена од видео записот и

соодветната акцелерациска вредност се изгради моделот на исчекорот за соодветниот тип на од. Исто така, преку видео опсервациите на идентификуваните секвенци за одење и галоп се одреди бројот на чекори за секој тип на од. Обработката на видеата и опсервациите беа изведени со користење на Adobe® Premiere® Pro CS5.5 софтвер (©1991–2011; Adobe Systems, Inc., San Jose, CA, USA).

3.1.2.2 Обработка на податоците и статистика

Анализата на исчекорот беше спроведена на видео материјал од 1.37 x 10^3 s и 5.41 x 10^4 записи на акцелерометрите кај шест животни вклучени во студијата. Анализата на исчекорот за одење се базираше на 94 циклуси на исчекор распределени во 13 секвенци (1 до 3 секвенци/овца), во вкупно траење од 103.09 s (средно траење /секвенца од 7.93 ± 5.9 s) и 3.40 x 10^3 акцелерациски записи. За галоп, беа анализирани 180 циклуси на исчекор од 18 секвенци (2 до 5 секвенци/овца) со вкупно траење од 84.45 s (средно траење/секвенца од 4.69 ± 3.78 s) и 2.79 x 10^3 акцелерациски записи.

Акцелерациските записи од вертикалната оска беа обработени користејќи Microsoft® Excel® 2010 software (©2010; Microsoft Corp., Redmond, WA, USA). Базирајќи се на идентификуваните видео секвенци за одење и галоп, соодветните акцелерациски вредности од *x* оската заедно со временскиот запис беа екстрахирани од сите податоци т.е. акцелерациски вредности снимени од акцелерометрите. Акцелерациските вредности од идентификуваните секвенци се употребија за опсервација на шаблоните на акцелерациските криви на исчекорите. Акцелерациските точки во овие шаблони со максимални и минимални екстремни акцелерациски вредности, точките на обрт на кривата и повторливите вредности во единица време се искористија за дефинирање на Клучните Акцелерациски Точки (КАР) во исчекорот. Базирајќи се на утврдените КАР се изградија акцелерациските модели на исчекорот за одење и галопирање. Водејќи се од видео записите, утврдените КАР беа класифицирани според фазата од исчекорот во која се појавуваат и тоа во фазата на стоење, како (ST) КАР и во фазата на залет како (SW) КАР. Точноста на креираните акцлерациски модели на исчекорот за одење и галоп и нивната примена во броење на чекорите беше утврдена со споредба на креираните модели на исчекор и наодите од видео анализата. Поточно, бројот на исчекори (чекори) во одење и галопирање беше одреден според бројот на идентификувани акцелерациски модели на исчекорот на кривата од вертикалната акцелерација спореден со бројот на чекори изброен во видео записите за секоја секвенца на одот. При оваа споредба процентот на грешка (PE) беше пресметан преку равенката:

$$PE = \frac{SAM - VR}{VR} x100 \qquad (4)$$

исклучувајќи го негативниот симбол, каде SAM е бројот на идентификувани чекори користејќи го акцелерацискиот модел на исчекор и VR е бројот на чекори изброени

преку видео записите. Откако се изведе слика по слика видео анализата и се утврди реалната позиција на ногата во текот на исчекорот за соодветната KAP, се развија функции за калкулација на кинематските параметри на исчекорот на задната нога. Кинематските параметри беа пресметани за 77 и 161 циклуси на исчекор за одење и галопирање, последователно. Вкупното траење на исчекорот беше пресметано како збир на траењето на фазата на стоење и залет. Работниот фактор е претставен како процент на траењето на фазата на стоење од вкупното времетраење на целокупниот циклус на исчекорот.

За секоја KAP се пресметаа средните вредности, презентирани како просек ± SD ($\bar{x}\pm$ SD), и интервалите на доверба (95% CI), а дополнително за кинематските параметри беше утврден и опсегот (минимум – максимум) за исчекорите при одење и галопирање. Интер-индивидуалните разлики внатре во групите беа тестирани со Tukey's HSD *post hoc* тест на средните акцелерациски вредности помеѓу соодветните KAP-и во акцелерацискиот модел на исчекорот за одење. Истиот тест беше употребен за утврдување на интер-индивидуалните разлики за кинематските параметри во групите за одење и галоп. За акцелерацискиот модел на исчекорот при галопирање, варијациите на средните вредности на KAP-и внатре во групите беа тестирани со употреба на Kruskal – Wallis ANOVA (two-tailed) тест. T-тестот на независни примероци (групи) се спроведе за да се споредат кинематските параметри на исчекорот помеѓу одење и галопирање. Сите средни вредности во студиите за акцелерометрија се презентирани како просек и стандардна девијација ($\bar{x}\pm s.d.$) Исто така, целосната статистичка анализа за овие студии беше направена користејќи го софтверот за анализа на податоци STATISTICA 8.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA).

3.2 ОДНЕСУВАЊЕ

3.2.1 Животни и Менаџмент

Двете студии за однесувањето на животните беа спроведени на комерцијална фарма за млечни говеда лоцирана во Лангфорд, Велика Британија, која соработува со Ветеринарниот Факултет при Универзитетот во Бристол, Велика Британија. Во моментот на спроведување на студијата на фармата имаше вкупно 306 холштајн – фризиски говеда од различни категории, од кои 200 беа молзни крави. Фармата беше со слободен систем на држење со индивидуални лежишта. Молзните крави беа поделени во две групи (заградени простори) и во зависност од фазата на лактација и гравидитетот животните се преместуваа помеѓу групите. Во секој заграден простор имаше слободен пристап до вода преку три корита, храна (TMR) достапна во текот на целиот ден и 93 индивидуални лежишта со песок како простирка, изѓубрувањето се изведуваше со скрепери, а ѓубрето се отстрануваше два пати во текот на денот. Животните беа сместени во заградените простори 24 часа во текот на денот без пристап до испуст или пасиште. Детален шематски приказ на фармата е прикажан во *Слика 8-2*. Молзењето се изведуваше два пати на ден во стационарно молзилиште со

систем рибина коска 12 x 2 со автоматско отстранување на животните. Поради подобар пристап за поставување на камерите и поврзување со компјутерскиот систем за видео записи на фармата, целокупната студија и опсервација на единките се изведуваше во едниот сегмент т.е. заграден простор на фармата, *Слика 8-2*. Во овој сегмент бројот на единки согласно менаџмент процедурите вариираше, но вкупно 91 молзна крава беа вклучени во текот на опсервацијата, тоа е и бројот на молзни крави вклучени во анализата на двете студии.

3.2.2 Собирање податоци

Податоците употребени во студиите се базираа на собирање податоци преку опсервација на индивидуалните однесувања, опсервација на социјалните интеракции помеѓу животните во групата и собирање податоци за атрибутите на опсервираните животни, вклучително и нивната историја на болести. За опсервација на однесувањата и социјалните интеракции се употребија вкупно четири видео камери. Камерите беа поставени на четирите агли од заградениот простор на висина од околу три метри со што се обезбеди покриеност со слика на целокупниот заграден простор каде беа сместени молзните говеда *Слика 8-2*. Соодветен WEBCCTV софтвер се употреби за во реално време да се снимаат видео записите симултано од сите четири камери. Камерите снимаа 24 часа/ден и целокупниот видео запис со временска рамка од секоја камера се складираше за понатамошна опсервација на кравите. Опсервацијата на кравите се одвиваше континуирано преку видео записите од четирите поставени камери во период од 14 часа/ден, два последователни дена. Опсервацијата започнуваше секој ден во 07:00 часот – период на враќање од утринско молзење и траеше до 21:00 часот - затемнување и намалена видливост преку камерите. Така, вкупната опсервација на молзните крави изнесуваше 28 часа.

Во оваа студија секоја единка беше континуирано опсервирана. Поточно, секоја единка се следеше преку снимениот материјал и се регистрираа сите нејзини однесувања и социјални интеракции. За идентификација на единките во стадото се изработи каталог со четири фотографии за секоја единка, сликана од различен агол (од напред, одзади и од двете страни). Извадок од каталогот е прикажан во *Слика 8-3*. Идентификацијата на кравите се утврдуваше според распределбата на шарите и боите на кожата. Поточно, за да се потврди идентитетот на една крава потребно беше три маркантни знаци на шарите на кожата забележани на видеото да се совпаднат со фотографиите од каталогот. Опсервацијата на единките се одвиваше со употреба на софтвер за евидентирање етолошки настани при видео опсервации кај животните, *Behavioural Observation Research Interactive Software,* BORIS v.6.0.5, (207). За да се овозможи индивидуална континуирана опсервација, видео записите од четирите камери беа временски синхронизирани во софтверот. При континуираната опсервација на единките однесувањата се регистрираа базирајќи се на изработениот етограм, *Табела 3-2*. Во студијата за опсервација на индивидуалните однесувања сите наведени

однесувања во етограмот беа земени во предвид, додека за потребите на анализата на социјалните мрежи беа искористени исклучиво социјалните интеракции: взаемна интеракција; бркање; лижење; поместување; принудува да стане; и удирање. При секоја опсервирана социјална интеракција, покрај регистрирање на типот на интеракцијата се идентификуваше и единката со која моментално опсервираната крава стапува во интеракција.

Кај студијата за индивидуално однесување се употреби и анализа на просторната дистрибуција на единките. Поточно, во текот на континуираната опсервација се водеше евиденција за локацијата на опсервираното животно во заградениот простор. Целокупниот опсервиран простор беше поделен на осум зони со приближно еднакви површини во рамките на деловите за хранење (ZR 1 – ZR4) и лежење (ZL1 – ZL4), *Слика 8-4*. Локацијата на животното се евидентираше при секој регистриран запис на одење, стоење, хранење и лежење на животното. Дополнително при легнувањето на животното, покрај зоната, се евидентираше и страната на лежиштата каде легнува животното, т.е. лежишта во средина на заградениот простор (LYI_MID) и лежишта насочени кон надвор од заградениот простор (LYI_OUT). По експортирање на податоците и нивна обработка се обезбедија информации за локацијата животното и должината на престој во зоната во текот на целата негова опсервација.

За континуирана опсервација на 91 крава и вкупно прегледан видео материјал од 2.548 часа беа вклучени десет опсерватори. Претходно, опсерваторите се обучија за работа во BORIS софтверот и за евиденција на однесувањата. Секој опсерватор пред да се вклучи во континуираната опсервација требаше да постигне ниво на корелација со обучувачот од $r > 0,7$ за сите однесувања и социјални интеракции и ниво на усогласеност за потврда на идентитетот на кравите од *Cohen kappa* коефициент $\kappa > 0.9$. На овој начин се постигна прифатливо ниво на меѓуопсерваторска веродостојност на регистрираните податоци при континуираната опсервација. Дополнително, како потврда за отсуство на влијанието на опсерваторите како фактор врз добиените резултати од опсервациите се спроведе ANOVA тестот и HSD Post Hoc Test. Притоа се констатира дека разликите помеѓу опсерваторите во резултатите за однесувањето на кравите не беа статистички значајни ($p>0.05$), што го минимизира влијанието на факторот опсерватор врз добиените резултати и понатамошни анализи.

Регистрираните податоци од опсервацијата на единките за секој опсервиран ден беа експортирани од BORIS во *.txt* формат. Потоа за секоја опсервација на животно во еден опсервиран ден се генерираше документ со сите евидентирани однесувања на животното. Во следниот чекор за подготовка на податоците се адаптираше и синхронизираше времето од сите четири камери. На крајот од оваа постапка се доби временски редослед на однесувања на животните почнувајќи од почеток до крај на опсервацијата во еден ден. Следно се селектираа периодичните настани со нивниот почеток и крај на траење што овозможи да се одреди должината на траење на секој периодичен настан. Моментните настани беа селектирани според настан и подготвени

за понатамошна обработка на податоците. На крајот, податоците од документите со сите однесувања за една единка од еден опсервиран ден беа собрани во една заедничка база на однесувања составена од сите единки за секој опсервиран ден одделно. За анализа на социјалните мрежи од документот со сите однесувања на единката беа издвоени типовите на социјални интеракции и единките со кои опсервираната крава стапила во интеракција. Така, за секоја единка од стадото се креира матрикс на социјални интеракции со вкупен број и тип на интеракции со останатите единки од стадото. На крајот, се генерираа социјални (асицијативни) матрикси за сите единки за целокупниот период на опсервација (14h x 2 последователни дена). Овие процедури се изведуваа користејќи Microsoft® Excel® , 2013, како табеларен софтверски пакет за обработка на податоци.

Информации за кравите, односно атрибутите на животните, беа преземени на фармата од софтверот за менаџмент InterHerd© *Application and data programme*, (208). Во овој софтвер се внесуваат сите информации поврзани за кравите што моментално се или биле присутни на фармата. Деталните информации од софтверот се однесуваат на животните од нивното раѓање или купување па сé до моментот на опсервација и вклучуваат податоци за: староста, продукцијата и репродукцијата, изведени ветеринарни и менаџмент интервенции. Врз основа на овие податоци се генерираа атрибутите на сите животни вклучени во студијата, како независни варијабли. Атрибутите за кои постоеше висока меѓусебна корелација (на пример старост и број на лактација) или пак можеа да се групираат во една заедничка група (на пр. репродуктивни пореметувања) се селектираа и редуцираа до најоптимален можен број. Детален опис на атрибутите и нивните кодови употребени во анализите се прикажани во *Табела 3-3* Атрибути (карактеристики) на животните вклучени во студијата како независни варијабли, преземени од софтверот за менаџмент InterHerd© Application and data programme..

Табела 3-2 Листа и дефиниции на однесувања на животните (Етограм) и настани што се бележат во текот на индивидуалната опсервација на животните.

Настан/Однесување	**Тип на настан***	**Дефиниција**
Почеток на опсервација - START	Момент	Моментот кога започнува опсервацијата на кравата во еден ден
Крај на опсервација- END	Момент	Моментот кога завршува опсервацијата на кравата во еден ден
Не се гледа – NotSee	Период	Периодот во кој опсервираната крава не може да се види, а е помеѓу 07:00 и 21:00 часот
Лежи	Период	Период кога кравата лежи и на која локација лежи
Стои	Период	Период кога кравата стои и локација на

Настан/Однесување	**Тип на настан***	**Дефиниција**
		стоење
Движи	Период	Кравата оди/трча (прави повеќе од 3 последователни чекори) и локации кои ги минува кравата од почетокот на одот до нејзиното застанување
Храни	Период	Кравата се храни – кога кравата се наоѓа пред јаслите и со главата е насочена кон нив (независно дали џвака или муцката и е во контакт со храната), лижењето коцки сол не е вклучено во овој настан
Удира	Момент	Физичка интеракција во која кравата удира, бутка или притиска со главата, челото или коренот на роговите друга крава. Притоа кравата што го прима ударот не се поместува и не ја менува својата положба. Дополнително, се бележи која крава е удрена.
Поместува	Момент	Физичка интеракција во која кравата удира, бутка, притиска или пенетрира со главата или со било кој дел од телото, а притоа другата крава/крави се поместува и ја губи својата положба најмалку половина од својата должина или се поместува на страна во растојание од една нејзина ширина. Пенетрацијата се дефинира како вметнување на кравата помеѓу две крави (на пример кај јаслите при хранење). Ако не постои физички контакт помеѓу кравите тоа не се смета за поместување. Се бележат кравите кои биле поместени.
Брка	Момент	Кравата брка друга крава следејќи зад неа или трчајќи по неа. Бркањето се бележи само ако следи по физички контакт помеѓу кравите. Се евидентира и кравата што е бркана.
Взаемна интеракција	Момент	Две крави што се борат или имаат било каков облик на взаемна интеракција, на пример игра. Под борба се подразбира кога две крави жестоко се туркаат со нивните глави една спроти друга а со нозете цврсто стојат на земја, а и двете крави применуваат сила една наспроти друга. Овде не се регистрираат (бележат) ударите со глава. Се бележи со која крава опсервираниот субјект има взаемна интеракција.
Принудува да стане	Момент	Кравата употребува физички контакт (удирање, туркање и сл.) кон крава што

Настан/Однесување	**Тип на настан***	**Дефиниција**
		лежи и успева да ја натера да стане. Се бележи кравата што ја тера да стане.
Лиже	Момент	Лиже друга крава во било кој дел од телото. Се бележи кравата што ја лиже.
Се лиже	Момент	Кравата се лиже себе си во било кој дел од телото, вклучително и каудално лижење.
Четкање – чешање	Период	Кравата ја употребува четката за чешање. Една употреба се смета кога кравата е во физички контакт со четката најмалку 3 секунди на најмалку еден регион од телото. Настанот се смета дека престанал кога кравата не е во контакт со четката најмалку 5 секунди.
Чешање од друг предмет	Момент	Кога кравата се чеша од друг предмет не сметајќи ја четката за чешање. Се бележи како настан без времетраење.
Останато однесување	Момент	Друго однесување што не е наведено во етограмот. Притоа се опишува однесувањето, а доколку е во интеракција со друга крава треба да се идентификува инволвираната крава.

***Момент** – однесување што се евидентира само дека се случило без одредено траење, односно без почеток и крај;*

Период – однесување што се евидентира со свој почеток и крај на однесувањето резултирајќи со одреден временски период на траење.

Табела 3-3 Атрибути (карактеристики) на животните вклучени во студијата како независни варијабли, преземени од софтверот за менаџмент InterHerd© Application and data programme.

Атрибут	Код	Опис
Возраст	AGE	Време пресметано во години од датум на раѓање до моментот на опсервација користејќи *YEARFRAC* (фракција од годината претставена како број на вкупно денови помеѓу два датуми)
Потекло	ORG	Потекло на животното во однос дали е родено на фармата или купено. Категориска варијабла со две категории: „Купено“ и „Родено“
Изминато време од купување	PRCH_TIME	Време изминато од купување на животното пресметано од денот на купување до денот на опсервација користејќи ја *YEARFRAC* функцијата (фракција од годината претставена како број на вкупно денови помеѓу два датуми). Атрибутот се однесува само на животните „купени“ на фармата.
Телесна кондиција	BCS	Телесна кондиција на животното (оценка од 1 - 5) одредена во моментот на опсервацијата како усогласена вредност помеѓу двајца оценувачи
Гравидитет	PREGN	Број на денови од концепцијата т.е. гестациски денови
Вкупна млечност	MILK	Просек од 305 дена лактација изразена во kg/1000
Млечност во последна лактација	MILK_LAST	Млечност во последна лактација како лактација за 305дена изразена во kg/1000
Висок број на соматски клетки	SCC	Број пати кога кравата имала >200.000 SCC во целиот нејзин живот
Висок број SCC во тековната лактација	SCC_PRES	Број пати кога кравата имала >200.000 SCC во тековната лактација
Маститис	MAST	Број пати кога на кравата и бил дијагностициран клинички маститис во целиот нејзин живот
Маститис во тековна лактација	MAST_PRES	Број пати кога на кравата и бил дијагностициран клинички маститис во тековната лактација
Изминато време од последниот маститис	MAST_TIME	Изминато време пресметано од датумот на последниот дијагностициран клинички маститис до моментот на опсервација користејќи *YEARFRAC* (фракција од годината претставена како број на вкупно денови помеѓу два датуми)
Кривење	LAME	Број пати кога на кравата и било дијагностицирано кривење во целиот нејзин живот
Кривење во тековна лактација	LAME_PRES	Број пати кога на кравата и било дијагностицирано кривење во тековната лактација
Изминато време од последното	LAME_TIME	Изминато време пресметано од датумот на последното кривење до моментот на

Атрибут	Код	Опис
кривење		опсервација користејќи *YEARFRAC* (фракција од годината претставена како број на вкупно денови помеѓу два датуми)
Болно животно	SICK	Број пати кога кравата била прогласена за болна во целиот нејзин живот што вклучува: парентерална апликација на антибиотици поради системско заболување, перитонитис, пад на млечност и лезии на кожа и не дијагностицирано системско заболување
Различни третмани на животното	TREAT	Број пати кога на кравата и биле изведувани различни третмани во целиот нејзин живот што вклучува третман на не дијагностициран гравидитет, третмани со антибиотици, пролапсус на матка, парализа при телење, воспаление на очи, оток на скочен зглоб и сл.
Исцедок од вулва	VLD	Број пати кога кравата имала патолошки исцедок од вулвата во целиот нејзин живот
Репродуктивни пореметувања	REP_DIS	Број пати кога кај кравата биле констатирани состојби како: абортуси > 155 дена, рани абортуси, тешки телења, метритис, ретенција на плацентата и исцедок од вулвата
Останати пореметувања	OTHR_DIS	Број пати кога кај кравата биле констатирани состојби како: повреди, клиничка кетоза, млечна треска, пнеумонија, болни животни, различни третмани кај животните

3.2.3 Обработка на податоците и статистика

3.2.3.1 Асоцијации помеѓу однесувањата и просторната дистрибуција со атрибутите од молзни крави

Базата со однесувања и останатите записи од опсервацијата на животните во текот на двата опсерваciски дена се искористи за да се утврдат и пресметаат финалните варијабли. Овие однесувања и останати променливи, како зависни варијабли се употребија во анализите за утврдување на асоцијациите помеѓу индивидуалното однесување и атрибутите на животното. Дефиницијата, начинот на пресметка и сите останати карактеристики на зависните варијабли вклучени во овој експеримент се прикажани во *Табела 3-4.*

Табела 3-4 Зависни варијабли вклучени во студијата за однесување на животните. Варијаблите се пресметани и дефинирани според записите од опсервациите на животните во текот на опсервацијата од два дена.

Р.бр.	**Име на варијаблата**	**Код**	**Единица**	**Дефиниција/Пресметка**
1	Ден	DAY	Број	18 или 19 (денови кога е вршена опсервацијата)
2	Вкупна опсервација	OBS_TOT	Време hh:mm:ss	Вкупна опсервација на животното. Разлика помеѓу Крај - END(време) и Почеток - START (време)
3	Не се гледа	NSEE	Време hh:mm:ss	Периоди во текот на опсервацијата кога животното не може да се види преку ниту една од четирите камери. Вредноста се изразува како вкупно (збирно) време кога животното не можело да се види.
4	Реална опсервација	OBS_REAL	Време hh:mm:ss	Време на опсервација при што е изземено времето во кое единката не можела да се види преку ниту една камера. Се пресметува: Варијабла со р.бр.2 - Варијабла со р.бр.3
5	Период на лежење	LYI_PROP	пропорција (0-1)	Сооднос помеѓу вкупното време на лежење и реалната опсервација.
6	Број на легнувања	LY_BO_NO	Број	Вкупен бројна легнувања на кравата во текот на опсервацијата
7	Фреквенција на легнувања	LY_BO_FQ	пропорција	Честота на легнувања пресметана преку $\frac{број\ на\ легнувања}{период\ на\ лежење}$
8	Просечно траење на едно легнување	LY_BO_AVG	Време hh:mm:ss	Просек од сите опсервирани легнувања на животното во еден ден
9	Стандардна девијација на траењето на едно легнување	LY_BO_SD	Време hh:mm:ss	Стандардна девијација пресметана од сите опсервирани легнување на животното во еден ден
10	Период на стоење	STD_PROP	пропорција (0-1)	Сооднос помеѓу вкупното време на стоење и реалната опсервација.
11	Период на хранење	FEED_PROP	пропорција (0-1)	Сооднос помеѓу вкупното време на хранење и реалната опсервација.
12	Број на оброци	MEAL_NO	Број	Вкупниот број на оброци во текот на еден ден. Под оброк се подразбира престој кај јаслите, а оброкот се смета за завршен доколку следниот престој кај јаслите е по најмалку 25 минути од претходниот престој (209).
13	Период на	MOV_PROP	пропорција	Сооднос помеѓу вкупното време на

Р.бр.	Име на варијаблата	Код	Единица	Дефиниција/Пресметка
	движење		(0-1)	одење/трчање и реалната опсервација.
14	Користење на четката	BRSH_DUR	Време hh:mm:ss	Вкупно време на користење на четката за чешање во текот на опсервацијата во еден ден
15	Настани на користење на четката	BRSH_NO	Број	Вкупниот број на настани кога животното ја користело четката
16	Удари со глава	HDBT_PROP	удари во час	Сооднос помеѓу вкупниот број на зададени удари со глава во реалното време на опсервација, изразен преку удари во час: $\text{HDBT_PROP}=\frac{број\ на\ удари\ со\ глава}{OBS_REAL}$
17	Поместувања	DPLC_PROP	Поместувања во час	Сооднос помеѓу вкупниот број на предизвикани поместувања во реалното време на опсервација, изразен преку поместувања во час: $\text{DPLC_PROP}=\frac{број\ на\ поместувања}{OBS_REAL}$
18	Бркања	CHSG_PROP	Бркања во час	Сооднос помеѓу вкупниот број на предизвикани бркања во реалното време на опсервација, изразен преку бркања во час: $\text{CHSG_PROP}=\frac{број\ на\ бркања}{OBS_REAL}$
19	Взаемни интеракции	FGHT_PROP	Взаемни интеракции во час	Сооднос помеѓу вкупниот број на взаемни интеракции во реалното време на опсервација, изразен преку взаемни интеракции во час: $\text{FGHT_PROP}=\frac{број\ на\ взаемни\ интеракции}{OBS_REAL}$
20	Принудувања да станат други крави	CHUP_PROP	Принудувања да станат во час	Сооднос помеѓу вкупниот број на принудувања да станат други крави во реалното време на опсервација, изразен преку принудувања да станат во час: $\text{CHUP_PROP}=\frac{број\ на\ принуди\ да\ станат}{OBS_REAL}$
21	Лижења други крави	LCK_PROP	Лижења во час	Сооднос помеѓу вкупниот број на лижења други крави во реалното време на опсервација, изразен преку лижења во час: $\text{LCK_PROP}=\frac{број\ на\ лижења}{OBS_REAL}$
22	Се лиже	SLCK_PROP	Се лиже во час	Сооднос помеѓу вкупниот број пати кога кравата самата се лиже во реалното време на опсервација,

Р.бр.	Име на варијаблата	Код	Единица	Дефиниција/Пресметка
				изразен преку се лиже во час: $\text{SLCK_PROP}=\frac{број\ на\ се\ лиже}{OBS_REAL}$
23	Чешања	SCRT_PROP	Чешања во час	Сооднос помеѓу вкупниот број чешања од некој предмет во реалното време на опсервација, изразен преку чешања во час: $\text{SCRT_PROP}=\frac{број\ на\ чешања}{OBS_REAL}$
24	Останато однесување	OBHV	Број	Вкупен број на останати однесувања во текот на опсервацијата во еден ден
25	Престој во зоната ZR1	ZR1_PROP	пропорција (0-1)	Сооднос помеѓу вкупното време минато во зоната ZR1 и реалната опсервација.
26	Престој во зоната ZR2	ZR2_PROP	пропорција (0-1)	Сооднос помеѓу вкупното време минато во зоната ZR2 и реалната опсервација.
27	Престој во зоната ZR3	ZR3_PROP	пропорција (0-1)	Сооднос помеѓу вкупното време минато во зоната ZR3 и реалната опсервација.
28	Престој во зоната ZR4	ZR4_PROP	пропорција (0-1)	Сооднос помеѓу вкупното време минато во зоната ZR4 и реалната опсервација.
29	Престој во зоната ZL1	ZL1_PROP	пропорција (0-1)	Сооднос помеѓу вкупното време минато во зоната ZL1 и реалната опсервација.
30	Престој во зоната ZL2	ZL2_PROP	пропорција (0-1)	Сооднос помеѓу вкупното време минато во зоната ZL2 и реалната опсервација.
31	Престој во зоната ZL3	ZL3_PROP	пропорција (0-1)	Сооднос помеѓу вкупното време минато во зоната ZL3 и реалната опсервација.
32	Престој во зоната ZL4	ZL4_PROP	пропорција (0-1)	Сооднос помеѓу вкупното време минато во зоната ZL4 и реалната опсервација.
33	Лежење во средина	LYI_MID	Број	Вкупен број на лежења во лежиштата во средина на зградениот простор во текот на опсервираниот ден
34	Лежење кон надвор	LYI_OUT	number	Вкупен број на лежења во лежиштата насочени кон надвор во текот на опсервираниот ден
35	Лежење во ZL1_M	ZL1_M	Број	Број на лежења во лежишта во средина на објектот во зоната ZL1
36	Лежење во ZL1_O	ZL1_O	Број	Број на лежења во лежишта насочени кон надвор во зоната ZL1
37	Лежење во	ZL2_M	Број	Број на лежења во лежишта во

Р.бр.	Име на варијаблата	Код	Единица	Дефиниција/Пресметка
	ZL2_M			средина на објектот во зоната ZL2
38	Лежење во ZL2_O	ZL2_O	Број	Број на лежења во лежишта насочени кон надвор во зоната ZL2
39	Лежење во ZL3_M	ZL3_M	Број	Број на лежења во лежишта во средина на објектот во зоната ZL3
40	Лежење во ZL3_O	ZL3_O	Број	Број на лежења во лежишта насочени кон надвор во зоната ZL3
41	Лежење во ZL4_M	ZL4_M	Број	Број на лежења во лежишта во средина на објектот во зоната ZL4
42	Лежење во ZL4_O	ZL4_O	Број	Број на лежења во лежишта насочени кон надвор во зоната ZL4
43	Примени удари со глава	REC_HDBT_ PROP	удари во час	Сооднос помеѓу вкупниот број на примени удари со глава во реалното време на опсервација, изразен преку удари во час: $\text{REC_HDBT_PROP}=\frac{\textit{број на примени удари со глава}}{\textit{OBS_REAL}}$
44	Примени поместувања (поместена крава)	REC_DPLC_ PROP	Поместувања во час	Сооднос помеѓу вкупниот број на примени поместувања во реалното време на опсервација, изразен преку поместувања во час: $\text{REC_DPLC_PROP}=\frac{\textit{број на примени поместувања}}{\textit{OBS_REAL}}$
45	Примени бркања (бркана крава)	REC_CHSG_ PROP	Бркања во час	Сооднос помеѓу вкупниот број на примени бркања од други крави во реалното време на опсервација, изразен преку бркања во час: $\text{REC_CHSG_PROP}=\frac{\textit{број на примени бркања}}{\textit{OBS_REAL}}$
46	Принудена да стане	REC_CHUP_ PROP	Принудена да стане во час	Сооднос помеѓу вкупниот број пати на принудена да стане предизвикано оф други крави во реалното време на -опсервација, изразен преку принудена да стане во час: $\text{REC_CHUP_PROP}=\frac{\textit{број на принудена да стане}}{\textit{OBS_REAL}}$
47	Прием на лижења (лижена)	REC_LCK_ PROP	Лижења во час	Сооднос помеѓу вкупниот број на примени лижења од други крави во реалното време на опсервација, изразен преку лижења во час: $\text{REC_LCK_PROP}=\frac{\textit{број на примени лижења}}{\textit{OBS_REAL}}$

По дефинирање на варијаблите и нивно интегрирање во базата на податоци се спроведе дескриптивна статистика на атрибутите и однесувањата на животните. Преку дескриптивната статистика на атрибутите се утврди структурата на стадото, односно карактеристиките и подгрупите на животните по однос на поедини атрибути. Дополнително на оваа категорија променливи се пресмета и *partial correlation coefficient,* односно корелација помеѓу атрибутите, со ниво на значајност од $p < 0,001$. Понатаму, се анализираше дистрибуцијата на податоците, екстремните вредности и споредба на корелациите со примена на *Fisher r-to-z* трансформации. За преставување на ORG атрибутот се употреби дескриптивна статистика помеѓу групата крави родени на фармата и оние што се купени, а присуството на разлика помеѓу двете групи во однос на другите атрибути се утврди со T тест на независни примероци по групи со критериум за статистичка заначајност од $p<0.05$. Со наведените техники се утврдија поедини меѓусебни зависности на атрибутите што придонесуваа кон подоцнежната интерпретација на добиените резултати. Сличен пристап се спроведе и за зависните променливи – однесувањата на животните. Најпрвин се утврди за кои животни има доволно време на опсервација по ден што може да бидат земени во предвид во понатамошните анализи. Тоа се изведе така што се пресмета просекот на OBS_REAL за сите животни во двата дена, а потоа животните што имаа реално време на опсервација пократко од две стандардни девијации од просекот беа изземени од анализата. Така, од понатамошните анализи беа изземени едно животно од првиот опсервациски ден и четири животни од вториот опсервациски ден. Притоа, ниту едно животно не беше целосно изземено од анализите и за двата дена. Оттука, во понатамошните анализи беа вклучени вкупно 177 финално идентификувани случаи, генерирани од 91 крава во два опсервациски дена.

Најпрвин, на финално идентификуваните случаи се пресмета дескриптивна статистика за да се утврди времето на опсервација, како и дескриптивните вредности добиени за поединечните зависни варијабли (однесувања). Дополнително, за да се утврди корелација помеѓу зависните варијабли се примени *partial correlation coefficient* со ниво на значајност од $p<0.001$. Добиените резултати од спроведената корелација се искористија за редукција на бројот на варијабли, групирање на варијаблите во понатамошните анализи и интерпретација на добиените резултати од анализите. Со цел да се утврди влијанието на опсервацискиот ден врз регистрираните однесувања на животните се спроведе T-тест по групи (денови) со ниво на значајност од $p<0.05$. Притоа се констатира дека освен во SLCK_PROP (1,71±0,96 за ден 18 и 1,40±0,70 за ден 19, $p<0.05$) и REC_DPLC_NO (9,07±4,92 за ден 18 и 7,39±5,30 за ден 19, $p<0.05$), за останатите варијабли не постоеја разлики во добиените вредности помеѓу деновите. Поточно, можеше да се заклучи дека различните опсервациски денови немаат генерално влијание врз однесувањето на кравите. Тоа овозможи да се продолжи со понатамошните анализи не сметајќи го денот на опсервација како значаен фактор што би влијаел врз резултатите.

Врз основа на добиените податоци за зависните варијабли се изведе анализа на просторната дистрибуција на единките во опсервацискиот период. Тоа се употреби за да се идентификуваат таканаречените „фаворизирани“ (преферирани) зони на единките. Притоа, се пресмета просечното време на престој на стадото изминато во зоните. Потоа, се утврдија

доминантните зони, односно во која зона од двата дела (дел за хранење и дел за лежење) најмногу престојувал секој случај поединечно. Дополнително, се употреби *Pearson*-ва корелација (критериум за значајност $p<0.001$) помеѓу времето на престој во секоја зона и варијаблите FEED_PROP во делот за хранење и LYI_PROP во делот за лежење. Корелација се утврди и помеѓу просторните зони и варијаблите за социјална интеракција HDBT_PROP, DPLC_PROP, CHSG_PROP во сите зони и CHUP_PROP во зоните за лежење. Како критериуми за градација се дефинираа: најдолгото време на престој во зоната, бројот на случаи што ја избрале зоната за доминантна и позитивната корелација на однесувањата со зоните. Врз основа на овие критериуми се изработи градиурачка скала во која зоните се класифицираа од најмалку до најмногу „фаворизирани“ зони во опсервираниот простор. Дополнително, преку корелациите на однесувањата се утврди во кои зони каков облик на однесувања се случуваат.

Првата анализа што се изведе за да се утврдат асоцијациите помеѓу однесувањата на животните и нивните атрибути беше *Spearman* ранг корелација. Употребени критериуми за присутност на корелација во оваа анализа беа p вредноста, односно $p<0.05$ и силината на корелација (r_s) помеѓу варијаблите каде за минимален критериум беше употребен условот $-0.2 \geq r_s \geq 0.2$, класифицирајќи ја од слаба до силна корелација (210, 211).

Кластер анализата беше следниот чекор со кој беа анализирани собраните податоци. Основната цел на кластер анализата е да се детектираат „природните“ групирања на група на шеми, податоци или објекти. Поточно, оваа анализа е статистичка класификациска техника со која се открива дали индивидуите во популацијата припаѓаат во различни групи преку квантитативни споредби на повеќе карактеристики (212). Преку овој тип анализа единките со слични карактеристики, утврдени во мултидимензионален простор, се групираат во кластери (K) на принципот сличните единки се групираат во еден кластер (висока хомогеност во групите) а притоа се разликуваат од единките во друг кластер (ниска хомогеност помеѓу групите) (213). Оттука, кластер анализата во оваа студија се употреби со цел да се генерираат хипотези за асоцијативноста помеѓу атрибутите на животните и нивните однесувања. При анализата се употреби итеративниот партициски метод *нехиерархиско K-means кластерирање* каде се формираат центроиди за секој кластер а секој случај припаѓа на оној кластер чиј центроид е оддалечен со најкраткото растојание од случајот. Карактеристиките на кластерирањето беа: случаен број k кластери каде податоците се групираат според најблискиот центроид, притоа минимизирајќи ја варијабилноста во кластерот, а максимизирајќи ја варијабилноста помеѓу кластерите; вкупно 10 повторувања на распределба на случаите помеѓу кластерите; иницијалните растојанија помеѓу кластерите се максимални каде процесот започнува со генерирање центроиди на база на постојните случаи; Евклидов метрички метод за пресметување на растојанијата помеѓу случаите и центроидите (евклидиеви растојанија); и V крос-валидација со 9 случајни сетови на податоци за одредување на тренинг грешката при генерирање на кластерите.

Со цел интерна конзистентност на податоците и полесна споредба помеѓу варијаблите, податоците се стандардизираа. Поточно, вредностите во секоја варијабла беа

стандардизирани на принципот *Стандардизирана вредност = (вредноста – просекот)/стандардна девијација*, така што средната вредност и стандардна девијација на променливата изнесуваше $\bar{x} = 0 \pm 1$. При кластер анализата однесувањето, едно или повеќе, се комбинираше со по еден атрибут на животното. Така се обезбеди да се анализираат генерираните кластери во однос на однесувањето и испитуваниот атрибут. На пример, кластер анализа со примена на варијаблите LYI_PROP и AGE за да се утврди асоцијативност помеѓу возраста и времето на лежење, или пак кластер анализа на ZR1_PROP; ZR2_PROP; ZR3_PROP; ZR4_PROP и BCS за да се генерираат кластери земајќи ги во предвид просторната дистрибуција на животните и нивната телесна кондиција. Со овој пристап беа направени 360 кластер анализи (18 групирани однесувања x 20 атрибути) што потоа беа интерпретирани и класифицирани по значајност.

При интерпретацијата на кластер анализата неколку фактори беа земени во предвид: значајноста на бројот на кластери (*Cost sequence*); структурата на кластерите, вклучувајќи ги центроидите, средните вредности и стандардните девијации во кластерите по однос на испитуваните варијабли; статистичките тестови на значајност како Студентов т-тест помеѓу кластерите за да се потврди хипотезата за разлика помеѓу клучните кластери; и ANOVA (F вредноста на инволвираната варијабла) и Хи квадрат тест за да се утврди нивото на влијание на испитуваните атрибути врз кластеризацијата и нивната разлика помеѓу кластерите. Доколку наведените фактори индицираа значајни разлики помеѓу вредностите на атрибутите и одредени однесувања помеѓу кластерите тогаш се констатираше дека постои значајна асоцијативност помеѓу испитуваниот атрибут и одредено однесување. Ако пак се утврдеше дека само некои наоди од факторите за интерпретација укажуваат на значајност помеѓу кластерите тогаш се констатираше делумно значајна асоцијативност. Во ситуациите каде факторите за интерпретација индицираат разлики, но тие не се значајни или пак разликите помеѓу кластерите укажуваат на разлики во однесувањето во зависност од вредноста на атрибутот, но таа разлика не е значајна тогаш асоцијативноста се прогласуваше како нејасна, односно за истата не може да се донесе сигурен заклучок. На крај, во ситуациите кога ниту еден фактор не укажуваше на значајност помеѓу кластерите во однос на вредноста на атрибутите тогаш се констатираше дека не постои асоцијативност помеѓу испитуваните однесувања и зададениот атрибут на животното.

Во следната анализа на асоцијативноста помеѓу индивидуалното однесување и атрибутите на животното се примени пристап во кој се комбинираат атрибутите помеѓу животните за да се идентификуваат можните поврзувања со индивидуалното однесување. Целта на овој аналитички пристап беше да се интегрираат атрибутите во целина која има потенцијал да биде во асоцијација со одредено однесување. Овде се поаѓа од хипотезата дека поедино однесување не е во асоцијација со само еден атрибут на животното, како и од претпоставката дека евентуалната асоцијација помеѓу одредено однесување и еден атрибут може да биде „сокриена“ од присуството на другите атрибути. Затоа, во оваа финална анализа за индивидуалното однесување се искористи Анализата на Основните Компоненти (*Principal Component Analysis, PCA*). PCA претставува експлоративна техника преку која се редуцира димензионалноста на дата сетот, а се задржува статистичката информација (варијабилноста) со што се овозможува генерирање нови хипотези (214, 215). Во основа

оваа анализа се спроведува во неколку чекори. Најпрвин корелациите помеѓу оригиналните варијабли се поставуваат во корелациски матрикс кој потоа преку специфични трансформации резултира со сет на линеарни комбинации на оригиналните променливи (основни компоненти). Овие основни компоненти се меѓусебно ортогонални и заедно го намалуваат односот со вкупната варијанса. Во следниот чекор се пресметуваат полнежите (влијанијата) на оригиналните варијабли во основните компоненти, што всушност претставува корелација помеѓу оригиналната варијабла и основната компонента. На овој начин се утврдува кои варијабли имаат најголемо влијание врз основните компоненти. Со воведувањето на основните компоненти се редуцира бројот на димензии што може да го опишат целокупниот дата сет. По воспоставување на основните компоненти може да се пресметаат корелациите со други екстерни варијабли и да се дефинираат хипотези, во нашиот случај асоцијации, помеѓу различните групи на варијабли. Користењето на неколку ортогонални компоненти ги намалува проблемите со мултиколинеарност на оригиналните варијабли, бројот на статистички тестови и според позиционирањето на податоците во координатниот систем утврдува законитости и кластери (214).

Во оваа студија при изведување на PCA атрибутите на животните беа вклучени како активни варијабли во генерирање на факторите (основните компоненти) при градењето на моделот. Додека зависните варијабли на индивидуалното однесување беа третирани како дополнителни варијабли. За подобра прегледност во анализата дополнителните варијабли беа категоризирани во 5 категории според меѓусебната сличност на однесувањата, *Табела 3-5*. Секоја од категориите на дополнителните варијабли (индивидуални однесувања) се испитуваше наспроти основните компоненти утврдени во изградениот PCA модел.

Табела 3-5 Дополнителни варијабли применети во PCA . Приказ на категориите во кои припаѓаат зависните варијабли применети во PCA моделот како дополнителни испитувани променливи.

Категорија	**Дополнителни варијабли**
Состојба	*LYI_PROP; LY_BO_FQ; STD_PROP; FEED_PROP; MEAL_NO; MOV_PROP; BRSH_DUR; BRSH_NO; SCRT_PROP;OBHV*
Интеракции како донор	*HDBT_PROP; DPLC_PROP;CHSG_PROP;FGHT_PROP; CHUP_PROP; LCK_PROP;SLCK_PROP*
Просторна дистрибуција	*ZR1_PROP; ZR2_PROP; ZR3_PROP; ZR4_PROP; ZL1_PROP; ZL2_PROP; ZL3_PROP; ZL4_PROP*
Локација на легнување	*LYI_MID; LYI_OUT; ZL1_M; ZL1_O; ZL2_M; ZL2_O; ZL3_M; ZL3_O; ZL4_M; ZL4_O*
Интеракции како примач	*REC_HDBT_PROP; REC_DPLC_PROP; REC_CHSG_PROP; REC_CHUP_PROP; REC_LCK_PROP*

Пред да се вклучат единките/случаите во PCA моделот истите беа испитани на присуство на екстремни вредности (*outliers*) во зависните варијабли, однесувањата. Со овој пристап се обезбеди во PCA моделот да влезат случаи што имаат вредности на

однесувањата што влегуваат во нормалната дистрибуција на податоците, обезбедувајќи еднакво влијание на варијаблите во целокупниот модел. За таа цел се примени *Grubbs two sided test* со критериум за значајност од $p<0,05$; со што беа детектирани екстремните отстапувања од нормалната дистрибуција за секоја зависна променлива. Случаите, односно единките што покажуваа отстапувања во повеќе од една зависна варијабла се сметаа за случаи кои може да имаат силно влијание врз резултатите од моделот и истите беа исклучени од оваа анализа. Така, беа исклучени кравата BN за двата дена, кравата CB за првиот ден, а кравата BI за вториот ден. Следен чекор во проверката и подготовката на податоците за спроведување на PCA беше проверка на корелациската матрица. Поточно, PCA моделот може да се изведе само ако корелациската матрица на варијаблите значително се разликува од единечна матрица (214). Ова тестирање се изведе користејќи *Bartlett's Test of Sphericity* со статистичка значајност за отфрлање на нултата хипотеза ако $p<0.05$. *Bartlett* тестот покажа дека корелациската матрица на испитуваните варијабли (атрибутите на животните) значително се разликува од единичната матрица, $p<0.0001$ со што се исполнија критериумите за спроведување на PCA.

Моделот на PCA употребен за генерирање на основните компоненти од атрибутите на животните се базираше на NIPALS (*Nonlinear Iterative Partial Least Squares*) алгоритамот при што беа употребени: 50 итерации, *convergence criterion* од 0,0001 и крос валидација користејќи v—фолд метод за одредување на оптималниот број компоненти. По спроведување на PCA врз атрибутите на животните од сите основни компоненти клучен критериум за вклучување на основната компонента во понатамошната анализа беше истата да има *eigenvalue > 1*. Дополнително беа анализирани и останатите параметри како R^2X (фракција од објаснетата варијанса), Q^2 (предвидена варијанса), како и значајноста на секоја компнента (*Limit of PC*). Во конкретниот случај од атрибутите на животните 6 основни компоненти беа со *eigenvalue > 1*, што објаснува 77% од вкупната варијанса на податоците. Во *Табела 3-6*, се прикажани карактеристиките на седумте основни компоненти генерирани со PCA, од кои 6 беа искористени во понатамошната анализа.

Табела 3-6 Карактеристики и број на основни компоненти вклучени во PCA. Во моделот се вклучени првите 6 компоненти со eigenvalue > 1, што објаснува 77% од вкупната варијанса.

Основна компонента	R^2X	R^2X(Cumul.)	Eigenvalues	Q^2
1	0,25*	0,25	4,06*	0,13*
2	0,14*	0,39	2,19*	0,01*
3	0,11*	0,50	1,81*	-0,03*
4	0,10*	0,60	1,61*	-0,04*
5	0,09*	0,69	1,44*	0,04
6	0,08*	0,77	1,22*	0,08
7	0,05*	0,82	0,83	-0,07

* Индицира значајност на компонентата според зададениот параметар во колоната

Атрибутите што ги градат основните компоненти имаат различно влијание врз компонентите и според тоа колкава моќ или полнеж имаат може да се одреди како е дефинирана секоја компонента. Во *Табела 3-7* се прикажани моќта (релевантноста) и полнежите (влијанието) на одделните атрибути на животните во секоја основна компонента од моделот со што може да се добие претстава за карактеристиките на компонентата т.е. со кои атрибути е најмногу дефинирана. Понатаму во анализата се испитаа фактор координатите што претставуваат корелации на активните и дополнителните варијабли од секоја категорија во однос на генерираните основни компоненти (фактори). Така, оние варијабли, активни и дополнителни, што покажуваа највисоки корелациски вредности во основните компоненти беа искористени за интерпретација на односите помеѓу зависните варијабли и атрибутите. Притоа, секоја зависна варијабла беше анализирана и интерпретирана во однос на оние два фактори со кои имаше највисоки корелациски вредности. Како присутна асоцијативност помеѓу однесувањата и атрибутите на животните се сметаше ако барем за еден од шесте фактори постоеше корелација со дополнителната варијабла од повисока или пониска од 0,2 или -0,2, последователно. За полесна интерпретација, двата фактори со атрибутите и однесувањата беа селектирани и за графички приказ на меѓусебните односи, што дополнително помогна во идентификација на можните асоцијации помеѓу варијаблите.

На крајот од експериментот за асоцијативност помеѓу индивидуалното однесување и атрибутите на животните се сублимираа резултатите од трите анализи. Заклучоците за корелацијата (отсуство, позитивна и негативна); кластер анализата, класифицирана како отсуство на асоцијативност (не значајна и нејасна) и позитивна или негативна (делумно значајна и значајна); и анализата на основните компоненти помеѓу атрибутите и однесувањата на животните (отсуство, позитивна и негативна асоцијација) беа ставени во една матрица и асоцијативноста беше класифицирана според следните критериуми: 1. Нема асоцијативност- ниту една анализа не прикажа асоцијативност помеѓу варијаблите; 2. Не може да се донесе заклучок – кога различните анализи прикажаа присуство на асоцијативност, но со спротивни резултати на асоцијативноста; 3. Делумна асоцијативност – кога одредени анализи не прикажаа, за разлика од други што укажуваа на асоцијативност која може да е позитивна, негативна или пак не може да се донесе заклучок (контрадикторна); и 4. Асоцијативност (позитивна или негативна) – кога сите три анализи прикажаа иста асоцијативност помеѓу испитуваните варијабли.

Табела 3-7 Полнежи и моќ на атрибутите во секоја основна компонента од PCA. Приказ на карактеристиките и структурата на основните компоненти во PCA моделот според моќта (релевантноста) и полнежот (влијанието) на секој атрибут во компонентите одделно.

Основна Компонента 1			Основна Компонента 2			Основна Компонента 3			Основна Компонента 4			Основна Компонента 5			Основна Компонента 6		
Атрибут	Моќ	Полнеж	Атрибут	Моќ	Полнеж	Атрибут	Моќ	Полнеж	Атрибут	Моќ	Полнеж	Атрибут	Моќ	Полнеж	Атрибут	Моќ	Полнеж
AGE	0.56	0.75	REP_ DIS	0.66	0.62	SCC	0.82	-0.64	OTHR_ DIS	0.84	-0.49	OTHR_ DIS	0.93	0.29	REP_ DIS	0.95	-0.25
TREAT	0.44	0.67	MILK_ LAST	0.63	-0.45	REP_ DIS	0.77	0.33	SCC	0.82	0.01	REP_ DIS	0.89	-0.27	VLD	0.94	-0.34
MILK_ LAST	0.42	0.65	TREAT	0.58	-0.37	VLD	0.68	0.35	REP_DIS	0.82	-0.22	TREAT	0.85	0.30	OTHR_ DIS	0.93	0.09
OTHR_ DIS	0.42	0.64	AGE	0.56	-0.05	MILK_ LAST	0.66	0.20	TREAT	0.76	-0.36	SCC	0.83	-0.11	MILK_ LAST	0.87	-0.32
SCC	0.41	0.64	VLD	0.55	0.60	SCC_ PRES	0.65	-0.67	MILK_ LAST	0.75	0.30	VLD	0.83	-0.31	TREAT	0.87	-0.12
MAST	0.35	0.59	OTHR_ DIS	0.55	-0.36	TREAT	0.63	0.22	VLD	0.73	-0.23	MILK_ LAST	0.77	-0.13	SCC	0.85	0.14
REP_ DIS	0.28	0.53	MILK	0.49	-0.52	OTHR_ DIS	0.60	0.23	MILK	0.69	0.40	MILK	0.73	-0.20	MILK	0.84	-0.33
MAST_ PRES	0.23	0.48	MAST_ PRES	0.48	0.51	AGE	0.56	-0.05	SCC_ PRES	0.65	-0.07	SCC_ PRES	0.67	0.12	LAME	0.81	0.48
MILK	0.22	0.47	SCC	0.41	-0.02	MAST_ PRES	0.55	-0.26	AGE	0.58	0.14	PREGN	0.67	0.74	AGE	0.79	0.37
LAME	0.21	0.46	MAST	0.40	0.22	MILK	0.53	0.19	LAME	0.58	0.50	AGE	0.66	-0.27	SICK	0.72	0.51
SCC_ PRES	0.21	0.46	LAME	0.22	0.08	MAST	0.53	-0.36	MAST_ PRES	0.55	0.02	MAST_ PRES	0.59	0.19	PREGN	0.71	-0.20
VLD	0.20	0.44	LAME_ PRES	0.21	0.37	LAME	0.33	0.33	MAST	0.53	-0.06	MAST	0.58	0.22	SCC_ PRES	0.70	-0.16
LAME_ PRES	0.08	0.28	SCC_ PRES	0.21	0.03	LAME_ PRES	0.28	0.25	LAME_ PRES	0.50	0.47	LAME	0.58	0.04	MAST	0.60	0.13
PREGN	0.01	0.11	BCS	0.20	0.45	BCS	0.27	0.25	SICK	0.46	-0.55	BCS	0.58	0.56	MAST_ PRES	0.59	-0.06
SICK	0.01	0.10	SICK	0.06	-0.22	SICK	0.15	0.31	BCS	0.27	0.00	LAME_ PRES	0.50	0.03	LAME_ PRES	0.58	0.30
BCS	0.00	-0.06	PREGN	0.02	-0.06	PREGN	0.04	0.16	PREGN	0.12	0.29	SICK	0.46	-0.08	BCS	0.58	0.01

3.2.3.2 Анализа на социјални мрежи и асоцијации на социјалните интеракции со атрибутите од молзни крави

Базирајќи се на евидентираните социјални интеракции од опсервираните единки се креираа три асоцијативни матрикси: 1) Матрикс на „Сите интеракции“ составен од сите евидентирани социјални интеракции т.е. од взаемни интеракции, удари со глава, поместувања, бркања, принудува да стане и лижење; 2) Асоцијативен матрикс на „Агонистички интеракции“ во кој беа вклучени интеракциите каде експлицитно е евидентирано агонистичкото однесување на опсервираната единка т.е. единката што ги прима овие интеракции е принудена да се повлече од својата првична позиција. Така во овој матрикс се евидентираа следните интеракции: поместување, бркање и принудува да стане; и 3) Асоцијативен матрикс на „Афилијативни интеракции“ во кој беа вклучени лижењата на опсервираната единка како актор кон останатите единки како приматели на оваа афилијативна интеракција.

Според агонистичкиот асоцијативен матрикс за секоја единка е пресметан индексот на поместување помеѓу две единки (Di) при што Di= A/(A+R), каде A претставува бројот на агонистички однесувања што животното ги задава кон друго животно, а R е бројот на примени агонистички однесувања од другото животно. Ако Di $\geq$ 0.66 тогаш опсервираното животно се смета за доминантно, спротивно, ако Di $\leq$ 0.33 тогаш опсервираното животно се смета за подредено во однос другото животно со кое било во интеракција. Понатаму, базирајќи се на пресметаните индекси на поместувања се одредува Доминатниот Ранг (Dr) во стадото за секое животно поодделно преку Dr= S/(S+D), каде S е бројот на животни што му се подредени на опсервираното животно, а D е бројот на животни што се доминантни над опсервираното животно. Оттука, ако Dr има вредност поблиска до 1 имплицира повисок ранг на доминација во стадото. Оваа дополнително пресметана варијабла беше понатаму употребена за утврдување на присутни асоцијации со утврдените атрибути на животните или пак со одредени параметри на социјалните мрежи.

Користејќи ги асоцијативните матрици се генерираа и анализираа соодветните социјални мрежи во кои релациите се дефинирани според тежина (бројот на интеракции) и насока кон која единка се упатени. Во креираните социјални мрежи секоја единка од стадото беше претставена како еден јазол, а секоја евидентирана интеракција како врска помеѓу два јазли насочена кон примачот (јазолот) на интеракцијата. За визуализација на генерираните социјални мрежи и подетална анализа на истите се употреби графичкиот визуализациски софтвер NetDraw© 2.123, (216). Додека подобра прегледност на визуализираните социјални мрежи се постигна со техниките како *spring embedding*, каде јазлите што имаат поголем број врски со други јазли се позиционирани централно, а периферно се поставени јазлите со помалку поврзувања. При примената на оваа техника најпрвин се употреби рандомизација на јазлите како стартна позиција, а потоа по 1000 итерации на *spring embedding* се употреби визуализацијата на мрежата како финалната позиција на јазлите. Визуализацијата на агонистичката социјална мрежа се изведе со употреба на

доминантниот ранг како ордината во координатниот систем на мрежата. При визуализацијата, врските помеѓу јазлите, како и изгледот на јазлите беа зависни од атрибутите на животните и бројот и насоката на реализираните интеракции.

Метриката на социјалните мрежи се базираше на ниво на јазли, структури и на ниво целата социјална мрежа. Во оваа студија применетата метрика на социјалните мрежи и нејзиниот опис е во согласност со описите во литературата за ACM (182, 184, 205) и е прикажана во *Табела 3-8* .

Табела 3-8 Метрика на социјалните мрежи. Опис на термините употребени во метриката за анализа на социјалните мрежи

Терминологија (метрика)	**Опис**	**Индикатор**
Густина на мрежата (*Density*), ρ	Број на врски во мрежата, приказ на густината на врските и разликата помеѓу теоретски можната и анализираната мрежа	Ниво на поврзаност на единките/јазлите во мрежата
Геодетско растојание помеѓу јазлите (*Geodesic Distance*), *L*	Најкратко поврзување преку присутните врски на два јазли изразено како просек на ниво на мрежа	Патишта на комуникација/влијание помеѓу единките во мрежата
Степен (*Degree*)	Број на директни линии со кои е поврзан јазолот со други јазли, а кај насочените мрежи се разликува *In* и *Out Degree* во зависност од насоката на врските. Просекот од степените на сите јазли во мрежата е просечен степен на мрежата	Позиционирање на јазлите во мрежата, оние со висок степен се централно поставени
Оддалеченост/Близина на јазлите (*Farness/Closeness*)	Најблиските односно најоддалечените растојанија помеѓу јазлите	Позиционирање на јазлите во мрежата, централно или периферно
Транзитност (*Betweenness)*	Бројот на најкратки патишта што минуваат низ опсервираниот јазол за да се поврзат други јазли	Улогата на јазлите од аспект на влијание, поврзување или комуникација со другите јазли во мрежата
Кластер коефициент (*Clustering coefficient*), *C*	Поврзување на јазлите со соседните јазли наспрема вкупните потенцијални поврзувања што би можеле да постојат. На ниво на јазли или на ниво на мрежа ($0 \leq C \leq 1$)	Тенденција на групите меѓусебно да се поврзуваат

При анализата на социјалните мрежи се спроведе тестирање и споредба на добиената мрежа со случајно генерирана мрежа за да се елиминира можноста од случаен наод на резултатите. Потврдата за постигнување на минимален број на примероци/врски во социјалната мрежа беше базирана на средната вредност на степенот на ниво на мрежа каде критериум беше вредност >1. Сите социјални мрежи беа тестирани на феноменот *small - world network* врз основа на просекот на растојанието помеѓу јазлите (*L*) што треба да е малку повисок од случајната (*random*) мрежа. Исто така, доколку кластер коефициентот на мрежата е поголем од оној на рандом мрежата тогаш тоа индицира компактност и *small - world* феномен (184).

Хомофилноста во групите беше употребена како индикатор за тоа колку единките со ист атрибут меѓусебно комуницираат или пак се насочени кон другите групи (217). За таа цел се употреби автокорелација помеѓу атрибутите на животните со континуираните вредности и растојанијата помеѓу јазлите во мрежата. Притоа се употреби *Moran* статистичкиот метод на автокорлеација со вредности во опсег од -1,0 (совршена негативна корелација), преку 0 (нема корелација) до +1,0 (совршена позитивна корелација) (217). Значајноста на резултатите се споредуваше со пермутации со 10^3 итерации на случајна распределба на атрибутите во мрежата со критериум за значајност од <5% прифатлива стапка на грешка. Дополнително, атрибутите во однос на медицинската историја, односно атрибутите за заболувањата (SCC; SCC_PRES; MAST; MAST_PRES; LAME; LAME_PRES; SICK; TREAT; VLD; REP_DIS; OTHR_DIS), беа конвертирани во дихотомни варијабли, односно животни со или без заболувањето. Вака конвертираните варијабли беа тестирани со *Relational contingency table analysis - directed networks* тест, што всушност претставува Pearson χ квадратен тест на независни примероци. Подетален опис на хомофилноста кај категориските дихотомни варијабли (изворно или подоцна генерирани) и меѓусебните релации се изведе со воведување на т.н. E-I индексот. Овој индекс ги претставува бројот на екстерни врски на групата (дефинирана со ист атрибут) минус бројот на врски што се интерни во групата, поделен со вкупниот број на врски на групата. На овој начин вредноста на E-I индексот се движи од -1 до 1, така што групата што има вредност поблиска до -1 се карактеризира со хомофилност, а онаа поблиска до +1 со хетерофилност (218). Така преку оваа анализа се прикажува колкава сепарација постои помеѓу групите со одреден атрибут во рамките на мрежата, односно колку групите со или без испитуваниот атрибут стапуваат во меѓусебна интеракција.

Карактеристиките на јазлите во мрежата, односно метриката на јазлите, беа тестирани со *Spearman* ранг тестот за корелација со атрибутите AGE, BCS, PREGN, MILK и MILK_LATS на животните како континуирани варијабли. За останатите атрибути, по нивното претворање во дихотомни варијабли, асоцијацијата помеѓу нив и метриката на јазлите во социјалната мрежа беше анализирана користејќи *Mann–Whitney U* тест, со критериум за значајност од $p<0.05$.

Друг пристап во детекцијата на асоцијативноста помеѓу социјалните интеракции и атрибутите на животните беше анализата на целокупната мрежа и

нејзините структури. Така, за идентификуваните структури во мрежата беа утврдени атрибутите на животните што ги сочинуваат тие структури. Со тоа се утврдија карактеристиките на животните што учествуваат во дефинираните структури на социјалната мрежа. Овој пристап беше со цел за евентуално развивање нови хипотези, наместо тестирање на веќе поставените. Понатаму се пристапи кон анализа од најситното ниво врски помеѓу јазлите во мрежата т.е. од мали подгрупи кон формирањето на целата мрежа, односно, се примени идентификацијата на клики и нивно хиерархиско кластрирање. Под клики во анализите на социјалните мрежи се подразбира максимален број на јазли што ги имаат сите можни меѓусебни поврзувања. За анализа на мрежата користејќи го принципот „од горе – надолу“ се употребија техниките за: идентификација на компоненти во мрежата – подгрупи кои се меѓусебно поврзани, а не се поврзани со другиот дел од мрежата; блокови и пресечни точки – јазлите во мрежата што ја држат структурата поврзана заедно; *Lambda* сетови и мостови – алтернатива на претходното но фокусирана на конекциите помеѓу јазлите, а не на самите јазли што ја држат структурата; и анализа на тријадите што претставува фреквенција на застапеност на сите можни комбинации на врски помеѓу три јазли во присутната мрежа. Споредбата и поврзаноста помеѓу мрежите со различни социјални интеракции, поточно помеѓу афилијативната и агонистичката социјална мрежа се анализираше со Pearson-ова корелација. Притоа се употреби т.н QAP тестирање на дијади помеѓу двете матрици, со дефинирано ниво на значајност од $p<0.05$. Додека преку *Simple matching* коефициентот се утврди веројатноста за присуство на интеракција помеѓу јазлите базирајќи се на наодот од другата матрица.

Во обработката и анализите на податоците од генерираните социјални мрежи се употребија: софтверот за анализа на социјални мрежи UCINET© 6.455, 1992-2012 Analytic Technologies, (219) и софтверскиот пакет за статистичка обработка на податоци STATISTICA v. 8.0. StatSoft, Inc. (2008).

4 РЕЗУЛТАТИ

4.1 Метод за дискриминација на типовите од и положбата на животното со употреба на триаксијален акцелерометар кај овци

4.1.1 Од, Кас и Галоп

Акцелерациските карактеристики на различните типови од, *Графикон 8-1*, беа утврдени според 77 епохи од идентификуваните секвенци, т.е. 26, 24 и 27 епохи за одење, кас и галоп, последователно. *Табела 4-1* ги прикажува средните вредности на RFAC-и за вертикалната и хоризонталната оска и TA за секој тип на од. Интер – индивидуални разлики помеѓу RFAC-и на *x, y* оските и вкупната акцелерација беа утврдени само кај *x* оската за AC (-4, -3] и (1, 2], ($p < 0.01$).

Според разликите во RFAC-и за различните типови од кај *x, y* оската и TA, анализата на дискриминаторски функции ги утврди значајните AC-ии кои ги разликуваат одењето, касот и галопот, *Табела 4-2*. Според *Табела 4-2* и *Табела 8-1* вредностите на релативните фреквенции со највисока дискриминатоска моќ во одредувањето на типот на од во една епоха припаѓаат на следните AC-ии: (0, 1], Partial Wilk's $\lambda = 0.33$, на вертикалната оска; (3, 4], Partial Wilk's $\lambda = 0.33$, на хоризонталната оска; и (0, 1] и (1, 2], Partial Wilk's λ од 0.86 и 0.87, на вкупната акцелерација.

Двете дискриминаторски функции за секоја оска и TA имаа висока дискриминаторска моќ за одредување на типот на од, како резултат на нивните високо значајни *eigenvalues* пресметани со канонската анализа, *Табела 4-2*. Првата функција (корен) имаше 90%, 93% и 89% од вкупната дискриминаторска моќ за вертикалната, хоризонталната оска и за TA, последователно. Резултатите на стандардизираните коефициенти за канонските варијабли и средните вредности на канонските варијабли (*Табела 4-2*) на вертикалната оска кај првата дискриминаторска функција прикажуваат дека идентификацијата на одот е најмногу зависна од AC (0, 1], дискриминирајќи одење од кас и галоп, додека втората функција е под најголемо влијание од AC (1, 2] и (2, 3] со што се разликува касот од галопот. Слично и кај TA, во првата дискриминаторска функција AC (0, 1] е доминантна за дискриминација на одењето од касот и галопот, додека втората функција е водена од AC (2, 3] и (1, 2] разликувајќи го касот од галопот. Првата функција на хоризонталната оска најмногу тежи кон AC (3, 4] разликувајќи го галопот од одот и касот, а втората функција е под најголемо влијание на AC (2, 3], дискриминирајќи го касот од одот. Според овие резултати, високи вредности на RFAC (0, 1] на вертикалната оска и на TA во една епоха индицираат висока веројатност дека типот на од е одење, додека високи вредности на RFAC (3, 4] на хоризонталната оска во една епоха ќе го класифицираат типот на од како галоп.

Податоците од класификациските функции, пресметаните тежини за значајните AC-ии и константните вредности за секој тип на од се презентирани во *Табела 4-3*.

Дополнително, *Табела 4-3* го прикажува процентот на точност на класификациските функции во класификацискиот матрикс. Точноста на калсификациските функции беше највисока за одење, а касот беше со најнизок процент на точност кај двете оски и ТА. Хоризонталната и вертикалната оска имаа највисока точност за сите типови од, 90.91% и 89.61%, последователно. Во однос на погрешните класификации на типовите на од, касот беше погрешно класифициран како одење или галопирање, и обратно, но не постоеја погрешни класификации помеѓу одење и галопирање. Според Махаланобис растојанијата, кај погрешно класифицираните случаи, центроидите на вистинскиот тип на од беа блиску до погрешната класификација на одот. За овие случаи (освен за два од нив), вистинскиот тип на од беше второ рангиран по избор во класификацискиот процес, *Табела 8-2*.

4.1.2 Стоење и лежење

Акцелерациските вредности кај различните положби на телото (стоење и лежење) беа дистрибуирани во само неколку АС-ии, *Графикон 8-1*. Акцелерациските вредности на вертикалната оска во положба на стоење беа во АС (0, 1], средна акцелерација од 0.93 ± 0.04g, 95% CI 0.93g и RFAC (0, 1] = 99.95%, додека во положба на лежење, вредностите беа во АС (-1, 0], RFAC = 99.50%, средна вредност -0.09 ± 0.05g и 95% CI -0.09g. Хоризонталната оска при стоење ги прикажа акцелерациските вредности во (0, 1] и АС (-1, 0] со RFAC-и = 76.93% и 23.07%, последователно, средна акцелерација од 0.16 ± 0.22g, 95% CI 0.16g, а при лежење RFAC (0, 1] = 79.82% доминираше над RAFC (-1, 0] = 17.91%, со средна акцелерација од 0.61 ± 0.52g, 95% CI 0.60g. Акцелерациските вредности на ТА за стоење беа категоризирани во АС (0, 1] со RFAC = 79.49% и АС (1, 2] со RFAC = 20.51%, средна акцелерација за стоење од 0.99 ± 0.02g, 95% CI 0.99g, а во положба на лежење средната акцелерација беше 1.02 ± 0.06g, 95% CI 1.01g, што резултираше со порамномерна дистрибуција на RFAC вредностите за АС (0, 1] и АС (1, 2], 56.01% и 43.98%, последователно.

Средните акцелерации на вертикалната и хоризонталната оска, како и кај ТА прикажуваат разлики помеѓу стоење и лежење ($p < 0.001$). Најголемата опсервирана разлика помеѓу средните акцлерациски вредности кај двете положби на телото имаше на вертикалната оска, *Графикон 4-1*. Дополнително, значителни разлики во средните акцелерациски вредности се утврдија помеѓу единките во групите за стоење и лежење, кај сите вектори ($p < 0.01$). Сите животни лежеа на нивната лева страна (страната на која беше прикачен логерот) при што се измерија акцелерациски вредности кои беа во АС (0, 1], освен овцата SL 7 која лежеше на нејзината десна страна. Соодветно, хоризонталната оска прикажа негативна средна акцелерациска вредност со вредности што припаѓаат на АС (-1, 0], *Графикон 4-1*.

Табела 4-1 Просечни вредности (просек ±*SD*) на релативните фреквенции по акцелерациска категорија (во проценти) за вертикалната, хоризонталната оска и вкупната акцелерација на акцелерометарот за секој тип на од кај овци

АС	Одење			Кас			Галоп		
	VA	HA	TA	VA	HA	TA	VA	HA	TA
(-4, -3]	0.81±1.05	1.77±1.41		1.78±2.35	5.74±2.42		4.56±3.24	7.08±2.20	
(-3, -2]	0.73±0.88	1.34±1.17		1.99±2.43	2.65±1.89		3.92±1.80	3.45±2.16	
(-2, -1]	1.33±1.32	3.50±1.98		4.64±2.71	7.76±4.41		8.64±3.52	7.15±3.71	
(-1, 0]	4.97±2.49	29.15±2.55		10.61±2.97	20.19±7.16		13.98±3.54	12.91±3.48	
(0, 1]	61.52±9.28	50.98±3.23	33.18±7.55	31.68±9.84	34.74±9.47	13.93±6.50	22.81±6.59	18.94±5.61	5.16±3.69
(1, 2]	21.98±5.90	6.98±3.04	46.17±6.71	28.26±9.09	13.65±5.57	36.38±8.63	17.07±5.38	14.25±3.74	18.03±7.93
(2, 3]	5.10±2.86	3.43±1.59	10.80±3.83	10.56±3.39	6.23±3.51	19.95±4.88	9.60±3.48	10.46±3.78	17.55±4.95
(3, 4]	3.56±1.76	2.85±1.73	5.57±2.91	10.49±4.09	9.04±4.09	16.81±5.35	19.42±5.02	25.74±9.22	30.50±7.44
(4, 5]			3.01±1.76			9.99±6.47			21.83±7.58
(5, 6]			1.27±1.25			2.94±1.81			6.93±3.01

АС= Акцелерациска категорија; VA= Вертикална оска; HA=Хоризонтална оска; TA= Вкупна акцелерација

Табела 4-2 Значајни акцелерациски категории, идентификувани со анализа на дискриминаторски функции и канонска корелација, со нивниот степен на дискриминаторска моќ за одредување на типот на од кај овците на двете оски и на вкупната акцелерација

	Анализа на дискриминаторска функција		Анализа на Канонска корелација					
			Стандардизирани коефициенти[1]			Канонски варијабли[2]		
	Акцелерациска категорија	Partial Wilk's lambda		Корен 1	Корен 2	Тип на од	Корен 1	Корен 2
Вертикална оска	(0, 1]	0.33		1.22	0.11			
	(1, 2]	0.60		0.62	0.92			
	(2, 3]	0.90		0.11	0.57			
	(-3, -2]	0.96		0.26	0.07			
			Еиген-вредност	5.08	0.57	Одење	2.87	-0.38
						Кас	-0.40	1.09
						Галоп	-2.41	-0.60
Хоризонтална оска	(3, 4]	0.33		0.91	0.35			
	(2, 3]	0.75		0.51	0.60			
	(-4, -3]	0.82		0.36	-0.50			
	(-2, -1]	0.89		0.20	-0.49			
	(1, 2]	0.89		0.14	-0.59			
			Еиген-вредност	6.56	0.52	Одење	-2.92	0.56
						Кас	-0.34	-1.05
						Галоп	3.11	0.40
Вкупна акцелерација	(0, 1]	0.86		0.52	-0.42			
	(2, 3]	0.87		-0.10	0.70			
	(5, 6]	0.93		-0.17	-0.44			
	(1, 2]	0.94		0.26	0.47			
	(3, 4]	0.96		-0.38	-0.04			
			Еиген-вредност	5.64	0.68	Одење	2.92	-0.50
						Кас	-0.14	1.20
						Галоп	-2.69	-0.58

[1] Тежината на значајните акцелерациски категории за секој корен и еигенвредност на коренот

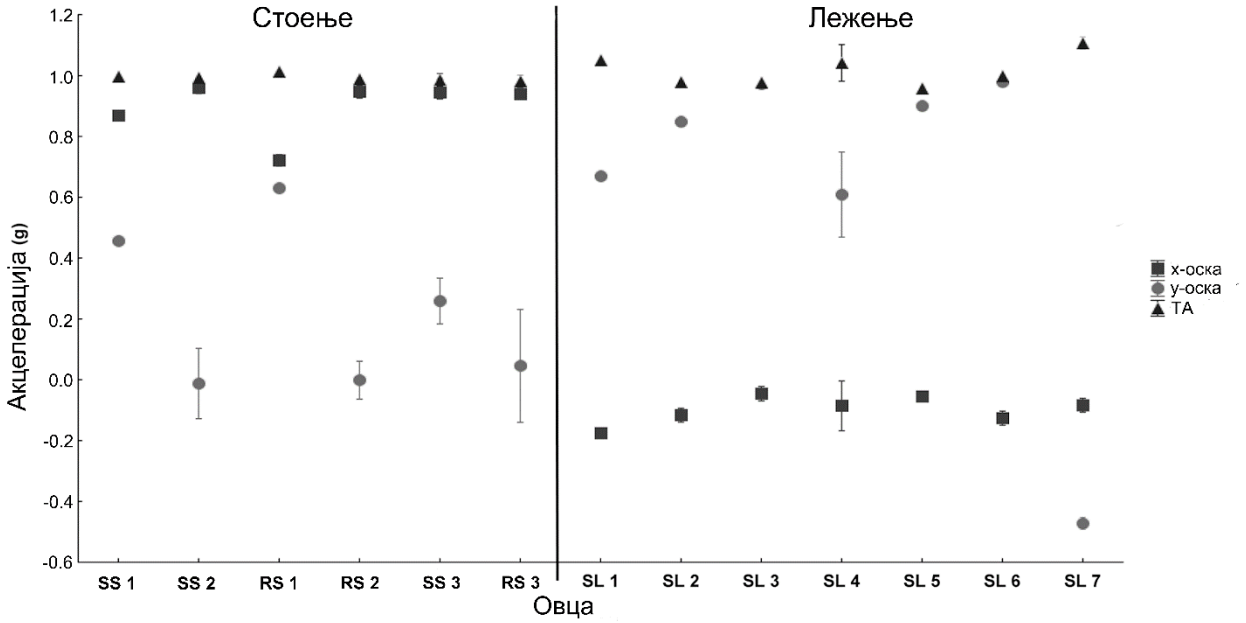
[2] Средни вредности на канонските варијабли за типот на од за секој корен

Табела 4-3 Класификациски функции, тежини на значајните акцелерациски категории (АС) и константните вредности, употребни за пресметување на класификациската вредност за секој тип на од на вертикалната, хоризонталната оска и на вкупната акцелерација. *Post hoc* класификациски матрикс и споредба на резултатите од класификациските функции со вистинскиот тип на од.

	Вертикална оска			Хоризонтална оска			Вкупна акцелерација		
	Одење	Кас	Галоп	Одење	Кас	Галоп	Одење	Кас	Галоп
Класификациски функции									
АС									
(-4, -3]				0.24	1.09	1.35			
(-3, -2]	5.74	5.33	4.97						
(-2, -1]				0.28	0.66	0.65			
(0, 1]	2.04	1.60	1.29				3.83	3.45	3.35
(1, 2]	1.82	1.72	1.32	0.34	0.66	0.57	3.43	3.44	3.24
(2, 3]	2.43	2.58	2.22	0.21	0.32	1.16	3.51	3.84	3.62
(3, 4]				0.19	0.49	1.10	5.17	5.37	5.56
(5, 6]							5.40	5.29	5.85
Константа	-92.20	-69.77	-47.46	-3.62	-14.51	-32.44	-180.61	-178.87	-175.70
Класификациски матрикс[1]									
Одење p= 0.34	26	0	0	26	0	0	25	1	0
Кас p=0.31	1	20	3	4	19	1	2	19	3
Галоп p=0.35	0	4	23	0	2	25	0	4	23
Вкупно	27	24	26	30	21	26	27	24	26
СС според од %	100.00	83.33	85.19	100.00	79.17	92.59	96.15	79.17	85.19
СС според оска %		89.61			90.91			87.01	

p = *a priori* подесувања за веројатноста за припадност во групите (пропорционална на големината на групата); СС = точни случаи

[1] Споредба на класификацијата на типот на од користејќи класификациски функции и вистинскиот тип на од



Графикон 4-1 Акцелерациски вредности за стоење и лежење измерени со триаксијален акцелерометар прикачен на левата задна нога на овца. Графикот ги прикажува средните вредности ± с.д. на акцелерација на вертикалната (x) и хоризонталната (y) оска и на вкупната акцелерација (TA) за секое тестирано животно (овци SS 1 – SS 3 и овни RS 1 – RS 3 за стоење; SL 1 – SL 7 за лежење).

4.2 Кинематика на исчекорот и акцелерациски модел на одење и галопирање кај овци

4.2.1 Клучни Акцелерациски Точки

Во шаблонот на исчекорот за одење на вертикалната оска на акцелерометарот беа идентификувани осум KAP-и, по четири KAP-и за секоја фаза на исчекорот: фаза на стоење (ST 1 до ST 4) и залет (SW 1 до SW 4). Секоја идентификувана KAP беше присутна кај сите единки, освен SW 3, ST 2 и SW 2 чие максимално отсуство беше помало од 7.50%. Дополнително, интер-индивидуалните разлики во средните акцелерациски вредности беа утврдени кај следните KAP-и: SW 2, ST 2 и ST 3 ($p<0.05$). Акцелерацискиот шаблон на исчекорот на задната нога кај овците при галопирање се дефинира со вкупно седум KAP-и на вертикалната оска, три KAP-и во фазата на стоење (ST 1A, ST 1B и ST 2) и четири во фазата на залет (SW 1 до SW 4). KAP SW 2 беше со најниска застапеност (97.22%) во сите исчекори вклучени во анализата за галопирање. Интер - индивидуалните разлики беа утврдени кај акцелерациските вредности за ST 2, SW 1, SW 3 и SW 4 ($p<0.05$). Бројот и присутноста на идентификуваните KAP-и и нивните средни акцелерациски вредности на вертикалната оска на исчекорите за одење и галопирање се презентирани во *Табела 4-4*.

Табела 4-4 Идентификувани Клучни Акцелерациски Точки (KAP) и нивните просечни ± SD акцелерациски вредности на вертикалната оска на акцелерометарот кај исчекорот на задната нога кај овците во текот на одење и галопирање

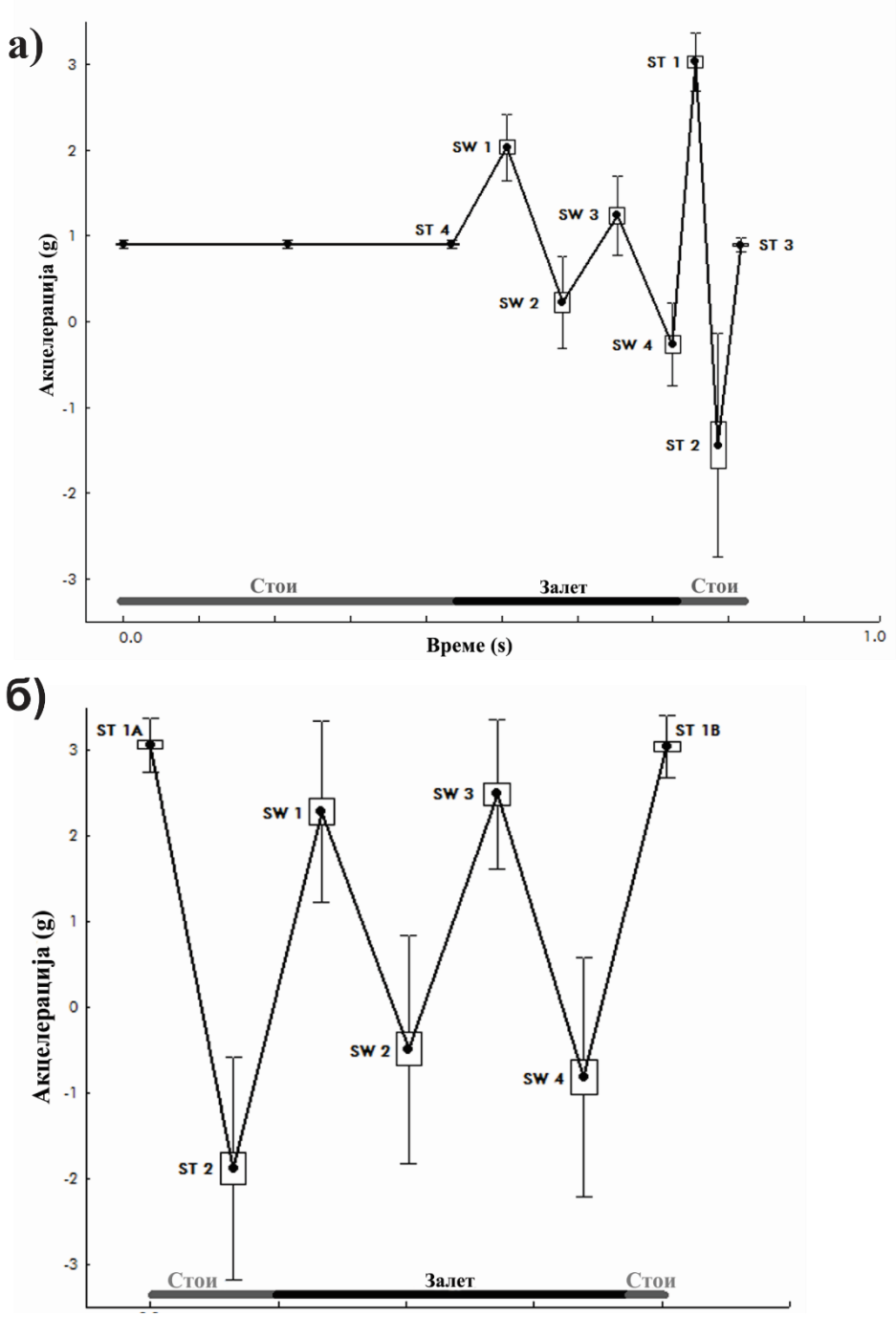
KAP	Број на појавувања на идентификуваните KAP-и кај исчекорот							KAP-и Акцелерација (g)	
	Овца 1	Овца 2	Овен 1	Овен 2	Овца 3	Овен 3	Вкупно (n)	Просек ±SD	CI 95%
ОДЕЊЕ									
ST 4	13	11	16	14	5	35	94	0.90 ± 0.05	[0.89, 0.91]
SW 1	13	11	16	14	5	35	94	2.03 ± 0.39	[1.95, 2.11]
SW 2	13^{a}	11^{b}	16^{b}	14^{b}	1^{b}	35^{b}	90	0.23 ± 0.54	[0.11, 0.34]
SW 3	13	11	15	14	1	33	87	1.24 ± 0.46	[1.14, 1.34]
SW 4	13	11	16	14	5	35	94	-0.26 ± 0.48	[-0.36, -0.17]
ST 1	13	11	16	14	5	35	94	3.03 ± 0.34	[2.96, 3.10]
ST 2	13^{a}	11^{b}	15^{ab}	11^{ab}	3^{b}	35^{b}	88	-1.44 ± 1.30	[-1.71, -1.16]
ST 3	13^{a}	11^{abc}	16^{ad}	14^{bdc}	5^{adc}	35^{c}	94	0.89 ± 0.08	[0.88, 0.91]
Број на исчекори по животно	13	11	16	14	5	35	94		
ГАЛОП									
ST 1A	11	24	56	31	20	37	179	3.06 ± 0.31	[3.01, 3.11]
ST 2	12^{a}	24^{a}	56^{a}	31^{b}	20^{a}	37^{a}	180	-1.88 ± 1.29	[-2.07, -1.69]
SW 1	12^{a}	24^{ac}	53^{bcd}	30^{bce}	20^{a}	37^{ade}	176	2.28 ± 1.05	[2.13, 2.44]
SW 2	12	24	51	31	20	37	175	-0.49 ± 1.33	[-0.68, -0.29]
SW 3	12^{abc}	24^{abc}	55^{b}	31^{abc}	20^{abc}	37^{c}	179	2.49 ± 0.87	[2.36, 2.62]
SW 4	12^{abd}	24^{ad}	55^{bc}	31^{b}	20^{d}	37^{ac}	179	-0.81 ± 1.39	[-1.02, -0.60]
ST 1B	12	24	56	31	20	37	180	3.04 ± 0.36	[2.99, 3.09]
Број на исчекори по животно	13	24	56	31	20	38	180		

† Различните букви во KAP-и индицираат присуство на интер-индивидуални разлики помеѓу акцелерациските средни вредности на KAP-и ($P < 0.05$). Истите букви (a, b, c, d, e) во еден ред означуваат непостоење на интер-индивидуални разлики за соодветната KAP.

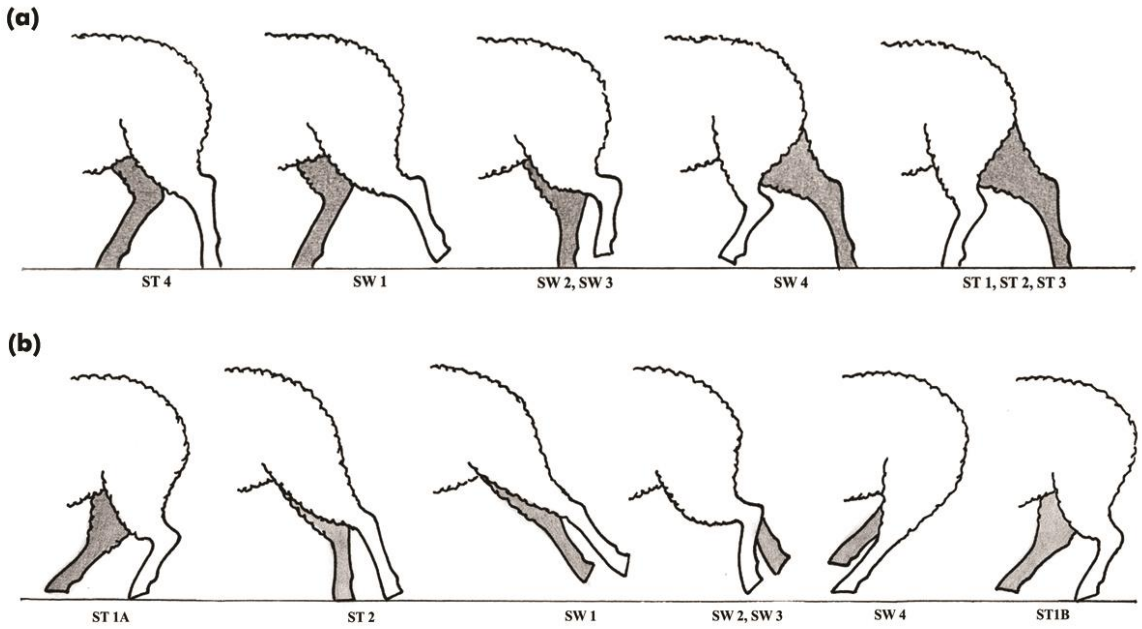
4.2.2 Акцелерациски модели на исчекорот

Акцелерациските модели на исчекорот за одење (*Графикон 4-2* а) и галоп (*Графикон 4-2 б*) претставуваат график на акцелерацијата на KAP-и на вертикалната оска на акцелерометарот во единица време. Како пример за изгледот на моделите е екстракцијата од акцелерацискиот бран на исчекорот на левата задна нога во реално време додека животното оди и галопира, прикажана во *Графикон 8-1*. Преку споредбата на креираните акцелерациски модели на исчекорот со видео записите се утврди точната позиција на задната нога за секоја KAP. Така, при одење KAP ST1 е точката во која ногата ја допира земјата и го претставува почетокот на фазата на стоење во исчекорот. Оваа фаза продолжува со точките KAP ST2 и ST3, а ST4 го преставува најдолгиот сегмент од фазата на стоење во кои се инкорпорирани терминалната фаза и фазата пред залет на ногата. SW 1 е почетокот на фазата на залет т.е. инцијалниот залет, пропратено со SW 2, SW 3 и SW 4 кои ги преставуваат флексијата на коленото, перпендикуларната позиција на метатарзалните коски и

екстензијата на колената позиционирајќи ја ногата на напред (најнискиот агол на метатарзусот во однос на земјата). Моделот на исчекорот при галоп започнува со почетокот на фазата на стоење, ST 1A и ST 1B, додека ST 2 е точката која го прикажува крајот на оваа фаза. Фазата на залет од исчекорот е од SW 1 до SW 4, која започнува со подигнување на ногата од земја (SW 1) и завршува со терминалниот залет пред ногата да ја допре земјата (SW 4). Шематскиот приказ на позициите на ногата за соодветните КАР-и на исчекорот е претставено во *Слика 4-1*. Бројот на идентификувани исчекори (чекори) и процентот на грешка користејќи ги развиените акцелерациски модели, како алатка за броење, при одење и галоп е прикажан во *Табела 4-5*.



Графикон 4-2 Акцелерациски модел на исчекорот (SAM) кај овци. ● Просек; □ 95% CI; I SD. Моделот ја претставува акцелерацијата регистрирана на вертикалната оска од акцелерометарот прикачен на левата задна нога кај овци. SAM е изграден од акцелерациските вредности на клучните акцелерациски точки (KAP) во фазата на стоење (сива линија) и залет (црна линија) кај еден исчекор во единица време, како повторлив циклус во одот. (а) Одење SAM се состои од осум KAP-и, по четири за фазата на стоење (ST1-ST4) и за фазата на залет (SW1-SW4). ST1 го претставува почетокот на фазата на стоење, додека ST4 е крајната точка од оваа фаза во исчекорот. (б) Галоп SAM е дефиниран со три KAP-и во фазата на стоење (ST1A, ST2 и ST1B) и четири KAP-и во фазата на залет (SW1-SW4). Двете KAP-и на ST1се исти точки и го прикажуваат крајот на последниот исчекор (ST1B) и почетокот на фазата на стоење на следниот исчекор (ST1A).



Слика 4-1 Шематски преглед на позицијата на задната нога (белата нога на шемите) во клучните акцелерациски точки во текот на еден исчекор кај овци. Точките се идентификувани од регистрираните акцелерации на вертикалната оска од акцелерометарот прикачен на задната лева нога кај овци. (a) Исчекор при Одење, ST4 – фаза на стоење, крај на оптоварувањето, средина на стоење, терминална етапа на стоење и предзалет; SW1 – почеток на фазата на залет, иницијален залет; SW2, SW3 – фаза на залет, средина на залетот, флексија на коленото и перпендикуларна позиција на метатарзалните коски во однос на подлогата; SW4 – фаза на залет, терминална етапа на залетот, максимална екстензија на коленото позиционирајќи ја ногата кон напред; ST1, ST2, ST3 – почеток на фазата на стоење, оптоварување, иницијален контакт на ногата со подлогата. (b) Исчекор во Галоп, ST 1A – почеток на фазата на стоење, оптоварување, иницијален контакт на ногата со подлогата; ST2 – фаза на стоење, терминална етапа на стоењето и предзалет; SW1 – почеток на фазата на залет, иницијален залет; SW2, SW3 – фаза на залет, средина на залетот, флексија на коленото и перпендикуларна позиција на метатарзалните коски во однос на подлогата; SW4 – фаза на залет, терминална етапа на залетот, максимална екстензија на коленото позиционирајќи ја ногата кон напред; ST 1B – почеток на фазата на стоење на следниот исчекор.

Табела 4-5 Бројот на исчекори (чекори) при одење и галоп изброени со акцелерациските модели на исчекорот добиени според акцелерациските вредности од вертикалната оска на акцелерометарот и видео записите кај овци, вклучувајќи го процентот на грешка кај развиените модели.

	Seq.[a]	VR[b]	SAM[c]	PE (%)[d]	Seq.[a]	VR[b]	SAM[c]	PE (%)[d]
	ОДЕЊЕ				ГАЛОП			
Овца 1	1	4	4	0.00	1	8	6	25.00
	2	3	4	33.33	2	6	8	33.33
	3	4	5	25.00				
Овца 2	1	5	5	0.00	1	8	9	12.50
	2	3	3	0.00	2	7	8	14.29
	3	3	3	0.00	3	10	11	10.00
Овца 3	1	5	5	0.00	1	5	5	0.00
					2	8	8	0.00
					3	12	10	16.67
Овен 1	1	10	10	0.00	1	44	48	9.09
	2	6	6	0.00	2	10	10	0.00
Овен 2	1	3	4	33.33	1	8	8	0.00
	2	10	10	0.00	2	22	22	0.00
					3	6	7	16.67
Овен 3	1	28	26	7.14	1	9	6	33.33
	2	12	13	8.33	2	6	6	0.00
					3	19	15	21.05
					4	9	9	0.00
					5	10	9	10.00
Вкупно	13	96	98	2.08	18	207	205	0.97

[a] Секвенци по животно за специфичниот тип на од (одење или галоп)

[b] Изброени исчекори (чекори) по секвенца користејќи ги видео записите (VR)

[c] Изброени исчекори користејќи ги акцелерациските модели на исчекорот (SAM) за одење и галоп

[d] PE (%) (Процент на грешка) = [(SAM – VR)/VR] x 100; негативниот знак е исклучен од табелата

4.2.3 Кинематски параметри на исчекорот

Согласно развиените акцелерациски модели на исчекорот за пресметка на времетраењето на секоја фаза од исчекорот се развија следните условно дефинирани функции:

$$ST_{(tw)} = \begin{cases} ST4_{(ts)} - SW4_{(ts-1)}, & SW4_{(ts-1)} + 0.03 = ST1_{(ts-1)} \\ ST4_{(ts)} - (SW4_{(ts-1)} + 0.03), & SW4_{(ts-1)} + 0.03 \neq ST1_{(ts-1)} \end{cases} \quad (5)$$

$$SW_{(tw)} = \begin{cases} SW4_{(ts)} - ST4_{(ts)}, & SW4_{(ts)} + 0.03 = ST1_{(ts)} \\ (SW4_{(ts)} + 0.03) - ST4_{(ts)}, & SW4_{(ts)} + 0.03 \neq ST1_{(ts)} \end{cases} \quad (6)$$

за одење, и

$$ST_{(tg)} = \begin{cases} ST2_{(ts)} - SW4_{(ts-1)}, & SW4_{(ts-1)} + 0.03 = ST1A_{(ts)} \\ ST2_{(ts)} - (SW4_{(ts-1)} + 0.03), & SW4_{(ts-1)} + 0.03 \neq ST1A_{(ts)} \end{cases} \quad (7)$$

$$SW_{(tg)} = \begin{cases} SW4_{(ts)} - ST2_{(ts)}, & SW4_{(ts)} + 0.03 = ST1B_{(ts)} \\ (SW4_{(ts)} + 0.03) - ST2_{(ts)}, & SW4_{(ts)} + 0.03 \neq ST1B_{(ts)} \end{cases} \quad (8)$$

за галоп. Каде $ST_{(tw)}$ е траењето на фазата на стоење за одење, $SW_{(tw)}$ е траењето на фазата на залет при одење, $ST_{(tg)}$ е траењето на фазата на стоење за галоп, $SW_{(tg)}$ е траењето на фазата на залет за галоп, ST1, ST1A, ST1B, ST2 и ST4 се КАР-и во фазата на стоење, SW 4 е КАР во фазата на залет, (ts) е регистрираното време на појавување на КАР во тековниот исчекор, (ts-1) е регистрираното време на појавување КАР во претходниот исчекор.

Кинематските параметри како траењето на различните фази на исчекорот, вкупното траење на исчекорот и работниот фактор за одење и галоп се презентирани во Табела 3. Интер-индивидуални разлики во кинематските параметри беа утврдени само кај одењето т.е. во фазата на стоење помеѓу трите овни ($P<0.01$), во фазата на залет помеѓу Овен 3 наспроти Овца 1 и Овен 1 ($P<0.05$) и во траењето на исчекорот помеѓу Овен 3 наспроти Овца 3 и преостанатите овни ($P<0.05$). Дополнително, се утврди значителна разлика во траењето на фазата на стоење, траењето на исчекорот и работниот фактор помеѓу различните типови од, одење наспроти галоп ($p<0.001$), *Табела 4-6*.

Табела 4-6 Кинематски параметри на исчекорот при одење и галопирање кај овци пресметани според условно дефинираните функции на акцелерациските модели на исчекорот

	Одење				Галоп			
	Број на исчекори (n)	Просек ± SD	Опсег	CI 95%	Број на исчекори (n)	Просек ± SD	Опсег	CI 95%
Фаза на стоење време (s) *	77	0.52±0.17	0.24–1.20	0.48–0.56	161	0.13±0.05	0.06–0.27	0.12–0.14
Фаза на залет време (s)	77	0.29±0.06	0.18–0.45	0.28–0.31	161	0.27±0.08	0.12–0.48	0.26–0.29
Времетраење на исчекор (s)*	77	0.81±0.19	0.42–1.53	0.77–0.86	161	0.40±0.08	0.21–0.69	0.39–0.42
Работен фактор (%)*	77	63.30±6.98	44.44–80.00	61.71–64.88	161	32.51±10.42	12.50–66.67	30.89–34.13

* Статистички значајна разлика помеѓу одење и галоп ($P < 0.001$)

4.3 Асоцијации помеѓу однесувањата и просторната дистрибуција со атрибутите од молзни крави

4.3.1 Атрибути на животните

Според атрибутите на животните, опсервираното стадо од 91 крава се карактеризираше со 36% млади крави на 2-3 години (најстарите единки од 9 години); 74% од стадото со телесна кондиција со оценки од 3 – 4; во однос на гравидитетот во опсег од не гравидни до единки во трета третина од гравидитет; млечност која е помеѓу 5 и 13 илјади литри во 305 дена лактација; но и 66% од единките имале барем еднаш висок број на SCC, а 41% им било барем еднаш дијагностициран маститис; 66% немале, а 19% имале само еднаш кривење во текот на својот живот; додека 51% од кравите имале барем еднаш репродуктивни пореметувања. Во однос на потеклото, 36% се единки што биле купени на фармата, а останатите се родени на фармата каде е изведена студијата. Деталната дескриптивна статистика на атрибутите на животните вклучени во студијата за индивидуално однесување и анализа на социјалните мрежи е прикажана во *Табела 4-7*.

Табела 4-7 Дескриптивна статистика на атрибутите на животните вклучени во студијата.

Атрибут	N	Просек	Стандардна Девијација	Минимум	Максимум	Q1 (25%)	Q3 (75%)	Накосеност	Куртозис
AGE	91	4.33	1.84	2.39	9.42	2.63	5.05	1.04	0.26
LACT	91	2.26	1.46	1	7	1	3	1.17	0.69
PRCH_TIME	33	0.93	0.36	0.74	2.60	0.74	1.07	3.27	13.66
BCS	91	3.60	0.70	2	5	3	4	0.25	-0.46
PREGN	91	108.51	71.54	0	221	52	167	-0.14	-1.22
MILK	91	9216	1494	5319	13220	8,448	10278	-0.18	0.4
MILK_LAST	91	10741	2650	5646	17558	8,832	12399	0.52	-0.08
SCC	91	3.18	4.62	0	27	0	5	2.31	7.33
SCC_PRES	91	1.04	1.90	0	12	0	1	3.06	12.63
MAST	91	0.74	1.78	0	12	0	1	4.65	25.05
MAST_PRES	91	0.20	0.50	0	2	0	0	2.55	5.77
MAST_TIME	32	1.23	0.85	0.10	3.31	0.52	1.74	0.9	0.28
LAME	91	0.79	1.68	0	9	0	1	3.24	12.05
LAME_PRES	91	0.07	0.29	0	2	0	0	4.84	25.24
LAME_TIME	31	1.69	0.73	0.03	3.4	1.42	2.15	-0.11	0.32
SICK	91	0.08	0.31	0	2	0	0	4.34	20.16
TREAT	91	0.53	0.92	0	5	0	1	2.21	5.99
VLD	91	1.12	1.65	0	6	0	2	1.68	1.98
REP_DIS	91	1.30	1.80	0	7	0	2	1.5	1.36
OTHR_DIS	91	0.70	1.13	0	5	0	1	1.84	3.38

Од спроведената корелација помеѓу атрибутите на животните се утврдија 20 значајни корелации ($p<0.001$) со различна јачина. Во *Табела 4-8* се прикажани корелациите помеѓу атрибутите на животните вклучени во опсервацијата.

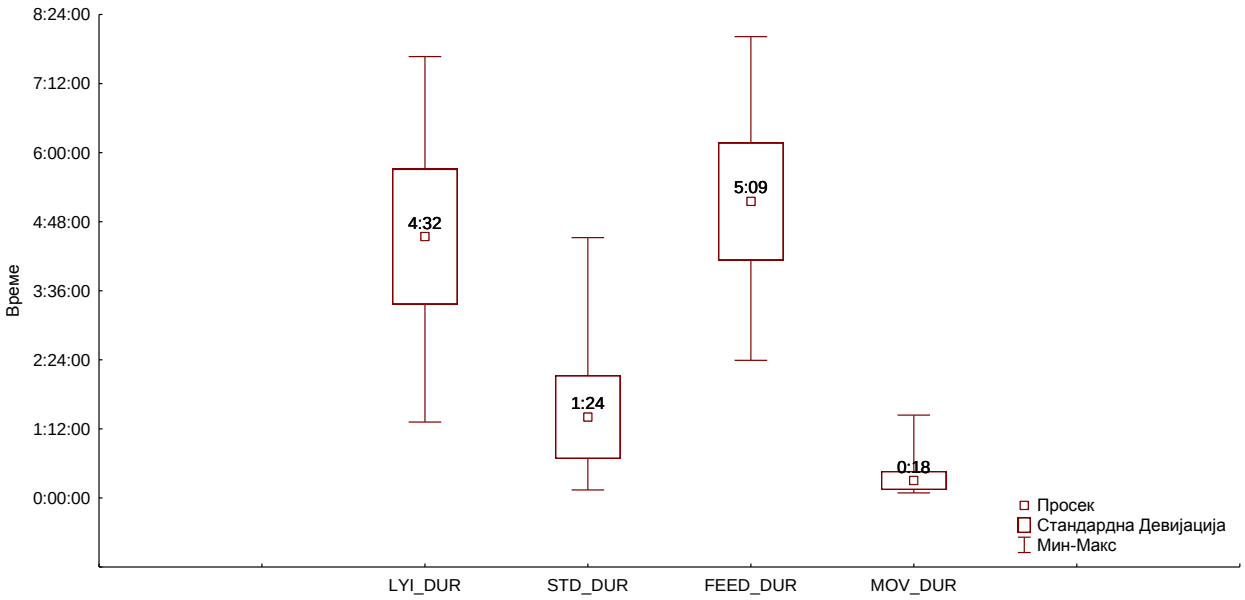
Табела 4-8 Корелации помеѓу атрибутите на животните вклучени во опсервацијата

Атрибут	***Атрибут***	***Корелација (r), p<0.001***
AGE	*MILK*	0,33
AGE	*MILK_LAST*	0,45
AGE	*SCC*	0,63
AGE	*MAST*	0,46
AGE	*LAME*	0,52
AGE	*REP_DIS*	0,29
AGE	*OTHR_DIS*	0,36
LACT	*MILK*	0,24
LACT	*MILK_LAST*	0,35
BCS	*MILK*	-0,25
MILK	*MILK_LAST*	0,82
MILK_LAST	*LAME_TIME*	0,40
MILK_LAST	*OTHR_DIS*	0,38
SCC	*SCC_PRES*	0,77
SCC	*MAST*	0,46
SCC_PRES	*MAST_PRES*	0,29
SCC_PRES	*MAST_TIME*	-0.30
MAST	*MAST_PRES*	0,47
MAST_PRES	*LAME_PRES*	0,36
MAST_PRES	*REP_DIS*	0,42

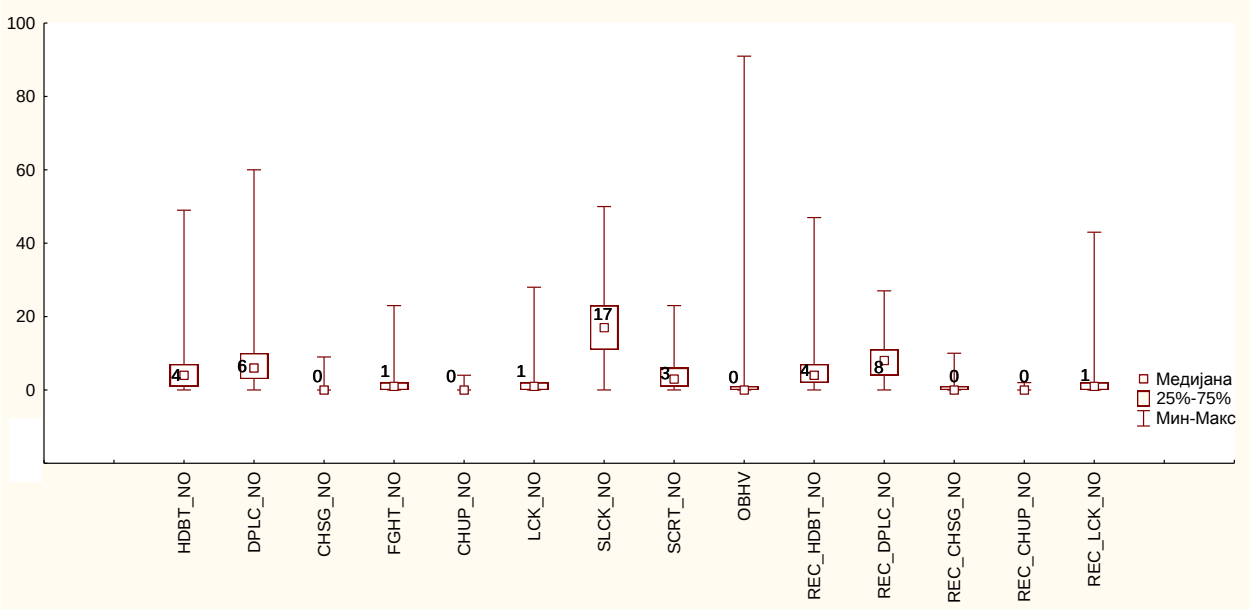
Во однос на ORG атрибутот, од единките вклучени во опсервацијата, вкупно 33 единки беа купени, а останатите 58 се крави што се родени на фармата. Купените крави се помлади AGE 3,81±2,17 во однос на родените на фарма единки AGE 4,62±1,56, $p<0.05$, при што 66% од купените крави се на возраст помеѓу 2-3 години. Кравите родени на фарма имаа повисока млечност во тековната лактација MILK_LAST 11508±2672 наспроти 9396±2028 млечност кај купените животни. Сепак во овој заклучок треба да се земе во предвид доминацијата на млади крави во групата на купени животни што може да влијае и на нивото на млечност на единките. Во однос на останатите атрибути значајни разлики помеѓу потеклото на единките се утврдија кај заболувањата како MAST, LAME, TREAT, REP_DIS и OTHR_DIS кои беа со пониски средни вредности кај купените (0,2, 0,15, 0,06, 0,79 и 0,18, последователно) во однос на родените на фарма животни (1,02, 1,14, 0,84, 1,72, и 1,07, последователно). Како и претходно, и во овој случај разликите на наведените заболувања помеѓу двете групи на потекло на животните може да се должи на доминацијата на младите единки во групата на купени крави. Оттука, намалените вредности на болни состојби кај купените крави може да се должи и на краткиот живот на животните, односно нема доволно време да развијат одредено заболување: Затоа овие разлики не треба да се интерпретираат само како последица на потеклото на единките.

4.3.2 Опсервирани однесувања

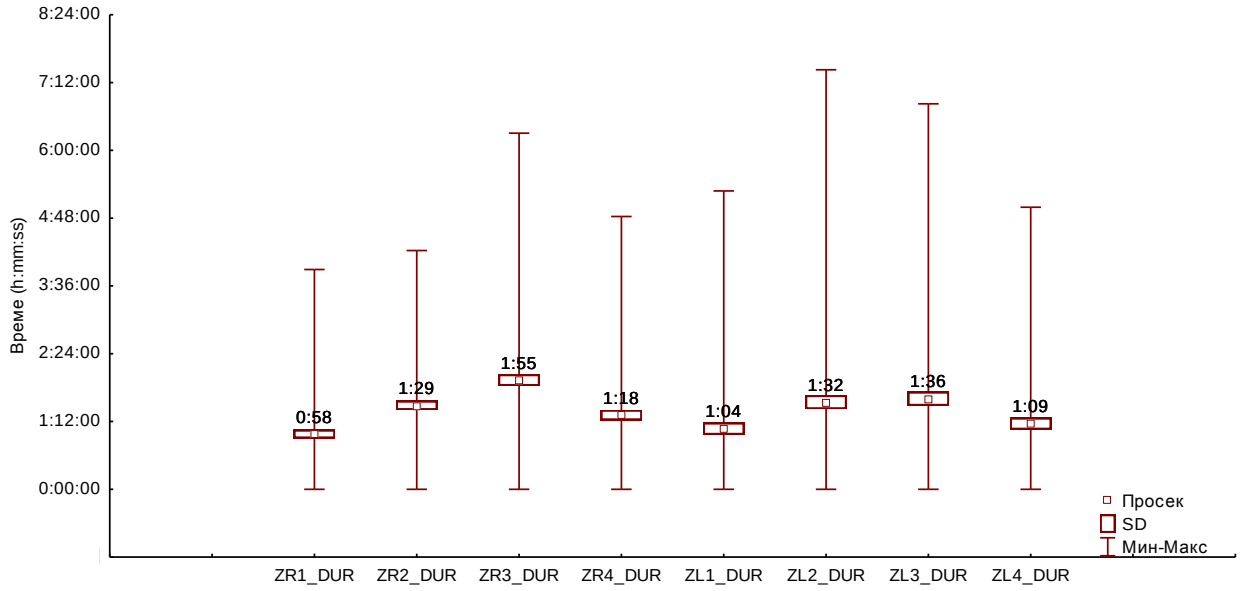
По елиминација на случаите што не ги исполнуваа критериумите за да бидат вклучени во анализата (време на опсервација помало од две стандардни девијации), средното време на опсервација на единките беше 11:24:10 ± 00:48:19 часа на ден, во опсег од 08:55:16 до 12:54:50 часови на ден. Од тоа време, просечно време на лежење на кравите е околу 4,5 часа, време на хранење 5 часа, стоење 1,5 часа и 18 минути во движење. Детален дескриптивен приказ на изминатото време во различните состојби на животните како стоење, лежење, движење и хранење е прикажан на *Графикон 4-3*. Во однос на бројот на социјални интеракции по единка, најдоминантни се бројот на поместувања 8,39±9,08 и бројот на удари со глава 5,72±7,23, а детализниот приказ е прикажан на *Графикон 4-4*. Времето минато во различните зони во ограниченият простор на ниво на стадо варира од 58 минути во ZR1 до речиси два часа во ZR3, *Графикон 4-5*. Дескриптивната статистика на зависните варијабли измерени со опсервација на однесувањето на единките е прикажана во *Табела 4-9*.



Графикон 4-3 Дескриптивен приказ на изминатото време во четирите состојби при опсервација на единките: лежење (LYI_DUR), стоење (STD_DUR), хранење (FEED_DUR) и движење (MOV_DUR).



Графикон 4-4 Дескриптивен приказ на бројот на социјални интеракции кај опсервираните единки



Графикон 4-5 Просечно изминато време на стадото во осумте опсервирани зони.

Табела 4-9 Дескриптивен приказ на зависните варијабли измерени со опсервација на однесувањето на молзни крави.

Променлива	N	Просек	Стандардна Девијација	Медијана	Минимум	Максимум	Q1 (25%)	Q3 (75%)	Накосеност	Куртозис
LYI_PROP	177	0.40	0.10	0.40	0.13	0.70	0.35	0.45	-0.09	0.61
LY_BO_NO	177	3.72	1.23	4.00	1.00	7.00	3.00	4.00	0.15	-0.27
LY_BO_FQ	177	9.49	2.87	9.02	4.66	23.18	7.53	11.22	1.00	2.32
LY_BO_AVG	177	01:18:15	00:22:41	01:15:09	00:26:17	02:28:36	01:01:21	01:29:11	0.72	0.40
LY_BO_SD	172	00:40:00	00:19:18	00:37:41	00:04:22	01:52:46	00:25:18	00:51:47	0.78	0.96
STD_PROP	177	0.12	0.07	0.11	0.01	0.45	0.08	0.16	1.49	4.09
FEED_PROP	177	0.45	0.09	0.45	0.22	0.69	0.40	0.51	0.23	0.04
MEAL_NO	177	4.28	0.95	4.00	2.00	8.00	4.00	5.00	0.36	0.44
MOV_PROP	177	0.03	0.01	0.02	0.01	0.11	0.02	0.03	2.85	12.60
BRSH_DUR	177	00:05:16	00:06:30	00:03:02	00:00:00	00:31:52	00:00:03	00:06:34	1.73	2.71
BRSH_NO	177	2.84	2.89	2.00	0.00	16.00	1.00	4.00	1.48	2.76
HDBT_PROP	177	0.51	0.67	0.35	0.00	4.83	0.09	0.61	3.38	15.55
DPLC_PROP	177	0.74	0.83	0.54	0.00	5.42	0.24	0.96	2.58	8.84
CHSG_PROP	177	0.04	0.11	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	4.83	29.63
FGHT_PROP	177	0.15	0.23	0.09	0.00	1.96	0.00	0.18	3.81	22.17
CHUP_PROP	177	0.02	0.05	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	2.89	9.34
LCK_PROP	177	0.15	0.32	0.08	0.00	2.66	0.00	0.18	5.13	33.07
SLCK_PROP	177	1.56	0.86	1.46	0.00	4.43	0.91	2.06	0.79	0.56
SCRT_PROP	177	0.34	0.34	0.26	0.00	2.02	0.08	0.53	1.60	3.54
OBHV	177	1.49	7.37	0.00	0.00	91.00	0.00	1.00	10.66	126.21
ZR1_PROP	177	0.09	0.09	0.06	0.00	0.36	0.01	0.14	1.09	0.47
ZR2_PROP	177	0.13	0.09	0.12	0.00	0.39	0.06	0.20	0.60	-0.31
ZR3_PROP	177	0.17	0.11	0.15	0.00	0.58	0.09	0.23	0.83	0.96
ZR4_PROP	177	0.12	0.10	0.09	0.00	0.43	0.03	0.17	0.96	0.18
ZL1_PROP	177	0.09	0.12	0.02	0.00	0.42	0.01	0.16	1.23	0.35

Променлива	N	Просек	Стандардна Девијација	Медијана	Минимум	Максимум	Q1 (25%)	Q3 (75%)	Накосеност	Куртозис
ZL2_PROP	177	0.13	0.14	0.11	0.00	0.68	0.01	0.22	1.09	1.16
ZL3_PROP	177	0.14	0.14	0.12	0.00	0.54	0.00	0.23	0.71	-0.37
ZL4_PROP	177	0.10	0.12	0.04	0.00	0.43	0.00	0.19	0.91	-0.42
LYI_MID	177	2.36	1.57	2.00	0.00	6.00	1.00	3.00	0.28	-0.74
LYI_OUT	177	1.36	1.49	1.00	0.00	6.00	0.00	2.00	1.12	0.58
ZL1_M	177	0.46	0.83	0.00	0.00	4.00	0.00	1.00	1.98	3.54
ZL1_O	177	0.26	0.71	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	3.19	10.28
ZL2_M	177	0.64	0.91	0.00	0.00	4.00	0.00	1.00	1.42	1.58
ZL2_O	177	0.42	0.82	0.00	0.00	4.00	0.00	1.00	2.19	4.68
ZL3_M	177	0.75	1.03	0.00	0.00	5.00	0.00	1.00	1.72	3.31
ZL3_O	177	0.38	0.75	0.00	0.00	4.00	0.00	1.00	2.40	6.67
ZL4_M	177	0.51	0.86	0.00	0.00	4.00	0.00	1.00	1.73	2.40
ZL4_O	177	0.30	0.61	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	2.04	3.52
REC_HDBT_PROP	177	0.50	0.56	0.37	0.00	4.63	0.17	0.65	3.81	22.04
REC_DPLC_PROP	177	0.73	0.47	0.67	0.00	2.66	0.36	0.98	0.98	1.10
REC_CHSG_PROP	177	0.04	0.10	0.00	0.00	0.95	0.00	0.08	6.25	49.92
REC_CHUP_PROP	177	0.02	0.05	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	2.03	3.23
REC_LCK_PROP	177	0.15	0.36	0.09	0.00	4.09	0.00	0.18	8.53	86.28

Од спроведената корелација помеѓу однесувањата на животните, односно зависните варијабли, се издвоија 108 значајни корелации ($p<0.001$) со различна јачина. Во *Табела 4-10* се прикажани овие значајни корелации помеѓу различните однесувања и измерени параметри кај животните вклучени во опсервацијата.

Табела 4-10 Значајни корелации помеѓу однесувањата на животните (зависните променливи) вклучени во опсервацијата

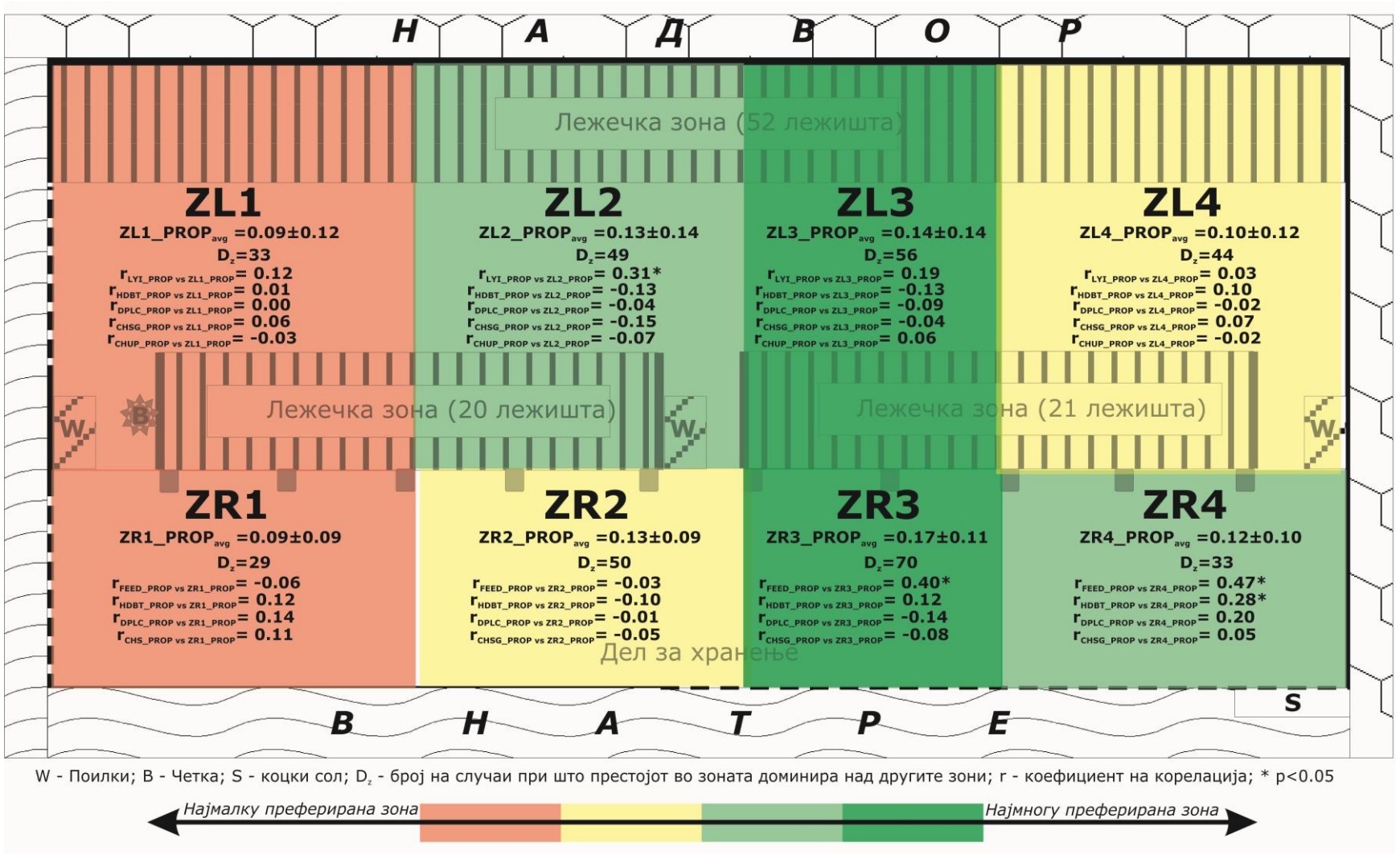
Зависна променлива (однесување)	***Зависна променлива (однесување)***	***Корелација (r), p<0,001***
LYI_PROP	*LY_BO_NO*	*0.54*
LYI_PROP	*STD_PROP*	*-0,46*
LYI_PROP	*FEED_PROP*	*-0,69*
LYI_PROP	*MOV_PROP*	*-0,29*
LYI_PROP	*HDBT_PROP*	*-0,31*
LYI_PROP	*DPLC_PROP*	*-0,31*
LYI_PROP	*ZL2_PROP*	*0,31*
LYI_PROP	*REC_HDBT_PROP*	*-0,30*
LYI_PROP	*REC_DPLC_PROP*	*-0,37*
LYI_PROP	*REC_LCK_PROP*	*-0,33*
LY_BO_NO	*LY_BO_FQ*	*0,70*
LY_BO_NO	*LY_BO_AVG*	*-0,66*
LY_BO_NO	*FEED_PROP*	*-0,53*
LY_BO_FQ	*LY_BO_AVG*	*-0.90*
LY_BO_FQ	*STD_DUR*	*0,36*
LY_BO_FQ	*MEAL_NO*	*0,34*
LY_BO_FQ	*HDBT_NO*	*0,35*
LY_BO_FQ	*DPLC_NO*	*0,27*
LY_BO_FQ	*CHSG_PROP*	*0,35*
LY_BO_FQ	*OBHV*	*0.37*
LY_BO_FQ	*LYI_MID*	*0,39*
LY_BO_AVG	*STD_DUR*	*-0,26*
LY_BO_AVG	*MEAL_NO*	*-0,31*
LY_BO_AVG	*LYI_MID*	*-0,36*
STD_PROP	*FEED_PROP*	*-0,30*
STD_PROP	*MEAL_NO*	*0,40*
STD_PROP	*MOV_PROP*	*0,41*
STD_PROP	*BRSH_NO*	*0,38*
FEED_PROP	*ZR3_PROP*	*0,40*
FEED_PROP	*ZR4_PROP*	*0,47*
FEED_PROP	*LYI_OUT*	*-0.34*
MEAL_NO	*CHSG_PROP*	*0,26*
MEAL_NO	*OBHV*	*0,31*
BRSH_DUR	*BRSH_NO*	*0,77*
BRSH_DUR	*SLCK_PROP*	*0,25*
BRSH_NO	*SLCK_PROP*	*0,26*
HDBT_PROP	*DPLC_PROP*	*0,68*
HDBT_PROP	*CHSG_PROP*	*0,58*

Зависна променлива (однесување)	***Зависна променлива (однесување)***	***Корелација (r), p<0,001***
HDBT_PROP	*FIGHT_PROP*	*0,34*
HDBT_PROP	*CHUP_PROP*	*0,39*
HDBT_PROP	*LCK_PROP*	*0,58*
HDBT_PROP	*OBHV*	*0,61*
HDBT_PROP	*ZR4_PROP*	*0,27*
HDBT_PROP	*REC_ HDBT_PROP*	*0,51*
HDBT_PROP	*REC_DPLC_PROP*	*0,41*
HDBT_PROP	*REC_CHSG_PROP*	*0,57*
HDBTPROP	*REC_LCK_PROP*	*0,60*
DPLC_PROP	*CHSG_PROP*	*0,59*
DPLC_PROP	*FIGHT_PROP*	*0,28*
DPLC_PROP	*CHUP_PROP*	*0,47*
DPLC_PROP	*LCK_PROP*	*0,49*
DPLC_PROP	*OBHV*	*0,47*
DPLC_PROP	*REC_HDBT_PROP*	*0,34*
DPLC_PROP	*REC_DPLC_PROP*	*0,25*
DPLC_PROP	*REC_CHSG_PROP*	*0,47*
DPLC_PROP	*REC_LCK_PROP*	*0,50*
CHSG_PROP	*FGHT_PROP*	*0,55*
CHSG_PROP	*CHUP_PROP*	*0,36*
CHSG_PROP	*LCK_PROP*	*0,51*
CHSG_PROP	*OBHV*	*0,71*
CHSG_PROP	*REC_HDBT_PROP*	*0,55*
CHSG_PROP	*REC_DPLC_PROP*	*0,27*
CHSG_PROP	*REC_CHSG_PROP*	*0,61*
CHSG_PROP	*REC_LCK_PROP*	*0,52*
FGHT_PROP	*LCK_PROP*	*0,28*
FGHT_PROP	*OBHV*	*0,30*
FGHT_PROP	*ZL4_O*	*0,28*
CHUP_PROP	*LCK_PROP*	*0,29*
CHUP_PROP	*REC_CHSG_PROP*	*0,28*
CHUP_PROP	*REC_LCK_PROP*	*0,30*
LCK_PROP	*OBHV*	*0,69*
LCK_PROP	*REC_HDBT_PROP*	*0,58*
LCK_PROP	*REC_DPLC_PROP*	*0,27*
LCK_PROP	*REC_CHSG_PROP*	*0,65*
LCK_PROP	*REC_LCK_PROP*	*0,75*
SLCK_PROP	*SCRT_PROP*	*0,44*
SLCK_PROP	*ZR1_PROP*	*0,36*
SCRT_PROP	*ZL1_PROP*	*0,25*
ZR1_PROP	*ZR3_PROP*	*-0,52*
ZR1_PROP	*ZR4_PROP*	*-0,27*
ZR1_PROP	*ZL1_PROP*	*0,38*
ZR1_PROP	*ZL3_PROP*	*-0,32*
ZR1_PROP	*ZL1_M*	*0,28*
ZR2_PROP	*ZR3_PROP*	*-0,42*

Зависна променлива (однесување)	*Зависна променлива (однесување)*	*Корелација (r), p<0,001*
ZR2_PROP	*ZR4_PROP*	*-0,45*
ZR2_PROP	*ZL4_PROP*	*-0,36*
ZR2_PROP	*ZL4_M*	*-0,32*
ZR3_PROP	*ZL1_PROP*	*-0,25*
ZR3_PROP	*ZL2_PROP*	*-0,27*
ZR4_PROP	*ZL1_PROP*	*-0,27*
ZR4_PROP	*ZL2_PROP*	*-0,31*
ZR4_PROP	*ZL4_PROP*	*0,35*
ZR4_PROP	*ZL4_M*	*0,39*
ZR4_PROP	*REC_HDBT_PROP*	*0,34*
ZR4_PROP	*REC_DPLC_PROP*	*0,46*
ZL1_PROP	*ZL3_PROP*	*-0,32*
ZL1_PROP	*ZL4_PROP*	*-0,28*
ZL2_PROP	*ZL3_PROP*	*-0,32*
ZL2_PROP	*ZL4_PROP*	*-0,34*
ZL2_PROP	*REC_HDBT_PROP*	*-0,27*
ZL3_PROP	*ZL4_PROP*	*-0,27*
ZL4_M	*REC_HDBT_PROP*	*0,28*
REC_HDBT_PROP	*REC_DPLC_PROP*	*0,59*
REC_HDBT_PROP	*REC_CHSG_PROP*	*0,59*
REC_HDBT_PROP	*REC_LCK_PROP*	*0,68*
REC_DPLC_PROP	*REC_CHSG_PROP*	*0,28*
REC_DPLC_PROP	*REC_LCK_PROP*	*0,36*
REC_CHSG_PROP	*REC_LCK_PROP*	*0,79*

4.3.3 Просторна дистрибуција

Во однос на изборот на преферирани зони во ограниченият простор, резултатите укажуваат дека во делот за хранење најпосетувана зона била ZR3, по неа следат ZR2 и ZR4, а најкраток престој има во ZR1, во делот за лежење ZL2 и ZL3 се зоните со најдолг престој. Слични се вредностите и за преферирани зони од страна на единките. Додека, судејќи според корелациите, најзначајни се корелациите помеѓу ZL2 и LYI_PROP, како и помеѓу ZR3 и ZR 4 со FEED_PROP. Детален приказ на должината на изминатото време на престој по зони, доминација на зоната над останатите зони според секој опсервиран случај,како и корелацијата на релевантните однесувања со поедини зони е прикажана на шематскиот приказ на преферираните зони во опсервираниот простор, *Слика 4-2*. Дополнително на истиот приказ е презентирана и класификацијата на зоните според преференциите на молзните крави.



Слика 4-2 Шематски приказ на преферираните зони од молзните крави во опсервираниот заграден простор.

4.3.4 Асоцијации помеѓу атрибутите и однесувањата

4.3.4.1 Корелации помеѓу атрибутите и однесувањата

Спроведената корелација, како прва анализа за утврдување на асоцијативноста помеѓу атрибутите и однесувањата на животните, прикажа 70 значајни корелации. Најсилните негативни и позитивни корелации изнесуваа -0,60 и 0, 46 кои се однесуваа на корелација помеѓу зоните на престој со изминатото време од последниот маститис и времето изминато од купување на животните. Сепак, како најсилни корелации што се истакнаа во анализата беа негативните на REC_DPLC_PROP со LAME и AGE, како и FEED_PROP со AGE и позитивните корелации на REC_CHSG_PROP со SCC, BRSH_DUR/NO со BCS, како и STD_PROP со AGE. Детален приказ на сите значајни корелации од оваа анализа е претставен во *Табела 4-11*.

Табела 4-11 Значајни корелации (r_s) помеѓу атрибутите и однесувањата (зависните варијабли) на животните

Однесување	Атрибут	r_s(<0.05)
LYI_PROP	MAST_TIME	0.30
LY_BO_SD	PRCH_TIME	-0.26
STD_PROP	AGE	0.33
STD_PROP	PRCH_TIME	0.25
STD_PROP	BCS	0.20
STD_PROP	PREGN	0.21
STD_PROP	MILK_LAST	0.25
STD_PROP	LAME	0.22
STD_PROP	TREAT	0.20
FEED_PROP	AGE	-0.35
FEED_PROP	PRCH_TIME	-0.31
FEED_PROP	TREAT	-0.32
FEED_PROP	OTHR_DIS	-0.30
MOV_PROP	BCS	0.22
MOV_PROP	MAST_PRES	-0.25
MOV_PROP	VLD	-0.23
BRSH_DUR	BCS	0.37
BRSH_DUR	PREGN	0.26
BRSH_NO	BCS	0.36
BRSH_NO	PREGN	0.25
HDBT_PROP	MAST_TIME	-0.32
HDBT_PROP	LAME_TIME	0.30
DPLC_PROP	MAST_PRES	0.25
DPLC_PROP	MAST_TIME	-0.34
DPLC_PROP	VLD	0.26
DPLC_PROP	REP_DIS	0.28

Однесување	Атрибут	r_s(<0.05)
ZR4_PROP	PRCH_TIME	-0.48
ZR4_PROP	MAST_TIME	-0.60
ZR4_PROP	LAME	-0.23
ZR4_PROP	LAME_PRES	-0.21
ZR4_PROP	TREAT	-0.29
ZR4_PROP	OTHR_DIS	-0.27
ZL1_PROP	PRCH_TIME	0.31
ZL2_PROP	PRCH_TIME	0.38
ZL2_PROP	TREAT	0.20
ZL4_PROP	PRCH_TIME	-0.31
LYI_MID	LAME	-0.23
LYI_OUT	AGE	0.26
LYI_OUT	LAME	0.25
LYI_OUT	REP_DIS	0.20
ZL1_M	PRCH_TIME	0.31
ZL2_M	PRCH_TIME	0.32
ZL3_M	PRCH_TIME	-0.25
ZL3_O	AGE	0.27
ZL3_O	MILK_LAST	0.22
REC_HDBT_PROP	AGE	-0.25
REC_HDBT_PROP	MAST	-0.21
REC_HDBT_PROP	MAST_TIME	-0.29
REC_HDBT_PROP	LAME	-0.28
REC_HDBT_PROP	TREAT	-0.31
REC_HDBT_PROP	VLD	-0.21
REC_HDBT_PROP	OTHR_DIS	-0.31

Однесување	Атрибут	r_s(<0.05)
SLCK_PROP	LAME_PRES	0.21
ZR1_PROP	PRCH_TIME	0.36
ZR1_PROP	PREGN	0.22
ZR2_PROP	AGE	0.23
ZR2_PROP	PRCH_TIME	0.46
ZR2_PROP	SCC	0.22
ZR2_PROP	MAST_TIME	0.43
ZR3_PROP	PRCH_TIME	-0.36
ZR4_PROP	AGE	-0.24

Однесување	Атрибут	r_s(<0.05)
REC_DPLC_PROP	AGE	-0.34
REC_DPLC_PROP	MAST_TIME	-0.43
REC_DPLC_PROP	LAME	-0.36
REC_DPLC_PROP	TREAT	-0.26
REC_DPLC_PROP	OTHR_DIS	-0.22
REC_CHSG_PROP	AGE	0.28
REC_CHSG_PROP	PRCH_TIME	0.26
REC_CHSG_PROP	SCC	0.37
REC_CHUP_PROP	PRCH_TIME	0.28

4.3.4.2 Кластер анализа

Со кластер анализата, како втора по ред анализа за утврдување на асоцијативноста помеѓу атрибутите и однесувањата на животните, беа утврдени вкупно 79, од кои значајни 49 и делумно значајни 30 асоцијации. За подобра прегледност на резултатите во понатамошниот дел се изоставени незначајните и нејасните асоцијации од оваа анализа. Деталниот дескриптивен преглед на генерираните кластери (број на случаи по кластер, центроид, стандардна девијација и опсег на кластерот) за значајните и делумно значајните асоцијации е прикажан во *Табела 8-3*.

Така за LYI_PROP варијаблата, кравите со низок BCS од 2-3,5 (кластер 4) лежат најкратко во однос на останатите единки, LYI_PROP = 0,28±0,06, *Графикон 4-6, А*. Во однос на PREGN, единките во подоцнежна гестација од 185 ± 24,52 имаат LYI_PROP = 0,30 ±0,06 (кластер 4), наспроти негравидните единки и оние во ран гравидитет во кластер 1 (средна гестација 11 ± 19,91 дена и LYI_PROP = 0,41 ±0,09). Сепак во кластер 3, каде има 28% од случаите е PREGN = 170 ± 29,33 дена и LYI_PROP 0,47 ±0,07 што е најдолго средно време на лежење според кластерите. Сé ова индицира делумно значајна асоцијативност помеѓу овие две варијабли. Единките со вредности за SCC_PRES (кластери 1-5) имаат повисоки вредности на LYI_PROP од 0,41 до 0,52 наспрема единките без SCC_PRES (кластер 7) со LYI_PROP=0,33±0,03. Слично и за MAST варијаблата каде кравите што имале повеќепати маститис подолго лежат. Тоа се гледа од кластерите 9,8,7,3 и 1, односно како расте бројот на маститиси така и подолго е времето на лежење. Сепак не е утврдена значајна позитивна корелација помеѓу двете варијабли. Но, од друга страна кај MAST_TIME утврдено е дека кластерите со единки кај кои има изминато подолго време од последниот маститис (кластер 1 и 2) имаат LYI_PROP од 0,45 и 0,44 наспроти кластер 6 со единки со најскори состојби на маститис и LYI_PROP = 0,39±0,05. Исклучок од ова е кластер 5 кој се состои од мал број случаи во анализата.

Кај STD_PROP варијаблата при кластрирање со атрибутот AGE постоеше кластер со најмладите единки во просек од 3 години со STD_PROP= 0,09 ±0,04 (кластер 4), а кластерот со најстарите крави од 7-9 години имаа STD_PROP= 0,21 ±0,09 (кластер 2),

Графикон 4-6, Б. Во однос на PRCH_TIME, поново купените крави (0,78 средно изминато време од купување) се во кластерот (кластер 1) каде има најкратко стоење (STD_PROP=0.08±0.03), наспроти постаро купените крави (1,11) кои се во кластерот (кластер 4) каде времето на стоење е најдолго, STD_PROP=0.17±0.1. Кај атрибутот LAME, кластерите со крави без кривење (кластер 1 и 2) имаат STD_PROP < 0.11, а кравите што имале кривење во својот живот кластери 4,5 и 6 се со STD_PROP од 0,11 до 0,19.

FEED_PROP со атрибутот LAME во кластерот каде се кравите со 4-9 кривења во животот, кластер 2, како и кластерот 1 составен од околу 40% случаи на крави што имаат историја на кривење, покажуваат ниски вредности на FEED_PROP од 0,39 ± 0,07 и 0,35 ± 0,04, последователно, *Графикон 4-6, В*. Кравите со LAME_PRES имаат вредности на FEED_PROP=0,41 ± 0,04, кластер 1, што е едно од пониските вредности на FEED_PROP во однос на останатите кластери. Единките со вредности >0 за атрибутот TREAT се лоцирани во кластерите 5,4,1,8,7 и се со вредности за FEED_PROP над и под вредностите на кластерите со случаи каде немало третман. Кластерот со највисоки вредности за OTHR_DIS (кластер 1 со опсег од 2-5) има и најниска вредност на FEED_PROP= 0,36 ± 0,06.

За MOV_PROP се забележаа најниски вредности кај единките со најнизок BCS од 2-3 во кластер 6, за разлика од останатите кластери со BCS>3 кои имаа вредности на MOV_PROP од 0,02 до 0,05. Дел од единките што се наоѓаат во подоцнежна фаза од гравидитетот, поточно кравите од 210 до 221 гестациски ден кои се во кластер 4 се со најкраток MOV_PROP = 0,02. Сепак во однос на PREGN постојат и единки што се до 209 гестациски ден, а не манифестираат ниски вредности на MOV_PROP. Единките што имаат поизминато време од последниот маститис, односно повисоки вредности на MAST_TIME, имаат вредност на MOV_PROP=0,03±0,01 (кластер 2) што е повисока во споредба со единките со пократко изминато време на MAST_TIME и MOV_PROP=0.02±0,01, $t(55) = 2.86$, $p<0.05$.

Варијаблите BRSH_DUR и BRSH_NO во однос на атрибутот ORG кластер анализата покажа дека кластерот со купени крави (кластер 5) има ниска употреба на четката. Така, споредбата за употреба на четката помеѓу кравите родени на фарма и оние што се купени покажа пониско време на користење на четката кај купените крави BRSH_DUR= 0,002±0,003 наспроти кравите родени на фарма BRSH_DUR= 0,004±0,005, $t(175)=2.71$, $p<0.05$. Сепак тоа не е случај при споредба на варијаблата BRSH_NO, а постојат и кластери на родени крави на фармата кои имаат и пониска употреба на четката. Единките со најнизок BCS (кластер 3 = -0,83±0,50) имаат и најниско време и број на употреба на четката во однос на останатите кластери. Од друга страна, кравите што имаат повисока фреквенција на VLD како кластерите 6, 3 и 4 (од 1 – 6 пати VLD) имаат подолга употреба на четката во однос на кравите без VLD (кластер 2). Сепак треба да се има во предвид кластерот 5 каде има крави со една појава на VLD и нивното време на користење на четката е пократко од оние без VLD. Сличен е наодот кај REP_DIS каде кравите без репродуктивни проблеми (кластер 2) е

со најниски вредности на BRSH_DUR и BRSH_NO во однос на сите останати кластери. Сепак, вредностите за користење на четката и кај некои од останатите кластери (кластер 3 и 5) се приближни на вредностите од кластер 2. Притоа, варијаблата REP_DIS е значајно приоритетен одлучувачки фактор при кластрирањето (ANOVA, F=409,p<0.01), *Графикон 4-6, Г*.

За социјалните интеракции (HDBT_PROP; DPLC_PROP; CHSG_PROP; FGHT_PROP и CHUP_PROP) каде единките се појавуваат како иницијатори кај атрибутот AGE најзначајни кластери беа кластер 5 со најмлади единки (2 - 4), постари во кластер 4 (4-6) и најстари се во кластер 2 (6-9). HDBT_PROP има најниски вредности, т.е. HDBT_PROP = 0,36±0,41 во кластер 5, а највисоки вредности кај кластерите со стари единки. DPLC_PROP имаше високи вредности кај кластер 4 (DPLC_PROP=0,73±0,73), а најниско беше повторно во кластер 5 (DPLC_PROP=0,53±0,47), *Графикон 4-6, Д*. Кластер 2 има највисоки вредности и за CHSG_PROP со максимална вредност од 0,34. Атрибутот AGE имаше највисока контрибуција во кластеризацијата при оваа анализа (ANOVA F=252.7, p<0.001). За атрибутот PRCH_TIME кај поново купените крави (кластер 1) се евидентираше повисоки вредности на HDBT_PROP, DPLC_PROP, CHSG_PROP и FGHT_PROP во однос на купените крави во поодминат период (кластер 5). Сепак споредбата помеѓу двата кластери не покажа значителни разлики помеѓу социјалните интеракции (HDBT_PROP, DPLC_PROP, CHSG_PROP и FGHT_PROP со p вредности на t-статистиката од 0,19, 0.17, 0.42, 0.22 и 0,52 последователно). Во однос на BCS атрибутот значајни кластери се кластер 2 и 3 со околу 4 BCS, а кластер 4 со најнизок BCS 2-3,5. Притоа кластерите 2 и 3 се со највисоки вредности на HDBT_PROP, DPLC_PROP, CHSG_PROP, FGHT_PROP и CHUP_PROP, а кластерот 4 е со најниски вредности за сите зависни варијабли. Кај изминатото време од последниот маститис единките што во поскоро време имале маститис (кластер 3) имаат повисоки вредности на центроиди од 0,02, 0,14 и 0,95 за CHUP_PROP, FGHT_PROP и DPLC_PROP, последователно, во споредба со кластерите (кластер 2 и 4) со повисоки центроидни вредности на MAST_TIME од 2,6 и 1,6. Кај LAME, кравите што имаат голем број кривења во својот живот (од 4 – 9 кривења) се во кластер 2, со помал број кривења (1-2 кривења) 46% од кластерот и 54% случаи без кривења се наоѓаат во кластер 3, а најмногу случаи без кривења (74%) се во кластер 4. CHUP_PROP има повисоки вредности на центроидите во кластерите 3 и 2, CHUP_PROP = 0,12 и 0,01. Кај овие кластери има и повисоки центроидни вредности на DPLC_PROP од 1,10 и 1,03, наспроти кластер 4 со DPLC_PROP=0,56.

За LCK_PROP варијаблата се истакна атрибутот PREGN каде кравите што не се гравидни или се на почеток на гравидитетот (кластер 7), односно гестација од 0 – 36 ден, имаа висок центроид на LCK_PROP од 0,34, но со широк опсег од 0-2,66 нестандардизирани вредности. Сепак споредбата помеѓу значајните кластери со Tukey HSD test покажа значително повисока вредност на LCK_PROP на кластерот 7, p <0.01.

Кај SLCK_PROP во однос на двата формирани кластери за ORG , кластерот 2 ги содржи 78% од купените крави на фармата, а 41% од овој кластер го сочинуваат случаи на купени крави. Кластерот 2 има значително пониски SLCK_PROP вредности од кластер 1. При споредба помеѓу двете групи, купените крави се со значително пониски вредности на SLCK_PROP во однос на единките родени на фарма, 1,38±0,84 наспроти 1,66±0,85, t (175)=2.13, p=0.03. Многу сличен наод се утврди и за SCRT_PROP за ORG атрибутот. Поточно, кластерот 2 (кластер со низок SCRT_PROP) се состои од 40%, а кластер 1 (кластер со висок SCRT_PROP) од 28% случаи на купени крави Направениот t-тест на независни групи покажа значајно пониска вредност кај купените (SCRT_PROP =0,26±0.29) во споредба со родените крави на фармата (SCRT_PROP =0,38±0.36), t(175)=2.41, p=0.02. Дополнително, кравите без или пак со ниски вредности на LAME (опсег од 0 – 3), кластер 4, се со најниски вредности на SCRT_PROP = 0.11±0.11 во однос на останатите кластери. Во однос на OBHV, кај атрибутот PREGN кластерите 6 и 7 се состојат од негравидни крави и истите покажуваат високи вредности на $OBHV_{max}$ = 91, наспроти останататите кластери со гравидни крави каде $OBHV_{max}$=10, *Графикон 4- 6, Ѓ*.

Во однос на просторната дистрибуција во делот за хранење, поточно зоните ZR1-ZR4, кластерот со купени крави (кластер 3) при анализа на атрибутот ORG има значително повисоки вредности за ZR3_PROP и ZR4_PROP во споредба со ZR2_PROP и ZR1_PROP, p<0.05. Дополнително, PRCH_TIME покажа дека купените крави што најдолго престојувале во фармата (крави со највисоки вредности на PRCH_TIME), кластер 2 и 3 (10% од сите случаи) најмногу престојуваат во ZR1, центроиди на ZR1_PROP и ZR2_PROP во опсег 0,12 -0,29, а најкратко во ZR3 и ZR4, центроиди на ZR3_PROP и ZR4_PROP во опсег 0,03 -0,06. Кравите што се со средно изминато време од купувањето (кластер 5) најдолго престојуваат во ZR2_PROP=0.26, а кравите што последни биле купени, односно најкратко изминато време од купување до опсервација (кластер 1 и 4) најдолго престојуваат во ZR4 и ZR3, центроид во вредност од 0,30. Во однос на гравидитетот, односно PREGN варијаблата, кластерите со крави што се во гестација повисока од 100 дена (кластери 1 и 3) имаат повисоки вредности за ZR1_PROP, односно ZR2_PROP, а најниски во останатите две зони. Дополнително, постои еден кластер (кластер 4) со единки чија PRGEN вредност варира од негравидни единки па се до 177 дена гестација, каде доминантен е престојот во ZR4 и ZR 3. Кластерот со единки што има најниски вредности на SCC_PRES (кластер 1, со 0-5 SCC во тековната лактација) има значително највисоки вредности за ZR1_PROP = 0.23±0.06, p<0.0001. Сепак F статистиката во кластеризацијата прикажа најниски вредности за SCC_PRES варијаблата (F=19.03, p<0.001). Кравите што кривеле во тековната лактација, LAME_PRES, кластрирани во кластер 4, имаа најнизок престој во ZR4 во споредба со останатите зони во делот за хранење. На крај, кластерот со единки со високи вредности на OTHR_DIS, односно 70% од членовите на кластерот биле со болести во својата медицинска историја, кластер 2, има исто така и високи вредности за ZR2_PROP. Таа разлика е значајна како помеѓу кластерите (F(1,3)= 71.22, p<0,001), така и внатре во самиот кластер помеѓу зоните, *Графикон 4- 6, Е*.

Кај просторната дистрибуција во делот за лежење, единките со пониски вредности на PRCH_TIME, односно поново купените крави во стадото кластер 1, имаат повисоки вредности на ZL4_PROP и ZL3_PROP во споредба со вредностите за ZL1_PROP и ZL2_PROP. Спротивно, кравите со повисоки вредности за PRCH_TIME, кластер 2, имаат повисоки вредности за ZL1_PROP и ZL2_PROP. Сепак, варијаблата PRCH_TIME, иако значајна, не беше највлијателна во кластеризацијата ($F=16.74$, $p<0.001$). Во однос на LAME_PRES, единките што немаат кривење во моменталната лактација (кластер 1 и 3) имаат значително повисоки вредности за ZL2_PROP и ZL3_PROP во однос на другите кластери, $p<0.001$. Сепак постојат единки што не криват и во останатите два кластери и тоа 82% кластер 2 и 93% во кластер 4. Дополнително оваа варијабла има најслабо значајно влијание во кластеризацијата ($F=4.72$, $p<0.01$). Во сличен контекст е и анализата за LAME_TIME, каде единките што имале во поскоро време кривење (кластер 2) имаат доминатен престој во ZL1, а кравите што имаат најдолго изминато време од последното кривење доминираат во ZL2, како помеѓу кластерите така и во самите кластери. Исто така и влијанието во кластеризацијата е најмало на LAME_TIME во споредба со другите варијабли ($F=6.59$, $p<0.001$). За атрибутот OTHR_DIS каде кластер 1, составен од 61% од случаи со историја на болести, се покажаа повисоки вредности за ZL2_PROP во однос на другите кластери и зони, $p<0.05$. Сепак останатите кластери исто така во себе содржат случаи на крави со други болести но во помал процент, односно случаите без болести во преостанатите кластери од анализата се застапени во опсег од 58-73%.

Во однос на страната на легнување, LYI_MID и LYI_OUT, за атрибутот AGE, кластерот 1, составен од единки постари од 6,5 години, доминираше повисоката центроидна вредност на LYI_OUT = 3,10 наспроти LYI_MID= 0,81. Од друга страна пак, кластерите со пониски вредности за AGE имаат случаи и слични вредности и за двете страни на легнување. Кај атрибутот MAST кластерот 1 во кој 54% од случаите се со MAST>0, како и Кластерот 2 каде 47% од случаите се со MAST>0, имаат значително повисоки вредности за LYI_OUT во споредба со кластерите каде доминираат случаите без историја на маститис. Сепак не треба да се занемари процентот на учество на сосема здрави крави во кластерите 1 и 2. Единките што имаат повисоки вредности на LAME, односно кластерот 1 кој е составен од единки што имале повеќе од 4 кривења во својата медицниска историја, имаат повисоки вредности за LYI_OUT во споредба со LYI_MID, *Графикон 4- 6, Ж*. Сепак LYI_OUT е висока и во кластер 4 кој е составен од единки со опсег на LAME од 0 – 3. Кластерот што во себе содржи повеќе од 50% од случаите крави што имале третман во животот (TREAT > 0) и крави со повеќе од три третмани (кластер 1) имаат доминантно високи вредности за LYI_OUT како во кластерот така и помеѓу кластерите. Но, сличен е наодот и кај останатите кластери, освен во кластер 3 каде доминира LYI_MID, а има 42% крави што имале третман и 28% од вкупните случаи во кластерот припаѓаат на крави со TPEAT=3.

Слично како за страната на легнување, така и кај зоните на легнување, кластерот со повисоки вредности на AGE (кластер 2) има повисоки вредности за

ZL4_O, ZL3_O и ZL2_O во споредба со кластер 1, кој пак има повисоки вредности за ZL1_M, ZL2_M, ZL3_M. Единките со повисока вредност на PRCH_TIME, кластер 2 со центроид PRCH_TIME=1,15, се издвојуваат од останатите единки и кај нив доминира легнувањето во ZL2_M = 2,11. PRCH_TIME имаше значајна и примарна улога во кластеризацијата (F=102.04, p<0.001). За атрибутот MILK_LAST, кластерот составен од 46 случаи со крави со повисока млечност (кластер 2) доминира легнувањето во зоните на надворешната страна, односно ZL2_O, ZL3_O и ZL4_O, за разлика од кластерот со крави со пониска MILK_LAST (кластер 1). Двата кластери по однос на овој атрибут се преклопуваат со дистрибуциите, иако t-test значително ги разликува кластерите, а при кластеризацијата се придава слабо значење на MILK_LAST (F=24,02, p<0,001). Кај кластерот што се состои од 50% од случаите со TREAT>0 (кластер 2), доминираат легнувањата во ZL2_O, ZL3_O и ZL4_O, во однос на Кластер1 со 30% од случаите на крави со TREAT>0. Сепак атрибутот TREAT покажува ниска контрибуција во кластеризацијата (F=18.80, p<0.001). За атрибутите VLD и REP_DIS наодите беа со слични вредности. Поточно, кластер 2 каде има 83% случаи со VLD, односно 88% случаи со REP_DIS, има доминантно високи вредности за ZL1_O, ZL2_O, ZL3_O и ZL4_O. Додека кај кластер 1 со 70% од случаите без VLD, односно 67% без REP_DIS, се забележуваат високи вредности за M зоните. Дополнително, VLD и REP_DIS имаа силно приоритетно влијание во кластеризацијата, F=105,47, p<0,001 и F= 127.35, p<0.001, последователно.

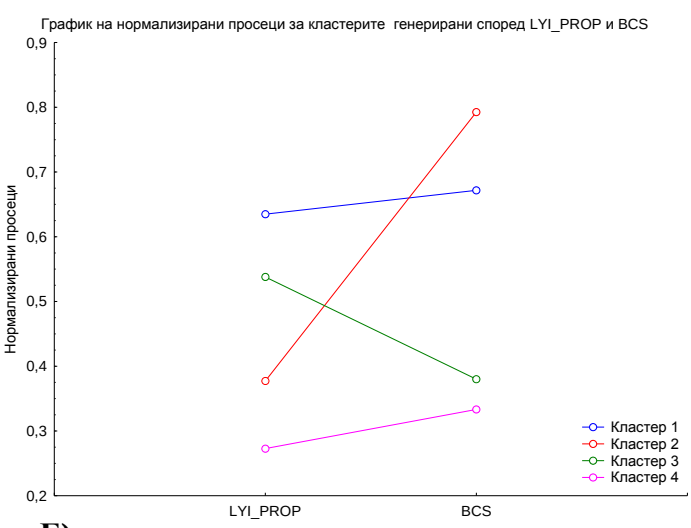
Во однос на примените социјални интеракции, (REC_HDBT_PROP; REC_DPLC_PROP; REC_CHSG_PROP и REC_CHUP_PROP), во атрибутот AGE кластерот со најстари единки AGE=7.44±098, кластер 1, има значително пониски вредности за REC_HDBT_PROP=0,32±0,25 и REC_DPLC_PROP=0,43±0,23, наспроти кластерите со помлади крави. Така, кластерите 6 и 5 со опсег на AGE од 2,4 – 5,7 се со REC_HDBT_PROP=0,50±0,31 и 0,95±0,31, REC_DPLC_PROP=0,71±0,29 и 1,54±0,25, последователно, што значително се разликуваат во однос на кластер 1, Post Hoc Tukey HSD <0.05, *Графикон 4-6, 3*. Дополнително, атрибутот AGE претставуваше најприоритетна и најзначајна варијабла во кластеризацијата (F=141,09, p<0.001). Вредностите на REC_DPLC_PROP беа исто така значително пониски кај кластерот со високи вредности на MILK=10.292 (кластер 3) во споредба со кластер 1 (кластер со најниска MILK=8104), p<0.001. Сличен е наодот и кај атрибутот MILK_LAST каде кластерот 4 со најниска млечност (центроид на MILK_LAST = 9.145) има највисоки вредности на REC_HDBT_PROP и REC_DPLC_PROP со центроиди 1,05 и 1,32 што е значително повисоко од кластерот 1 со највисока млечност (центроид на MILK_LAST = 14.489) со ниски вредности на REC_HDBT_PROP и REC_DPLC_PROP, t (62)=7.36, p<0,001. Сепак постојат и кластери, како кластерите 2 и 3 каде млечноста и примените социјални интеракции се спротивно насочени кон двата екстремни кластери. За атрибутот MAST_TIME, единките од кластер 1 со поизминато време од последниот маститис имаат значително пониски вредности за REC_DPLC_PROP во однос на кластер 2, U=248, p<0,05. Во однос на LAME атрибутот, значајни кластери се кластери 1 (случаи со број ≥ 4 кривења), кластер 3 (61% од случаите се со 1-3 кривења) , кластер 4 (84% се случаи без кривења) и кластер 5 (95% се случаи без кривења). За

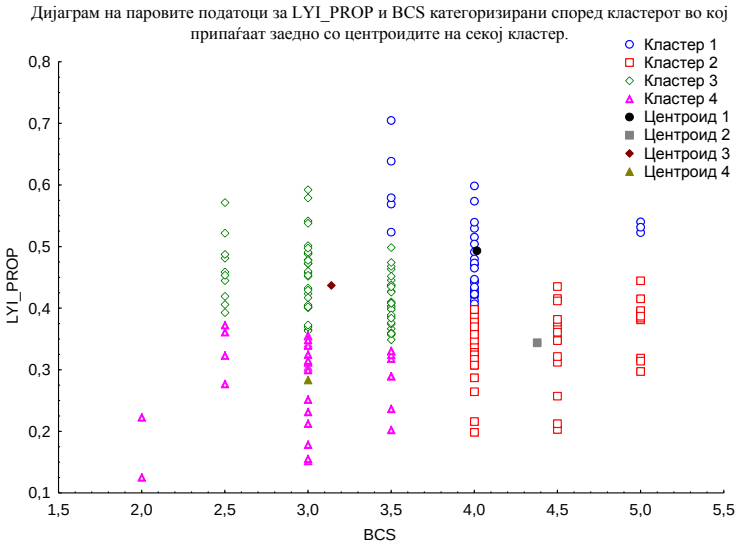
REC_DPLC_PROP, кластер 1 и 3 имаат статистички значајно пониски вредности од кластерите со крави што не криват, $p<0.05$. Сличен е резултатот и кај REC_HDBT_PROP со тоа што кластер 3 се истакнува како кластер со најмалку примени удари кој се разликува од кластерите 4 и 5, а кластер 1 од кластерот 5. Иако не е значајно, сепак кластерот 1 има највисоки REC_CHSG_PROP. Слични резултати се добија и за LAME_PRES, каде кластерот со крави што криват во моменталната лактација (кластер 1) има најниски центроиди за REC_HDBT_PROP=0,32 и REC_DPLC_PROP=0,44. Сепак постои и кластер 3 со здрави крави што е со доста слични вредности на REC_HDBT_PROP и REC_DPLC_PROP со кластер 1. За атрибутот OTHR_DIS кластер 1 составен од единки со вредности за OTHR_DIS имаа најниски вредности на REC_HDBT_PROP и REC_DPLC_PROP во однос на другите кластери со или без OTHR_DIS, но без статистичка значајност помеѓу кластерите.

Однесувањето REC_LCK_PROP во кластеризацијата со атрибутот BCS генерираше кластер со најниска BCS, од 2- 2,5 BCS, кластер 4, а највисок REC_LCK_PROP=0,38±0,10. Сепак вредностите кај овој кластер во однос на REC_LCK_PROP значително не се разликуваа од вредностите во другите кластери , Kruskall-Wallis $H(3,N=177)=8.61$, $p>0.05$. Во однос на PREGN атрибутот, дел од кластерите со највисок степен на гравидитет, како кластер 4 со случаи на гестација од 198-221 ден и кластер 6 гестација од 154 – 178 дена, покажуваат малку повисоки вредности на центроиди на REC_LCK_PROP од 0,24 и 0,37, последователно, во однос на другите кластери со центроиди од 0,03 до 0,12.Од друга страна, постои и кластер 7 со негравидни единки, што исто така покажува повисок REC_LCK_PROP. Дополнително, постојат и кластери што имаат центроиди на PREGN слични со кластерите 4 и 6, а сепак покажуваат ниски вредности на REC_LCK_PROP.

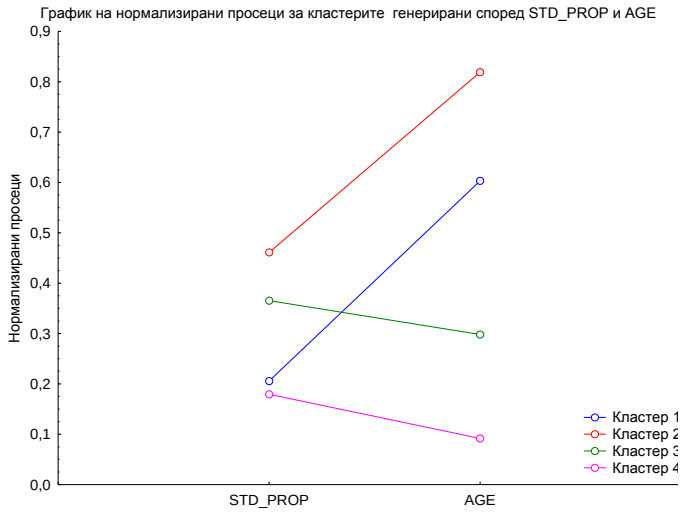
Класификацијата на асоцијациите според резултатите добиени од кластер анализите помеѓу атрибутите и однесувањата на животните како значајни асоцијации, делумно значајни, нејасни и без асоцијации се прикажани во збирната кластер матрица, *Табела 4-12*.

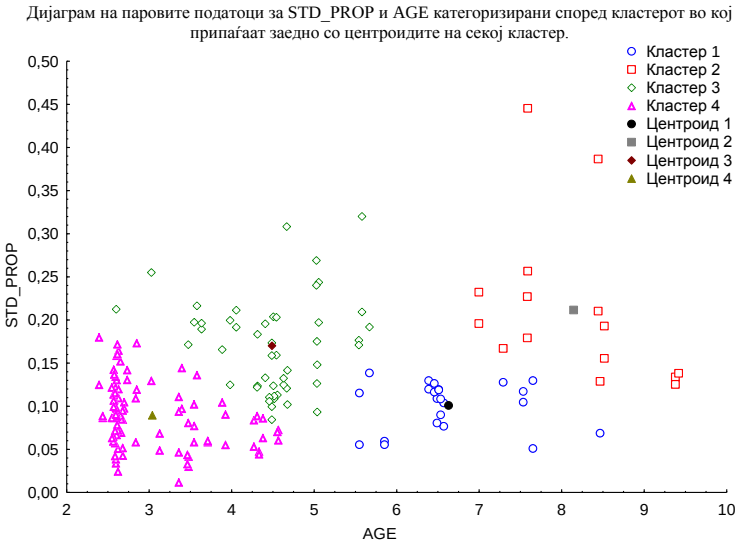
А)



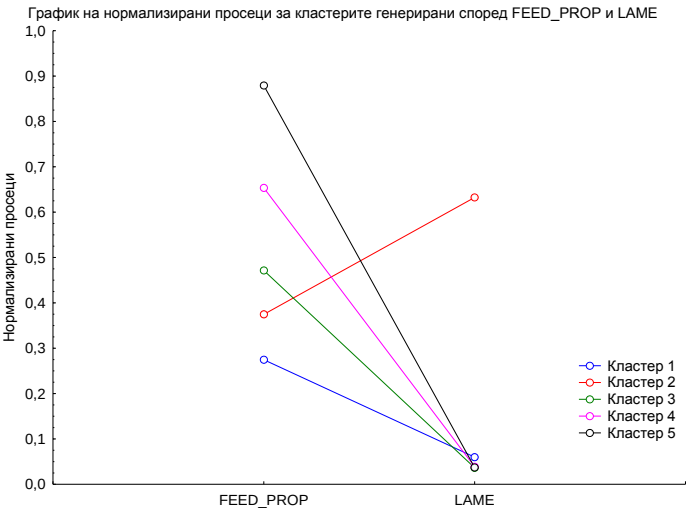


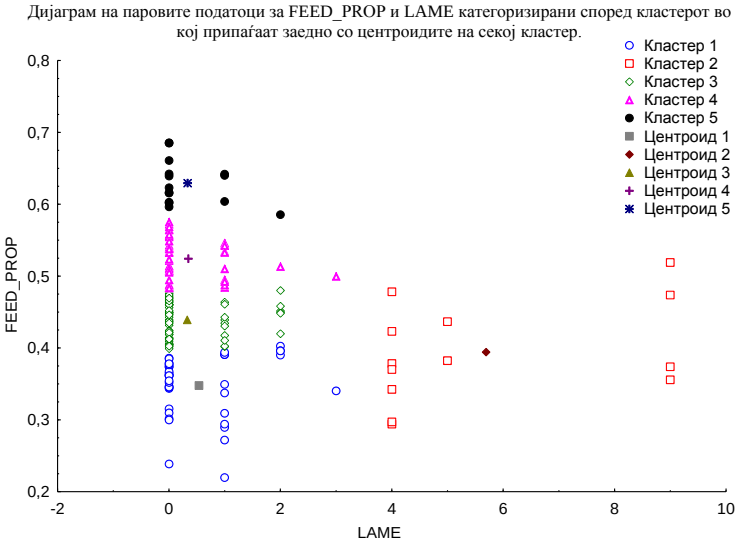
Б)





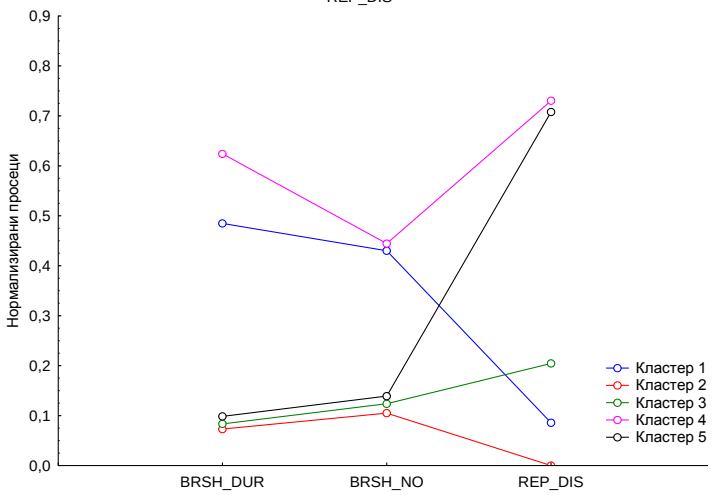
В)

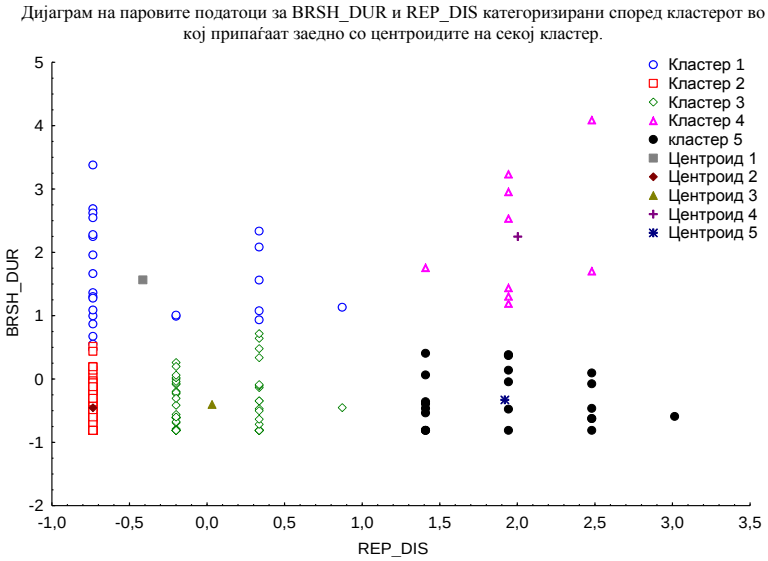




Графикон 4-6 Кластер анализа, графички приказ на кластерите за асоцијации помеѓу однесувањата и атрибутите на животните: А) LYI_PROP и BCS; Б) STD_PROP и AGE; В) FEED_PROP и LAME (*продолжува*)

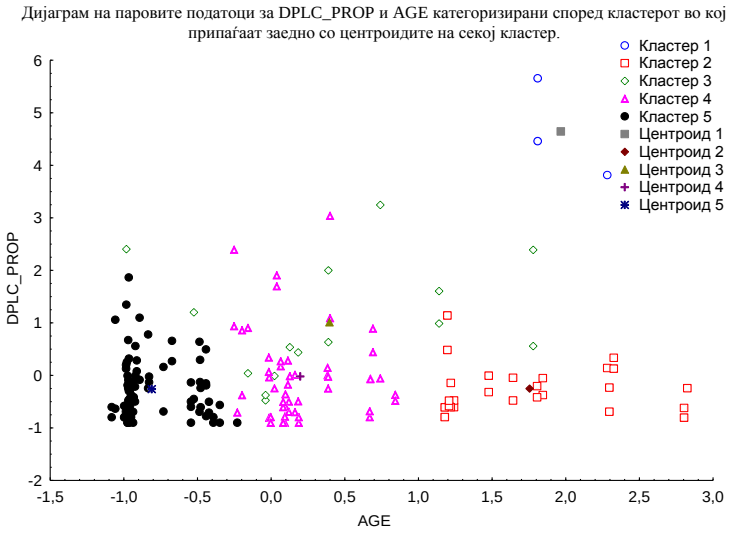
Г)



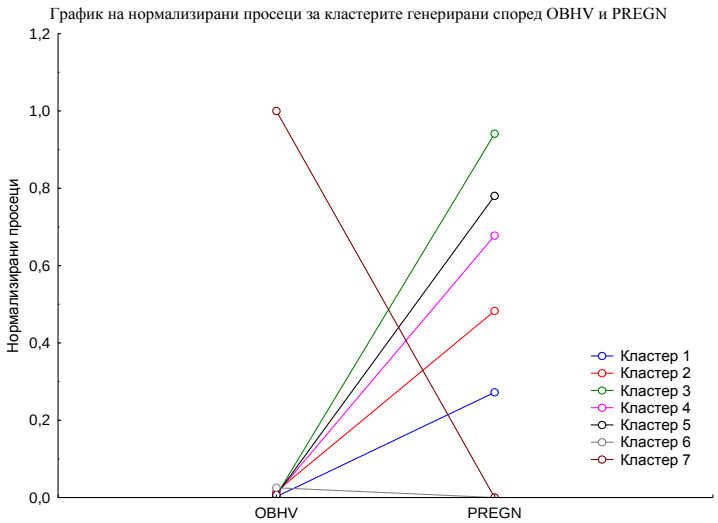


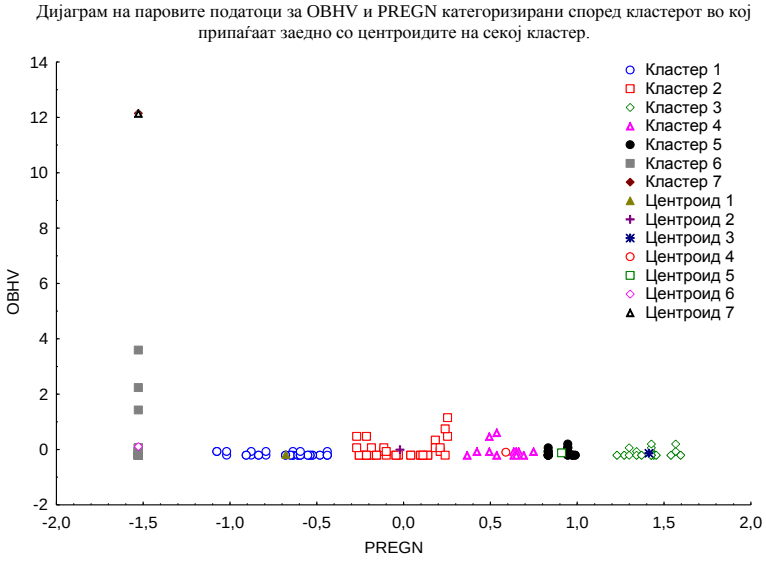
Д)





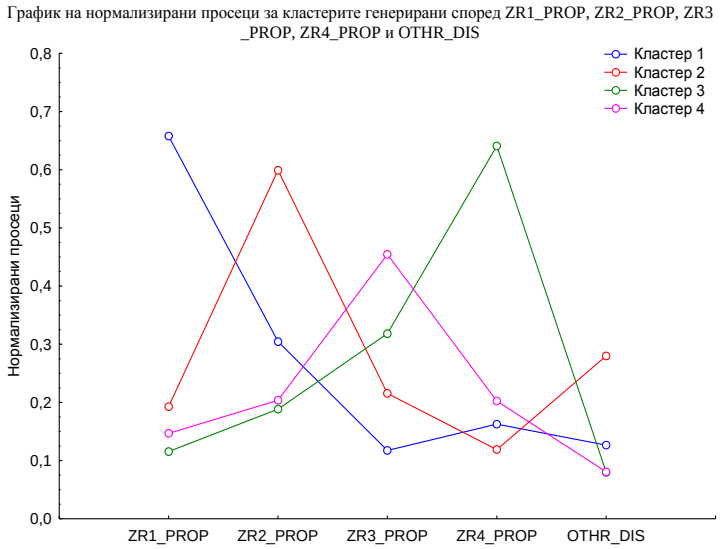
Ѓ)

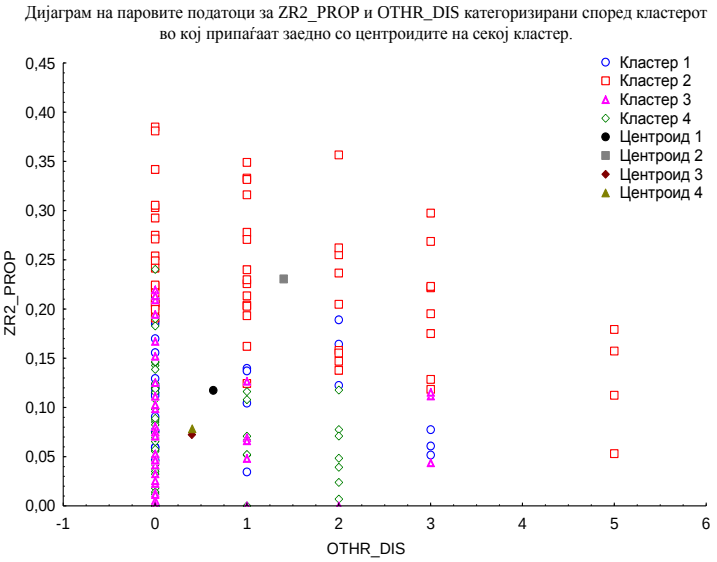




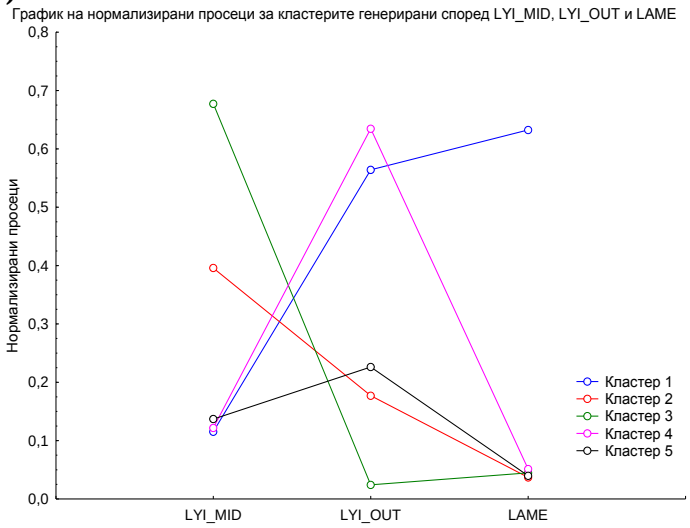
Графикон 4-6 Кластер анализа, графички приказ на кластерите за асоцијации помеѓу однесувањата и атрибутите на животните: Г) BRSH_DUR, BRSH_NO и REP_DIS; Д) HDBT_PROP, DPLC_PROP, CHSG_PROP, FGHT_PROP, CHUP_PROP и AGE; Ѓ) OBHV и PREGN (*продолжува*)

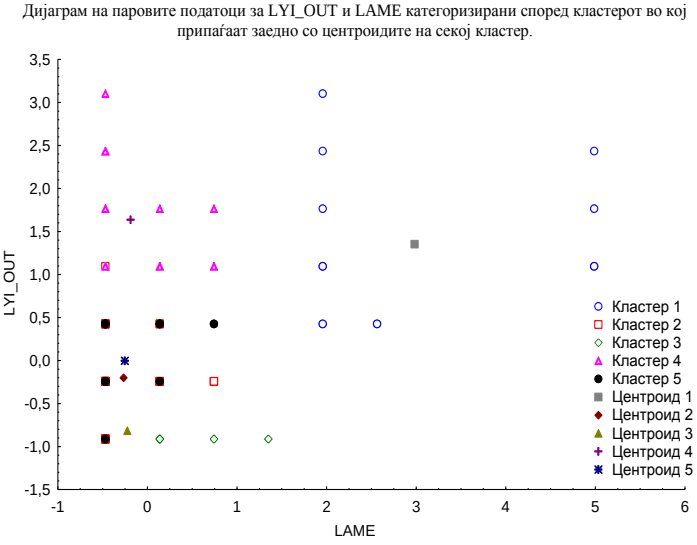
Е)



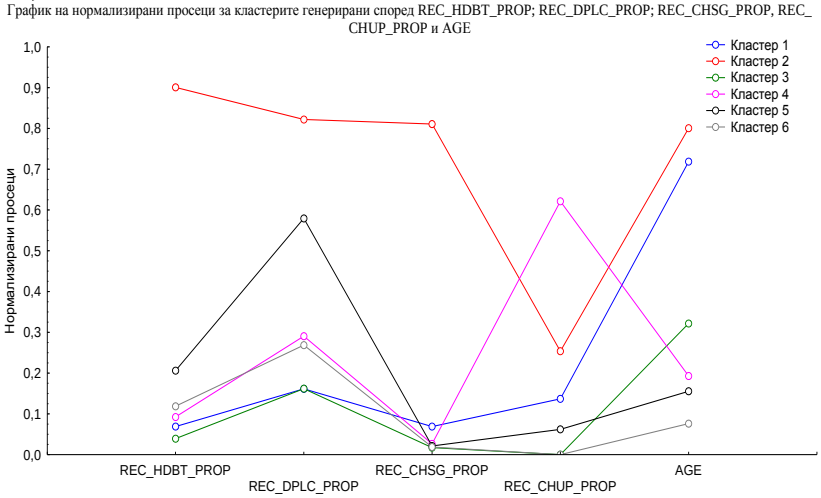


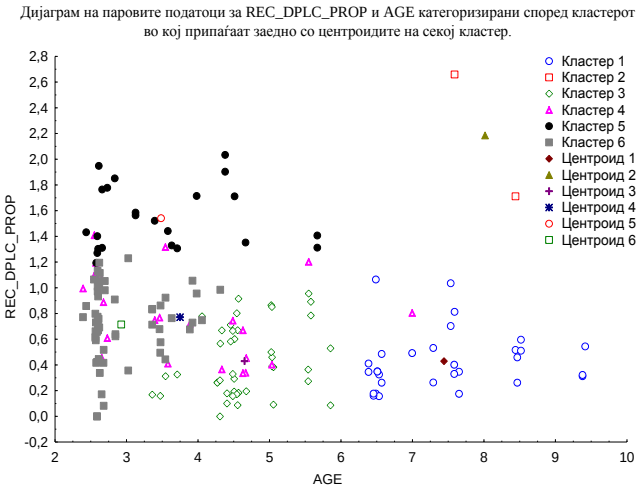
Ж)





З)





Графикон 4-6 Кластер анализа, графички приказ на кластерите за асоцијации помеѓу однесувањата и атрибутите на животните: Е) ZR1_PROP, ZR2_PROP, ZR3_PROP, ZR4_PROP и OTHR_DIS; Ж) LYI_MID, LYI_OUT и LAME; З) REC_HDBT_PROP, REC_DPLC_PROP, REC_CHSG_PROP,REC_CHUP_PROP и AGE.

Табела 4-12 Збирна матрица на класифицираните асоцијации утврдени според нехиерархиската К кластер анализа

	LYI_PROP	LY_BO_FQ	STD_PROP	FEED_PROP	MEAL_NO	MOV_PROP	BRSH_DUR	BRSH_NO	HDBT_PROP	DPLC_PROP	CHSG_PROP	FGHT_PROP	CHUP_PROP	LCK_PROP	SLCK_PROP	SCRT_PROP	OBHV	ZR1-ZR4_PROP	ZL1-ZL4_PROP	LYI_MID-OUT	ZL1ZL4_M-O	REC_HDBT_PROP	REC_DPLC_PROP	REC_CHSG_PROP	REC_CHUP_PROP	REC_LCK_PROP
AGE																										
ORG																										
PRCH_TIME																										
BCS																										
PREGN																										
MILK																										
MILK_LAST																										
SCC																										
SCC_PRES																										
MAST																										
MAST_PRES																										
MAST_TIME																										
LAME																										
LAME_PRES																										
LAME_TIME																										
SICK																										
TREAT																										
VLD																										
REP_DIS																										
OTHR_DIS																										

Легенда на асоцијации: **Незначајна** **Нејасна** **Делумно значајна** **Значајна**

4.3.4.3 Principal Component Analysis (PCA)

Последната анализа на асоцијативноста помеѓу однесувањата и атрибутите на животните претставуваше PCA анализата. Резултатите претставени како корелации на дополнителните (зависни) варијабли со основните компоненти (фактори) кои пак се дефинирани преку корелациите на атрибутите како активни варијабли во компонентите се прикажани во *Табела 4-13*. Со цел да се истакнат варијаблите со присутна асоцијативност, наративен опис ќе биде претставен исклучиво за варијаблите на однесувањето што манифестираат асоцијативност со некои од компонентите во анализата.

Табела 4-13 Табеларен приказ на координатите на факторите (основните компоненти - PC) базирани на корелациите на активните и дополнителните варијабли. (*вредностите покрај секоја PC претставуваат процентуален дел од вкупната варијанса*)

	Променливи	**PC 1 (25.36%)**	**PC 2 (13.67%)**	**PC 3 (11.31%)**	**PC 4 (10.08%)**	**PC 5 (9.02%)**	**PC 6 (7.63%)**
Атрибути	AGE	**-0.75**[a]	0.04	0.06	-0.15	-0.25	-0.38
	BCS	0.06	-0.44	-0.26	0.02	**0.56**[a]	0.00
	PREGN	-0.11	0.06	-0.14	-0.26	**0.75**[a]	0.22
	MILK	-0.47	**0.52**[a]	-0.15	-0.42	-0.19	0.33
	MILK_LAST	**-0.65**[a]	0.45	-0.17	-0.32	-0.12	0.31
	SCC	**-0.64**[a]	0.00	**0.64**[a]	0.02	-0.11	-0.14
	SCC_PRES	-0.45	-0.05	**0.66**[a]	0.11	0.11	0.17
	MAST	**-0.59**[a]	-0.24	0.35	0.09	0.22	-0.12
	MAST_PRES	-0.48	**-0.51**[a]	0.25	0.01	0.19	0.07
	LAME	-0.46	-0.07	-0.30	**-0.51**[a]	0.09	**-0.48**[a]
	LAME_PRES	-0.28	-0.36	-0.23	**-0.48**[a]	0.07	-0.29
	SICK	-0.10	0.23	-0.33	**0.53**[a]	-0.08	**-0.51**[a]
	TREAT	**-0.67**[a]	0.38	-0.23	0.37	0.27	0.13
	VLD	-0.44	**-0.59**[a]	-0.38	0.19	-0.33	0.33
	REP_DIS	**-0.53**[a]	**-0.61**[a]	-0.35	0.19	-0.29	0.24
	OTHR_DIS	**-0.65**[a]	0.37	-0.24	**0.50**[a]	0.26	-0.07
Состојба (статус)	†LYI_PROP	-0.11	0.00	-0.05	0.10	-0.02	0.02
	†LY_BO_FQ	-0.04	0.06	-0.06	-0.15	0.07	-0.03
	†STD_PROP	**-0.21***	-0.02	**-0.23***	-0.13	**0.21***	-0.05
	†FEED_PROP	**0.25***	-0.01	**0.21***	-0.03	-0.12	0.03
	†MEAL_NO	0.16	-0.02	-0.17	-0.10	-0.04	-0.04
	†MOV_PROP	0.03	0.16	-0.09	0.04	0.12	-0.14
	†BRSH_DUR	-0.15	-0.14	-0.11	-0.08	**0.21***	0.13
	†BRSH_NO	-0.07	-0.14	-0.16	-0.12	0.19	0.13
	†SCRT_PROP	-0.10	0.07	-0.16	-0.04	0.16	-0.08
	†OBHV	0.06	-0.07	-0.07	0.01	0.03	-0.01

	Променливи	PC 1 (25.36%)	PC 2 (13.67%)	PC 3 (11.31%)	PC 4 (10.08%)	PC 5 (9.02%)	PC 6 (7.63%)
Социајлни Интеракции како донор	†HDBT_PROP	-0.05	-0.02	-0.11	-0.05	0.01	-0.03
	†DPLC_PROP	-0.10	-0.14	-0.03	-0.04	0.05	-0.02
	†CHSG_PROP	-0.06	-0.15	-0.06	-0.07	0.03	-0.14
	†FGHT_PROP	-0.08	-0.07	-0.19	0.01	0.04	-0.16
	†CHUP_PROP	-0.10	-0.04	0.03	0.04	0.08	-0.04
	†LCK_PROP	0.01	-0.15	-0.10	0.08	0.04	0.01
	†SLCK_PROP	-0.08	-0.06	-0.16	-0.01	0.13	0.05
Просторна дистрибуција	†ZR1_PROP	0.06	0.04	-0.06	-0.09	0.11	0.03
	†ZR2_PROP	-0.10	0.16	0.02	-0.06	-0.05	-0.09
	†ZR3_PROP	0.09	-0.08	0.04	0.03	-0.03	0.00
	†ZR4_PROP	0.15	-0.09	0.15	0.05	-0.08	0.11
	†ZL1_PROP	0.00	-0.11	-0.13	-0.07	0.00	0.07
	†ZL2_PROP	-0.11	0.08	-0.02	0.18	-0.03	-0.02
	†ZL3_PROP	-0.06	0.16	-0.06	-0.07	0.00	-0.11
	†ZL4_PROP	0.02	-0.18	0.09	-0.02	0.09	0.04
Локација на легнување	†LYI_MID	0.17	0.08	0.06	0.13	-0.02	0.07
	†LYI_OUT	**-0.24***	-0.02	-0.13	-0.18	0.04	-0.09
	†ZL1_M	0.05	-0.09	0.01	0.02	-0.05	0.06
	†ZL1_O	-0.04	-0.05	-0.18	-0.10	0.05	0.05
	†ZL2_M	0.02	0.06	-0.06	**0.22***	-0.05	-0.01
	†ZL2_O	-0.07	0.01	0.01	-0.02	0.04	-0.04
	†ZL3_M	0.10	0.13	-0.01	-0.01	-0.04	0.02
	†ZL3_O	**-0.28***	0.11	-0.07	**-0.22***	0.05	-0.20
	†ZL4_M	0.12	0.00	0.17	-0.02	0.10	0.05
	†ZL4_O	-0.11	-0.14	-0.03	-0.01	-0.07	0.01
Социајлни Интеракции како примач	†REC_HDBT_PROP	**0.33***	-0.05	0.11	-0.08	0.10	-0.03
	†REC_DPLC_PROP	**0.30***	-0.02	0.03	-0.05	0.12	0.15
	†REC_CHSG_PROP	**-0.24***	0.01	0.02	-0.11	-0.02	**-0.25***
	†REC_CHUP_PROP	-0.03	-0.01	0.03	-0.02	-0.10	-0.04
	†REC_LCK_PROP	-0.01	-0.15	0.08	-0.02	0.09	-0.03

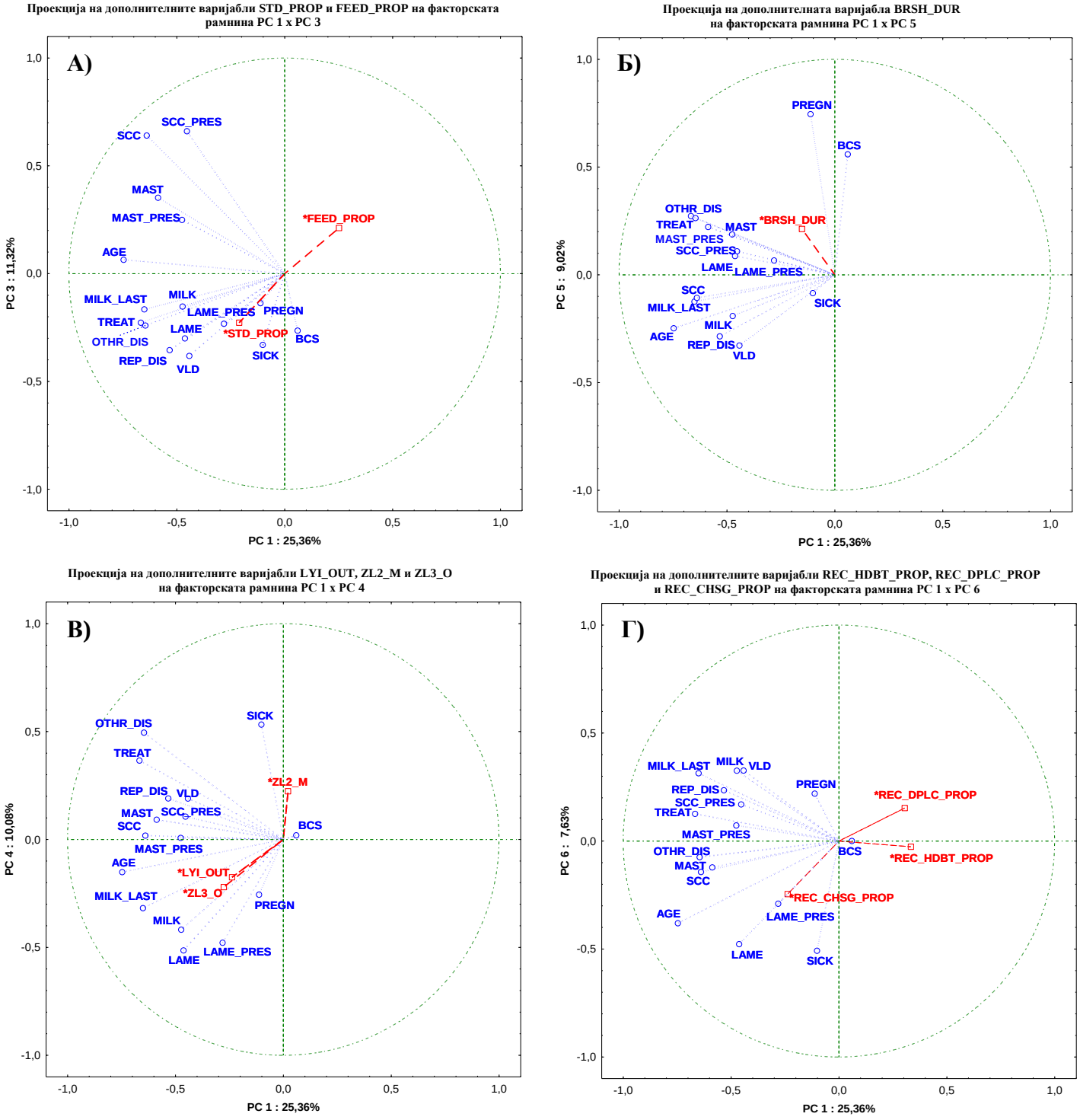
† Дополнителни варијабли; *Значајни корелации на дополнителните варијабли со основните компоненти; [a]Највисока корелациска вредност на атрибутот во однос на неговите корелации во останатите основни компоненти

Кај однесувањата поврзани со состојбата на животните се утврдија корелации на STD_PROP со PC1 (r=-0.21), PC3 (r=-0.23) и PC5 (r=0.21). Тоа укажува дека STD_PROP е во позитивна асоцијација со AGE, PREGN, BCS, TREAT, MILK_LAST, OTHR_DIS, MAST, REP_DIS, а контрадикторни се асоцијациите за SCC и SCC_PRES, *Графикон 4-7, А*. За FEED_PROP се утврди корелации од r=0.25 за PC1 и r=0.21 за PC3, *Графикон 4-7, А*. Притоа, постои негативна асоцијација на FEED_PROP со AGE, TREAT, MILK_LAST, OTHR_DIS, MAST, REP_DIS, а контрадикторни се асоцијациите за SCC и SCC_PRES. За BRSH_DUR е

утврдена корелација од r=0.21 за PC5 со што се утврди позитивна асоцијација со BCS и PREGN атрибутите, слаба позитивна асоцијација со MAST, TREAT и OTHR_DIS, како и слаба негативна асоцијација со VLD, AGE и REP_DIS, *Графикон 4-7, Б.*

За местото на легнување се утврди негативна корелација на LYI_OUT со PC1, r=-0.24 што индицира позитивна асоцијација со AGE, MILK, MILK_LAST, SCC, SCC_PRES, MAST, MAST_PRES, LAME, TREAT, VLD, REP_DIS и OTHR_DIS. Kaj ZL2_M се утврди корелација од r=0.22 со PC4, индицирајќи позитивна асоцијација со SICK, TREAT и OTHR_DIS, а негативна со PREGN, MILK, MILK_LAST, LAME и LAME_PRES. Потоа, локацијата ZL3_O беше во негативна корелација со PC1, r=-0.28, како и со PC4, r=-0.22. Тоа укажува дека ZL3_O е во позитивна асоцијација со AGE, MILK, MILK_LAST, SCC, SCC_PRES, MAST, MAST_PRES, LAME, LAME_PRES, TREAT, VLD, REP_DIS, а негативна со SICK. На *Графикон 4-7, В* графички се прикажани односите на дополнителните варијабли со активните варијабли на моделот.

Во однос на примените социјални интеракции постоеше позитивна корелација на REC_HDBT_PROP и REC_DPLC_PROP со PC1, од r=0.33 и r=0.30, последователно. Тоа имплицира негативна асоцијација на примените удари со глава и поместувања со атрибутите AGE, MILK, MILK_LAST, SCC, SCC_PRES, MAST, MAST_PRES, LAME, LAME_PRES, TREAT, VLD, REP_DIS, OTHR_DIS. Од друга страна REC_CHSG_PROP беше во негативна корелација со PC1, r=-0.24, и со PC6, r=-0.25. Овие резултати индицираат дека REC_ CHSG _PROP е во позитивна асоцијација со AGE, SCC, SCC_PRES, MAST, MAST_PRES, LAME, LAME_PRES, SICK, TREAT и OTHR_DIS, а негативна асоцијација со PREGN. Графички приказ на примените социјални интеракции како дополнителните варијабли со активните варијабли на моделот се прикажани на *Графикон 4-7, Г.*



Графикон 4-7 Графички приказ на односот помеѓу дополнителните варијабли (однесувањата) и активните варијабли (атрибутите) во факторската рамнина дефинирана од страна на најзначајните основни компоненти (PC) на генерираниот PCA модел. О Активни варијабли (атрибути), □ Дополнителни варијабли (однесувања). А) STD_PROP и FEED_PROP; Б) BRSH_DUR; В) LYI_OUT, ZL3_O и ZL2_M; Г) REC_HDBT_PROP, REC_DPLC_PROP и REC_ CHSG _PROP

4.3.4.4 Сублимирани резултати

Сублимираните резултати од трите анализи утврдија дека од вкупно 760 поврзувања помеѓу атрибутите и зависните варијабли кај 569 не постоеше асоцијативност кај ниту една од трите спроведени анализи. Вкупно детектирани беа 12 позитивни асоцијации од кои сепак шест припаѓаат на PRCH_TIME, потоа три за AGE, а по една за BCS, MILK_LAST и MAST_TIME. Кај негативните асоцијации вкупно беа утврдени 13 од кои три за PRCH_TIME и OTHR_DIS, по две за AGE, MAST_TIME и LAME, а една за TREAT. Делумно негативни асоцијации беа вкупно 67 од кои осум се однесуваа на PREGN, по седум за PRCH_TIME и LAME_PRES, пет за AGE и MAST_TIME, четири асоцијации за MILK_LAST и LAME, три кај MILK, SCC_PRES, MAST, MAST_PRES, TREAT, VLD и REP_DIS, две кај SCC, а една делумно негативна асоцијација беше евидентирана кај BCS, LAME_TIME, SICK и OTHR_DIS. Од вкупно 97 утврдени делумно позитивни асоцијации најмногу се евидентираа девет за атрибутите BCS и TREAT, по осум за AGE и REP_DIS, седум асоцијации за VLD и OTHR_DIS, шест за PREGN, MAST и LAME, четири за MILK_LAST, SCC, SCC_PRES, MAST_PRES и LAME_PRES, три за PRCH_TIME и по две за MILK, MAST_TIME, LAME_TIME и SICK. Само кај VLD и REP_DIS во однос на BRSH_DUR не можеше да се донесе заклучок поради контрадикторни резултати на различните анализи. Детален табеларен приказ на сублимираните резултати од трите анализи за сите атрибути и однесувања вклучени во истражувањето е прикажана во *Табела 4-14*.

Табела 4-14 Матрица на сублимирани наоди на асоцијативност од сите спроведени анализи помеѓу атрибутите и однесувањата (зависните променливи). Притоа, симболот „/“ означува нема асоцијативност, „+“ позитивна асоцијативност, а „-“ негативна асоцијативност, а редоследот на заклучоците од анализите во секоја ќелија започнува со корелација, кластер анализа и завршува со PCA. (*продолжува на другата страна*)

ОДНЕСУВАЊА / АТРИБУТИ	LYI_PROP	LY_BO_FQ	STD_PROP	FEED_PROP	MEAL_NO	MOV_PROP	BRSH_DUR	BRSH_NO	SCRT_PROP	OBHV	HDBT_PROP	DPLC_PROP	CHSG_PROP	FGHT_PROP	CHUP_PROP	LCK_PROP	SLCK_PROP	ZR1_PROP	ZR2_PROP	ZR3_PROP	ZR4_PROP
AGE	///	///	+++	-/-	///	///	///	///	///	///	/+/	/+/	/+/	/+/	///	///	///	///	+//	///	-//
PRCH_TIME	//	//	++	-/	//	//	//	//	//	//	/-	/-	/-	/-	//	//	//	++	++	--	--
BCS	/+/	///	+/+	///	///	++/	+++	++/	///	///	/+/	/+/	/+/	/+/	/+/	///	///	///	///	///	///
PREGN	/-/	///	+/+	///	///	/-/	+/+	+//	///	/-/	///	///	///	///	///	/-/	///	++/	/+/	/-/	/-/
MILK	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///
MILK_LAST	///	///	+/+	//-	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///
SCC	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	+//	///	///
SCC_PRES	/+/	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	/-/	///	///	///
MAST	/+/	///	//+	//-	///	///	//+	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///
MAST_PRES	///	///	///	///	///	-//	///	///	///	///	///	+//	///	///	///	///	///	///	///	///	///
MAST_TIME	++	//	//	//	//	/+	//	//	//	//	-/	--	//	/-	/-	//	//	//	+/	//	-/
LAME	///	///	++/	/-/	///	///	///	///	/+/	///	///	///	///	///	/+/	///	///	///	///	///	-//
LAME_PRES	///	///	///	/-/	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	+//	///	///	///	--/
LAME_TIME	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	+/	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//
SICK	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	//	///	///	///	///	///	///
TREAT	///	///	+/+	---	///	///	//+	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	-//
VLD	///	///	///	///	///	-//	/+-	/+/	///	///	///	+//	///	///	///	///	///	///	///	///	///
REP_DIS	///	///	//+	//-	///	///	/+-	/+/	///	///	///	+//	///	///	///	///	///	///	///	///	///
OTHR_DIS	///	///	//+	---	///	///	//+	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	/+/	///	-//

ОДНЕСУВАЊА / АТРИБУТИ	ZL1_PROP	ZL2_PROP	ZL3_PROP	ZL4_PROP	LYI_MID	LYI_OUT	ZL1_M	ZL1_O	ZL2_M	ZL2_O	ZL3_M	ZL3_O	ZL4_M	ZL4_O	REC_HDBT_PROP	REC_DPLC_PROP	REC_CHSG_PROP	REC_CHUP_PROP	REC_LCK_PROP
AGE	///	///	///	///	///	+++	/-/	///	/-/	/+/	/-/	+++	///	/+/	---	---	+/+	///	///
PRCH_TIME	++	++	/-	--	//	//	+/	//	++	//	-/	//	//	//	//	//	+/	+/	//
BCS	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	/-/
PREGN	///	///	///	///	///	///	///	///	//-	///	///	///	///	///	///	///	//-	///	/+/
MILK	///	///	///	///	///	//+	///	///	//-	///	///	//+	///	///	//-	/--	///	///	///
MILK_LAST	///	///	///	///	///	//+	///	///	//-	/+/	///	+++	///	/+/	/--	/--	///	///	///
SCC	///	///	///	///	///	//+	///	///	///	///	///	//+	///	///	//-	//-	+/+	///	///
SCC_PRES	///	///	///	///	///	//+	///	///	///	///	///	//+	///	///	//-	//-	//+	///	///
MAST	///	///	///	///	///	/++	///	///	///	///	///	//+	///	///	-/-	//-	//+	///	///
MAST_PRES	///	///	///	///	///	//+	///	///	///	///	///	//+	///	///	//-	//-	//+	///	///
MAST_TIME	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	-/	--	//	//	//
LAME	///	///	///	///	--/	++/	///	///	//-	///	///	//+	///	///	---	---	//+	///	///
LAME_PRES	///	/-/	/-/	///	///	//+	///	///	//-	///	///	//+	///	///	//-	/--	//+	///	///
LAME_TIME	/-	/+	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//
SICK	///	///	///	///	///	///	///	///	//+	///	///	//-	///	///	///	///	//+	///	///
TREAT	///	+//	///	///	///	/++	///	///	//+	/+/	///	/++	///	/+/	-/-	-/-	//+	///	///
VLD	///	///	///	///	///	//+	///	/+/	///	/+/	///	/++	///	/+/	-/-	//-	///	///	///
REP_DIS	///	///	///	///	///	+/+	///	/+/	///	/+/	///	/++	///	/+/	//-	//-	///	///	///
OTHR_DIS	///	/+/	///	///	///	//+	///	///	//+	///	///	///	///	///	---	---	//+	///	///

ЛЕГЕНДА:

///, // Нема асоцијативност; ---, -- Негативна асоцијативност; +++, ++ Позитивна асоцијативност; /+- Нема заклучок

/-/, -/-, -/, //-, -//, /-, --/, /-- Делумно негативна асоцијативност; /+/, +/+, //+, ++/, /+, +//, +/, /++ Делумно позитивна асоцијативност

4.4 Анализа на социјални мрежи и асоцијации на социјалните интеракции со атрибутите од молзни крави

4.4.1 Анализа на социјалната мрежа со сите интеракции

Дескриптивната статистика за социјалната мрежа во која се вклучени сите интеракции помеѓу единките во опсервираното стадо е опишана во *Табела 4-15*. Густината на меѓусебните интеракции во мрежата е ρ=0.40±1.66 што е значајно во споредба со теоретските модели на рандомизирани интеракции со ρ=1 (z-score=-9.55, se=0.06, p<0.05) и интеракции со густина 0 (z-score=6.08, se=0.06, p<0.05). Просечното растојание помеѓу достапните јазли во мрежата е L=1.89, мрежата е со средна компактност која изнесува 0.58, каде 99.99% припаѓаат на растојанија помеѓу два јазли од 3 линии.

Табела 4-15 Универијантна дескриптивна статистика на социјалните мрежи (матрици) генерирани од социјалните интеракции на животните

	Тип на социјална мрежа		
	Сите интеракции	**Агонистичка**	**Афилијативна**
Густина	0.40	0.20	0.04
Стандардна девијација	1.66	0.71	0.42
Вкупно социјални интеракции	3231	1608	298
Варијанса	2.76	0.5	0.18
Сума на квадратите	23875	4442	1448
Евклидова норма	154.515	66.648	38.05
Минимален број опсервации по единка	0	0	0
Максимален број опсервации по единка	81	28	23
Број на опсервации (N)	8190	8190	8190

Во однос на централизацијата на мрежата, мрежата „кон надвор“ (*Outdegree*) е со 2.87% централизираност, а „кон внатре“ (*Indegree*) е 1.52% . Просечниот степен на мрежата *In/Out* изнесува 35.51 со $SD_{OutDegree}$ ±33.36, $SD_{InDegree}$ ±23.00, во опсег на степенот од 0 - 240. Просечната оддалеченост на јазлите во мрежата насочена кон јазлите (*InFarness*) изнесува 259 (во опсег од 147-8190), а иста е оддалеченоста и за насоченоста од јазлите (*OutFarness*) само што е во пократок опсег (од 210-323). Средната транзитност на јазлите во мрежата (B_{avg})=79.62±61.50 во опсег од 0 – 305.96. Коефициентот на кластрирање на целата мрежа изнесува $C_{avg=}$0.54. Случајно генерираната матрица со ист број јазли, иста густина и *Poisson*-ова дистрибуција на поврзувањата имаше L=1.68 и $C_{avg=}$0.39 што укажува на малку повисоки вредности кај испитуваната мрежа на сите интеракции во стадото.

Резултатите по однос на хомофилноста во стадото помеѓу единките т.е. интензитетот на интеракции помеѓу единките со слични вредности на атрибутите се прикажани во *Табела 4-16*. Притоа, за утврдување на значајноста на резултатите исклучувајќи ја можноста од случаен наод, изведени се 10^3 итерации со пермутациски просек од -0,01 и стандардна грешка од 0.04 до 0.07. Највисока значајна корелација во однос на атрибутите имаше кај AGE (r=0.34), SCC (r=0.20) и PREGN (r=0.17). Резултатите базирани на Relational contingency table analysis - directed networks тестот со опсервирани дихотомни и очекувани вредности и изведени 10^3 пермутации се прикажани во *Табела 4-17*. Значајни интеракции помеѓу групите беа индицирани кај варијаблите LAME и REP_DIS, а во и помеѓу групите кај SICK и VLD. Дополнително, специфични, но сепак со p>0.05, беа наодите кај LAME_PRES каде постојат силни интеракции во групата со кривења во моменталната лактација, потоа помеѓу групите кај TREAT и OTHR_DIS. E-I индексот за хомофилност на категориските варијабли покажа високи негативни вредности за LAME_PRES, SICK и MAST_PRES, а позитивна вредност за AGE, *Табела 4-16*.

Табела 4-16 Хомофилност на единките во социјалните интеракции кај различните социјални мрежи презентирани преку автокорелација (корелација на интеракции во групата дефинирана според зададени атрибути) и E-I индексот како однос помеѓу интеракции во или надвор од групата со исти атрибути

	Тип на социјална мрежа					
	Сите интеракции		**Агонистичка**		**Афилијативна**	
Атрибут	**Автокорелација**	**E-I Индекс**	**Автокорелација**	**E-I Индекс**	**Автокорелација**	**E-I Индекс**
AGE	0.34*	0.42	0.21*	0.47	0.74*	0.13
BCS	-0.01	0.17	-0.02	0.15	-0.12	0.30
PREGN	0.17*		0.09*		0.50*	
MILK	0.05		0.02		0.14	
MILK_LAST	0.06		0.06*		0.19	
SCC	0.20*	-0.13	0.17*	-0.12	0.51*	-0.19
SCC_PRES	0.01	-0.09	0.05*	-0.06	0.23*	-0.17
MAST	0.05	-0.01	0.02	0.01	0.06	0.07
MAST_PRES	-0.07	-0.27	-0.08*	-0.23	-0.07	-0.25
LAME	0.01	-0.19	-0.02	-0.16	0.05	-0.24
LAME_PRES	0.07	-0.83	0.02	-0.84	0.28*	-0.87
SICK	-0.06	-0.56	-0.04	-0.59	-0.09	-0.50
TREAT	-0.01	-0.08	-0.01	-0.08	-0.02	-0.09
VLD	-0.07	0.1	-0.07	0.07	-0.25	0.24
REP_DIS	-0.06	0.08	-0.06	0.05	-0.2	0.23
OTHR_DIS	-0.05	0.01	-0.04	0.01	-0.13	0
ORG		-0.13		-0.11		-0.30

* $p<0.05$ и <5% стапка на грешка според случајните пермутации при 10^3 изведени итерации

Табела 4-17 Интеракции во и надвор од групите дефинирани со атрибутите на животните како дихотомни варијабли користејќи го тестот *Relational contingency table analysis -- directed networks* каде претставените вредности се однос на опсервираните наспроти очекуваните вредности изведени со 10^3 пермутации

	Социјална Мрежа на сите интеракции					
	0-0	**0-1**	**1-0**	**1-1**	**χ^2**	**p вредност**
ORG	1.06	1.04	0.84	1.03	12.51	0.24
SCC	1.07	0.93	1.05	0.99	3.40	0.66
SCC_PRES	0.98	0.98	1.01	1.05	1.20	0.92
MAST	1.04	0.93	1.03	0.92	4.65	0.61
MAST_PRES	0.94	1.00	1.25	1.19	19.36	0.12
LAME	1.05	0.76	1.12	1.07	29.27	0.04
LAME_PRES	1.00	0.84	1.05	1.53	3.50	0.70
SICK	0.96	0.84	1.68	1.70	53.81	0.01
TREAT	1.07	0.79	1.09	0.98	23.05	0.08
VLD	0.88	0.82	1.23	1.09	42.03	0.01
REP_DIS	0.90	0.79	1.21	1.10	44.36	0.01
OTHR_DIS	1.04	0.79	1.14	1.00	26.12	0.06
Агонистичка Социјална Мрежа						
ORG	1.07	1.10	0.84	0.90	12.36	0.26
SCC	1.04	0.86	1.11	1.00	8.37	0.39
SCC_PRES	0.92	0.94	1.10	1.10	7.71	0.43
MAST	0.97	0.88	1.17	1.03	10.81	0.30
MAST_PRES	0.89	0.99	1.47	1.34	44.45	0.01
LAME	1.06	0.68	1.22	0.98	38.95	0.02
LAME_PRES	1.01	0.76	1.04	1.14	3.50	0.70
SICK	0.95	0.76	1.85	1.78	56.75	0.01
TREAT	1.08	0.80	1.12	0.88	17.44	0.16
VLD	0.81	0.74	1.35	1.13	65.22	0.00
REP_DIS	0.83	0.71	1.33	1.12	63.42	0.00
OTHR_DIS	1.02	0.8	1.19	0.98	20.26	0.11
Афилијативна Социјална Мрежа						
ORG	1.08	0.77	0.90	1.33	6.08	0.31
SCC	1.14	1.15	0.70	1.04	5.90	0.34
SCC_PRES	0.99	1.08	0.76	1.26	5.55	0.36
MAST	1.05	1.11	0.87	0.87	1.90	0.76
MAST_PRES	0.95	1.19	1.05	0.98	1.38	0.85
LAME	1.06	0.97	0.86	1.11	1.43	0.84
LAME_PRES	0.99	1.05	0.77	8.23	26.03	0.02
SICK	0.96	1.13	1.37	1.37	2.27	0.70
TREAT	1.15	0.77	0.75	1.37	10.16	0.13
VLD	0.80	1.08	1.10	1.05	3.00	0.62
REP_DIS	0.81	1.07	1.07	1.03	2.39	0.72
OTHR_DIS	1.16	0.73	0.85	1.27	8.86	0.17

0 = отсуство на атрибутот /родени на фарма; 1= присуство на атрибутот /купени на фарма

Дескриптивната статистика на мерењата изведени на јазлите во социјалната мрежа групирајќи ги според атрибутите на животните е прикажана во *Табела 4-18.* Во истата табела се прикажани разлики помеѓу групите на животните во однос на одредени карактеристики на јазлите. Така, утврдени се разлики помеѓу групите со и без историја на MAST, LAME, TREAT, VLD, REP_DIS и OTHR_DIS за поедини мерења на јазлите во социјалната мрежа. Корелацијата на континуираните атрибути кај животните беше значајна за AGE, BCS, MILK и MILK_LAST во однос на одредени мерења базирани на јазлите во мрежата *Табела 4-19*.

Табела 4-18 Вредности измерени на ниво на јазли за одредени параметри во социјалната мрежа со „Сите Интеракции“ споредени помеѓу групите на животни дефинирани според поедини атрибути

	Атрибут					
	ORG 1			**ORG 0**		
Мерки на Јазолот	**N**	**Просек**	**Стандардна девијација.**	**N**	**Просек**	**Стандардна девијација**
OutDegree	33	34.45	46.20	58	36.10	24.03
InDegree	33	40.94	31.92	58	32.41	15.68
Degree	33	75.39	73.72	58	68.52	32.46
InFarness	33	411.70	1396.39	58	171.53	10.91
OutFarness	33	261.42	22.30	58	257.03	18.03
InCloseness	33	52.01	9.76	58	52.67	3.20
OutCloseness	33	34.67	2.94	58	35.17	2.34
Betweenness	33	80.29	73.97	58	79.23	54.46
Clus Coef	33	0.55	0.13	58	0.59	0.19
	SCC 1			**SCC 0**		
OutDegree	57	36.28	38.21	34	34.21	24.26
InDegree	57	35.07	26.18	34	36.24	17.19
Degree	57	71.35	59.40	34	70.44	33.65
InFarness	57	171.86	11.65	34	404.09	1375.77
OutFarness	57	259.58	21.94	34	257.03	15.32
InCloseness	57	52.60	3.46	34	52.14	9.48
OutCloseness	57	34.90	2.83	34	35.14	2.09
Betweenness	57	78.46	64.75	34	81.55	57.51
Clus Coef	57	0.58	0.17	34	0.56	0.18
	SCC_PRES 1			**SCC_PRES 0**		
OutDegree	38	36.89	42.47	53	34.51	25.73
InDegree	38	37.95	29.94	53	33.75	16.75
Degree	38	74.84	67.14	53	68.26	35.95
InFarness	38	170.18	11.13	53	322.04	1101.59
OutFarness	38	258.55	21.01	53	258.68	18.87
InCloseness	38	53.10	3.47	53	51.94	7.80
OutCloseness	38	35.03	2.75	53	34.97	2.45
Betweenness	38	84.37	67.65	53	76.21	57.73

Clus Coef	38	0.57	0.14	53	0.58	0.20
	MAST 1			**MAST 0**		
OutDegree	32	38.56	44.09	59	33.85	26.44
InDegree	32	**30.94***	24.17	59	**37.98***	22.36
Degree	32	69.50	65.12	59	71.83	42.22
InFarness	32	172.69	9.65	59	305.24	1044.27
OutFarness	32	260.22	22.23	59	257.76	18.29
InCloseness	32	52.28	2.92	59	52.51	7.63
OutCloseness	32	34.83	2.95	59	35.08	2.36
Betweenness	32	77.08	70.21	59	80.99	57.39
Clus Coef	32	0.61	0.22	59	0.56	0.14
	MAST-PRES 1			**MAST_PRES 0**		
OutDegree	15	53.40	56.43	76	31.97	26.06
InDegree	15	39.20	32.27	76	34.78	21.08
Degree	15	92.60	85.59	76	66.75	40.66
InFarness	15	168.53	8.68	76	276.41	919.93
OutFarness	15	251.27	17.42	76	260.08	19.87
InCloseness	15	53.53	2.73	76	52.21	6.85
OutCloseness	15	35.99	2.60	76	34.79	2.53
Betweenness	15	109.34	76.83	76	73.75	57.23
Clus Coef	15	0.56	0.14	76	0.58	0.18
	LAME 1			**LAME 0**		
OutDegree	31	38.06	26.48	60	34.18	36.81
InDegree	31	**26.77***	14.51	60	**40.02***	25.46
Degree	31	64.84	35.21	60	74.20	57.63
InFarness	31	**175.23***	9.75	60	**301.72***	1035.69
OutFarness	31	257.03	20.81	60	259.45	19.19
InCloseness	31	**51.52***	2.90	60	**52.90***	7.53
OutCloseness	31	35.22	2.68	60	34.87	2.52
Betweenness	31	76.37	56.61	60	81.29	64.77
Clus Coef	31	0.61	0.22	60	0.56	0.15
	LAME_PRES 1			**LAME_PRES 0**		
OutDegree	5	33.60	16.20	86	35.62	34.33
InDegree	5	27.60	9.29	86	35.97	23.63
Degree	5	61.20	21.51	86	71.58	52.31
InFarness	5	173.00	8.72	86	263.60	864.85
OutFarness	5	255.40	16.62	86	258.81	19.90
InCloseness	5	52.13	2.55	86	52.45	6.52
OutCloseness	5	35.35	2.12	86	34.97	2.60
Betweenness	5	76.99	36.47	86	79.77	63.13
Clus Coef	5	0.64	0.20	86	0.57	0.17
	SICK 1			**SICK 0**		
OutDegree	6	78.67	84.85	85	32.46	25.19
InDegree	6	46.83	50.38	85	34.71	20.31

Degree	6	125.50	134.13	85	67.16	38.72
InFarness	6	177.33	18.34	85	264.36	869.95
OutFarness	6	241.83	21.77	85	259.81	19.10
InCloseness	6	51.15	4.68	85	52.52	6.47
OutCloseness	6	37.47	3.42	85	34.82	2.43
Betweenness	6	141.27	126.62	85	75.26	53.40
Clus Coef	6	0.53	0.20	85	0.58	0.17
	TREAT 1			**TREAT 0**		
OutDegree	31	40.23	44.83	60	33.07	26.01
InDegree	31	**30.48***	26.40	60	**38.10***	21.01
Degree	31	70.71	68.53	60	71.17	39.93
InFarness	31	**176.10***	12.36	60	**301.27***	1035.73
OutFarness	31	257.19	19.03	60	259.37	20.12
InCloseness	31	**51.34***	3.47	60	**52.99***	7.39
OutCloseness	31	35.18	2.66	60	34.89	2.53
Betweenness	31	71.27	61.80	60	83.93	61.93
Clus Coef	31	0.63	0.24	60	0.55	0.13
	VLD 1			**VLD 0**		
OutDegree	43	**43.86***	39.14	48	**28.02***	25.78
InDegree	43	33.07	23.66	48	37.69	22.67
Degree	43	76.93	58.66	48	65.71	43.16
InFarness	43	172.84	12.12	48	335.48	1157.86
OutFarness	43	**253.35***	16.46	48	**263.35***	21.23
InCloseness	43	52.31	3.50	48	52.53	8.15
OutCloseness	43	**35.67***	2.33	48	**34.38***	2.64
Betweenness	43	85.56	59.75	48	74.29	63.80
Clus Coef	43	0.58	0.19	48	0.57	0.16
	REP_DIS 1			**REP_DIS 0**		
OutDegree	46	**43.26***	37.96	45	**27.58***	26.47
InDegree	46	32.78	22.99	45	38.29	23.20
Degree	46	76.04	56.96	45	65.87	44.37
InFarness	46	172.78	11.80	45	346.38	1195.87
OutFarness	46	**253.22***	15.91	45	**264.16***	21.70
InCloseness	46	52.32	3.41	45	52.54	8.42
OutCloseness	46	**35.68***	2.25	45	**34.29***	2.70
Betweenness	46	85.12	58.05	45	73.99	65.66
Clus Coef	46	0.59	0.19	45	0.56	0.16
	OTHR_DIS 1			**OTHR_DIS 0**		
OutDegree	36	41.44	44.03	55	31.62	24.08
InDegree	36	**30.53***	24.67	55	**38.76***	21.68
Degree	36	71.97	65.94	55	70.38	39.14
InFarness	36	**175.03***	11.94	55	**313.35***	1081.80
OutFarness	36	256.83	19.67	55	259.80	19.77
InCloseness	36	**51.64***	3.36	55	**52.94***	7.71

OutCloseness	36	35.25	2.76	55	34.82	2.44
Betweenness	36	78.42	71.48	55	80.40	55.32
Clus Coef	36	0.62	0.23	55	0.55	0.12

0 = отсуство на атрибутот /родени на фарма; 1= присуство на атрибутот /купени на фарма
**p<0.05 помеѓу групите дефинирани според зададениот атрибут на животното во однос на испитуваната мерка на јазолот*

Табела 4-19 Корелација (*Spearman* ранг тест) на карактеристиките на јазлите во социјалните мрежи во однос на континуираните атрибути на животните

Атрибут	Социјална мрежа	Out Degree	In Degree	Degree	In Farness	Out Farness	Betweenness	Clus Coef
AGE	СИ	0.20	**-0.23***	-0.01	**0.32***	-0.20	0.04	0.11
	АГ	**0.21***	**-0.29***	-0.01	**0.44***	**-0.28***	0.04	-0.09
	АФ	0.18	**0.21***	0.17	-0.04	-0.19	**0.24***	0.10
BCS	СИ	**0.21***	0.16	**0.24***	-0.14	-0.20	**0.24***	0.02
	АГ	0.13	0.12	0.19	-0.08	-0.16	0.17	0.08
	АФ	0.08	**0.22***	**0.25***	**-0.25***	0.02	0.11	0.19
PREGN	СИ	0.01	0.04	0.06	-0.08	-0.06	0.09	0.03
	АГ	0.06	0.07	0.13	-0.09	-0.08	0.10	**0.26***
	АФ	-0.10	0.03	-0.02	0.08	0.08	-0.04	-0.03
MILK	СИ	0.05	-0.16	-0.06	**0.23***	-0.09	-0.03	0.02
	АГ	0.08	-0.11	0.00	0.17	-0.12	0.00	0.01
	АФ	0.05	-0.04	-0.03	0.04	-0.06	0.05	-0.02
MILK_LAST	СИ	0.17	-0.11	0.03	**0.23***	-0.17	0.06	0.09
	АГ	0.15	-0.11	0.07	**0.25***	-0.21	0.06	0.12
	АФ	0.11	0.08	0.05	0.02	-0.12	0.17	0.11
Доминатен Ранг	АГ	**0.86***	-0.19	**0.54***	**0.43***	**-0.85***	**0.48***	**-0.32***
	АФ	**0.39***	**0.24***	**0.35***	0.05	**-0.27***	**0.44***	0.19

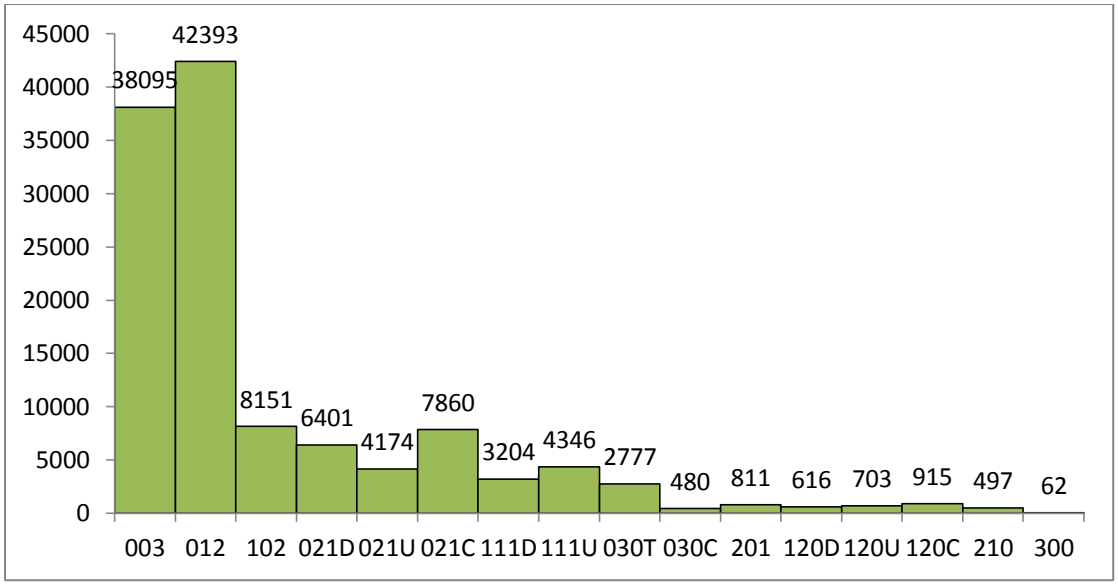
СИ- Сите Интеракции; АГ – Агонистичка; АФ – Афилијативна
**p<0.05*

Анализата на структурите во мрежата идентификуваше вкупно 57 клики од кои две клики беа со четири јазли што меѓусебно се препокриваат, а останатите клики беа составени од три јазли. Структурата на членовите на најбројните клики во мрежата во однос на испитуваните атрибути кај животните дескриптивно е прикажана во *Табела 4-20*. Социјалната мрежа со сите интеракции беше составена од една компонента, односно еден блок. Најголемиот дел од протокот преку кој се обезбедува поврзување на јазлите во мрежата (*Lambda set*s), односно линијата која најмногу придонесува во поврзувањата, се одвиваше преку линијата што ги поврзува јазлите/кравите BI и BN. Заеднички атрибути на BI и BN се возраст (8,44 и 7,59), млечност во моменталната лактација (13.742 и 13.439 ∈ Q3), и двете единки се купени и не се гравидни во моментот на опсервација. Анализата на тријадите во присутната мрежа е прикажана на хистограмот *Графикон 4*-8, каде ако се изостават неповрзаните подгрупи и подгрупите

со само една линија, најбројни се тријадите со взаемна врска на два јазли и насочената линија (A->B->C). Графичкиот приказ на социјалната мрежа каде се евидентирани сите интеракции помеѓу единките во студијата е прикажан на *Графикон 4-9*.

Табела 4-20 Дескриптивни вредности на атрибутите од членовите на најбројните клики во социјалната мрежа со сите интеракции

	КЛИКА 34			**КЛИКА 36**		
Атрибут	**Просек**	**Мин.**	**Макс.**	**Просек**	**Мин.**	**Макс.**
AGE	5.80	2.73	8.44	5.00	2.73	8.44
ORG	50% родени на фарма			75% родени на фарма		
BCS	3.25	2	4	3	2	3.5
PREGN	35.25	0	95	64	0	115
MILK	10502.5	8624	12109	9734	8624	11064
MILK_LAST	11998.75	9750	13742	12224.5	9750	14342
SCC	9	0	27	7	0	27
SCC_PRES	3.75	0	12	3.25	0	12
MAST	0.25	0	1	0	0	0
MAST_PRES	0.25	0	1	0	0	0
LAME	0	0	0	0	0	0
LAME_PRES	0	0	0	0	0	0
SICK	0.25	0	1	0	0	0
TREAT	0.25	0	1	0.25	0	1
VLD	2	0	5	1.5	0	5
REP_DIS	2.25	0	6	1.75	0	6
OTHR_DIS	0.75	0	3	0.25	0	1



Графикон 4-8 Преглед на интеракциите во тријадите присутни во социјалната мрежа со сите интеракции

Легенда:

003 = A,B,C, тријада без интеракции.

012 = A->B, C, тријада со една насочена врска.

102 = A<->B, C, тријада со взаемна врска помеѓу два јазли.

021D = A<-B->C, ѕвезда наспрема надвор.

021U = A->B<-C, ѕвезда наспрема внатре.

021C = A->B->C, насочена линија.

111D = A<->B<-C.

111U = A<->B->C.

030T = A->B<-C, A->C.

030C = A<-B<-C, A->C.

201 = A<->B<->C.

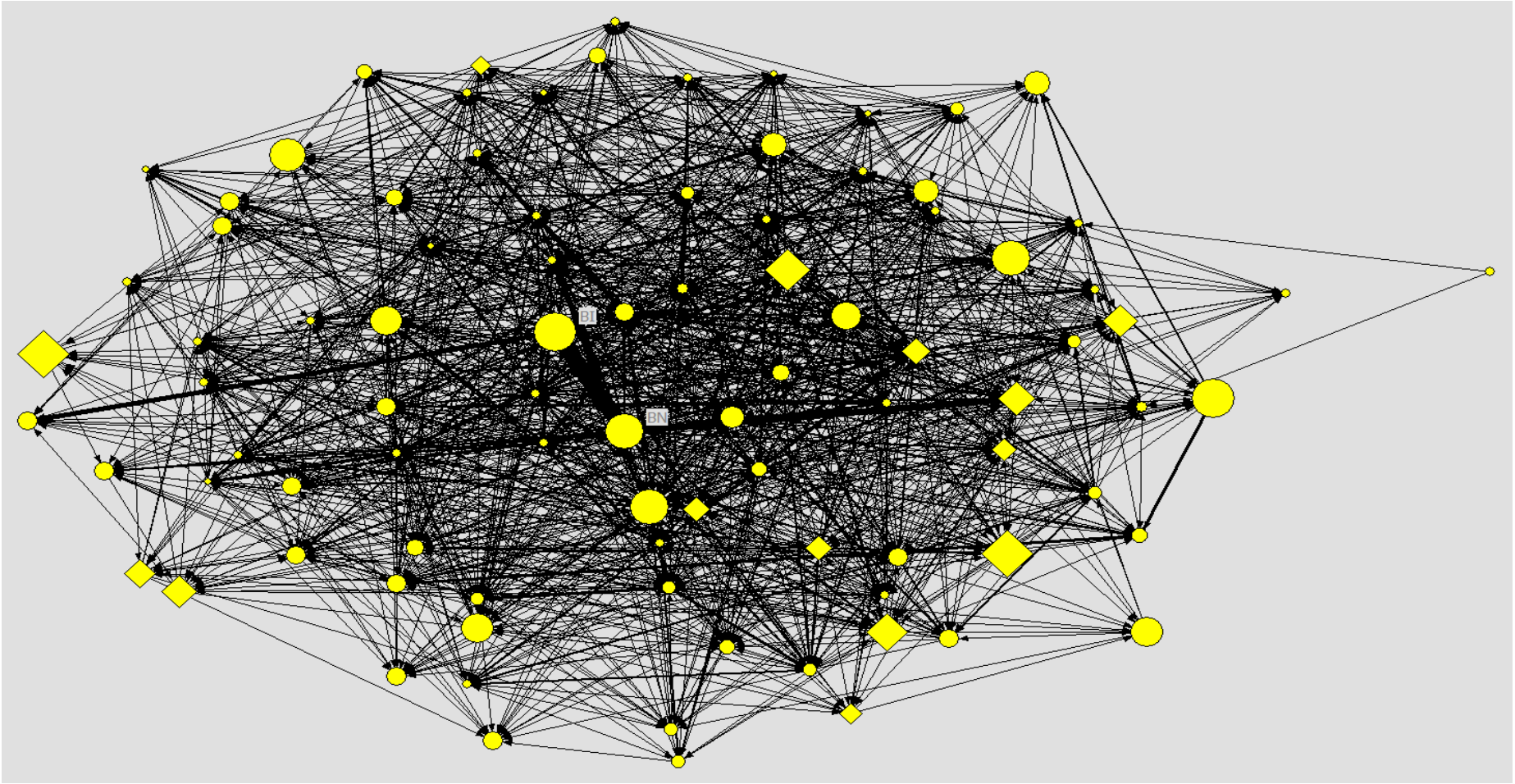
120D = A<-B->C, A<->C.

120U = A->B<-C, A<->C.

120C = A->B->C, A<->C.

210 = A->B<->C, A<->C.

300 = A<->B<->C, A<->C, комплетна тријада.



Графикон 4-9 Мрежа на социјалните интеракции помеѓу 91 крава во текот на опсервацијата во траење од вкупно 28h (2 дена x 14h/ден). Социјалната мрежа ги претставува сите опсервирани интеракции како удари со глава, поместувања, бркања, принудува да стане и лижење. Кравите се преставени како јазли, а нивните меѓусебни интеракции се насочени линии. Големината на јазлите соодветствува со староста на единката – поголем јазол значи повозрасна единка. Линиите се со дебелина (тежина од 1-15) која соодветствува со бројот на интеракции помеѓу две единки – подебела линија индицира поголем број на интеракции. Секоја единка од опсервираното стадо е преставена како круг (животни што не кривеле или еднаш кривеле во животот) или како ромб (животни што имале кривење повеќе од еднаш). Кривењето како атрибут во мрежата е претставен само како пример на еден од атрибутите што се употребија во анализата. Обележаните јазли со BI и BN ги претставуваат единките помеѓу кои се одвива интеракција што ја одржува постојната структура на мрежата со најинтензивен проток и поврзување на сите јазли во компонентата/мрежата.

.

4.4.2 Анализа на агонистичка социјална мрежа

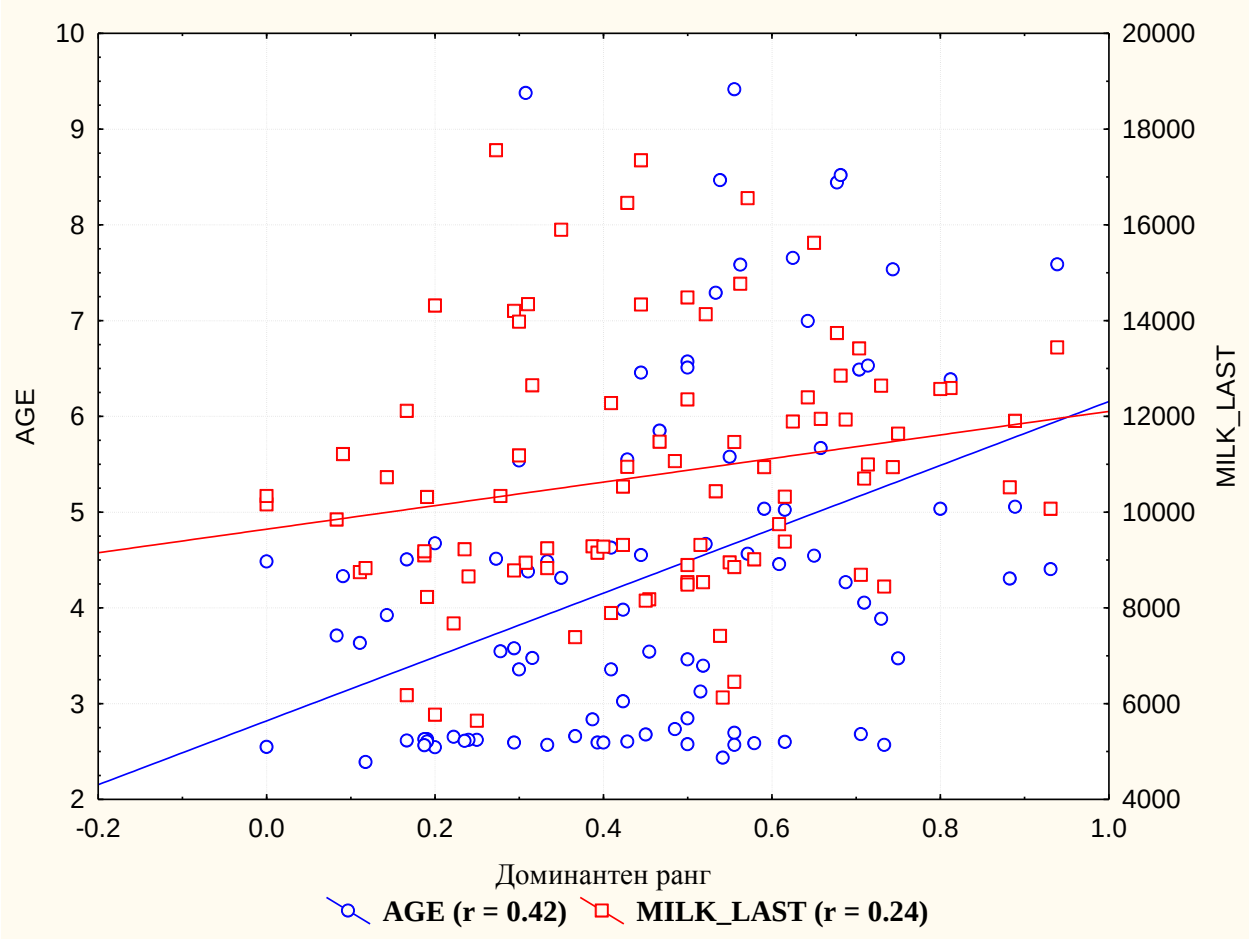
Дескриптивната статистика за социјалната мрежа во која се вклучени интеракциите на агонистичко однесување помеѓу единките во опсервираното стадо е опишана во *Табела 4-15*. Густината на меѓусебните интеракции во мрежата е ρ=0.20±0.71 што е значајно во споредба со теоретските модели на рандомизирани интеракции со ρ=1 (z-score=-29.03, se=0.03, p<0.05) и интеракции со густина 0 (z-score=7.17, se=0.03, p<0.05). Просечното растојание помеѓу достапните јазли во мрежата е L=2.16, компактноста на мрежата е средна и изнесува 0.50 каде 99.99% припаѓаат на растојанија помеѓу два јазли од 3 линии.

Во однос на централизацијата на мрежата, *Outdegree* мрежата е со 4.23% централизираност, а *Indegree* со 1.15% . Просечниот степен на мрежата *In/Out* изнесува 17.67 со $SD_{OutDegree}$ ±17.81, $SD_{InDegree}$ ±8.89, во опсег на степенот од 0 - 122. Просечната оддалеченост на јазлите во мрежата, *InFarness* и *OutFarness* изнесува 457 во опсег од 291 и 219 до 8190. Средната транзитност на јазлите во мрежата (B_{avg})=100.91±62.57 во опсег од 0 – 524.65. Коефициентот на кластрирање на целата мрежа изнесува C_{avg}=0.28. Случајно генерираната матрица со ист број јазли, иста густина и *Poisson*-ова дистрибуција на поврзувањата имаше L=1.88 и Cavg=0.19 што укажува на малку повисоки вредности кај испитуваната мрежа на агонистичко однесување.

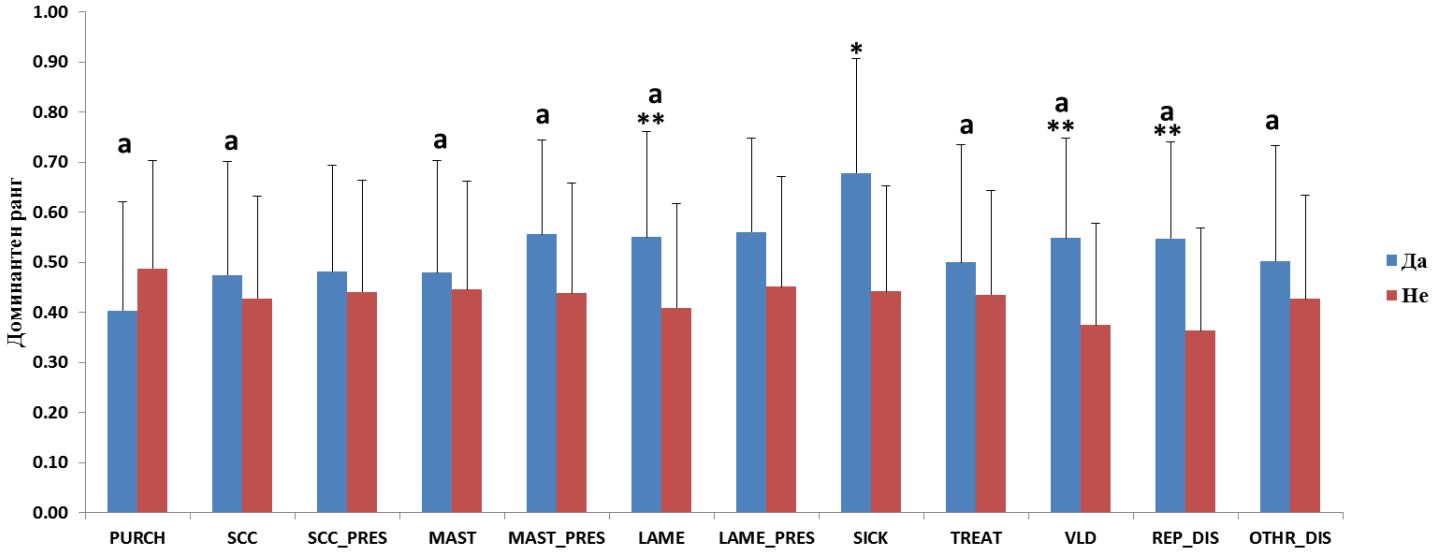
Резултатите по однос на хомофилноста во стадото помеѓу единките т.е. интензитетот на агонистичките интеракции помеѓу единките со слични вредности на атрибутите се прикажани во *Табела 4-16*. Притоа, за утврдување на значајноста на резултатите исклучувајќи ја можноста од случаен наод, изведени се 10^3 итерации со пермутациски просек од -0,01 и стандардна грешка од 0,04 до 0,05. Највисока значајна корелација во однос на атрибутите имаше кај AGE (r=0.21) и SCC (r=0.17). Резултатите базирани на *Relational contingency table analysis - directed networks* тестот со опсервирани дихотомни и очекувани вредности и изведени 10^3 пермутации се прикажани во табела *Табела 4-17*. Значајни интеракции во и помеѓу групите со присуство односно отсуство на анализираниот атрибут беа индицирани кај атрибутите MAST_PRES, LAME, SICK, VLD и REP_DIS. E-I индексот за хомофилност на категориските варијабли покажа високи негативни вредности за LAME_PRES, SICK и MAST_PRES, а позитивна вредност за AGE, *Табела 4-16*.

Во анализата на оваа асоцијативна матрица се воведе и Доминантен ранг во стадото што се однесуваше на 90 единки како дел од мрежата со просечна вредност на рангот од 0,46±0,22 во опсег помеѓу 0 – 0,94. Доминантниот ранг беше во статистички значајна позитивна корелација со AGE (r=0.42, p<0.05) и MILK_LAST (r=0.24, p<0.05), *Графикон 4-10* , а не беше во корелација со BCS (r=0.11), PREGN (r=0.01) и MILK (r=0.16) атрибутите. Дополнително, постои значително повисок доминатнен ранг кај животните со историја наспроти оние без историја на LAME (Dr = 0.55±0.22, Dr = 0.41±0.21, p<0.05), SICK (Dr = 0.68±0.23, Dr = 0.44±0.21, p<0.05), VLD (Dr = 0.55±0.20, Dr = 0.37±0.20, p<0.05) и REP_DIS (Dr = 0.55±0.19, Dr = 0.36±0.20, p<0.05). Треба да се

напомене дека кај сите испитувани дихотомни атрибути, освен кај SCC_PRES, LAME_PRES и SICK, животните со историја на испитуваните атрибути се значително постари наспрема животните без историја. Детален приказ на разликите во доминантниот ранг помеѓу животните во однос на нивните атрибути е прикажан во *Графикон 4-11*.



Графикон 4-10 Корелација помеѓу возраста и млечноста во последната лактација со доминантниот ранг на единката во стадото според агонистичката социјална мрежа.



Графикон 4-11 Разлики помеѓу групите дефинирани според атрибутите на животните како дихотомни варијабли во однос на доминантниот ранг во стадото во агонистичката социјална мрежа.
*** p<0.01; * p<0.05; a - значителна разлика во возраста помеѓу двете групи p<0.05*

Социјалната мрежа со агонистичко однесување во однос на Доминантниот ранг покажа значајност за поголемиот дел од мерењата базирани на јазлите во мрежата. Поточно, во однос на Dr значајна корелација со вредностите за јазлите во мрежата се идентификуваа за сите параметри, освен за *InDegree*. Така позитивна корелација постоеше за *OutDegree*, *Degree*, *InFarness* и *Betweenness*, а негативна корелација се востанови за *OutFarness* како и за *Clustering coefficient*, *Табела 4-19*. Дескриптивната статистика на мерењата изведени на јазлите во социјалната мрежа групирајќи ги според атрибутите на животните е прикажана во *Табела 4-21*. Во истата табела се прикажани разлики помеѓу групите на животните во однос на одредени карактеристики на јазлите. Така, утврдени се разлики помеѓу групите со и без историја на MAST_PRES, LAME, TREAT, VLD, REP_DIS и OTHR_DIS за степенот на поврзаност во мрежата, нивната позиција и транзитност во социјалната мрежа. Корелацијата на континуираните атрибути кај животните беше значајна за AGE во однос на степенот на поврзаност и централизираност во мрежата, PREGN во однос на коефициентот на кластирирање и MILK_LAST во однос на централизираноста на јазлите во мрежата, *Табела 4-19*.

Табела 4-21 Вредности измерени на ниво на јазли за одредени параметри во агонистичката социјална мрежа споредени помеѓу групите на животни дефинирани според поедини атрибути

	Атрибут					
	ORG 1			**ORG 0**		
Мерки на Јазолот	**N**	**Просек**	**Стандардна девијација**	**N**	**Просек**	**Стандардна девијација**
OutDegree	33	16.12	23.19	58	18.55	14.23
InDegree	33	18.55	9.54	58	17.17	8.63
Degree	33	34.67	30.27	58	35.72	17.19
InFarness	33	605.36	1361.66	58	372.52	21.08
OutFarness	33	528.91	1375.62	58	416.02	1039.10
InCloseness	33	23.77	4.19	58	24.24	1.44
OutCloseness	33	30.51	6.28	58	31.97	5.16
Betweenness	33	98.97	109.81	58	102.02	83.11
Clus Coef	32	0.30	0.08	58	0.31	0.13
DominanceIndex	32	0.40	0.22	58	0.49	0.21
	SCC 1			**SCC 0**		
OutDegree	57	18.86	20.38	34	15.68	12.78
InDegree	57	16.86	8.74	34	19.03	9.24
Degree	57	35.72	25.73	34	34.71	16.61
InFarness	57	372.81	20.21	34	598.03	1341.58
OutFarness	57	420.84	1047.92	34	517.50	1355.93
InCloseness	57	24.22	1.40	34	23.82	4.16
OutCloseness	57	31.74	5.38	34	30.93	5.99
Betweenness	57	100.42	90.63	34	101.73	98.43
Clus Coef	57	0.31	0.13	33	0.30	0.08
DominanceIndex	57	0.47	0.23	33	0.43	0.20
	SCC_PRES 1			**SCC_PRES 0**		
OutDegree	38	20.00	22.02	53	16.00	14.26
InDegree	38	17.97	9.47	53	17.45	8.63
Degree	38	37.97	27.70	53	33.45	18.27
InFarness	38	371.76	16.82	53	518.04	1074.29
OutFarness	38	278.55	27.71	53	584.87	1520.77
InCloseness	38	24.26	1.08	53	23.93	3.50
OutCloseness	38	32.61	3.18	53	30.60	6.73
Betweenness	38	112.41	86.77	53	92.67	97.32
Clus Coef	38	0.30	0.09	52	0.31	0.13
DominanceIndex	38	0.48	0.21	52	0.44	0.22
	MAST 1			**MAST 0**		
OutDegree	32	20.78	24.02	59	15.98	13.46
InDegree	32	15.94	9.25	59	18.61	8.71
Degree	32	36.72	30.33	59	34.59	17.41
InFarness	32	372.28	21.79	59	502.88	1018.19
OutFarness	32	527.53	1398.69	59	418.68	1029.52

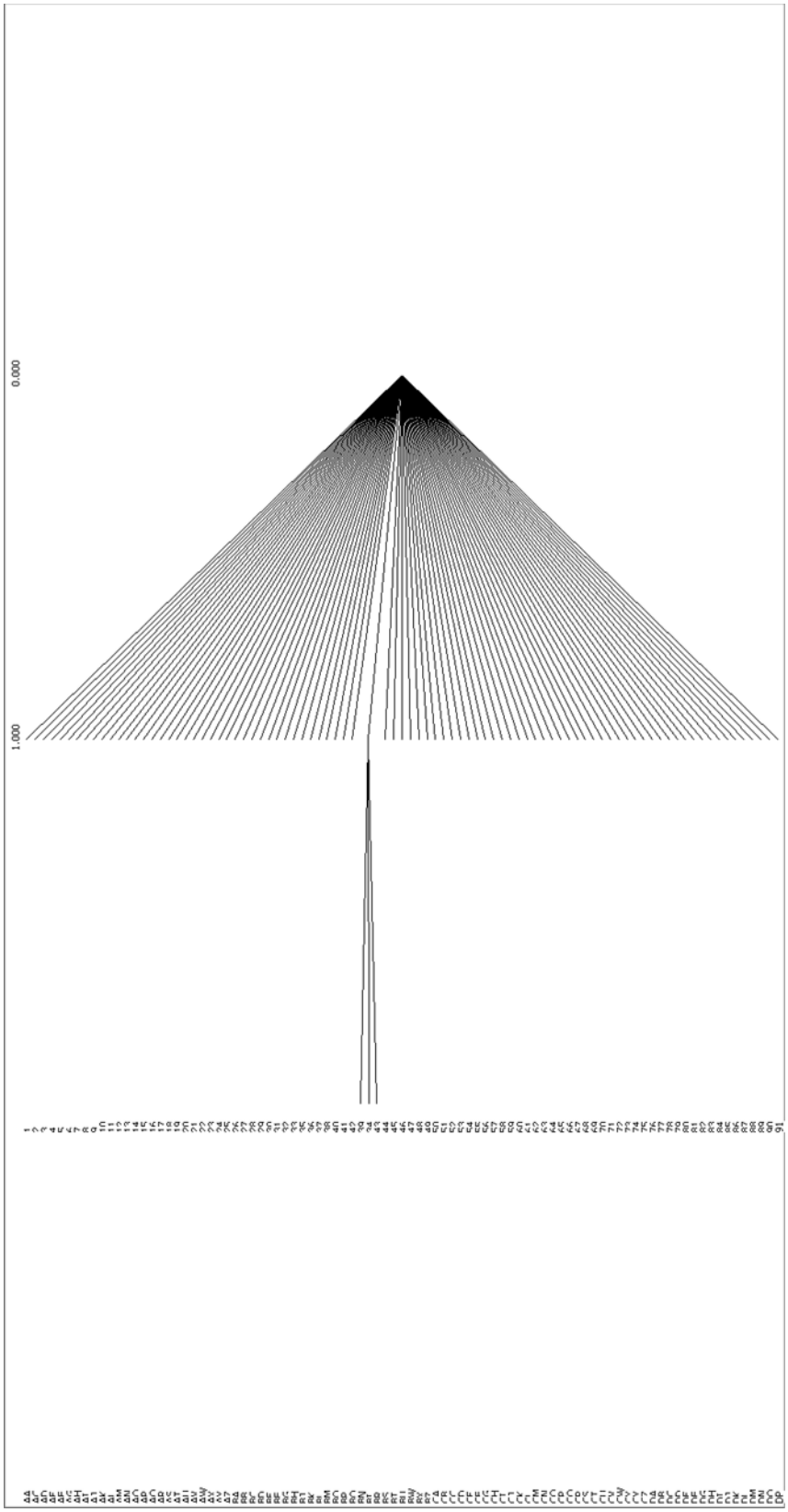
InCloseness	32	24.26	1.58	59	23.96	3.23
OutCloseness	32	31.59	6.75	59	31.35	4.93
Betweenness	32	109.78	100.09	59	96.10	89.56
Clus Coef	32	0.30	0.14	58	0.31	0.10
DominanceIndex	32	0.48	0.22	58	0.45	0.22
	MAST_PRES 1			**MAST_PRES 0**		
OutDegree	15	**29.13***	29.24	76	**15.41***	13.92
InDegree	15	19.60	10.95	76	17.29	8.53
Degree	15	**48.73***	36.87	76	**32.70***	17.87
InFarness	15	369.60	14.66	76	474.20	897.09
OutFarness	15	**266.13***	23.92	76	**494.62***	1273.87
InCloseness	15	24.39	0.97	76	24.00	2.98
OutCloseness	15	**34.07***	3.04	76	**30.92***	5.85
Betweenness	15	**155.38***	91.11	76	**90.16***	90.20
Clus Coef	15	0.29	0.08	75	0.31	0.12
DominanceIndex	15	0.56	0.19	75	0.44	0.22
	LAME 1			**LAME 0**		
OutDegree	31	19.58	15.86	60	16.68	18.93
InDegree	31	**13.10***	7.40	60	**20.03***	8.80
Degree	31	32.68	19.06	60	36.72	24.34
InFarness	31	**382.00***	17.77	60	**495.68***	1010.32
OutFarness	31	280.03	34.88	60	548.37	1431.24
InCloseness	31	**23.61***	1.10	60	**24.30***	3.29
OutCloseness	31	32.57	3.61	60	30.86	6.34
Betweenness	31	94.99	93.04	60	103.97	93.73
Clus Coef	31	0.30	0.14	59	0.31	0.10
DominanceIndex	31	0.55	0.21	59	0.41	0.21
	LAME_PRES 1			**LAME_PRES 0**		
OutDegree	5	15.40	8.62	86	17.80	18.33
InDegree	5	12.60	4.04	86	17.97	9.07
Degree	5	28.00	8.09	86	35.77	23.17
InFarness	5	377.40	12.52	86	461.58	843.41
OutFarness	5	276.80	27.46	86	467.43	1198.98
InCloseness	5	23.87	0.79	86	24.08	2.83
OutCloseness	5	32.75	2.95	86	31.36	5.72
Betweenness	5	86.81	42.88	86	101.73	95.26
Clus Coef	5	0.28	0.10	85	0.31	0.12
DominanceIndex	5	0.56	0.19	85	0.45	0.22
	SICK 1			**SICK 0**		
OutDegree	6	39.67	43.95	85	16.12	13.85
InDegree	6	19.00	15.01	85	17.58	8.49
Degree	6	58.67	58.21	85	33.69	17.51
InFarness	6	383.67	24.11	85	462.13	848.39
OutFarness	6	259.50	30.43	85	470.89	1205.70

InCloseness	6	23.53	1.43	85	24.11	2.83
OutCloseness	6	35.08	4.13	85	31.18	5.62
Betweenness	6	176.44	204.74	85	95.58	79.69
Clus Coef	6	0.25	0.05	84	0.31	0.12
DominanceIndex	6	0.68	0.23	84	0.44	0.21
	TREAT 1			**TREAT 0**		
OutDegree	31	18.58	22.81	60	17.20	14.97
InDegree	31	**15.45***	10.65	60	**18.82***	7.77
Degree	31	34.03	29.19	60	36.02	18.67
InFarness	31	**377.61***	24.41	60	**497.95***	1009.98
OutFarness	31	535.68	1420.89	60	416.28	1021.03
InCloseness	31	**23.94***	1.72	60	**24.13***	3.17
OutCloseness	31	31.42	6.54	60	31.45	5.11
Betweenness	31	84.15	72.12	60	109.57	101.72
Clus Coef	31	0.32	0.16	59	0.30	0.09
DominanceIndex	31	0.50	0.23	59	0.44	0.21
	VLD 1			**VLD 0**		
OutDegree	43	**22.65***	20.99	48	**13.21***	13.33
InDegree	43	17.00	10.12	48	18.27	7.80
Degree	43	39.65	26.45	48	31.48	18.04
InFarness	43	**376.51***	19.78	48	**529.02***	1129.43
OutFarness	43	**274.26***	27.22	48	**620.63***	1595.30
InCloseness	43	**23.97***	1.23	48	**24.16***	3.63
OutCloseness	43	**33.12***	3.14	48	**29.93***	6.81
Betweenness	43	105.86	80.31	48	96.48	103.84
Clus Coef	43	0.30	0.09	47	0.31	0.13
DominanceIndex	43	0.55	0.20	47	0.37	0.20
	REP_DIS 1			**REP_DIS 0**		
OutDegree	46	**22.26***	20.46	45	**12.98***	13.54
InDegree	46	16.74	9.86	45	18.62	7.89
Degree	46	39.00	25.86	45	31.60	18.37
InFarness	46	**376.70***	19.40	45	**539.00***	1166.59
OutFarness	46	**273.80***	26.37	45	**644.18***	1646.04
InCloseness	46	**23.95***	1.20	45	**24.18***	3.74
OutCloseness	46	**33.15***	3.04	45	**29.69***	6.96
Betweenness	46	105.23	78.37	45	96.50	106.77
Clus Coef	46	0.30	0.09	44	0.31	0.14
DominanceIndex	46	0.55	0.19	44	0.36	0.20
	OTHR_DIS 1			**OTHR_DIS 0**		
OutDegree	36	19.81	22.97	55	16.27	13.70
InDegree	36	**16.00***	10.05	55	**18.76***	8.04
Degree	36	35.81	29.05	55	35.04	17.55
InFarness	36	**375.61***	23.23	55	**510.20***	1054.83
OutFarness	36	500.03	1318.65	55	428.76	1066.30

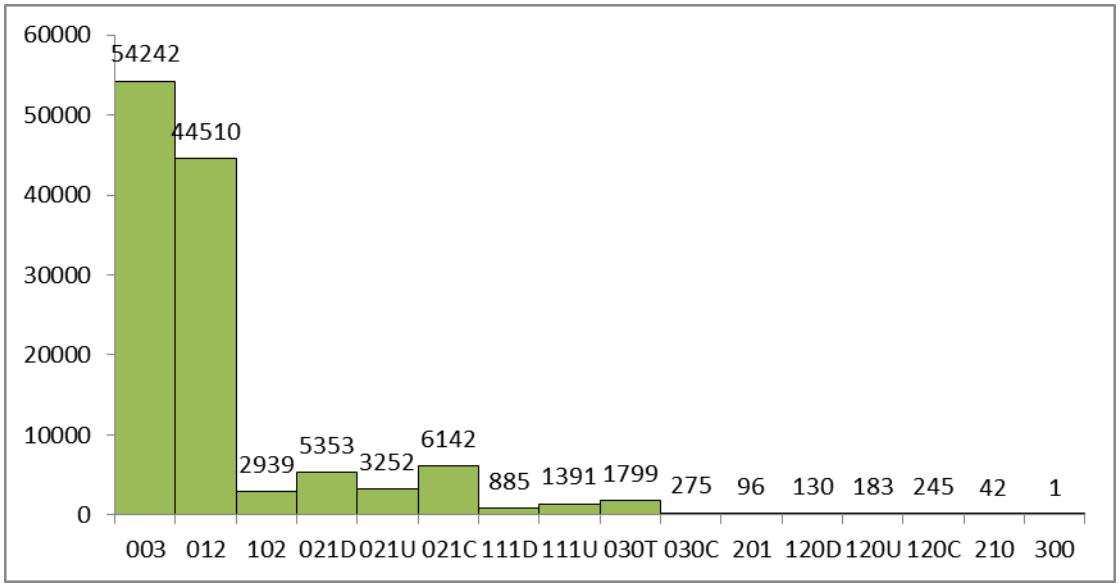
InCloseness	36	**24.06***	1.62	55	**24.07***	3.31
OutCloseness	36	31.62	6.33	55	31.32	5.13
Betweenness	36	102.64	111.94	55	99.78	79.46
Clus Coef	36	0.31	0.15	54	0.30	0.09
DominanceIndex	36	0.50	0.23	54	0.43	0.21

0 = отсуство на атрибутот /родени на фарма; 1= присуство на атрибутот /купени на фарма
** p<0.05 помеѓу групите дефинирани според зададениот атрибут на животното во однос на испитуваната мерка на јазолот*

Анализата на структурите во мрежата идентификуваше само една клика составена од три јазли, каде два јазли се поврзани со само една линија т.е. една интеракција. Отсуството на клики во мрежата, односно само една клика, е претставено графички преку кластер дијаграмот во *Графикон 4-12*. Структурата на членовите на кликата во мрежата во однос на испитуваните атрибути кај животните укажува на приближна еднаква старост на единките (од 6,9 до 8,4 години), а помеѓу останатите атрибути не беше евидентирана некоја заедничка особеност. Агонистичката социјална мрежа беше составена од само еден блок. Од друга страна, беа идентификувани две компоненти од кои едната компонента е составена од само еден јазол/единка (DC) кој припаѓа на групата најмлади крави и крави кои се најблиску купени до времето на опсервација. Најголемиот дел од протокот преку кој се обезбедува поврзување на јазлите во мрежата, односно линијата која најмногу придонесува во поврзувањата (*Lambda sets*), е преку линијата што ги поврзува јазлите/кравите BN и AK. Заеднички атрибути на двата јазли се возраст (7.59 и 5,67), BCS (4 и 4,5) и SCC (8 и 5). Анализата на тријадите во присутната мрежа е прикажа на хистограмот *Графикон 4-13,* каде ако се изостават неповрзаните подгрупи најбројни се подгрупите со само една насочена врска (A->B, C), тријадите како ѕвезда наспрема надвор (A<-B->C) и насочена линија (A->B->C). Графичкиот приказ на социјалната мрежа каде се евидентирани агонистичките интеракции помеѓу единките во студијата е прикажан на *Графикон 4-14*.



Графикон 4-12 Кластер дијаграм на присутните клики во агонистичката социјална мрежа кај молзни крави. Присутен е само еден кластер во мрежата (ниво 1.0) што ги вклучува кравите (BI- 34, BN – 39 и BR-43).



Графикон 4-13 Преглед на интеракциите во тријадите присутни во агонистичката социјална мрежа

Легенда:

003 = A,B,C, тријада без интеракции.

012 = A->B, C, тријада со една насочена врска.

102 = A<->B, C, тријада со взаемна врска помеѓу два јазли.

021D = A<-B->C, ѕвезда наспрема надвор.

021U = A->B<-C, ѕвезда наспрема внатре.

021C = A->B->C, насочена линија.

111D = A<->B<-C.

111U = A<->B->C.

030T = A->B<-C, A->C.

030C = A<-B<-C, A->C.

201 = A<->B<->C.

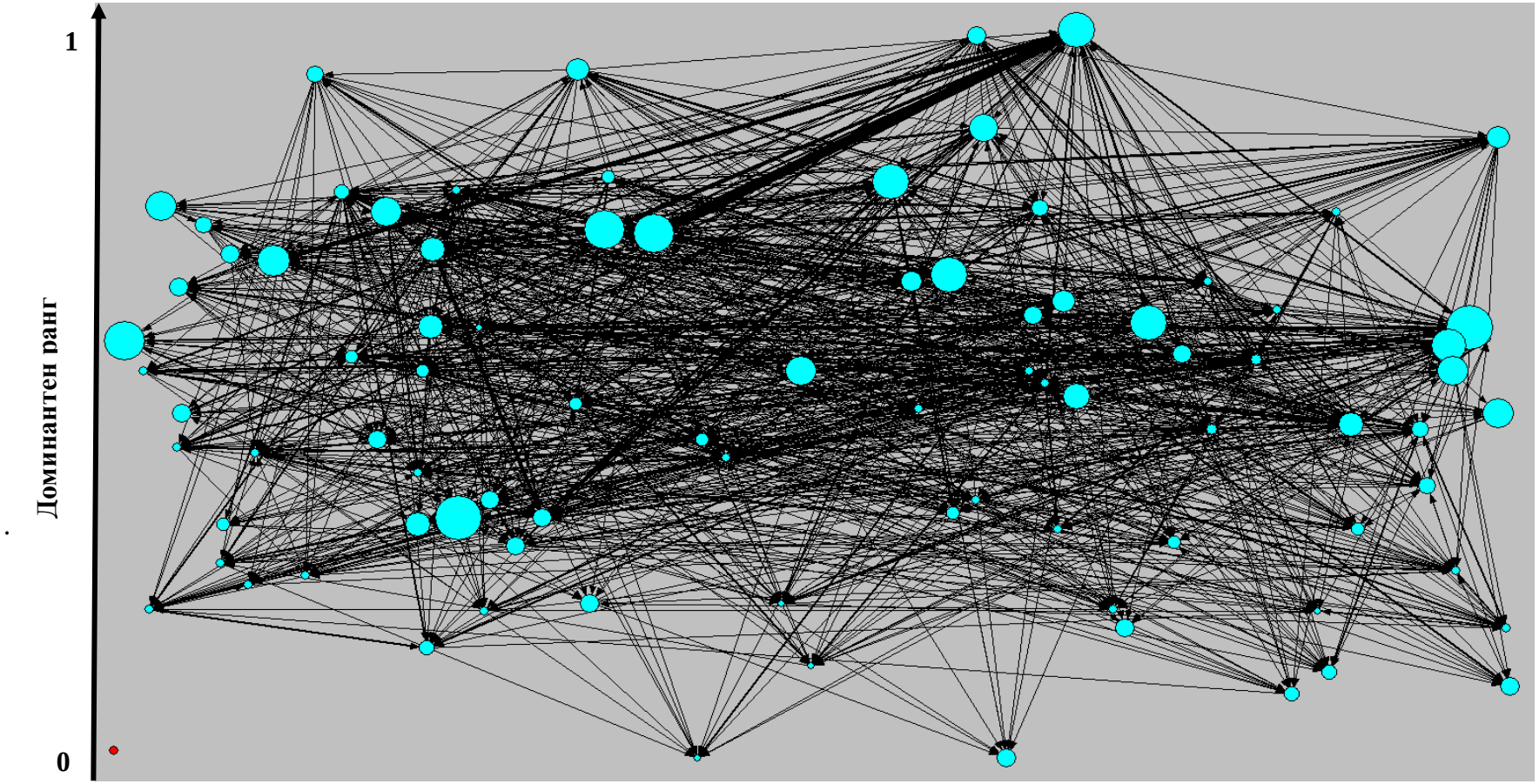
120D = A<-B->C, A<->C.

120U = A->B<-C, A<->C.

120C = A->B->C, A<->C.

210 = A->B<->C, A<->C.

300 = A<->B<->C, A<->C, комплетна тријада.



Графикон 4-14 Мрежа на социјалните интеракции помеѓу 91 крава во текот на опсервација во траење од вкупно 28h (2 дена x 14h/ден). Социјалната мрежа ги претставува опсервираните агонистички интеракции како поместување, бркање и принудува да стане. Кравите се преставени како јазли (обоени кругови), а нивните агонистички интеракции се насочени линии од акторот кон примачот. Големината на круговите соодветствува со староста на единката –поголем круг значи повозрасна единка. Линиите се со дебелина (тежина од 1-10) која соодветствува со бројот на интеракции помеѓу две единки – подебела линија индицира поголем број на интеракции. Распределбата на јазлите во мрежата е базирана на вредноста на доминатниот ранг на единката поставена на апцисата (од 0 до 1), така што колку еден јазол е вертикално повисоко поставен толку повисока е неговата вредност на рангот на доминација. Црвено обоениот јазол ја претставува втората компонента на мрежата составена од само еден јазол за кој во текот на опсервацијата не беа евидентирани агонистички интеракции кон/од него со другите единки од стадото.

4.4.3 Анализа на афилијативна социјална мрежа

Дескриптивната статистика за социјалната мрежа во која се вклучени интеракциите на афилијативно однесување помеѓу единките во опсервираното стадо е опишана во *Табела 4-15*. Густината на меѓусебните интеракции во мрежата е ρ=0.04±0.42 што е значајно во споредба со теоретските модели на рандомизирани интеракции со ρ=1 (z-score=-77.57, se=0.01, p<0.05) и интеракции со густина 0 (z-score=2.82, se=0.01, p<0.05). Просечното растојание помеѓу достапните јазли во мрежата L=4.20, компактноста на мрежата е ниска и изнесува 0.16 каде 99.99% припаѓаат на растојанија помеѓу два јазли составени од 1 до 8 линии.

Во однос на централизацијата на мрежата, *Outdegree* мрежата е со 1.27% централизираност, а *Indegree* со 2.11% . Просечниот степен на мрежата *In/Out* изнесува 3.28 со $SD_{OutDegree}$ ±5.13, $SD_{InDegree}$ ±5.50, во опсег на степенот од 0 - 46. Просечната оддалеченост на јазлите во мрежата, *InFarness* и *OutFarness* изнесува 4026.57 во опсег од 2635 и 1425 до 8190. Средната транзитност на јазлите во мрежата (B_{avg})=153.60±225.19 во опсег од 0 – 1169.44. Коефициентот на кластрирање на целата мрежа изнесува $C_{avg=}$0.13. Случајно генерираната матрица со ист број јазли, иста густина и *Poisson*-ова дистрибуција на поврзувањата имаше L=3.75 и $C_{avg=}$0.04 што укажува на малку повисоки вредности кај испитуваната мрежа на афилијативно однесување.

Резултатите по однос на хомофилноста во стадото помеѓу единките се прикажани во *Табела 4-16*. Притоа, за утврдување на значајноста на резултатите исклучувајќи ја можноста од случаен наод, изведени се 10^3 итерации со пермутациски просек од -0,02 до 0 и стандардна грешка од 0,13 до 0,19. Највисока значајна корелација во однос на атрибутите имаше кај AGE (r=0.74), SCC (r=0.51) и PREGN (r=0.50). Резултатите базирани на *Relational contingency table analysis - directed networks* тестот со опсервирани дихотомни и очекувани вредности и изведени 10^3 пермутации се прикажани во *Табела 4-17*. Значајни интеракции во групата со присуство на анализираниот атрибут беше индицирано само кај атрибутот LAME_PRES. E-I индексот за хомофилност на категориските варијабли покажа високи негативни вредности за LAME_PRES, SICK и ORG, а позитивна вредност за BCS, VLD и REP_DIS, *Табела 4-16*.

Дескриптивната статистика на мерењата изведени на јазлите во социјалната мрежа групирајќи ги според атрибутите на животните е прикажана во *Табела 4-22*. Во истата табела се прикажани разлики помеѓу групите на животните во однос на одредени карактеристики на јазлите. Така, утврдени се разлики помеѓу групите со и без историја на SCC_PRES за *InDegree* параметарот и TREAT и OTHR_DIS за коефициентот на кластрирање. Социјалната мрежа со афилијативно однесување во однос на Доминантниот ранг покажа значајност за поголемиот дел од мерењата базирани на јазлите во мрежата. Поточно, во однос на D_r значајна позитивна корелација беше евидентирана за OutDegree, InDegree, Degree и Betweenness, додека

значајна негативна корелација се востанови за OutFarness, *Табела 4-19*. Корелацијата на континуираните атрибути кај животните беше значајна за BCS во однос на степенот на поврзаност и централизираност во мрежата, како и за AGE во однос на степенот на применените поврзувања(лижења) и транзитноста на јазлите во мрежата, *Табела 4-19*.

Табела 4-22 Вредности измерени на ниво на јазли за одредени параметри во социјалната мрежа споредени помеѓу групите на животни дефинирани според поедини атрибути

	Атрибут					
	ORG 1			**ORG 0**		
Мерки на Јазолот	**N**	**Просек**	**Стандардна девијација**	**N**	**Просек**	**Стандардна девијација**
OutDegree	33	4.15	7.20	58	2.78	3.49
InDegree	33	4.15	8.74	58	2.78	2.19
Degree	33	8.30	15.11	58	5.55	4.62
InFarness	33	4484.15	2424.15	58	3766.22	1909.55
OutFarness	33	4404.48	3073.61	58	3811.55	2824.54
InCloseness	33	2.49	0.93	58	2.75	0.72
OutCloseness	33	3.23	1.78	58	3.50	1.56
Betweenness	33	133.73	246.45	58	164.91	215.65
Clus Coef	24	0.06	0.11	48	0.17	0.41
	SCC 1			**SCC 0**		
OutDegree	57	3.12	5.46	34	3.53	4.67
InDegree	57	3.91	6.72	34	2.21	2.24
Degree	57	7.04	11.68	34	5.74	5.53
InFarness	57	3938.84	2063.51	34	4173.65	2250.30
OutFarness	57	4053.12	2928.89	34	3982.06	2933.36
InCloseness	57	2.69	0.78	34	2.60	0.85
OutCloseness	57	3.37	1.63	34	3.44	1.68
Betweenness	57	163.06	239.33	34	137.76	205.50
Clus Coef	45	0.10	0.23	27	0.18	0.49
	SCC_PRES 1			**SCC_PRES 0**		
OutDegree	38	3.63	6.54	53	3.02	3.92
InDegree	38	**4.74***	8.02	53	**2.23***	2.13
Degree	38	8.37	14.00	53	5.25	4.83
InFarness	38	3878.74	2023.67	53	4132.57	2209.17
OutFarness	38	4118.61	2971.14	53	3960.58	2899.84
InCloseness	38	2.71	0.78	53	2.61	0.83
OutCloseness	38	3.33	1.64	53	3.44	1.65
Betweenness	38	166.94	247.35	53	144.05	212.11
Clus Coef	32	0.08	0.12	40	0.18	0.45
	MAST 1			**MAST 0**		
OutDegree	32	3.34	5.66	59	3.24	4.91
InDegree	32	3.22	4.28	59	3.31	6.14
Degree	32	6.56	9.34	59	6.54	10.15

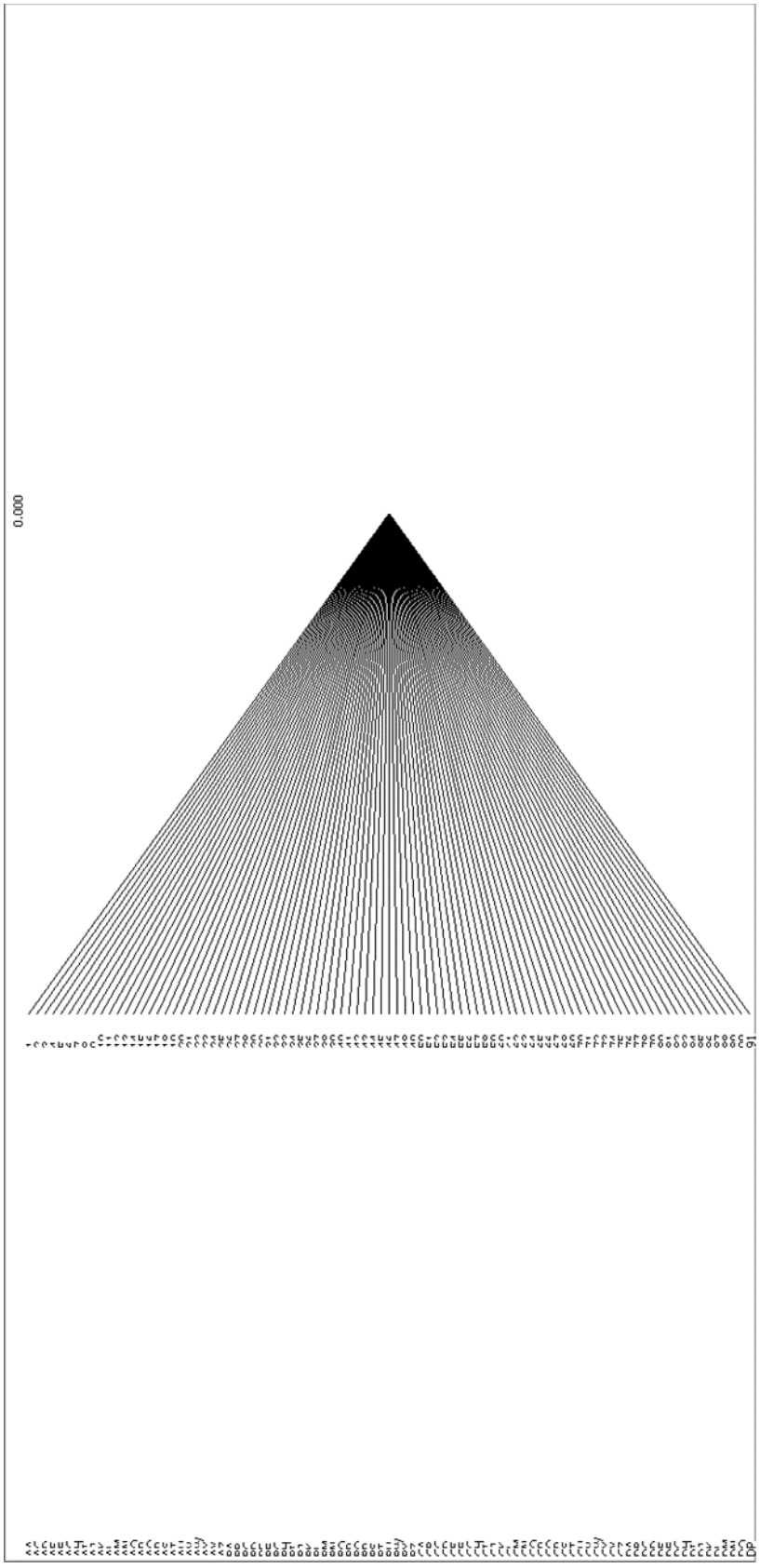
InFarness	32	4245.22	2289.23	59	3907.98	2042.29
OutFarness	32	4106.41	2962.38	59	3983.27	2912.78
InCloseness	32	2.57	0.86	59	2.70	0.78
OutCloseness	32	3.34	1.66	59	3.43	1.64
Betweenness	32	153.47	215.17	59	153.68	234.14
Clus Coef	26	0.15	0.42	46	0.12	0.30
	MAST_PRES 1			**MAST_PRES 0**		
OutDegree	15	4.20	6.98	76	3.09	4.75
InDegree	15	4.20	5.87	76	3.09	5.49
Degree	15	8.40	12.59	76	6.18	9.24
InFarness	15	4323.93	2359.92	76	3967.88	2088.62
OutFarness	15	3644.27	2824.50	76	4102.03	2944.22
InCloseness	15	2.53	0.89	76	2.68	0.79
OutCloseness	15	3.60	1.57	76	3.36	1.66
Betweenness	15	175.40	241.84	76	149.30	224.72
Clus Coef	13	0.11	0.16	59	0.14	0.38
	LAME 1			**LAME 0**		
OutDegree	31	2.84	3.71	60	3.50	5.78
InDegree	31	2.55	2.01	60	3.65	6.65
Degree	31	5.39	4.83	60	7.15	11.58
InFarness	31	4284.61	2309.21	60	3893.25	2032.07
OutFarness	31	4562.13	3093.73	60	3749.87	2803.84
InCloseness	31	2.55	0.87	60	2.71	0.77
OutCloseness	31	3.11	1.74	60	3.55	1.58
Betweenness	31	178.76	235.23	60	140.61	222.66
Clus Coef	25	0.20	0.50	47	0.09	0.23
	LAME_PRES 1			**LAME_PRES 0**		
OutDegree	5	2.60	0.89	86	3.31	5.30
InDegree	5	3.00	1.87	86	3.29	5.68
Degree	5	5.60	2.30	86	6.60	10.09
InFarness	5	4963.60	2784.42	86	3972.09	2089.40
OutFarness	5	1982.80	135.84	86	4145.40	2955.11
InCloseness	5	2.29	1.07	86	2.68	0.79
OutCloseness	5	4.56	0.33	86	3.33	1.66
Betweenness	5	158.70	109.57	86	153.31	231.79
Clus Coef	5	0.11	0.17	67	0.13	0.36
	SICK 1			**SICK 0**		
OutDegree	6	7.50	9.99	85	2.98	4.60
InDegree	6	5.67	9.22	85	3.11	5.23
Degree	6	13.17	18.94	85	6.08	8.87
InFarness	6	3850.33	2126.62	85	4039.01	2137.87
OutFarness	6	3019.17	2489.34	85	4097.68	2941.79
InCloseness	6	2.70	0.79	85	2.65	0.81
OutCloseness	6	3.93	1.38	85	3.36	1.66

Betweenness	6	265.34	288.85	85	145.72	221.40
Clus Coef	4	0.12	0.07	68	0.13	0.36
	TREAT 1			**TREAT 0**		
OutDegree	31	3.65	5.76	60	3.08	4.85
InDegree	31	2.94	4.38	60	3.45	6.07
Degree	31	6.58	9.59	60	6.53	10.02
InFarness	31	4138.84	2217.75	60	3968.57	2093.52
OutFarness	31	3991.19	2920.97	60	4044.85	2935.55
InCloseness	31	2.60	0.83	60	2.68	0.80
OutCloseness	31	3.39	1.61	60	3.40	1.67
Betweenness	31	185.31	241.51	60	137.22	218.54
Clus Coef	21	**0.25***	0.53	51	**0.08***	0.23
	VLD 1			**VLD 0**		
OutDegree	43	3.67	5.22	48	2.92	5.13
InDegree	43	3.14	3.97	48	3.40	6.67
Degree	43	6.81	8.36	48	6.31	11.05
InFarness	43	4161.79	2220.14	48	3905.44	2053.66
OutFarness	43	3567.51	2725.44	48	4437.81	3043.28
InCloseness	43	2.60	0.83	48	2.71	0.78
OutCloseness	43	3.67	1.56	48	3.16	1.69
Betweenness	43	177.88	221.06	48	131.86	231.29
Clus Coef	34	0.17	0.43	38	0.09	0.25
	REP_DIS 1			**REP_DIS 0**		
OutDegree	46	3.57	5.07	45	2.98	5.28
InDegree	46	3.09	3.86	45	3.47	6.88
Degree	46	6.65	8.13	45	6.44	11.38
InFarness	46	4196.74	2241.63	45	3852.62	2010.87
OutFarness	46	3602.09	2735.75	45	4460.49	3055.89
InCloseness	46	2.58	0.84	45	2.73	0.77
OutCloseness	46	3.64	1.56	45	3.15	1.70
Betweenness	46	175.46	215.73	45	131.26	237.22
Clus Coef	36	0.17	0.42	36	0.09	0.26
	OTHR_DIS 1			**OTHR_DIS 0**		
OutDegree	36	3.69	5.42	55	3.00	5.00
InDegree	36	2.78	4.16	55	3.60	6.29
Degree	36	6.47	8.99	55	6.60	10.41
InFarness	36	4263.22	2294.10	55	3871.67	2014.74
OutFarness	36	3880.08	2872.74	55	4122.45	2963.76
InCloseness	36	2.56	0.86	55	2.72	0.77
OutCloseness	36	3.46	1.59	55	3.36	1.68
Betweenness	36	189.32	245.64	55	130.23	212.00
Clus Coef	26	**0.21***	0.48	46	**0.08***	0.24

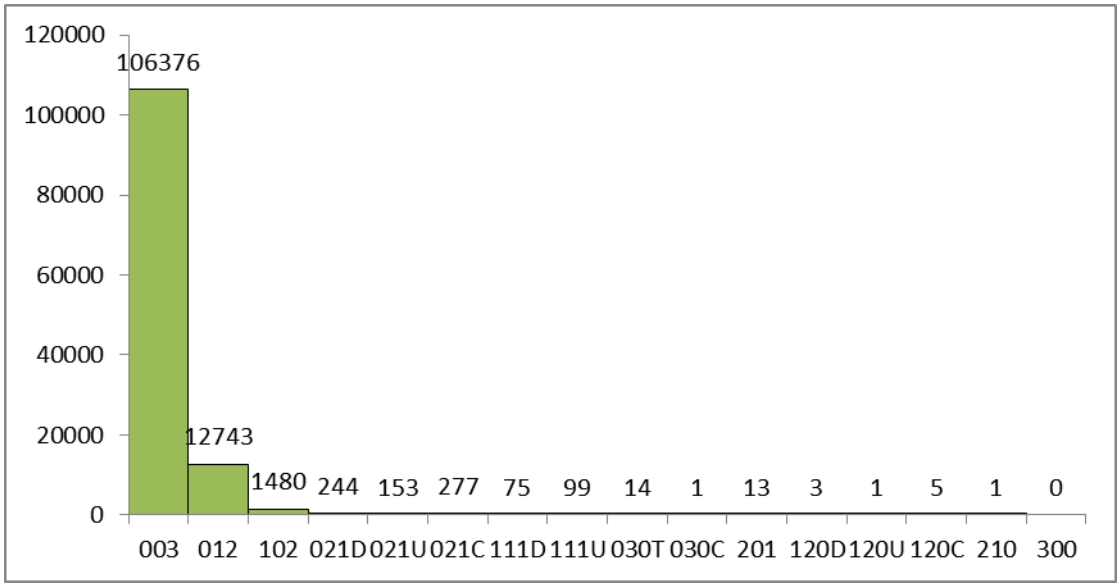
0 = отсуство на атрибутот /родени на фарма; 1= присуство на атрибутот /купени на фарма

** p<0.05 помеѓу групите дефинирани според зададениот атрибут на животното во однос на испитуваната мерка на јазолот*

Анализата на структурите во мрежата не утврди присуство на ниту една клика и истото е графички претставено преку кластер дијаграмот на *Графикон 4-15*. Социјалната мрежа базирана на афилијативност беше составена од 16 блокови со по две единки, еден блок со 71 единка и 12 единки беа "*cut point*s" во мрежата. Од друга страна, беа идентификувани пет компоненти од кои едната компонента е составена од 87 јазли, а останатите четири компоненти од само еден јазол/единка со следниве заеднички атрибути: три од нив припаѓаат на крави постари од 4,6 години и една припаѓа на групата најмлади крави (2,6 години);приближно ист BCS (3-3.5) и втора половина на гравидитет (>167 дена). Овие четири компоненти претставуваат индивидуални јазли неповрзани со останати членови на афилијативната мрежа. Најголемиот дел од протокот преку кој се обезбедува поврзување на јазлите во мрежата, односно линијата која најмногу придонесува во поврзувањата (*Lambda set*s), е преку линијата што ги поврзува јазлите/кравите BI и BN. Заеднички атрибути на BI и BN се прикажани во анализа на мрежата за сите интеракции. Анализата на тријадите во присутната мрежа е прикажа на хистограмот *Графикон 4-16,* каде ако се изостават неповрзаните подгрупи најбројни се подгрупите со само една насочена линија A->B, C и тријадите со взаемна поврзаност помеѓу два јазли A<->B, C. Графичкиот приказ на социјалната мрежа каде се евидентирани афилијативните интеракции помеѓу единките во студијата е прикажан на *Графикон 4-17*.



Графикон 4-15 Кластер дијаграм на присутните клики во афилијативната социјална мрежа кај молзни крави. На ниво 1.0 на кластер дијаграмот не постои ниту еден идентификуван кластер во мрежата.



Графикон 4-16 Преглед на интеракциите во тријадите присутни во афилијативната социјална мрежа

Легенда:

003 = A,B,C, тријада без интеракции.

012 = A->B, C, тријада со една насочена врска.

102 = A<->B, C, тријада со взаемна врска помеѓу два јазли.

021D = A<-B->C, ѕвезда наспрема надвор.

021U = A->B<-C, ѕвезда наспрема внатре.

021C = A->B->C, насочена линија.

111D = A<->B<-C.

111U = A<->B->C.

030T = A->B<-C, A->C.

030C = A<-B<-C, A->C.

201 = A<->B<->C.

120D = A<-B->C, A<->C.

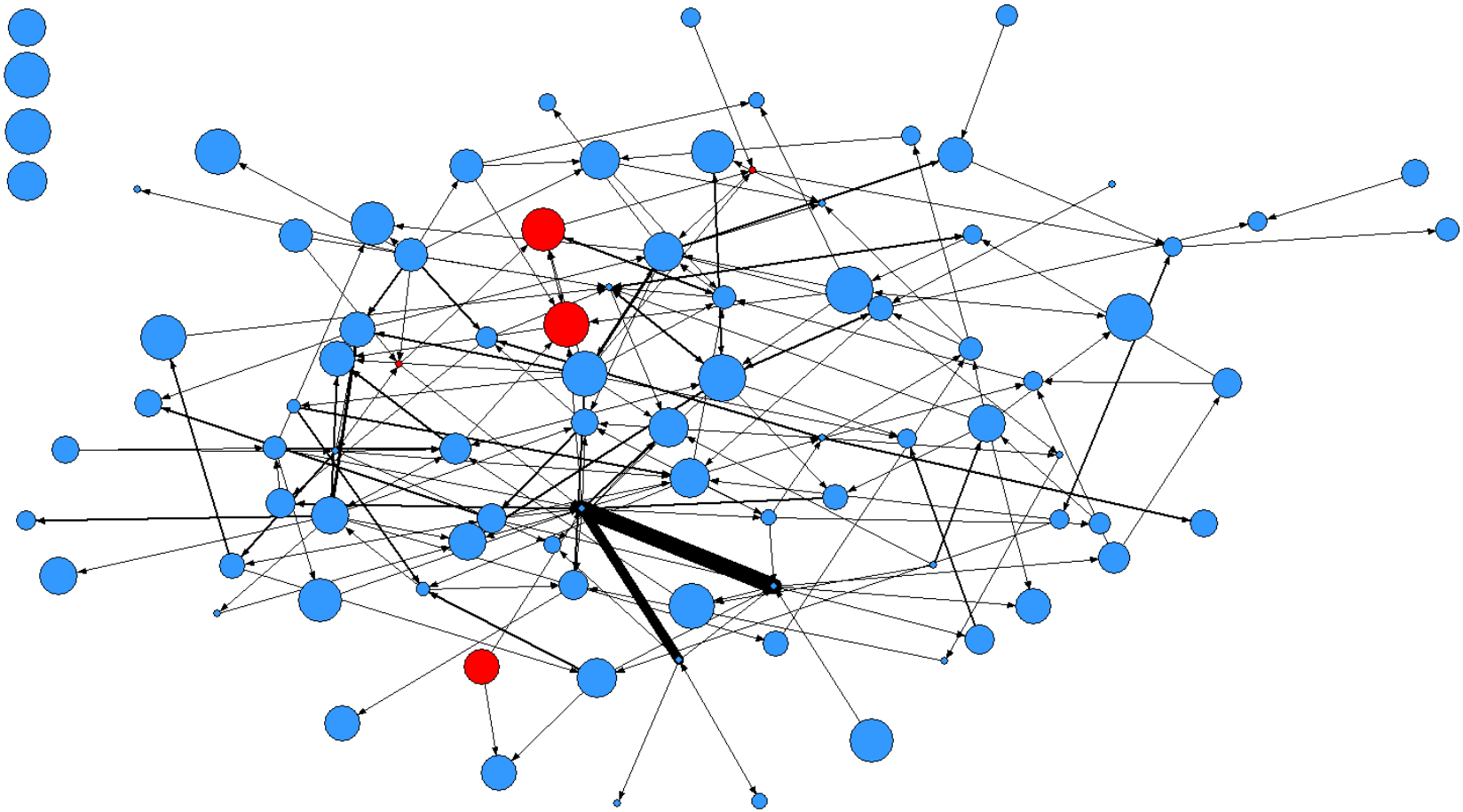
120U = A->B<-C, A<->C.

120C = A->B->C, A<->C.

210 = A->B<->C, A<->C.

300 = A<->B<->C, A<->C, комплетна тријада.

Компарацијата помеѓу агонистичката и афилијативната социјална мрежа прикажа *Pearson*-ова корелација од r=0.46, p<0.001 (2.500 пермутации на рандом тестирања, со avg=0.00 и SD=0.01). Додека според *Simple matching* мерката за асоцијативност помеѓу мрежите прикажа дека присуството на една интеракција во мрежата со агонистичко однесување имплицира веројатност од 86% за интеракција во мрежата со афилијативно однесување. Споредбата на густините на двете мрежи (агонистичко наспрема афилијативно однесување) укажа дека густината на агонистичкото однесување е значително повисока од густината на мрежата за афилијативно однесување (t-value=9.25, p<0.001).



Графикон 4-17 Мрежа на социјалните интеракции помеѓу 91 крава во текот на опсервацијата во траење од вкупно 28h (2 дена x 14h/ден). Социјалната мрежа ги претставува сите опсервирани интеракции на афилијативно однесување. Кравите се преставени како јазли, а нивните меѓусебни интеракции се насочени линии. Големината на јазлите соодветствува со деновите на гравидитет –поголем јазол значи подоцнежен стадиум на гравидитет. Линиите се со дебелина (тежина од 1-15) која соодветствува со бројот на интеракции помеѓу две единки – подебела линија индицира поголем број на интеракции. Единките од опсервираното стадо со сина боја се животни што немаат кривење во тековната лактација, а единките со дијагностицирано кривење во тековната лактација се обележани со црвена боја.

5 ДИСКУСИЈА

5.1 Метод за дискриминација на типовите од и положбата на животното со употреба на триаксијален акцелерометар кај овци

Опишаниот метод за идентификување на типот од и положбата на телото претставува унифициран и прецизен пристап во анализа на податоците, што моментално претставува императив во сензорната технологија за движење на животните. Тоа е неинвазивна техника која овозможува детално и точно собирање на податоци за локомоцијата на животното.

Дискриминаторската анализа покажа дека типот на од може да се одреди со RFAC-и од неколку значајни AC-ии од оска или од вектор. Поточно, четири AC-ии за вертикалната оска или пет AC-ии за хоризонталната оска или за TA векторот се доволни за да се одреди типот на од. Во однос на точноста на методот за дискриминација на од, предвидувањата за одење беа со највисока точност, додека најмалку точни беа предвидувањата за кас – најтешкиот тип на од за одредување што е потврдено и од други автори (38, 122). Дополнително, *a priori* нагодувањата на моделот во однос на веројатноста може да имаат влијание во неточната класификација на типот на од. На пример, во една епоха од оваа студија касот беше погрешно класифициран како одење на хоризонталната оска, иако Махаланобис растојанието индицираше кас, *Табела 8-2*. Во секој случај, типот на од можеше да се одреди со висока точност користејќи само една оска или пак векторот со употреба на RFAC-и од соодветните AC-ии во епоха од три секунди пресметувајќи ги класификациските вредности (*Равенка 3*).

Јасна и високо дистинктивна акцелерација беше утврдена на вертикалната оска за стоење и лежење, каде акцелерациските вредности беа во две различни AC-ии. Овие наоди, вклучувајќи ги и средните акцелерациски вредности на оваа оска, се слични со оние на Robert *и сор.* (37), како и со презентираните опсези за стоење и лежење на Ledgerwood *и сор.* (29) кај говеда и на DuBois *и сор.* (126) кај коњи. Вертикалната оска, како резултат на значителна промена на аголот на акцелерометарот (во нашиот случај, од 180^0 во стоењето до помалку од 90^0 при лежење) и влијанието на гравитационата сила, манифестираат силна дистинкција помеѓу овие две положби на телото на животното, сепак оваа оска најверојатно не може да биде употребена за детерминирање на страната на лежење на животното (лева или десна). Затоа, Ledgerwood *и сор.* (29) за да ја утврдат страната на лежење се базираат на латералната (z-оска). Хоризонталната оска не покажа силна дискриминација помеѓу стоењето и лежењето, а дополнително постоеја и големи варијации помеѓу групите, што е потврдено и во претходно споменатите студии. Сепак, во студијата утврдивме дека на оваа оска постои добра дистинкција во однос на страната на лежење на животното. Ако акцелерометарот е прикачен на начин како што е опишано во оваа студија, хоризонталната оска ќе има повисока акцелерација бидејќи аголот на ногата ќе биде приближно 180^0 кога животното ќе лежи на страната на која е прикачен акцелерометарот. Спротивно, аголот на ногата ќе биде понизок од 90^0 што ќе резултира

со пониска акцелерациска вредност и АС доколку животното лежи на спротивната страна од онаа на која е прикачен акцелерометарот. Поради статичната позиција на ногата во текот на стоењето и лежењето, ТА има слични акцелерациски вредности во двете положби и затоа не треба да се користи во дискриминацијата помеѓу лежење и стоење. Анализата на положбата сугерира дека RFAC-и на двете оски и кај ТА припаѓаат само на неколку АС-ии (од (-1, 0]; (0, 1] и (1, 2]), што е различно од дистрибуцијата на RFAC-и кај различните типови од, обезбедувајќи јасна дистинкција помеѓу движење и статичка положба на животното. Акцелерациските вредности при движење на животното се широко дистрибуирани на опсервираните оски и ТА векторот, зависно колку долго животното ја допира земјата во период од една епоха. Токму ова силно влијае на изборот на значајните АС-ии и на дискриминацијата на типовите од.

Математичкиот пристап користејќи релативни фреквенции на акцелерациските вредности дистрибуирани во акцелерациски категории во временски зависен период од 3 секунди (една епоха) обезбедува: 1) компресирање на значителна количина снимени податоци од акцелерометарот во релативно мал број на класни интервали за полесна интерпретација и обработка; и 2) повисока точност при класификацијата на одот и положбата на телото преку елиминација на минорните варијации во акцелерациските вредности како последица на различните просторно-временски точки на мерење во текот на епохата (шум на податоци). Користењето на релативните фреквенции, се исто така сугерирани и од Scheibe и Gromann (40). Дополнително, примената на краткотрајни фуриеви трансформации (43) и анализата на бран (32) кај другите автори, го потврдува пристапот на интерпретација на податоците без употреба на уникатните апсолутни вредности. Резултатите и од оваа студија исто така потврдуваат дека користењето на RFAC-и наместо апсолутни акцелерациски вредности во одреден временски интервал е вородостоен пристап за креирање на алгоритам што ќе ги идентификува одот и положбата на телото на животното. Така, според RFAC-и во една епоха, првиот чекор на одлучувачкото дрво од алгоритамот би бил дистинкција помеѓу мобилната и статичната состојба на животното, што потоа ќе биде пропратен со идентификација на типот на од или положба на телото.

Еден од главните предизвици во апликацијата на акцелерометрите и интерпретацијата на податоците е намалување на бројот на снимени податоци без притоа да се компромитира точноста на резултатите, што особено се однесува за мобилни уреди со ограничен мемориски капацитет (220). Оттука, неопходна е оптимизација на стапката на земање примероци. Многу високи фреквенции на земање примероци продуцираат голем број податоци што не подразбира и зголемување на точноста на резултатите (37). Од друга страна, ниската стапка на земање примероци може да потфрли во точната идентификација на одреден тип на од (221). Затоа, круцијално за постигнување точна интерпретација на податоците е почитување на *Nyquist – Shannon* теоријата за земање примероци т.е. стапката на земање примероци треба да биде најмалку два пати од највисоката фреквенција што ја содржи сигналот (222, 223). Во оваа студија се користеше стапка на земање примероци од 33Hz, што е

сугерирано и од de Passille *и сор.* (38). Исто така, количеството на снимени податоци во акцелерометарот зависи и од бројот на оски вклучени во мерењата, што дополнително ја оправдува потребата од селекција на најрелевантната оска за идентификација на одредено однесување. Овој пристап, земање примероци од само една оска, е предложен и од страна на de Passille *и сор.* (38) каде се сугерира хоризонталната оска како најсоодветен избор. Должината на временскиот интервал (епоха) има подеднакво големо значење за оптимизација на количеството на податоци и точноста во класификацијата. Во методот на оваа студија беа употребени епохи од 3 секунди, што е потврдено како минимален временски интервал со најмал број на погрешни класификации при одење (37, 39). Методот опишан во оваа студија се дизајнираше на база на претходно споменатите аспекти за оптимизација на количеството снимени податоци во акцелерометарот. Интеграцијата на алгоритам, развиен според опишаниот метод во оваа студија, во акцелерометрите може значително да го надмине проблемот со голем број на податоци. Дополнително, во поволни услови и околности, опишаниот метод за интерпретација на податоците може да се интегрира во акцелерометри што користат безжичен трансфер на податоци. Сепак, траењето на батеријата на акцелерометарот останува како проблем за подолготрајно практичното користење на овие сензори кај животните.

Во оваа студија беа инволвирани мал број животни со цел да се развие презентираниот метод на интерпретација на податоци. Во следната фаза неопходна е дополнителна студија, која ќе вклучува поголем број тестирани субјекти и ќе изврши крос-валидација на класификациските функции од a priori предикциите на оваа студија. Дополнително, валидацијата на овој метод кај различни видови четвороножни животни ќе придонесе кон развивање унифициран пристап за дискриминација на одот и положбата на телото, обезбедувајќи поширока практична примена на оваа сензорна технологија.

5.2 Кинематика на исчекорот и акцелерациски модел на одење и галопирање кај овци

Оваа студија ја опишува можноста за употреба на акцелерометрите како алатка за анализа на исчекорот и локомоцијата кај животните. Идентификуваните KAP-и за одење и галоп заедно со креираните акцелерациски модели на исчекорот овозможуваат детален приказ на позицијата на ногата во различните фази на исчекорот. Овие информации се корисни за да се пресметаат одредени кинематски параметри при одење и галоп кај животните, во овој случај кај овци, во неограничена средина и на неинвазивен начин користејќи еден акцелерометар прикачен на ногата на животното.

Точноста на процедурата за избор на вистинските KAP-и како значајни акцелерациски вредности во исчекорот беше потврдена преку нивното високо присуство и ниско ниво на интериндивидуални разлики во исчекорите помеѓу и кај самите животни. За поблиска опсервација на исчекорот и елаборација на главните настани релевантни за KAP-и во акцелерациските модели на исчекор за одење и галоп,

покрај акцелерациските вредности и видео опсервациите, беа применети и следните принципи: 1) оперативните принципи на употребните акцелерометри т.е. процесот на конверзија на сигналот на движење, преку промена на капацитивноста и излезниот напон, во соодветна акцелерациска вредност; 2) зависноста на акцелерациските вредности од насоката на акцелерацијата, што подразбира, зголемување на излезот (акцелерациската вредност) на вертикалната оска кога насоката на акцелерацијата е спротивна од подлогата (земјата) и обратно; и 3) влијанието на инклинацијата на акцелерометарот врз акцелерациските вредности, така што кога акцелерометарот е во мирување со вертикалната оска насочена кон земјата инклинацијата изнесува 180^0 и акцелерациска вредност од 1g, а кога вертикалната оска е позиционирана хоризонтално нивото на искосеност ќе биде 90^0 со соодветна акцелерациска вредност од 0g (224).

Во фазата на залет кај исчекорот, КАР SW1 при одење и галопирање претставува највисоката акцелерација од почетокот на фазата на залет – иницијален залет, подигнување на ногата од земја. На оваа КАР се надоврзуваат SW2, SW3 и SW4 како КАР-и со акцелерациски вредности што зависат од позицијата, нивото на инклинација и флексијата и екстензијата на дисталниот дел од ногата во текот на фазата на залет (225) и акцелерацијата на движењето на ногата. Така, SW 2 и SW 3 ја изразуваат средишната фаза, додека SW 4 крајната фаза на залетот. Слични акцелерациски вредности во фазата на залет од исчекорот презентираат и de Passille, Jensen (38) и Tanida, Koba (133). Највисоките акцелерациски вредности на вертикалната оска, честопати дури и над опсегот на применетиот логер, беа забележани на почетокот на фазата на стоење при одење и галоп, во КАР ST1. Вредностите на КАР ST1 се поврзани со успорувањето (a_{decel}) при иницијалниот контакт на ногата со земјата во почетокот на фазата на стоење што зависи од првичната надолна брзина на ногата (v_i) и вертикалното растојание на кочење (Δx) пресметано преку $a_{decel} = v_i^2 / 2\Delta x$ (226). Поради високата вертикална брзина на ногата и малото вертикално растојание на кочење поврзано со релативно цврстата подлога (тревна површина), ST1 со високата акцелерациска вредност го преставува самиот почеток на фазата на стоење. КАР-и што следат потоа: ST2 има акцелерациска вредност која е резултат на реактивната сила од инцијалниот контакт со земјата, додека ST3 е средиштето на фазата на стоење како континуирана акцелерациска вредност кај одењето (≈ 1g) што трае сé до ST4, терминалната точка на фазата на стоење. Овој комплекс на КАР-и составен од ST1, ST2 и ST3 е присутен во секој циклус на исчекорот кај одењето, како почеток на фазата на стоење. Затоа, овој КАР комплекс од фазата на стоење кај одењето може да се употреби и за броење исчекори (чекори) или како маркантни точки при анализа на акцелерацијата на исчекорот. Кај галопот, кратката фаза на стоење и интервалот на логирање на акцелерометарот не се доволни за да бидат присутни КАР ST3 и ST4. Така, по регистрирање на акцелерациската вредност од реактивната сила во ST2, следни вредности што се регистрираат се КАР-и од фазата на залет (SW1 – SW4) и потоа започнува фазата на стоење од следниот исчекор на галопот (ST1B). Презентираниот акцелерациски модел на исчекорот при одење е сличен со наодите на Pastell *и сор.* (32) за вертикалната и акцелерацијата кон

напред на исчекорот, иако нивните мерење на задната нога кај крави е со фреквенција на регистрирање примероци од 25 Hz. Ова ги потврдува нашите наоди и интерпретации на КАР-и во моделот. Броењето чекори базирано на воспоставените акцелерациски модели на исчекор за одење и галоп покажува висока точност во споредба со наодите од видео опсервациите. Сличен пристап при анализа на графикот за оската со насока кон напред со висока точност во броењето чекори при одење кај телиња е изведена од de Passille *и сор.* (38), што ја потврдува веродостојната на методолошкиот пристап и во нашата студија.

Резултатите од кинематските параметри одредени во оваа студија се во согласност со резултатите од претходните студии за анализа на одењето кај овци во строго експериментални услови користејќи патека со сензори за притисок или трака за трчање. Во овие студии, средното време на траење на фазата на стоење, залет и работниот фактор беа 0.57s, 0.25s и 69% (30) и 0.43-0.47s, 0.27 – 0.29s и 61-63% (31), или траење на целокупниот циклус на исчекорот од 0.95s и работен фактор од 62.90% во студијата на Valentin *и сор.* (129), што споредено со нашите резултати од *Табела 4-6* укажува на силно совпаѓање. Во достапната литература неможеше да се најдат податоци со кои ќе се споредат добиените резултати за кинематските параметри кај овци во галоп. Сепак, средната вредност на работниот фактор (≈33%), измерен во нашата студија, го потврдува скратеното траење на фазата на стоење без значителна разлика во фазата на залет помеѓу одење и галоп. Овој наод е во согласност со поставениот праг за работниот фактор кај четвороножните животни од помалку од 50% за кас и галоп (122, 227, 228). Применетата методологија за одредување на кинематските и просторно временските параметри се базираше на детерминирање на почетните и крајните точки за секоја фаза во исчекорот. Бидејќи акцелерометарот во реално време ја мери акцелерација на ногата со претходно детерминирани интервали на записи најголемиот предизвик беше да се утврди точниот момент кога ногата ја допира земјата (почетокот на фазата на стоење) што е претставен преку КАР ST1. Според нашите акцелерациски модели на исчекорот и спроведената видео анализа, почетокот на фазата на стоење во исчекорот е помеѓу КАР-и SW4 и ST1. Имајќи го во предвид интервалот на записи, акцелерометарот понекогаш ја запишува акцелерацискатa вредност на ногата помеѓу КАР SW4 и ST1, што не значи дека тоа е точката во која ногата ја допрела подлогата. Оттука, презентираните функции (2 – 5) се условно дефинирани токму поради проблемот на акцелерометарот точно да го утврди моментот кога ногата ја допира подлогата, што најмногу зависи од тоа кога ќе биде регистрирана следната акцелерациска вредност од страна на акцелерометарот. Со цел што попрецизно да се утврди траењето на фазите од исчекорот, во случаите каде следната запишана вредност од акцелерометарот не ја претставува првата КАР од фазата на стоење (односно точката со највисока акцелерација) додадовме 0,03s, со што всушност се пролонгира фазата на залет во овие случаи. Имајќи во предвид дека во КАР ST1 ногата веќе ја допира земјата, со дополнителните 0,03s осигуруваме моментот на допир на ногата со подлогата секогаш да го сметаме помеѓу двата акцелерациски записи кога ногата е во вис и кога е веќе на подлогата. Применетата методологија во оваа студија, отсуството на значителни разлики во исчекорот помеѓу левата и десната

задна нога (31, 229) и значителната висока корелација на кинематските податоци помеѓу предните и задните нозе (30) укажуваат дека со примена на само еден акцелерометар може да се добијат детални кинематски и просторно - временски податоци за исчекорите на четирите нозе кај животните.

Анализата на исчекорот користејќи акцелерометри истакна три значајни предуслови што треба да се исполнат во овој тип студии за локомоцијата. Првиот предуслов е исполнување на критериумот за записи на *Nyquist – Shannon* што подразбира стапката на заведување записи да биде најмалку двапати од највисоката фреквенција на сигналот – во нашиот случај идентификуваното движење (222, 223). Стапката на записи т.е. земање примероци е една од најзначајните и најделикатните фактори во прецизна интерпретација на акцелерациските вредности. Во овој случај, главната цел е утврдување на просторно-временската позиција на ногата во текот на локомоцијата. Имајќи го во предвид траењето на фазите на стоење и залет, особено во галоп, интервалот на записи треба претпазливо да биде поставен со цел прецизно да се идентификува типот на од или да се изведе било какво детално броење чекори или анализи на исчекорот. Со користење интервал на записи од 33Hz во оваа студија, како и во студијата на de Passille *и сор.* (38), се исполни критериумот за фреквенцијата за земање примероци за параметрите од интерес. Изборот на вистинската оска од акцелерометарот за опсервација и анализа на локомоцијата е вториот клучен предуслов. Во оваа студија се употреби вертикалната оска за идентификација на КАР-и, креирање акцелерациски модели на исчекорот, броење чекори и пресметка на кинематските параметри. Во претходната студија покажавме дека вертикалната и хоризонталната оска се слични во однос на висината на точноста во дискриминацијата на типот на од, што имплицира дека двете оски се релевантни за детални анализи на исчекорот. Третиот предуслов во подготовката на акцелерометрите е акцелерацискиот опсег на уредот. Во оваа студија користевме уреди што се со капацитет да регистрираат акцелерација од ±3.2g и некои од КАР-и ги достигнуваа максималните вредности на уредите. Тоа сугерира дека можеби во овие точки акцелерациите се повисоки од регистрираните. Во секој случај, ова не предизвика потешкотии во исполнувањето на целите на оваа студија. Сепак, во подетални истражувања на исчекорот и локомоцијата, каде силата на ногата и потрошувачката на енергија се главни приоритети, треба да се користат акцелерометри со поширок акцелерациски опсег, што е исто така сугерирано и од страна на други автори (38, 40).

Во однос на апликабилноста на акцелерометрите во анализа на исчекорот, тие веќе се споменуваат како алатки за детекција на локомоторни пореметувања кај фармските животни, особено во кривењето кај говедата(32, 134, 230). Бидејќи кривењето е одраз на промените во различни фази од циклусот на исчекорот (231), акцелерацискиот модел на исчекорот развиен во оваа студија можеби би можел да се искористи за детекција и алармирање на промените во циклусот на исчекорот кај животните што криват во многу рана фаза на пореметувањето. Ова претставува една од ултимативните приоритети во прецизното фармерство за мониторинг на фармските животни во реално време во однос на нивното здравје, благосостојба и менаџмент на

фармата (110, 232). Моделот презентиран во оваа студија со акцелерометрите исто така може да се примени во различни студии за терестријалната локомоција, односно како што сугерира Reilly *и сор.* (33) во функционалните, енергетските и механичките студии за локомоција. Записите за движењата на екстремитетот со акцелерометри може да помогнат во функционалните студии, а калкулацијата на силите на локомоција пресметани според акцелерациските вредности може да се корисни во механичките студии. Во енергетските истражувања, фокусирани на локомоциската работа и енергетската потрошувачка, работниот фактор, должината на стоење и залет и периодот на исчекор се параметри што контрибуираат во пресметката на енергетската потрошувачка на локомоцијата кај копнените животни (228).

Наспроти стресот и вознемиреноста кај овците во студиите со користење патека со сензори за притисок (30) и потребата од сесии за привикнување на животните на траката за одење (30, 129), употребата на акцелерометрите за кинематика и анализа на исчекорот е неинвзивна техника, лесно прифатлива за животните. Без било какви ограничувања на животните, акцелерометрите покажаа дека може да ги мерат локомоцијата и параметрите на исчекорот во секојдневното опкружување на животните т.е. нивна практична примена во фармите и кај дивите животни. Оваа студија разви акцелерациски модел на исчекорот и ја претстави можноста за анализа на исчекорот користејќи само еден акцелерометар прикачен на задната нога кај овци. Треба да се изведат дополнителни студии за да се дефинира оптималниот опсег на кинематските параметри на исчекорот кај овци, како и адаптација на развиените акцелерациски модели кај други видови животни.

5.3 Асоцијации помеѓу однесувањата и просторната дистрибуција со атрибутите од молзни крави

Со оваа студија се потврди присуството на потенцијални асоцијации помеѓу атрибутите и индивидуалните однесувања на животните, како и можни законитости за просторната дистрибуција во ограничен простор кај молзни крави со слободно држење. Поточно, студијата утврди постоење на асоцијации (позитивни или негативни) помеѓу поедини индивидуални однесувања и атрибутите што ги карактеризираат единките, вклучително и нивната медицинска историја. Дополнително, просторната дистрибуција и идентификацијата на преферирани зони на животните во ограниченият простор покажа одредени законитости на овој потенцијален индикатор со особеностите на животните. Оттука, оваа студија прикажа висок потенцијал за идентификација на нови индикатори што би можеле да се употребат во оценување и предикција на здравјето, благосостојбата и зоохигиената кај молзните крави.

Структура на стадо. Вклучените единки во студијата, односно, структурата на опсервираното стадо имаше висок диверзитет во однос на атрибутите. Така, староста на единките вариираше од најмлади молзни крави до крави постари од девет години, единки со широка дистрибуција на млекопродукција, крави со или без одредена медицинска историја, итн. Тоа доведе до структура на стадото со хетерогени

квантификациски вредности на атрибутите, но и до редукција на бројот на единки со хомогени вредности на атрибутите. Присутната хетерогеност во стадото овозможи да се детектираат разликите во однесувањата кај различни вредности на атрибутот, но малиот број на хомогени единки за поедини атрибути може да ја доведат во прашање значајноста на утврдените асоцијативности. Оттука, покрај евидентираните асоцијации помеѓу атрибутите и однесувањата треба да се земе во предвид и бројот на единки со карактеристиките на атрибутот.

Испитувањата на корелациите помеѓу атрибутите на животните придонесе да се намали бројот на варијаблите и во интерпретација на резултатите од анализите. Во однос на меѓусебните корелации помеѓу атрибутите, се утврди дека состојбите на животните во тековната лактација како MILK_LAST, MAST_PRES и SCC_PRES се во висока позитивна корелација со соодветните атрибути за целиот живот на животното, како MILK, MAST и SCC, последователно, што беше и очекувано. Дополнителни наоди за позитивна корелација беа и помеѓу атрибутите за бројот на соматски клетки во млекото и атрибутите за маститис, што веќе е потврдено од други студии претходно и се употребуваат како индикатори за предикција на клинички маститиси (233, 234). Позитивната корелација помеѓу MILK_LAST со LAME_TIME индицира зголемена продукција на млеко доколку е изминато подолго време од последното кривење како сериозен фактор во редукцијата на млечноста (235). Интересна е позитивната корелација помеѓу MAST_PRES и LAME_PRES, што индицира дека единките со маститис во тековната лактација истотака и криват. Сепак бројот на единки што криват во тековната лактација беше многу мал за да се донесе дефинитивен заклучок, само пет единки од целото стадо кривеле во тековната лактација од кои три се и единки што имале маститис. Од друга страна маститисот и кривењето се состојби што се резултат на слични ризик фактори, како на пример хигиенските услови (236, 237), но и како потенцијални фактори што меѓусебно се надополнуваат. Оттука, позитивната асоцијација помеѓу овие две променливи може да биде значен показател. Една од негативните корелации помеѓу атрибутите беше BCS со вкупната млечност (MILK) на единките. Roche *и сор.* (238) прегледувајќи ги истражувањата од повеќе автори утврдуваат дека повисоките вредности на BCS од 3-3,5 кај холштајн - фризиските молзни крави се во негативна корелација со млечноста, што е слично со наодот во нашата студија. Сепак, во ова истражување одредувањето на BCS се одвиваше во текот на опсервацијата на животните без притоа да бидат искористени оценувањата на телесната кондиција во текот на целиот живот на животното, а MILK променливата се однесува на вкупната млечност во сите лактации на животното. Оттука, овој наод на негативна корелација е само случаен наод и не би требало да се смета за одредена законитост. Атрибутот што имаше најмногу значајни корелации со останатите атрибути беше возраста на единките, AGE. Така, млечноста (MILK и MILK_LAST) се покажа дека е во позитивна асоцијација со староста, односно, повозрасните единки имаат повисока млечност. Ова е во насока и со останатите студии што покажуваат дека единките во првата и втората лактација имаат пониска млечност во однос на постарите единки (239, 240). Останатите значајни корелации со AGE се однесуваат на медицинската историја на животните, што е и очекувано да постарите единки имаат

побогата историја на заболувања и состојби во однос на помладите. Во секој случај, наодите на овие корелации треба да се имаат во предвид при интерпретацијата на детектираните асоцијации.

Однесувања. Дескриптивната анализа на однесувањата укажа дека најдолго од опсервираното време кравите минуваат во хранење и лежење, односно, 85% од времето единките го минуваа во овие две активности. Стоењето без некоја активност беше трета по ред застапена состојба, додека вкупното движење се изразуваше во минути. Треба да се има во предвид дека опсервацијата во оваа студија и резултатите не се однесуваат на 24 часа, со што тешко може да се направи споредба со резултатите од други автори. Сепак, досегашните студии укажуваат на период на лежење од околу 12 часа, а период на хранење од околу 5 часа (241-243). Доколку се земе во предвид диурналниот ритам на однесување кај кравите, со присуство на утврдени шеми на однесување (хранење и лежење) (244, 245), добиените временски вредности за стоење и лежење се во согласност со претходните студии. Дополнително, вредностите за стоење и лежење добиени во ова истражување се нешто пониски од оние измерени за периоди од 24 часа т.е. 2-3 часа стоење/социјални интеракции (241), што сосема е во согласност со ова истражување каде времето на опсервација е пониско. Вредностите добиени и за просечното времетраење на едно легнување, како и бројот на легнувања се исто така согласни со наодите на другите автори (242, 246). Употребата на четката која се состоеше од околу пет минути со поголеми варијации, вклучувајќи и животни што воопшто не ја употребија четката во текот на опсервацијата. Слични наоди за употреба на механичката четка се утврдени и од страна на други автори како во просечната употреба на четката од околу 7,5 минути (247), така и во однос на бројот на употреби на четката во текот на еден ден што кај Mandel *и сор.* (248) изнесувал од 0 до 45 употреби. Измерените вредности за претходно наведените однесувања ја потврдуваат конзистентноста на добиените наоди во оваа студија со останатите, како и даваат приказ за временскиот распоред на активностите кај молзните крави во слободните системи на држење. Од социјалните интеракции најмногу доминираа поместувањата, а најмалку беа присутни принудните станувања со големи варијации помеѓу опсервираните единки. Сепак, деталните дескриптивни анализи се прикажани и се дел од студијата за анализа на социјалните мрежи.

Присутните корелации помеѓу различните опсервирани однесувања укажаа на меѓусебни асоцијации што може да се применат при анализа на индивидуалните однесувања, но и во понатамошните анализи на асоцијациите со атрибутите. Така, со зголемување на должината на лежење се намалува должината на одредени состојби како хранење, стоење и бројот на социјални интеракции. Дополнително, од опсервираните зони на легнување, подолгиот престој во ZL2 зоната е во позитивна корелација со должината на лежење, што може да се толкува како повисок афинитет на легнување во оваа зона. Со зголемување на бројот на легнувања се зголемува и вкупното лежење на единките, а се намалува траењето на едно легнување, што само ги потврдува меѓусебните односи на испитуваните параметри. Од друга страна, зголемената фреквенција на легнувања резултира со зголемена должина на стоење и

хранење, како и повисоки социјални интеракции. Она што е интересно, беше наодот на повисоки фреквенции на легнувања во лежиштата и пониски вредности на LY_BO_AVG во средината на објектот (LYI_MID) што може да се поврзе со профилот на единките што легнуваат во овој сегмент. Од претходно е познато дека помладите единки имаат зголемен LY_BO_FQ (246) што може да имплицира дека овој сегмент е повеќе посетен или преферирaн од помладите единки. Должината на стоење резултира со намалена должина на хранење и последично зголемен број на оброци, кои пак се зголемуваат како последица на зголемени бркања на животните и останати однесувања. Всушност овие наоди индицираат дека промените во траењето на одредени состојби кај животните се тесно поврзани со присутните социјални интеракции и односи во стадото. Од друга страна, престојот во зоните ZR_3 и ZR_4 беше во позитивна корелација со времето на хранење што може да индицира на преферирани зони за хранење. Кај механичката четка, во однос на траењето на нејзиното користење и бројот на користења (со висока меѓусебна корелација) се забележа зголемена употреба кај единките што имаа и повисоки вредности на SLCK_PROP, што всушност е основното однесување поради кое и се поставува четката во модерните системи за одгледување (249). Останатите наоди на меѓусебни корелации во опсервираните однесувања беа поврзани со социјалните интеракции што детално се разработени во следната студија, како и со зоните на престој што е составен дел од анализата на просторната дистрибуција.

Просторна дистрибуција. Опсервацијата на однесувањата во контекст на просторните зони каде се одвиваат овие однесувања даде можност да се идентификуваат таканаречените фаворизирани зони. Во студијата под фаворизирани зони се подразбираат зоните од ограниченият простор во кои животните преферираат да престојуваат. Поаѓајќи од сознанијата дека секоја молзна крава во слободен систем на држење околу половина од денот го минува во лежење, а преостанатиот дел од времето најмногу во хранење, осумте зони беа поделени во два дела: дел за хранење и дел за лежење. Со цел да се идентификуваат фаворизираните зони во двата дела, како критериуми за избор беа искористени: 1) зона во која најдолго престојува секоја единка (D_z) што упатува на преферирање на единката да престојува во зоната или пак долгиот престој се должи на нејзина принуда за престој во таа зона; 2) просечна вредност на должината на престој на целото стадото во секоја зона, каде повисок просек ќе индицира подолго време на престој на повеќе единки во испитуваната зона што ќе укаже на фаворизирање на таа зона; 3) корелациите на FEED_PROP и LYI_PROP со зоните од соодветните делови индицирајќи асоцијации помеѓу должината на овие однесувања во секоја зона; и 4) корелации помеѓу агонистичките социјални интеракции и должината на престој во зоните, така што позитивна асоцијација помеѓу овие варијабли ќе индицира зголемен афинитет и заземање и заштита на сопствен простор/зона.

Според зададените критериуми во делот за хранење преферирана зона беше ZR3, а најмалку преферирана беше ZR1. Преференциите кон ZR3 беа констатирани на база на најдолгиот просечен престој, највисок D_z, како и позитивната корелација со

FEED_PROP. Карактеристично за ZR3 се хранилките со ограничување за вратот и нозете што се повеќе преферирани во однос на хранилките со прегради и заклучување на главите присутни во ZR1 и ZR2(250, 251). Всушност, студијата на Huzzey *и сор.* (250) како и наводите од Rushen (251) индицираат намалени агонистички интеракции во хранилките со заклучување на главите и со тоа можност за заштита на субмисивните крави од доминатнтните единки што имаат повисока привилегија да го изберат местото на хранење. Оттука, со измерените параметри за ZR3 може да се заклучи дека е тоа најпрефериранаата зона. Постои дилема помеѓу втората по ред преферирана зона во делот за хранење помеѓу ZR4 и ZR2. Иако некои параметри како D_z и должината на престој ја истакнуваат ZR2, сепак позитивната корелација за FEED_PROP и HDBT_PROP укажуваат на посилен афинитет на единките кон ZR4. Дополнително, во хранилката во ZR4 се наоѓаа коцките со минерали/сол што беше атрактант за престој на единките. Несомнено, ZR1 со сите показатели беше најмалку префериранаата зона на кравите иако при употребата на четката животните беа лоцирани во оваа зона. Сепак, како фактори што придонесуваат во не фаворизирањето на оваа зона може да претставуваат присутниот механизам за заклучување на главите при хранење и тоа што во ZR1 е влезот во ограниченият простор кога кравите се враќаат од молзење.

Во делот за лежење фаворизирани зони беа ZL3 и ZL2, а најмалку фаворизирана зона беше ZL1. Помеѓу зоните ZL3 и ZL2 не постоеше висока разлика во вредностите на критериумите за фаворизирани зони, но сепак вредностите на LYI_PROP и D_z доминираа во ZL3 над ZL2, што беше причина за поставување на оваа зона како најфаворизирана. Од друга страна, значајно позитивната корелација помеѓу LYI_PROP и ZL2_PROP индицира подолго време на лежење во ZL2, упатувајќи кон фаворизирање на оваа зона за легнување. Оттука, двете централни зони во делот за лежење може да се сметаат како фаворизирани зони од страна на стадото, за разлика од ZL4 и ZL1. Во однос на редот на лежишта што најмногу беше употребуван, според дескриптивната статистика на однесувањата, вредностите за легнување во лежиштата во редот во средина на објектот (LYI_MID) беа повисоки во однос на лежиштата вклучени во LYI_OUT варијаблата, односно 64% наспроти 26% од вкупните легнувања. Овие податоци укажуваат на фаворизирање на лежиштата во редот поставен во средина на објектот, наспроти редот со лежишта насочени кон надвор. Според добиените резултати може да се заклучи дека фаворизирани локации во делот за легнување беа централно поставените зони и тоа редовите што се поставени во средина на објектот. Фаворизирањето на централните зони е забележано и во студиите на Gaworski *и сор.* (252) каде за 25% повеќе се употребувани централните лежишта, или пак на Wagner-Storch *и сор.* (253) кои заклучуваат дека кравите помалку легнуваат во лежиштата од крајните секции на редовите. Дополнително, Gaworski *и сор.* (252) и подоцна Gaworski (254) констатираат дека редовите во средина на објектите, односно оние што се поблиску до зоната за хранење се пофаворизирани од лежиштата свртени кон надвор. Причините за овие однесувања т.е. фаворизирања може да се должат на: потребата од просторно позиционирање во центарот на стадото кај дивите плен животни, како најбезбедна локација од ризикот од предатори (252); влијанијата на надворешните

услови, особено температурата и сончевите зраци, што ги тера единките да бидат лоцирани кон средина на објектот штитејќи се од надворешните влијанија (253); како и фаворизирање на редовите што се насочени кон хранилките со можност животните да имаат надзор на евентуалните промени во јаслите, како на пример надополнување со храна, додавање нова храна и слично и избегнување на што е можно повеќе интеракции со други единки за да се дојде до храната (252, 254). Во нашиот случај, токму лежиштата што беа насочени кон хранилките влегуваа во фаворизираната LYI_MID променлива, додека пак периферните зони и LYI_OUT што се во непосредна близина со надворешната средина или пак се патеки за излегување од ограниченият простор (ZL1) беа најмалку фаворизирани. Сите овие наоди за фаворизирани, односно преферирани зони, укажуваат на значително влијание на зоохигиенските фактори во објектите врз просторното позиционирање на животните. Секој елемент во ограниченият простор, како на пример во оваа студија, системот на хранење, суплементарната исхрана, локацијата на четката, влезовите/излезите и локацијата на лежиштата, придонесуваат животните да ги изберат најпреферираните локации. Оттука, фаворизираните зони може да имаат сериозно влијание врз менаџментот, здравјето и благосостојбата на целокупното стадо во фармите.

Асоцијации, Возраст. Асоцијациите потврдени со трите анализи (корелација, кластер и PCA) помеѓу атрибутите на животните и нивните однесувања (зависните променливи) укажуваат дека при различен пристап на анализа на податоците присутната асоцијативност може, но и не мора да биде потврдена. Овој пристап, налик на триангуларниот статистички пристап, обезбеди потврда на утврдената асоцијативност и ја редуцираше можноста од грешка на хипотеза од прв вид (α). Така, при сублимирањето на резултатите се утврдија 25 позитивни и негативни асоцијативности за осум атрибути на животните што беа потврдени со трите аналитички пристапи. Возраста како атрибут имаше позитивна асоцијација со времето на стоење, односно, постарите единки подолго стојат. Доколку овој наод се спореди со останатите состојби што беа опсервирани се забележува дека постои делумна негативна асоцијативност со времето минато за хранење. Ова укажува дека постарите единки подолго време минуваат во стоење, за сметка на намаленото време на хранење. Во овој контекст е и студијата на Azizi *и сор.* (255) каде се забележува пролонгирано минато време кај хранилките од страна на примипарните (младите) единки, наспроти мултипарните (постари) единки. Причината за ова однесување може да биде пониската консумација на сува материја и послабата мастикација кај младите единки што резултира со нивно подолго време на хранење во однос на мултипарните единки (256); како и поради пролонгираното време на хранење кај примипарните единки кога се сместени заедно со мултипарните единки (257). За разлика од пролонгираното STD_PROP, кај постарите единки не се утврди било каква асоцијативност со LYI_PROP иако студијата на Kathambi *и сор.* (258) утврдуваат пролонгирано време на лежење кај единките постари од 5,25 години. Тоа може да се должи на пристапот на анализа на податоците со класификација на единките користејќи гранична вредност, но во случај на нашата студија не можеше да се утврди асоцијацијативност при вклученост на сите возрасти. Од друга страна, локацијата на легнување покажа

позитивна асоцијативност со редот на лежишта кон надвор (LYI_OUT) при што според кластер анализата старите единки многу почесто избираат да легнат во LYI_OUT што не може истото да се каже за изборот на помладите крави. Дополнителна потврда за ова е и позитивната асоцијација на AGE со легнувањето во ZL3_O, што укажува дека највисока преференција кај старите единки во стадото имаат токму лежиштата во оваа локација. За AGE атрибутот значајни негативни асоцијации беа утврдени за REC_HDBT_PROP и REC_DPLC_PROP што потврдуваат високо социјално рангирање на старите единки, односно постарите единки примаат помалку удари со глава и поместувања. Овој заклучок на намален прием на агонистички интеракции ги поставува старите крави на врвот на социјалната хиерархија во стадото. Но овие наоди детално се разработуваат во студијата за социјални интеракции и наодот во индивидуалните однесувања само ги потврдува резултатите од следната студија. Комбинирајќи ги наодите за позицијата во социјалната хиерархија на постарите единки и нивната просторна дистрибуција се извлекуваат дополнителни заклучоци. Имено, покрај доминантната улога во стадото постарите единки сепак ги избираат помалку фаворизираните локации во ограниченият простор, односно локациите каде не е присутен висок социјален конфликт, како LYI_OUT во делот за лежење и делумно негативната асоцијативност со ZR4_PROP, а делумно позитивната со ZR2_PROP во делот за хранење. Тоа подразбира дека постарите единки ги заземаат фаворизираните зони во ограниченият простор, но оние најпреферирани локации се оставени на помладите, во нашиот случај ZL3_M и ZR4. Всушност, постарите единки прават оптимален избор помеѓу нивото на присутност на социјален конфликт во зоните и нивните преференции.

Потекло. Во однос на потеклото на единките, кај купените крави се забележа пониска употреба на автоматската четка, но и генерално пониско тимарење (лижење и чешање). Кај просторната дистрибуција се забележа зголемено присуство на купените крави во ZR3 и ZR4, преферираните зони во делот за хранење. Сепак, во анализата на PRCH_TIME се забележа дека како минува времето од воведување на единката во фармата така единките се поместуваат од преферираните кон помалку преферираните зони како во делот за хранење, така и во делот за лежење. Тоа може да индицира дека по воспоставување на социјалната хиерархија на стадото од нивното воведување (259, 260) единките постепено ги заземаат помалку фаворизираните локации во стадото. Делумните негативни асоцијации помеѓу PRCH_TIME и агонистичките социјалните интеракции како актери, а делумно позитивните асоцијации со примените агонистички интеракции се потврда за воспоставувањето на социјалната хиерархија по воведувањето на овие единки во фармата. Дополнително, иако станува збор за помлади единки што влегуваат во групата на купени животни, сепак се забележа позитивна асоцијативност помеѓу PRCH_TIME и STD_PROP. Тоа укажува на подолго стоење за сметка на скратено време на хранење (делумна негативна асоцијација со FEED_PROP) кај единките што се со поодминато време од купувањето. Повторно, овој наод може да се толкува како резултат на процесот на воспоставување на социјална хиерархија во стадото по воведување на единките доведувајќи ги купените единки во субмисивна позиција во стадото.

*Телесна кондиција.*Во однос на телесната кондиција (BCS) забележлива е значајна позитивна асоцијација со должината на употреба на автоматската четка (BRUSH_DUR). Поточно, колку е пониска телесната кондиција, толку помалку се употребува автоматската четка и обратно. Од достапната литература, не можеше да се најдат податоци или објаснувања за асоцијации помеѓу BCS и BRUSH_DUR. Како потенцијални можни објаснувања во форма на шпекулации би издвоиле неколку. Улогата на BCS во социјалната хиерархија (261, 262), што би довело до ограничен пристап до четката поради субмисивност на послабите единки, иако нашата студија за социјални мрежи не утврди значајна улога на BCS во социјалниот ранг. Понатаму, зголемен прием на лижења од други единки кај единките со повисок BCS, што беше детектирано во студијата за социјални интеракции. Но од друга страна, во кластер анализата од оваа студија беше утврдена негативна асоцијација. Контрадикторните наоди од двете студии водат кон нејасен заклучок. Трето можно објаснување е потребата од тимарење, што е и главна улога на автоматската четка (247), но оваа студија не утврди никаква асоцијативност помеѓу BCS и SCRT_PROP или со SLCK_PROP. Оттука произлегува дека причините за постоење на асоцијативност помеѓу употребата на автоматската четка и телесната кондиција се нејасни и треба дополнително да се истражат. Сличен наод, но со делумна позитивна асоцијација на BCS беше утврдена и со BRSH_NO, што со оглед на високата корелација на зависните променливи за автоматската четка воопшто и не е за изненадување. Кај останатите зависни променливи за овој атрибут делумна позитивна асоцијација се утврди за STD_PROP, MOV_PROP и LYI_PROP. Сепак ова не беше значаен наод за да може со сигурност да се тврди присутната асоцијативност, слично како во студијата на Bewley *и сор.* (263). Тие исто така утврдуваат позитивна асоцијативност на BCS со должината на лежење, но и таму во изграденият модел BCS не прикажува сигнификантност. Претходно кажаното упатува на потреба од подетално и попрецизно испитување и соодветно аналитичко испитување за асоцијацијата помеѓу BCS и LYI_PROP.

Млечност. Позитивна асоцијативност се утврди и за млечноста во последната лактација (MILK_LAST) со легнувањето во ZL3_O локацијата. Тоа индицира дека единките што легнуваат во најфаворизираната зона се и единките со највисока млечност. Сепак треба да се има во предвид дека високата млечност во последната лактација е во позитивна корелација со староста на единките. Оттука, наодите за атрибутот AGE се соодветни и за атрибутот MILK_LAST. Ова се потврдува и со делумната позитивна асоцијативност со STD_PROP, LYI_OUT, како и делумно негативната асоцијативност со REC_HDBT_PROP и REC_DPLC_PROP. Резултати што се приближно слични со атрибутот AGE. Сето ова упатува дека не може да се направи јасна дистинкција помеѓу влијанието на возраста и млечноста во последната лактација врз опсервираните однесувања, што резултира со отсуство на јасен индикатор за млечноста. Сепак легнувањата во најфаворизирната зона од ограниченият простор остануваат еден од потенцијалните индикатори за детекција на високо млечните единки во тековната лактација. На оваа констатација се приклучуваат и наодите за вкупната млечност во сите лактации (MILK), односно овој атрибут прикажа слична асоцијативност на локациите на легнување со атрибутот MILK_LAST.

Маститис и соматски клетки во млеко. Изминатото време од последниот маститис (MAST_TIME) како променлива имаше за цел да укаже на евентуалните промени во однесувањето на животните по рековалесценцијата од маститис кај молзните крави. Оваа променлива вклучуваше единки со широк дијапазон на изминато време од последен маститис, од три месеци до нешто повеќе од три години. Поради тоа што само 32 единки од целото стадо беа со маститис во својот живот и беа соодветни да се вклучат во оваа променлива како анализи се изведоа само корелација и кластеризација на податоците. Позитивната асоцијација на MAST_TIME со LYI_PROP укажа дека со изминување на времето од маститис се продолжува времето на лежење. Односно, како се опоравуваат единките од маститисот, така времето на легнување се зголемува. Релевантните истражувања укажуваат на скратено време на лежење во почетокот од појавата на индуциран маститис компарирано со деновите пред појава на маститисот (148, 264, 265). Дополнително, скратеното време на лежење се забележува дури и подолго од 10 дена од појавата на маститис (148). Овие резултати одат во прилог на наодите од нашата студија. Всушност, по заболување на единките со маститис се крати времето на легнување и по нивната рековалесценција повторно постепено се зголемува должината на лежење. Тоа веројатно може да смета како објаснување за позитивната асоцијација помеѓу MAST_TIME и LYI_PROP. Слично, MAST_TIME имаше делумно позитивна асоцијативност со MOV_RPOP индицирајќи зголемена подвижност на единките со подолго изминато време од последниот маститис. Сепак поради широкиот дијапазон на вредности на MAST_TIME, наодите треба да се сметаат само како индиции, а не како законитости. Дополнително, за MAST_TIME се утврди негативна и делумно негативна асоцијативност со социјалните интеракции, независно од улогата (донори или реципиенти). Што укажува на општо намалување на социјалните интеракции на единките со минување на времето од последниот маститис. Тоа може да се толкува како евентуална стабилизација на социјалните односи по рековалесценцијата на заболените единки. Сепак оваа шпекулација треба дополнително да се потврди со соодветни истражувања. За делумната асоцијативност во зоните за хранење, односно позитивна со ZR2_PROP и негативна со ZR4_PROP, иако има висока корелација помеѓу испитуваните варијабли, сепак со постојните анализи не можеше да се даде соодветно објаснување за оваа појава во просторната дистрибуција.

Значајната позитивна корелација детектирана помеѓу атрибутите SCC, SCC_PRES, MAST и MAST_PRES, како и поради добро познатата врска помеѓу бројот на соматски клетки во млекото и воспаленијата на млечната жлезда (266, 267) насочува кон заедничка опсервација на асоцијациите помеѓу овие атрибути и однесувањата. Ниту еден од атрибутите немаше асоцијација со било кое однесување што е потврдена со трите анализи. Генерално, делумно позитивни асоцијации кај сите атрибути беа забележани за LYI_OUT и ZL3_O во однос на локациите на легнување, а за примените агонистички социјални интеракции се утврдија делумно негативни асоцијации за ударите со глава и поместувањата, а позитивни за бркањата. Всушност, овие наоди наликуваат на асоцијациите утврдени за однесувањата и возраста на единките. Затоа и наодите на однесувањата може да се толкуваат дека се под влијание на возраста, а не

на испитуваните атрибути. Но од друга страна треба да се има во предвид дека намалување на хигиената и зголемување на ризикот од маститис е забележан кај постарите единки што укажува на асоцијацијативност помеѓу возраста и инциденцата на SCC и маститис (268). Продолжено време на лежење беше во делумна позитивна асоцијација со зголемен број на SCC во тековната лактација и повеќе маститис во медицинската историја на единките. Контактот на вимето со подлогата (вклучително и при лежење) ја зголемува можноста за продор на патогени микроорганизми во вимето со последична појава на маститис и зголемени SCC (269). Затоа и DeVries *и сор.* (270) препорачуваат можност за пролонгирано стоење по завршување на молзењето како превентивна мерка во борбата против маститиси. Иако во нашата студија не може да се детектира дали појавата на пролонгирано легнување е причина или последица од SCC_PRES или MAST, сепак ова промена во однесувањето има потенцијал да биде индикатор во менаџирањето на овие состојби во стадото. Дополнително кај MAST атрибутот беше идентификувана делумно позитивна асоцијација со STD_PROP, а сето тоа на сметка на FEED_PROP (делумно негативна асоцијација со периодот минат кај јаслите). Единките што имаат маститис во тековната лактација (MAST_PRES) беа во делумно негативна асоцијација со MOV_PROP што е повторно во насока на промена во состојбата на однесување кај овие единки. Од останатите асоцијации, интересна беше делумно позитивната асоцијација на MAST со BRSH_DUR, но таа беше евидентирана само со PCA анализата само како дел од една од значајните компоненти и затоа не може да се тврди дека постои одредена законитост.

Кривење. Кај атрибутот LAME се утврди пролонгирано време на стоење за сметка на скратено време на хранење (делумно позитивна асоцијативност со STD_RPOP и делумно негативна асоцијативност со FEED_PROP). Всушност, пролонгираното стоење се смета и како фактор за појава на кривењето кај молзните крави (236, 271). Сепак, методологијата на оваа студија не прави дистинкција помеѓу каузалноста и консекветноста. Тоа подразбира дека не може да се разграничи дали утврденото пролонгирано стоење кај единките со историја на кривење е причина за појавата на кривењата или последица. Од друга страна, треба да се има во предвид и позитивната корелација помеѓу AGE и LAME атрибутите што всушност може да има взаемен импакт врз индивидуалните однесувања. Оттука, одредени однесувања кај единките што криват се многу слични со наодите кај постарите единки. Така, пролонгираното стоење, преферираното легнување во редот со лежишта кон надвор, како и негативната асоцијативност со примените агонистички интеракции многу наликуваат на однесувањата што беа констатирани кај постарите единки. Сепак, како оригинални наоди утврдени само кај LAME атрибутот беа делумната негативна асоцијативност со легнувањата во редот со лежишта во средина и делумна позитивна асоцијативност со времето на чешање (SCRT_PROP). Во краен случај, независно од взаемната интеракција помеѓу атрибутите, опсервацијата на споменатите однесувања кај животните може да претставуваат скрининг индикатори за историјата на кривења на животните.

Третмани и останати пореметувања. Молзните крави што имаат историја на различни третмани (TREAT) и останати пореметувања (OTHR_DIS) покажуваат слични асоцијации со опсервираните однесувања. Се забележува негативна асоцијација со должината на престојот во јаслите (FEED_PROP), а делумно позитивна со периодот на стоење (STD_PROP). Генерално, тоа укажува дека единките што имаат поголем број на третмани или пак некои други пореметувања имаат однесување на редуцирано време на хранење за сметка на пролонгирано стоење. Овие наоди одат во прилог на други студии кои укажуваат на намалено време на хранење и пролонгирано стоење како дел од промените во однесувањето на болните молзни крави (140, 272). Намалениот апетит веќе беше спомнат како резултат на дејството на цитокините. Сепак останатите истражувања укажуваат на овие промени во однесувањата во акутните фази на заболувањата, а не како последица на пролонгирано дејство на болеста врз однесувањето на животните. Понатаму, делумна позитивна асоцијативност беше забележана на овие два атрибути со употребата на четката при спроведување на PCA. За овој наод нема индиции ниту во претходни студии, ниту пак во моментов може да се постави некоја разумна хипотеза, што го прави овој наод да се смета за случаен. Во однос на просторната дистрибуција се забележа делумно позитивна асоцијативност на OTHR_DIS со ZR2_PROP и ZL2_PROP, а делумно негативна со ZR4_PROP. Кај локациите на легнување, за овие единки фаворизирана беше LYI_OUT и лежиштата кон надвор во повеќето зони, а делумна асоцијативност се забележа и со ZL2_M. Имајќи во предвид дека најчесто тоа се попреферираните зони во ограниченият простор, може да се заклучи дека не постои негативен долгорочен ефект на третманите и пореметувањата врз просторната дистрибуција на единките. Кај двата атрибути, а особено кај OTHR_DIS се забележа негативна асоцијација со примените агонистички интеракции, односно наодот за двата атрибути во примените социјални интеракции беше многу сличен со наодот кај возраста на единките. Всушност однесувањата за атрибутот AGE беа многу слични со повеќето однесувања за TREAT и OTHR_DIS. Дополнително помеѓу AGE и OTHR_DIS се утврди и позитивна корелација. Сето ова укажува на тоа дека забележаните промени во однесувањата за TREAT и OTHR_DIS може да се последица на влијанието на возраста, а не на овие два атрибути. Сепак детектираните промени во времето на хранење во комбинација со стоењето и престојот во преферираните просторни зони ќе бидат индикатори за животните со подолго искуство (AGE), а со тоа веројатно и со поголемо искуство на TREAT и OTHR_DIS.

Репродуктивен тракт. Атрибутите кои се однесуваа на заболувања во репродуктивниот тракт REP_DIS и VLD беа во меѓусебна позитивна корелација. Употребата како посебни атрибути беше со цел за да се утврди евентуална разлика во однесувањата помеѓу вкупните репродуктивни заболувања и вулварниот исцедок како последица од заболувањата. Сепак резултатите покажаа дека не постојат големи разлики помеѓу однесувањата и за двата атрибути, односно еден од атрибутите е доволен за да опсервираат индивидуалните однесувања. Единствената разлика помеѓу VLD и REP_DIS беше во некои од анализите што се однеусваа за состојбите на однесување. Поточно кај REP_DIS се утврди делумна позитивна асоцијација со

STD_PROP а делумно негативна со FEED_PROP, додека за VLD се забележа делумно негативна асоцијација со MOV_PROP. Покрај тоа што и Sepúlveda-Varas *и сор.* (273) исто така утврдуваат скратено време на хранење, пролонгирано стоење и одбивност или неможност за компетиција за значајните ресурси, сепак тоа се однесува во акутните фази на заболувањата во перипартурниот период кај молзните крави. Тоа не е случај во нашата студија и можеби затоа наодите што беа утврдени не се толку значајни и силно изразени. Она што се истакнува за двата атрибути е употребата на автоматската четка каде за BRSH_DUR не може да се утврди асоцијативност поради контрадикторни резултати од анализите, додека за BRSH_NO се забележува делумно позитивна асоцијативност. Од друга страна, Mandel *и сор.* (274) утврдуваат намалено користење на автоматската четка во периодот на клиничко дијагностицирање и третманот на метритис. Но тоа се однесува исклучиво во периодот на заболувањето, за што авторите хипотезираат околу промените во однесувањата за „клучни“ и „флексибилни“ активности како последица на болест (274). Сето ова само ја потврдува контрадикторноста во резултатите околу употребата на четката и ја укажува потребата од дополнителни детални и специфично наменети истражувања околу асоцијативноста помеѓу употребата на автоматската четка и репродуктивните проблеми. Во однос на локациите на легнувања, животните со историја на репродуктивни проблеми индицираа делумно позитивни асоцијативности со лежиштата кон надвор, што е многу слично со постарите животни.

Болести и Кривења во тековна лактација. Поради многу малиот број на животни со атрибутот SICK (6 единки со историја на болести) резултатите за овој атрибут се нерепрезентативни и не може да се сметаат за значајни. Всушност тоа и се потврди со анализите каде силна асоцијативност не се утврди со речиси ниту едно однесување. Мал број на единки за анализа имаше и за атрибутот LAME_PRES (само пет молзни крави беа со кривења во тековната лактација), но однесувањата на овие единки сепак може да бидат индиции за детекција на кривење. Генерално, за кривење на единките во тековната лактација не се утврди силна асоцијативност со ниту едно однесување. Од друга страна, делумна негативна асоцијација на животните што криват во последната лактација се утврди со времето минато кај јаслите. Сличен наод на намалено изминато време на хранење е констатирано и во други студии (271, 275), но исто така и пролонгирано време на лежење кај кравите што криват (236, 275, 276). Сепак, во нашата студија не беше утврдено значајно зголемено време на лежење во ниту една анализа. Една од ректите асоцијации што беше поврзана со SLCK_PROP се однесуваше токму на атрибутот LAME_PRES. Постоеше слаба позитивна корелација што укажува дека кравите што криват во тековната лактација повеќе и се лижат. Овој облик на однесување е забележан и во студијата на Jensen *и сор.* (277) во контекст на различните преференции за типот на подна површина во болничките боксови. Оттука, потребни се понатамошни истражувања што евентуално би ја утврдиле асоцијативноста помеѓу кривењето и тимарењето кај молзните крави. Просторната дистрибуција кај кравите што криват укажа на делумна негативна асоцијативност, односно на избегнување на преферираните зони (ZR4, ZL2 и ZL3) во ограниченият простор и легнување на помалку преферираниот ред на лежишта (LYI_OUT). Тоа може

да биде индиција за локациите каде престојуваат кравите со проблеми во кривењето во еден слободен систем на држење. За овој атрибут во однос на примените социјални интеракции, поради делумно негативната асоцијативност со примените удари и поместувања, а делумно позитивната со бркањата, може да се протолкува дека единките што криват во тековната лактација избегнуваат социјални интеракции со другите здрави единки. Тоа и се потврди во студијата за анализа на социјални мрежи. Во однос на времето изминато од последното кривење (LAME_TIME) не се утврдија некои позначајни асоцијации што имаат потреба од понатамошна анализа и дискусија.

Гравидитет. периодот на гестација (PREGN) како атрибут прикажа исклучиво делумни асоцијации со поедини опсервирани однесувања. Така, во однос на состојбите на животните се забележа делумна позитивна асоцијативност со STD_PROP и делумно негативна асоцијативност со LYI_PROP и MOV_PROP. Тоа значи дека единките во доцната фаза на гравидитетот (особено според кластер анализата) го редуцираат времето на лежење и движење, а го пролонгираат времето на стоење. Од достапната литература не можеше да се издвојат студии што се занимаваат со однесувањето на единките во различните гестациски периоди. Достапните истражувања најчесто се однесуваат на транзицискиот период, односно во препартусниот, партусниот и постпартусниот период (278). Резултатите од овие истражувања исто така укажуваат на редуцирано време на лежење и пролонгирано време на стоење на денот на телењето кое може да достигне и до 2 часа пократко време на лежење, односно подолго стоење (157, 273, 279). Оттука може да се шпекулира дека овој облик на промени во однесувањата кај гравидните единки започнуваат да се случуваат многу претходно пред партусот, односно во третата третина на гравидитетот, за да постепено го достигнат својот максимум на денот на партусот. Дополнително, во нашата студија се забележа и делумно позитивна асоцијација со примените афилијативни социјални интеракции (лижење од други крави). Овој облик на зголемен прием на лижења од други крави се надополнува и со зголемена употреба на автоматската четка (делумно позитивна асоцијативност) кај единките со висок гравидитет. Од друга страна, делумно негативните асоцијации на овој атрибут со лижењето други крави (LCK_PROP) и останатите однесувања како на пример заскокнување други крави (OBHV) се појавуваат токму кај негравидните единки, што всушност може да се толкува како едно од типичните однесувања за еструс(280, 281). Во однос на просторната дистрибуција, афинитетот на високо гравидните крави се стреми кон зоните ZR1 и ZR2 (делумно позитивна асоцијативност), за разлика од ZR3 и ZR4 (делумно негативна асоцијативност). Тоа покажува повлекување на високо гравидните единки од преферираните зони во делот за хранење, односно повлекување од зоните каде нивото на социјални интеракции и конфликти е повисоко. Со тоа може да се извлече заклучокот за лоцирање на високо гравидните единки во деловите од просторот каде има помал број на единки, односно помалку конфликти.

Истражувањето спроведено на фарма за молзни крави со слободен систем на држење овозможи опсервација на единките со низок степен на ограничување на нивното однесување. Тоа обезбеди да се евидентираат одредени преференции кај

животните без притоа да се ограничат во својата експресија. Дополнително, системот на одгледување делумно ги исполнуваше условите што во денешното сточарство се сметаат за препорачани системи на одгледување, како системи што треба да бидат дел од идните планови за сместување на молзни крави (282). Поточно, системи што ќе овозможуваат природно однесување на молзните крави, а ќе ја одржуваат хигиената и здравјето на животните (282). Оттука, резултатите од оваа студија нудат можност да бидат применливи во актуелните и идните системи на одгледување. Континуираната евиденција на податоците во системот за менаџмент InterHERD обезбеди детален преглед на атрибутите на животните во текот на целиот живот. Така се постигна можност за утврдување на асоцијациите помеѓу атрибутите и однесувањата. Без континуиран систем на детална евиденција на карактеристиките на животните и целокупниот менаџмент, не е возможно да се реализираат студии од овој облик.

Спроведувањето на студијата имаше и свои ограничувања. Најпрвин, евиденцијата на индивидуалните однесувања на единките преку видео опсервација претставуваше ограничен и долготраен процес. Самата опсервација на видео материјалот како резултат на намалена видливост или ограничено видно поле може да доведе до пропуст во евидентирањето или погрешна интерпретација на одредено однесување. Оттука и примената на видео опсервациите на однесувањата на животните се смета за помалку прецизна, а понекогаш придонесува одредени однесувања да не може соодветно да се регистрираат (283, 284). Процесот на опсервација на однесувањата на животните од страна на опсерваторите е долготраен и остава поширок простор за грешки во нивната евиденција. Притоа, не треба да се изостави и влијанието на меѓуопсерваторската разлика во евидентирање на однесувањата, што во принцип е неодминлива во овој облик на истражувања (285). Независно од воведените методи за превенција од грешки во собирањето на податоците, како деталната видео анализа со препокривање на видните полиња од две камери, спроведената обука и тестот за меѓуопсерваторска проверка со исполнување на зададени критериуми, сепак останува одредена резерва во целовитоста на бихејвиоралните записи. Друго ограничување беше изведувањето на студијата само на една фарма, со што факторот фарма не можеше да се земе во предвид како фактор на влијание врз однесувањето. Сепак, од друга страна, спроведувањето на опсервацијата во една фарма обезбеди елиминација на грешки како последица на факторот околина врз единките со различни атрибути и однесувања Тоа е особено важно бидејќи тешко може да се обезбедат стандардизирани и/или исти услови за испитување на однесувањата во комерцијални фарми за молзни крави (286). Дополнително, ограниченият број на опсервациски денови може да претставува пречка во интерпретацијата на резултатите особено во контекст на конзистентноста на однесувањата. Сепак, ова истражување имаше за цел да ги испитува однесувањата што потенцијално би се евидентирале при краткотрајна опсервација на животните. Всушност однесувањата вклучени во студијата се оние што најчесто се употребуваат во протоколите за оценување на благосостојбата и однесувањето на животните, како на пример Welfare Quality® протоколот при една неколкучасовна посета на фармите.

Структурата на стадото, односно, хетерогеноста на опсервираната група овозможи да се евидентираат однесувањата при различни вредности на атрибутите и да се утврди евентуално присутната асоцијација. Но, од друга страна хетерогеноста допринесе да постои мал број на единки со хомогени вредности на атрибутите што дава можност индивидуалните варијации на однесувањата да имаат силно влијание врз целокупната интерпретација на резултатите. Дополнително, хетерогеноста во стадото придонесе да постои взаемно влијание на повеќе атрибути врз одредено однесување со што може да се „сокрие“ асоцијацијата помеѓу однесувањето и атрибутот. Тоа беше делумно избегнато со PCA анализата, но сепак во студијата не беше вклучена хомогена група со што ќе се елиминираа другите фактори и истражувањето ќе се фокусираше на директната асоцијација помеѓу испитуваниот атрибут и опсервираното однесување. Имајќи го ова во предвид заедно со претходно споменатите ограничувања, резултатите и наодите од оваа студија треба да се сметаат исклучиво како дата базирани развиени хипотези што би се употребиле во идни соодветно дизајнирани студии за нивно докажување.

Резултатите од оваа студија ја потврдија присутноста на асоцијации помеѓу атрибутите на животните и нивните индивидуални однесувања, вклучувајќи ја и просторната дистрибуција. Бројот, степенот и видот на асоцијациите вариираше од типот на однесување и опсервираниот атрибут. Сепак, треба да се истакне дека оваа студија се занимаваше со асоцијативноста, без притоа да направи дистинкција помеѓу консеквентноста и каузалноста помеѓу однесувањата и поедини медицински состојби или атрибути на животните. Тоа подразбира дека преку утврдената асоцијативност не може секогаш да се заклучи дали одредена карактеристика на животното влијае врз неговото однесување или пак однесувањето влијаело за да животното се здобие со одреден атрибут (здравствена состојба или продукција). Во секој случај, утврдените асоцијации може да имаат научна и апликативна примена. Научната примена се состои токму во тестирање на асоцијациите помеѓу однесувањата и атрибутите на животните како работни хипотези во идни истражувања. Со тоа моменталните развиени хипотези би се конвертирале во правилности и законитости.

Од апликативен аспект, утврдувањето на асоцијативности за поедини однесувања и атрибути може да има широка примена во интензивната модерна фармска практика. Од аспект на менаџмент на фармата утврдените асоцијативности може да послужат за воспоставување на зоохигиенски стандарди што ќе соодветствуваат на потребите на животните со поедини атрибути. Дополнително овие асоцијации може да се искористат за мониторинг и рана детекција на евентуални промени во карактеристиките на животните базирајќи се на промени на нивните однесувања. Во однос на здравјето, утврдените асоцијации може да имаат вредност во превенцијата на поедини заболувања доколку се познава однесувањето на животните, како и да се изврши рана дијагностика на одредени болести базирајќи се на промените во однесувањето. Дополнително, земањето примероци и селекцијата на единките што би се вклучиле во скрининг дијагностичките тестови може да се базира користејќи ги сознанијата за просторна дистрибуција, односно престојот на единките во

фаворизираните и нефаворизираните зони во ограниченият простор. Сето ова се императиви во модерното фармерство, особено во менаџментот на здравјето на стадо (287, 288). На крај, утврдените асоцијации може да послужат и како основа за развивање дополнителни индикатори за оценување на благосостојбата на животните. Така, опсервацијата на однесувањето на единките во стадото може да ги утврди преферираните зони и просторната дистрибуција на единките во ограниченият простор што ќе укаже на квалитетот на ресурсите во фармата. Додека, преку опсервацијата на индивидуалните однесувања може да се детектираат атрибутите на животните со што ќе се укаже на квалитетот на живот на секоја единка, како и нејзиниот степен на благосостојба. Сепак, за тоа се потребни дополнителни истражувања кои ќе го следат процесот на развој на индикатори за оценување на благосостојбата опишан во воведот на оваа докторска дисертација. Оттука, оваа студија преку интеграција на атрибутските и бихејвиоралните податоци потврди присуство на асоцијативности што имаат потенцијал да контрибуираат во менаџирањето на зоохигиената, здравјето, благосостојбата и однесувањето на молзните крави во интензивни фармски системи.

5.4 Анализа на социјални мрежи и асоцијации на социјалните интеракции со атрибутите од молзни крави

Применетата анализа на социјални мрежи кај молзни крави во оваа студија ги утврди потенцијалните законитости во социјалните интеракции кај овој вид животни. Тоа се постигна со мерења на ниво на мрежа, структури и супструктури во мрежите, мерења базирани на јазли и компарации помеѓу различните мрежи. Дополнително, оваа студија ги детектираше асоцијациите помеѓу одредени параметри на социјалните мрежи и атрибутите на животните со цел да детектира потенцијални индикатори на социјалното однесување за мониторинг на здравјето, благосостојбата и зоохигиената кај молзните крави.

Густините на социјалните мрежи укажуваат дека најголема густина има мрежата со сите интеракции помеѓу опсервираните единки, а најмалку мрежата со афилијативно однесување. Ова потврдува дека најголемиот дел од интеракциите припаѓаат на агонистичките интеракции што се потврдува и со истражувањата од други автори (193, 196, 289). Сепак и густината на мрежата со сите интеракции (мрежата со највисока густина) покажува дека сите животни меѓусебно не стапиле во интеракција во текот на опсервациониот период. Дополнително, просечното растојание помеѓу јазлите/единките е најниско кај мрежата со сите интеракции, а најголемо растојание помеѓу две единки се сретнува кај афилијативните интеракции. Растојанијата помеѓу единките во мрежите растат како што се намалува нивната густина, односно доаѓа до намалување на компактноста на мрежата. Оттука, компактноста е многу ниска кај афилијативната мрежа, а средна кај мрежите со сите интеракции и агонистичката мрежа што споредено со рандомизираните мрежи укажува на т.н. *small-world networks*. Поточно, вредностите на мрежите ги потврдуваат карактеристиките на социјалните мрежи кај животните, како типични small-world networks (184).

Во однос на централизираноста на мрежите, највисока централизација беше забележана кај мрежата со агонистички интеракции кон надвор (*Out degree*), што може да се поврзе со одредено однесување на доминатните единки, односно агонистички интеркации насочени кон субмисивните единки. Ова имплицира постоење на одредена социјална хиерархија во стадото, поточно присуство на централно позиционирање на дел од животните во стадото (177, 289). Сепак, кај сите три генерирани мрежи отсуствува висока централизација на мрежите. Тоа најверојатно се должи на присуството на повеќе единки во стадото со различен социјален ранг (доминантни и субмисивни) кои меѓусебно стапуваат во интеракција. Така, не постои централно позиционирање на само една единка во стадото што придонесува кон ниски вредности на параметрите за централизација на мрежата. Што се однесува до меѓусебната оддалеченост на единките во мрежите, мрежата со афилијативни интеракции се издвојува со највисока оддалеченост помеѓу опсервираните единки. Спротивно, мрежите со сите интеракции, поточно агонистичките интеракции, прикажуваат поголема близина помеѓу јазлите што подразбира повеќе интеракции на агонистичко однесување кон поголем број единки наспрема афилијативното однесување. Овој наод се потврдува и од страна на други автори кои индицираат зголемена густина на мрежите т.е. зголемен број на интеракции на агонистичко наспрема афилијативно однесување (196, 197), а со тоа и пократко растојание помеѓу јазлите во агонистичките мрежи. Испитуваната средна транзитност на мрежите индицира ниска централизација со висока варијабилност на транзитноста на јазлите во сите три мрежи, каде највисоката централизација беше евидентирана во афилијатнивната мрежа. Со тоа се потврдува отсуството на висока централизирана хиерархија во стадото базирана на само неколку индивидуи. Сепак дел од единките во стадото се истакнуваат со значително повисок број на интеракции со различни единки што контрибуира во централизацијата на мрежата. Всушност, подоцна ќе се забележи дека токму овие единки се во позитивна корелација со нивниот ранг на доминација во стадото. Многу слични наоди имаат утврдено и *Sarova* и сор. каде се потврдува транзитивната улога на доминатните единки во стадото во социјалната мрежа кај товни говеда (196). Споредбено, помеѓу коефициентите на кластрирање кај трите мрежи, овој коефициент е највисок кај мрежата со сите интеракции, што се должи и на највисоката густина кај оваа мрежа. Од друга страна, кај сите три мрежи вредностите за *C* и *L* се повисоки од случајно генерираните матрици, што е индикативно за тенденцијата кон формирање клики (182), односно за т.н. феномен на „мали –светови“ (290). Социјалните мрежи кај животните се карактеризираат со феноменот на „мали светови“ (290) односно поврзување на единките во стадото во група и истите се идентификувани и кај делфини (291, 292) и гупи (293). Имајќи ги во предвид добиените L и C вредности во оваа студија може да се заклучи дека феноменот на „мали светови“ е присутен и кај говедата.

Покрај феноменот на „мали светови“, хомофилноста во стадото е друго својство и вид на анализа на ниво на социјални мрежи (294). Хомофилноста како принцип што имплицира дека меѓусебно сличните единки имаат повеќе интеракции односно се здружуваат во подгрупи (184, 294) може да укаже на влијанието на социјалната

структура во стадото под дејство на испитуваните атрибути. За таа цел хомофилноста беше анализирана со примена на автокорелација, χ квадрат анализа и E-I индекс. Од друга страна анализата на јазлите во креираните социјални мрежи ги опфати мерењата како што е степенот (бројот и насоката на социјалните интеракции); близината, односно оддалеченоста помеѓу јазлите во мрежата; транзитноста што укажува на бројот на јазли што комуницираат помеѓу себе користејќи го анализираниот јазол; и коефициентот на кластрирање, индикативен за нивото на интеграцијата на испитуваниот јазол во „локалните“ заедници во социјалната мрежата (184, 205). Мерењата на ниво на јазлите укажуваат за централноста т.е. локализацијата на јазлите во мрежата и моќта на влијание и комуникација, а беа употребени за да се утврди нивната поврзаност со испитуваните атрибути на единките, учеснички во мрежата. Според горенаведените мерења и својства на јазлите во социјалните мрежи во оваа студија значајни наоди се утврдија за следните атрибути на животните:

Возраст. Во однос на хомофилноста, единките од иста или слична возраст се лоцирани поблиску во мрежата за лижење и делумно во доминатната мрежа. Тоа имплицира зголемен број меѓусебни интеракции во рамките на иста или слична возраст. Овој наод е потврден и во студијата на *Boyland* и сор. (195). Дополнително, позитивната вредност на E-I индексот во доминантната мрежа укажува дека повозрасните крави имаат поголемо агонистичко однесување кон другите, помладите крави, во споредба со нивните врсници.

Возраста на кравите се појавува како значаен атрибут во сите три мрежи, акцентирајќи го нејзиното влијание во социјалните интеракции. Имено, повозрасните единки во стадото имаат повисок број на агонистички и афилијативни интеракции како актери во однос на помладите што се забележува преку значајните вредности за степенот и близината /оддалеченоста на јазлите. Постарите крави се претставени како значително оддалечени јазли во агонистичката мрежа што укажува дека тие ретко се појавуваат како приматели на агонистички интеракции. Од друга страна, и афилијативното однесување т.е. лижењето на други крави е посилно изразено кај постарите единки. Дополнително, транзитноста на јазлите укажува дека повозрасните единки се со повисока транзитност и имаат силно влијание врз компактноста на социјалната мрежа и поврзувањето помеѓу единките. Така, повозрасните единки имаат централна позиција во социјалната мрежа, што е потврдено и од *Charpentier* (295). Оттука може да се заклучи дека агонистичките и афилијативните интеракции во однос на возраста се во меѓусебна позитивна зависност (154). Наведените заклучоци имаат значајна улога и во воспоставување на доминантноста во стадото за што ќе стане збор подоцна во текстот.

Потекло на кравите - купени наспроти родени на фарма. Во врска со потеклото на животните забележливи се зголемени меѓусебни афилијативни интеракции помеѓу животните внатре во групите т.е. помеѓу оние што се купени на фармата и помеѓу оние што се родени на фармата (негативна вредност на E-I индексот). Тоа најверојатно се должи на меѓусебното познавање на единките (*familiarity*) што авторите го истакнуваат

како најзначаен фактор во социјалното лижење кое се зголемува со должината на кохабитација (296, 297).

Телесна кондиција (BCS). Значајната позитивна вредност на E-I индексот за BCS атрибутот укажува на зголемена хетерофилност помеѓу единките со иста тежина во афилијативната мрежа. Поточно, овој наод индицира насочено лижење помеѓу единките со различна тежина. BCS се покажа како незначаен фактор во агонистичката мрежа што го минимализира неговото влијание врз доминатниот ранг, утврдено и од други автори (154, 298). Сепак интересен е наодот во мрежата со сите интеракции каде се забележува дека кравите со повисок BCS се појавуваат и како иницијатори на социјалните интеракции и се со повисок степен на интеракции во однос на другите крави. Дополнително, кравите со повисок BCS имаат улога во транзитноста и компактноста на социјалната мрежа со сите интеракции, односно во социјалното поврзување на единките што ги поставува во централна позиција. Иако станува збор за слаба позитивна корелација, сепак овие наоди се уникатни за мрежата со комбинација на агонистички и афилијативни интеракции и истите не може да се најдат кај другите мрежи. Од друга страна, улогата на BCS во афилијативната мрежа е оригинална, каде кравите со повисок BCS примаат повеќе лижења и со тоа се во интеракција со повеќе единки (повисок *Degree*) што ја зголемува близината на јазлите во мрежата. Присутноста на зголемен прием на афилијативни интеракции може да оди во прилог на одржување на социјалната хиерархија во стадото, слично како и со возраста. Sato укажува дека телињата што примаат повеќе лижења имаат поголем прираст (299) што може да индицира дека кравите со поголемен прием на афилијативни интеракции имаат повисока можност за зголемување на телесната тежина, односно повисок BCS. Иако тежината не се покажа како клучен фактор во детерминација на социјалната хиерархија, таа сепак има свој придонес, тоа се потврдува и со лижењето кое се користи како алатка за одржување на хиерархиската структура.

Гестација (PREGN). Индивидуите со слично време на гестација се соседни јазли во афилијативната мрежа. Тоа сугерира повисок степен, од само случајниот (*random*) наод, на афилијативни интеракции помеѓу единките со ист или сличен гравиден статус. Повисоки афилијативни интеракции се утврдени и кај кобилите пред наспроти по партусот (300), исто така евидентирана е и корелација помеѓу гравидитетот и чешањето кај мармозет и макаки мајмуните (301, 302), што се поврзува со намалување на стресот во текот на чешањето на гравидната единка (301).

Кај гравидноста се забележа значајност исклучиво во коефициентот на кластрирање во агонистичката мрежа, кој расте кај гравидните крави. Од друга страна, негравидните крави, односно оние што најверојатно се во некоја од фазите од еструсниот циклус, се карактеризираат со однесувања како што се агресивност (удирања), истражување (мирисање, триење, лижење итн.), качување на други крави или мирно стоење кога се заскокнати од други крави (280). Оттука може да се заклучи дека коефициентот на кластрирање, односно учеството на единките во социјалните подгрупи или локалните клики во мрежата, се зголемува кај гравидните крави.

Поточно со гравидитетот се стабилизираат социјалните односи и бројот на членови со кои се стапува во интеракција. За разлика од кравите што не се гравидни, каде интеракциите се насочени од и кон поширок опсег на единки, членови на мрежата, независно од нивниот социјален статус.

Млекопродукција. Продукцијата на млеко во последната лактација покажува многу слаба автокорелација во афилијативната мрежа. Оттука, не може да се изведе цврст заклучок дека единките со слична продукција на млеко имаат повисок степен на меѓусебна афилијативна интеракција. Сепак, во прилог на позитивната автокорелација оди и претходната студија на *Boyland* и сор. која го потврдува токму „асортативното мешање“ помеѓу единките со слична продукција на млеко во одредени фази на испитувањето (195).

Продукцијата на млеко кај кравите, во последната лактација и вкупната млечност на единката, во однос на социјалните мрежи покажуваат значителна поврзаност со приемот на интеракции. Поточно, единките со повисока млечност примаат помалку интеракции (агонистички и афилијативни) од останатите единки во стадото што се констатира преку мерењата за централност на јазлите во мрежата. Резултатите во мрежата за сите интеракции што се однесуваат на близина/оддалеченост помеѓу јазлите покажуваат дека единките со повисока млечност се меѓусебно далечни. Истата оддалеченост помеѓу јазлите се забележува и за млечноста во последната лактација во мрежата со агонистички однесувања. Тоа индицира дека единките со повисока млечност се периферно поставени во испитуваните социјални мрежи во однос на близината на јазлите. Поточно, единките со повисока вкупна млечност и млечност во последната лактација примаат помалку афилијативни и агонистички интеракции, а помал прием на агонистички интеракции се истакнува за единките со повисока млечност во последната лактација. Овие заклучоци може да се протолкуваат како составен дел од наодите за позитивната зависност помеѓу млекопродукцијата и доминатноста во социјалната мрежа утврдени во оваа студија и во студиите од други автори (176, 199, 298). Сепак, не треба ексклузивно да се поврзува млечноста со доминантноста на единките како единствена зависност. Особено, поради тоа што социјалните интеракции помеѓу единките може да имаат негативен ефект на стрес врз млекопродукцијата (303), независно од доминантноста во стадото.

Висок број соматски клетки во млекото (SCC). Кравите со појава на висок број соматски клетки во млекото се поблиску една до друга во афилијативната мрежа, но делумно и во мрежата со агонистичко однесување. Ова укажува дека SCC кравите се соседни крави во социјалните мрежи и стапуваат во меѓусебни афилијативни и агонистички интеркации, што може да се поврзе со времето минато заедно на исти локации (лежишта, хранилки и сл.) во просторот, значаен хигиенски фактор за покачување на соматските клетки во млекото (304).

Во оваа студија се забележа дека единките во стадото што манифестирале покачување на соматските клетки во млекото во тековната лактација (SCC_PRES)

имаат зголемен прием на афилијативни интеракции т.е. примаат повеќе лижења во однос на единките без SCC_PRES. Поврзаност помеѓу бројот на соматски клетки и социјалните интеракции наведуваат *Kay* и сор. каде го истакнуваат присуството на доминатните крави како фактор што придонесува кон зголемување на бројот на соматски клетки (305). Но сепак во оваа студија станува збор за мерење на SCC во групни мостри млеко. Многу попрецизни и детални наоди прикажува *Boyland*, 2015, во својата докторска теза, каде утврдува позитивна корелација помеѓу бројот на соматски клетки во млекото и „степенот на централност“ на јазлите во мрежата при користење сензори за близина помеѓу единките (306). Овој наод индицира централна позиционираност и зголемена интеракција на единките со повисок SCC во социјалната мрежа, оставајќи го отворено прашањето за обликот на интеракциите. Во секој случај, и во двете споменати студии стресот и борбата за расположливи ресурси преку интеракциите со другите животни се споменуваат како влијателни фактори врз зголемениот број на SCC. Во нашата студија се утврди дека тие интеракции се афилијативни. Треба да се има во предвид дека афилијативната мрежа и социјалното лижење се употребува за формирање и одржување на социјалните врски и односи во стадото (307). Оттука, можеби зголемениот SCC може да се поврзе со вложените напори и стресот на единките во одржувањето на социјалната структура и статус во стадото што би резултирало со промени во имунолошкиот одговор.

Историја на маститиси и маститис во тековна лактација. Кравите со маститис во тековната лактација покажуваат висока хомофилност т.е. меѓусебни интеракции во групата на крави со маститис. Ова особено е забележливо во агонистичката мрежа, но и во E-I индексот на афилијативната мрежа. Хомофилноста може да се должи на просторна близина помеѓу единките што доведува до нивна меѓусебна интеракција пред појава на маститисот, а како последица на таквото групирање под влијание на слични фактори врз групата да се појави маститис на целата или дел од формираната група. Од друга страна, зголемената социјална интеракција на единките со дијагностициран маститис може да се должи како последица на промена на однесувањето на единките по појава на маститисот. Претходните студии укажуваат на промени во однесувањето на животните при присуство на клинички маститис (149, 308) што може да биде индиција за евентуални подолготрајни промени и во социјалните интеракции.

Кравите со маститис во тековната лактација задаваат значително повисок број агонистички интеракции во однос на останатите единки без маститис. Поточно, тие во агонистичката мрежа манифестираат повисок број на зададени интеракции кон други крави, се наоѓаат поблиску односно централно во мрежата и овие јазли имаат значително повисока транзитност. Од друга страна, кравите што имаат историја на маститис покажуваат намален број на примени социјални интеракции (мрежа на сите интеракции) во однос на кравите без историја. Што може да се смета како надополнување на наодот за кравите со маститис во тековната лактација. Сепак треба да се има во предвид дека кравите со историја на маститис се постари крави, што овозможува возраста да игра значајна улога во степенот на прием на социјални

интеракции, особено на агонистичките. Спротивно, тоа не е случај кај кравите со маститис во тековната лактација каде возраста нема значење помеѓу групите. Дополнително, резултатите од MAST_PRES може да се разгледуваат и со добиените резултати од SCC_PRES, односно зголемен број на зададени агонистички интеракции наспроти зголемен број на примени афилијативни. Сепак овие зависности треба дополнително да бидат истражувани. Од ретките студии за оваа проблематика, според нашите сознанија, се издвојува само една на *Sepulveda-Varas* и сор., 2016, која се занимава со социјалните интеракции но само во периодот непосредно пред и по дијагностиката на маститисот (149). Во оваа студија се забележани намалување на поместувањата пред дијагностиката и повторно враќање на бројот на поместувања по применият третман за маститис. Иако долгорочните ефекти на маститисот врз социјалните мрежи не се обработуваат, но враќањето на бројот на поместувања најмалку што може да укаже е дека единките не го губат својот социјален статус по излекувањето.

Историја на кривење. Кравите што имале историја на кривење покажуваат зголемено агонистичко однесување насочено кон кравите без историја на кривење. Ова се забележува преку хи-квадрат анализата на агонистички интеракции во и помеѓу дихотомните групи. Заклучокот укажува на потенцијално повисок социјален ранг на кравите со историја на кривење. Од друга страна *Galindo* и *Broom,* 2000 год.*,* утврдуваат дека кравите со понизок социјален ранг имаат поголема тенденција кон кривење поради подолгото стоење во однос на кравите од повисок ранг (200), но сепак ова се однесува на предиспонираноста кон кривењето.

Кај кравите што имаат историја на кривење се забележува намален прием на агонистички интеракции од другите крави. Овие разлики се евидентни во социјалните мрежи на сите интеракции и агонистичките интеракции. Така, кравите со историја на кривење во овие мрежи се позиционираат периферно, согласно оддалеченоста/близината помеѓу јазлите, во однос на приемот на агонистички интеракции. Ова може да се толкува како еден вид на доминатно позиционирање на кравите со историја на кривење. Сепак, треба да се има во предвид дека групата крави со историја на кривење се состои од значително постари крави од оние што немале кривење (просечна старост од 5,8 наспрема 3,6 години, $p<0.001$). Оттука, намалениот прием на агонистички интеракции може да се должи на влијанието на возраста врз степенот на социјални интеракции и позицијата во хиерархијата, а не во однос на историјата на кривење. Претходните студии укажуваат дека кравите што криват не се разликуваат во приемот на агресивност во однос на здравите крави, а се забележува зголемен прием на лижења на кравите што моментално криват (200, 309). Овие наоди ја потврдуваат тезата дека намалениот прием на агонистички интеракции кај кравите што криват во нашата студија најверојатно се должи на хиерархија базирана на возраста, а не на историјата на кривење.

Кривење во тековна лактација. Единките со случаи на кривење во тековната лактација покажуваат висока хомофилност и во рамките на E-I индексот во

агонистичката мрежа, како и во сите мерки на хомофилноста во афилијативната мрежа. Тоа индицира дека се присутни социјални интеракции, особено афилијативни, внатре во групата на крави што криват во тековната лактација. Наодот може делумно да се компарира со студијата на *Galindo* и *Broom,* 2002 год., каде се забележува зголемен прием на лижење кај кравите што криват, но без да се проучува хомофилноста (309). Сепак, бројот на единки што криват во тековната лактација во нашата студија беше премногу мал (само пет крави) за да се донесе прецизен и јасен заклучок за постоењето хомофилност кај единките со овој атрибут.

Историја на медицински третмани. Како кај кривењето така и кај единките кои примиле различни медицински третмани се забележува намален прием на сите облици на интеракции, особено агонистичките. Додека во контекст на афилијативните интеракции се забележува зголемен коефициент на кластрирање што укажува припадност на овие единки во стабилни социјални структури. Сето ова индицира доминантна позиција во социјалната хиерархија на единките што примиле третман. Повторно, и во овој случај, како кај кривењето, групата на единки што примиле третман е составена од постари крави во однос на оние без третман (просечна старост од 5,3 наспрема 3,8 години, $p<0.001$). Затоа, повторно може да се заклучи дека овие разлики во социјалните интеракции се должат на возраста, а не на примените третмани. Тоа го потврдува и студијата на *Littooij* и *Butterworth,* 2018*,* што заклучува дека во поврзаноста помеѓу социјалниот ранг и историјата на медицинскиот третман најмногу доминира ефектот на возраста на единките (310).

Историјат на болести (SICK). Кравите со историја на болести покажуваат повисока интеракција помеѓу себе внатре во групата, како и кон здравите единки во агонистичката мрежа. Дополнително, E-I индексот покажува зголемена насоченост на интеракции во агонистичката и афилијативната мрежа внатре во групата на крави со историја на болести. Треба да се има во предвид дека во студијата оваа група е многу мала, само шест крави и не може да се донесе прецизен заклучок. Сепак, индикативна е меѓусебната социјална интеракција внатре во групата иако бројот на единки е толку мал.

Репродуктивни заболувања и вулварен исцедок. Единките со историја на репродуктивни заболувања и вулварен исцедок (REP_DIS и VLD) манифестираат повеќе интеракции во агонистичката мрежа со здравите единки и внатре во групата со историја на овие заболувања. Додека E-I индексот индицира повисоки афилијативни интеракции на единките со историја на REP_DIS и VLD со здравите единки.

Сосема слични се наодите на историјата со репродуктивните проблеми, вулварниот исцедок и останатите болести кај кравите со претходните наоди за кривење и медицинските третмани. Поточно, и за овие атрибути се забележува значително повисока агонистичка интеракција или пак понизок прием на агонистички интеракции кај единките со историја на наведените пореметувања. Тоа индицира повисок ранг на доминација на овие единки, што повторно може да се препише на влијанието на возраста, а не на испитуваните атрибути. Ова особено се потврдува со присуство на

значително постари единки, со просечна старост од околу 5 години, во групите со историја на репродуктивни проблеми, вулварен исцедок и останатите болести, наспроти, помладите единки, со просечна старост од околу 3,7 години, во групите без историја ($p<0.01$).

Социјалната хиерархија преставена преку пресметка на доминантниот ранг во агонистичката социјална мрежа утврди постоење на строго дефинирана хиерархиска структура во стадото. Тоа се забележува преку наодите од мерењата базирани на јазлите во агонистичката мрежа. Покрај очекуваната висока корелација на доминантниот ранг со зададените агонистички интеракции (*Out Degree*), присутна е значајно висока корелација на близината на јазлите во мрежата што ја поврзува доминатноста со агонистичките интеракции. Индикативно за присуството на социјалната хиерархија изразена преку доминантноста е негативната корелација на коефициентот на кластрирање што укажува на агонистички интеракции на животните насочени во еден правец без повратен агонистички одговор. Особено евидентна потврда за постоењето на дефинирана социјална хиерархија базирана на агонистичките интеракции е отсуството на клики во оваа социјална мрежа, *Графикон 4-12*, со што се забележува насоката на доминантност од едни животни кон други без повратна врска. Постоењето на социјална хиерархија, поточно различниот степен на доминација помеѓу единките во стадото, кај говедата е неспорно и одамна констатирано (163, 177). Тоа што претставува моментален предизвик и неусогласеност кај истражувачите е утврдувањето на факторите што ја детерминираат доминантноста кај единките или пак одредување на клучните атрибути на животните што асоцираат на доминантниот ранг во социјалните мрежи. Така, во оваа студија се утврди значителна позитивна корелација на возраста на единката и нејзиниот ранг на доминација. Поточно, резултатите укажуваат дека постарите единки се повисоко во социјалната хиерархија што потврдува дека возраста на молзните крави има значително влијание врз доминацијата на единките. Овие наоди за поврзаноста на возраста со социјалниот ранг се потврдени од страна на многу автори започнувајќи од *Schein* и *Fohrman* (163). Hussein и сор. прикажуваат идентични вредности на корелација при средна и висока стапка на густина на населеност на паша (298) со вредностите добиени во оваа студија, а потврдата може да се најде и во други релевантни студии (154, 295, 310). Дополнително, повисоката млечност во последната лактација е во позитивна корелација со доминатниот ранг, што подразбира дека високата млечност се поврзува со подоминантните единки во стадото. Иако Schein и Fohrman (163) во резултатите од својата студија не можеа да добијат заклучок за поврзаноста на млекопродукцијата и социјална доминација, сепак студиите на *Danielsson* (176), Sołtysiak и Nogalski (199) и на *Hussein* и сор. (298) ги потврдуваат наодите на оваа студија. Дополнително студијата на *Boyland* и сор. каде се употребуваат логери за растојание помеѓу единките наоѓа дека повисоко социјалните животни имаат зголемена млечност (195). Објаснувањето за подоминантните животни да имаат повисока млечност може да се бара во зголемената фреквенција на хранење, но не во вкупно искористената количина

на храна (176). Треба да се има во предвид дека асоцијативноста на млечноста со доминантниот ранг се однесува исклучиво за моменталната лактација, што не е случај за вкупната млечност на единката во сите лактации. Отсуството на оваа асоцијативност индицира варијабилност во социјалната хиерархија која зависи од моменталната млечност на единките или пак, обратно, варијациите во социјалната хиерархија влијаат врз моменталната млечност на единките. Проблемот на каузалност наспроти консеквентност во студијата експлицитно се манифестира во овој случај. Сепак, овие информации имаат потенцијал да послужат како индикатори во селекцијата или во друг вид на оценувања на единките во стадото.

Во некои претходни студии тежината на кравите се поврзува со социјалниот ранг (163, 298), односно, тежината, вклучувајќи го и BCS, се смета дека е во позитивна корелација со социјалниот ранг (199). Сепак во нашата студија не утврдивме значајна корелација помеѓу BCS и доминантниот ранг. Овој спротивен наод е утврден и во студијата на *Sarova* и сор., каде добиените резултати индицираат дека во утврдувањето на социјалната хиерархија поголемо значење има возраста наместо на тежината на животното (154). Ова е во комплетна согласност и со наодите од оваа студија. Сепак треба да се има во предвид дека во нашата студија за тежината како параметар се употребуваше BCS, што поради високата категоризација на податоците може да ги занемари ефектите, за разлика од прецизните мерења на конкретната тежина на животното. Оттука, може да се заклучи дека тежината на животните во овој контекст останува контроверзна и сé уште не може со сигурност да се потврди како круцијален детерминирачки фактор во диференцирањето на рангот на доминација.

Во студијата беше испитувана и асоцијацијата помеѓу доминатниот ранг и останатите атрибути на животните, поточно медицинската историја, третирајќи ги како дихотомни варијабли. Иако се утврди значајна разлика во доминатниот ранг помеѓу групите со и без одредена медицинска состојба, сепак освен кај болните (SICK) животни, кај сите останати состојби постоеше и значајна разлика во однос на возраста на групите. Поточно, животните со повисок доминантен ранг и присуство на одредена медицинска состојба, како на пример LAME, VLD, REP_DIS, се исто така и постари животни во однос на групата животни без историја на одредено заболување. Дополнително, и во групата на SICK животни бројот на единки е релативно мал за да се донесе заклучок во однос на улогата на оваа варијабла во рангот на доминација. Според горенаведеното, сепак возраста на животните во стада со различна старост игра главна улога во детерминирање на доминантниот ранг и социјалната хиерархија, а останатите атрибути може да имаат само акцесорна улога.

Доминатниот ранг во афилијативната социјална мрежа се претставува како круцијален фактор во нејзиното дефинирање. Поточно, рангот на доминација е во позитивна корелација со степенот на мрежата, како актор и како рисивер, со близината на јазлите, а особено се истакнува позитивната корелација со транзитивноста на јазлите. Според добиените резултати, доминантниот ранг покажа највисоки корелациски и значајни вредности во однос на сите останати испитувани атрибути во

афилијативната мрежа. Оваа потврда се надоврзува на претходните студии од соодветната проблематика, каде најпрвин *Sato*, 1984 год., укажува за евентуални индиции помеѓу доминантноста и афилијативното однесување во контекст на одржување на психолошката стабилност (299). Подоцна, во студијата *Sato* и сор., 1991 год., се акцентира ефектот на „редуцирање на тензијата“ и „меѓусебно поврзување“ во одржување на социјалната хиерархија преку доминацијата (297), што потоа се преточува во констатацијата дека лижењето не е единствено од алтруистична природа, туку има улога и во стабилизација на социјалните односи (307). На ова се надоврзуваат наодите на поновата студија на *Sarova* и сор., 2016 год., каде се утврдува дека доминантните животни повеќе манифестираат акт на лижење кое е насочено надолу кон хиерархијата, а исто така овие животни и примаат повеќе лижење во однос на субмисивните животни (196). Овие наоди целосно се потврдуваат во нашата студија. Сепак одредени автори не утврдуваат било каков ефект на доминантниот ранг врз афилијацијата или пак предиктивност на афилијацијата според претходните агонистички настани (311). Слично отсуство на експлицитна поврзаност помеѓу доминантноста и афилијативноста се наведува и во новата студија на *Foris* и сор., (197). Сето ова ја потврдува контрадикторноста во истражувањата околу поврзаноста помеѓу доминатноста и афилијативното однесување, што само ја зголемува потребата од дополнителни релевантни истражувања со примена на соодветни методологии.

Соодветно на претходните наоди, корелацијата помеѓу агонистичката и афилијативната социјална мрежа во нашата студија е позитивна со висока асоцијативност на агонистичкото однесување кон афилијативното. Овој наод е констатиран и од Sarova и сор. (196), за разлика од студијата на *Foris* и сор. (197), каде не бележат корелација помеѓу двете мрежи. Сепак, резултатите од нашата студија сосема ја поткрепуваат хипотезата афилијативност за стабилност на социјалната структура (196). Поточно, доминантните крави имаат афилијативно однесување и кон подредените единки во стадото. Со тоа се одржува присутната социјална структура, но и комфор на доминантните крави наспрема подредените, преку воспоставување на стабилни и цврсти односи помеѓу членовите во стадото (196, 312, 313).

Анализата на супструктурите во социјалните мрежи покажа дека најбројни клики се забележуваат во мрежата со сите интеракции, каде доминираат тријади (три единки), со исклучок на две клики со по четири единки, а во останатите две мрежи единствено присутни се дијадите. Структурата и атрибутите во кликите со по четири единки кај мрежата со сите интеракции не асоцираат на еден заеднички атрибут што ги поврзува единките. Освен отсуството на кривење кај сите единки, останатите атрибути се со висока варијабилност во кликите. Оттука, не може да се донесе заклучок дека постои еден единствен атрибут што ги поврзува единките во постојните клики. Имајќи ја во предвид оваа констатација, како и бројот на единки во присутните клики, укажува на генерално отсуство на супструктури во социјалната мрежа кај молзните крави. Иако опсервираните единки се во заграден простор што може да иницира повисок број на интеракции помеѓу единките (250, 311), сепак единствено редовно присутни социјални структури се дијадите. Поточно, интеракции помеѓу две единки во стадото кое е

обединето во еден заеднички кластер. Ова особено го потврдуваат кластер графиците на агонистичката и афилијативната мрежа со присуство на еднонасочно ориентирани дијади. Исклучок е утврдената тријада во агонистичката мрежа каде станува збор за единки слични по својата возраст, што само ја потврдува тезата на хомофилност помеѓу единките базирана на нивната возраст. Присуството на еден кластер во стадото крави без дефинирани супструктири во социјалните мрежи е потврдено и од страна на *Gygax* и сор. (194), како и на *Boyland* и сор. (195). Сето ова укажува на потребата од дијаден аналитичен пристап во односите помеѓу единките во стадото, што всушност и се применува во неодамнешните студии (195-197). Оттука, хиерархијата и рангот на доминација целосно се вклопуваат во дијадниот аналитичен пристап во агонистичките и афилијатвините интеракции на единките насочени од највисоко кон најнискиот рангиран член во мрежата. Во контекст на претходното се и анализите за насоченоста на интеракциите во тријадите во трите социјални мрежи каде се утврди највисока застапеност на еднонасочната комуникација. Најзастапените тријади со еднонасочна комуникација со директна линија и изглед на ѕвезда (A->B->C) во агонистичката мрежа го потврдуваат присуството на хиерархиската структура во мрежата. Од друга страна пак, високата бројност на подгрупите со само една линија (A->B, C) го потврдуваат дијадниот аналитичен пристап како репрезентативен за анализа на социјалните интеракции помеѓу единките.

Компонентите и блоковите како структури на социјалните мрежи беа најбројни во афилијативната мрежа. Повисокиот број блокови, единки што не стапиле во интеракција и „*cut points*“ во афилијативната мрежа потврдуваат дека афилијативните социјални интеракции се поретки од агонистичките каде постои само еден блок во мрежата, исто како и кај мрежата со сите интеракции. Од друга страна, инкорпорираноста на единките во еден блок/компонента во мрежата со сите интеракции потврдува дека: 1) постои висок степен на социјализација помеѓу единките односно стадна социјална структура и 2) затворениот заграден простор ја ограничува можноста за избегнување на социјални интеракции што понекогаш ги принудува единките да влегуваат во интеракција иако во поповолни услови тие би ги избегнале. Од тие причини, потребата за обезбедување на соодветен простор со доволно големи површини како круцијален зоохигиенски стандард за животните е од исклучително значење за благосостојбата на молзните крави .

Поврзувањето помеѓу јазлите во анализираните социјални мрежи се одвива преку протокот помеѓу единките што се постари во групата и што не се гравидни. Овој наод е евидентен во сите три социјални мрежи. Оттука може да се заклучи дека возраста и гравидитетот се атрибутите што придонесуваат во централно позиционирање на единките во социјалната мрежа. Во однос на возраста, претходните анализи ја прикажаа нејзината улога во рангирањето и позиционирањето на единките во агонистичките и афилијативните социјални мрежи со што наодите во овој дел само го потврдуваат погоре изнесеното. Од друга страна, отсуството на гравидитет може да се поврзе со појавата на полов жар кај овие единки придружен со специфичните бихејвиорални карактеристики на молзни крави во еструс. Имајќи во предвид дека

молзните крави во еструс манифестираат зголемени активности, агонистички и афилијативни интеракции (156) нивниот потенцијал да се најдат централно во социјалните мрежи, односно да претставуваат главен мост во поврзувањата на јазлите и компактноста на мрежите е многу висок. Оттука се отвора дилемата за стабилноста и степенот на варијации на социјалните мрежи. Од една страна возраста како константен фактор влијае врз одржување на постојана социјална структура/мрежа во стадото, но евентуалното влијание на половиот жар врз социјалното однесување може да доведе до периодични варијации на мрежата што ќе зависи од единките што влегуваат во еструс. Така, кравите во периодот на еструс ќе имаат повисок број на социјални интеракции и времено ќе се позиционираат поцентрално, односно ќе имаат повисока транзитна улога, во социјалните мрежи. Според тоа, опсервацијата на социјалната мрежа на стадо крави може да се употреби за утврдување на старосните разлики помеѓу единките. Од друга страна, оваа студија утврди потенцијал на анализата на социјалните мрежи да се користи како алатка за детекција на еструс кај молзните крави. Поточно, при постојан мониторинг на параметрите на социјалните мрежи, промените во контекст на зголемена транзитивност и централизираност на јазлите може да индицираат присуство на еструс кај молзните крави. Ова претставува нова потенцијална метода за рана детекција на еструс кај стада молзни крави со слободно држење.

Според резултатите од оваа студија се покажа дека социјалната мрежа кај молзните крави е јасно дефинирана и постојат одредени законитости според кои се утврдува позицијата на секоја единка/јазол во мрежата. Тие законитости се базираат на поедини атрибути на животното кои повеќе или помалку ја предетерминираат улогата на единката во социјалната структура во стадото. Како и оваа, така и претходните студии покажаа дека кравите имаат одредени „преферирани“ животни со кои стапуваат во интеракција (194, 195). Од друга страна, улогата на хиерархијата и корелацијата помеѓу афилијативната и агонистичката мрежа ја потврди дефинираната, не по случаен избор, едно/дво – насочната дијадна интеракција помеѓу единките.

Социјалните мрежи кај стадата молзни крави имаат тенденција да бидат стабилни помеѓу различни периоди во годината или денот, особено при постојан состав на членовите во стадото (197). Сепак одредени варијации се можни, како на пример во групи каде се менуваат членовите на групата (163, 198). Тоа може и да се смета како недостаток на оваа студија, во која опсервираната група беше варијабилна и дел од нејзините членови ја напуштаа или се вклучуваа во зависност од нивниот продуктивен/репродуктивен статус, како дел од менаџмент процедурите на фармата. Сепак, тоа не се очекува да има сериозно влијание врз социјалната структура бидејќи овие менувања во групата се одвиваат исклучиво со постојните животни на фармата, така што животните меѓусебно се познаваат најчесто уште од млада возраст. Дополнително, животните се привикнуваат на таквите рутински промени во стадата (198) со што може да се очекува овие промени да не предизвикаат сериозни промени во социјалната структура и измерените параметри во студијата. Ова особено се однесува во контекст на утврдување на асоцијациите помеѓу атрибутите и социјалните интеракции, како цел на оваа студија. Времетраењето на опсервацијата е исто така

клучен фактор во добивањето на релевантни информации. Собирањето на податоците, односно индивидуалните видео опсервации на секој член во стадото, е временски скап процес и со тоа периодот на опсервација е редуциран. Така постои ризик да не бидат детектирани клучни карактеристики на социјалните мрежи. Сепак *Foris* и сор. констатираат дека релевантни податоци за анализа на социјалните мрежи може да се соберат при опсервации во траење од два до три дена (197). Во нашата студија опсервацијата траеше два дена, со 14 часа континуирани опсервации/ден, при што се детектираа релативно голем број социјални интеракции помеѓу членовите во стадото. Оттука се очекува измерените параметри при анализата на социјалната мрежа да се релевантни за опсервираното стадо. Оваа студија се спроведе само на една фарма во многу краток период со што добиените резултати може да се под влијание на одредени фактори карактеристични за околностите во кои е спроведена опсервацијата. Затоа за да се потврдат резултатите од оваа анализа на социјалните мрежи кај молзните крави потребни се дополнителни истражувања во повеќе фарми и под различни околности.

Оваа студија потврди дека анализата на социјалните мрежи кај молзните крави има голема употреблива вредност. Поточно, таа може да се употреби како алатка за развивање индикатори за здравјето и благосостојбата на животните, како и за воспоставување добри зоохигиенски практики во менаџмнетот на молзните крави. Всушност, анализите на социјалните мрежи претставуваат идните алатки клучни за менаџмент и мониторинг на фармите во иднина.

5.5 Генерален осврт кон студиите

Спроведените студии за акцелерометријата и однесувањето на животните, како дел од докторската дисертација, покажаа резултати што имаат потенцијална примена во оценувањето на благосостојбата на животните, зоохигиената во фармите и во воспоставувањето на стандарди за одгледување на фармските животни. Имено, преку студиите на акцелерометријата се прикажаа методи за детекција на типот на од и позицијата на животното, како и начини на одредување на кинематските параметри на исчекорот, што може да се применат за мерења на локомоцијата и однесувањата кај животните. Од друга страна, студиите за однесувањата утврдија асоцијации помеѓу атрибутите и однесувањата на животните, просторната дистрибуција и социјалните мрежи и структури во стадото, што имаат потенцијал да бидат корисни како индикатори за благосостојбата, здравјето и зоохигиената на животните.

Со прикажаниот метод за дискриминација помеѓу типовите од и положбата на телото се потврди потенцијалот на акцелерометрите да понудат континуирани мерења на состојбата на животното, како стоење, лежење или движење (од, кас или галоп). Со тоа се овозможува објективен директен мониторинг на животното. Доколку се употреби развиениот метод за користење на акцелерациите на ногата преку акцелерометри би можело да се спроведат мерења што би дале корисни информации за животните. Така на пример би се добиле информации за времето на лежење, времето на стоење, нивната фреквенција, типовите на движења и траење на движењата во

одреден временски интервал. Овој тип на мерења може да бидат од корист при оценување на четирите принципи на благосостојбата на животните утврдени според Welfare Quality протоколите (45); или пак при оценување на условите на сместување на животните и зоохигиенските фактори, како на пример утврдување на време на лежење при различен постеличен материјал или при различни системи на одгледување (136, 314). Од друга страна, студијата за кинематиката на исчекорот со употреба на акцелерометрите го истакна потенцијалот за креирање рани алармни системи за предикција на кривење кај фармските животни. Поточно, дијагностика на кривењето во своите рани развојни фази, како и примена во функционалните, енергетските и механичките студии за локомоција (33). Со тоа анализата на кинематиката на исчекорот и нејзините промени може да се употребат како мерења што ќе го индицираат здравјето и менаџментот на слободно држените животни.

Студијата за однесувањето на молзните крави во интензивен систем на одгледување утврди значајни асоцијации со одредени атрибути на животните. Тоа особено се однесуваше за асоцијации со возраста на единките, телесната кондиција, гестацискиот период, млеко продукцијата и потеклото на животните. Дополнително, одредени асоцијации се утврдија и помеѓу однесувањата и медицинската историја на опсервираните животни. Иако каузалноста и консеквентноста не беа разграничени помеѓу атрибутите и однесувањата, сепак студијата покажа дека преку собирањето на податоци за однесувањето на животните може да се осознаат нивните карактеристики, медицинска историја, па дури и квалитет на живот на животното. Тоа всушност се информации што се барани од еден протокол за оценка на благосостојбата, како да ги идентификуваат проблемите во благосостојбата, евентуалните недостатоци што довеле до тие промени и да генерираат класификации (обележувања) за степенот на благосостојба на фармите (90, 103). Со оглед на временскиот интервал за опсервација на однесувањата, студијата покажа дека асоцијациите може да се утврдат и за релативно кратко време на опсервација од еден односно два дена. Тоа оди во прилог на практична примена на оценување на благосостојбата на фармите за што е можно пократко време (315). Сепак овој облик на истражувања не беше цел во овие студии и останува предизвик за во иднина. Од друга страна, преку утврдените асоцијации, а врз основа на структурата на стадото, односно карактеристиките на животните, може да се предвидат нивните однесувања. Тоа подразбира адаптирање на просторот и околината според потребите на животните, односно воспоставување на соодветни зоохигиенски услови за подобар менаџмент на производството, здравјето и благосостојбата на животните. Оттука, утврдените асоцијации претставуваат потенцијални индикатори за оценување на благосостојбата и зоохигиената во фармите. Сепак оваа студија утврди само работни хипотези за одредени асоцијации што дополнително треба да се тестираат и евентуално да се развиваат како потенцијални индикатори применливи во праксата.

Идентификацијата на фаворизирани зони во ограниченият простор од страна на животните во истата студија нуди дополнителни можности во оцена на благосостојбата и особено на зоохигиената. Просторната дистрибуција на животните е под влијание на

факторите од околината што придонесуваат кон фаворизирање на одредени зони. Тоа може директно да е зависно од околинските фактори, односно зоохигиената во системите на држење (162, 316). Истовремено, во студијата се потврди дека единките со одреден статус, здравствен или социјален, се лоцирани во различни зони од ограниченият простор. Со тоа се овозможува директно преку просторната дистрибуција на животните на релативно брз начин да се одредат атрибутите на животните и нивниот социјален статус, односно благосостојба. Дополнително, применувајќи го овој пристап на идентификување на атрибутите на животните според просторната дистрибуција може да помогне и при изборот на единки за земање примероци кај скрининг на болести или за други дијагностички цели. Во секој случај, истражувањата за просторната дистрибуција на единките треба да продолжат и дополнително да се докажува нивната примена.

Студијата за социјални интеракции односно анализата на социјалните мрежи кај молзните крави утврди полудинамичен хиерархиски систем кој зависи од атрибутите на животните. Утврдените асоцијации помеѓу атрибутите на животните и метриката на социјалните мрежи го прикажаа нивниот потенцијал како индикатори за продукцијата, благосостојбата и здравјето на животните. Овие индикатори може да бидат составен дел од некои идни протоколи за оценка на благосостојбата на животните или да се употребат како насоки во менаџментот на стадото. Дополнително, анализата на социјалните мрежи ја презентира актуелната состојба на животните на ниво на стадо, што во одредена смисла е од исклучителна значајност во менаџментот на фармата и зоохигиенските практики. Така на пример, утврдената хомофилност помеѓу единките со покачен број на соматски клетки може да насочи кон некој ризик фактор (локација, активност, однесување и сл.) што придонесува кон зголемување на SCC. Од друга страна, деталните анализи за дијадните интеракции, како и за формираните социјални структури во мрежата се неопходни во иднина, бидејќи може да укажат на одредени состојби кај единките/стадото многу пред да се манифестираат видливи нарушувања на здравјето и благосостојбата на животните. Оттука, може да се заклучи дека потенцијалот на ACM за нејзина примена во менаџментот на здравјето на стадо, воспоставувањето на зоохигиенски стандарди и оценување на благосостојбата е многу висок и ветувачки.

Сепак, опсервациите на однесувањата на животните, вклучително и социјалните интеракции, претставуваат бавен процес подложен на субјективното влијание на опсерваторот. Оттука произлегува потребата од интегрирање на сензорни и паметни технологии во процесот на собирање податоци за однесувањата на животните. Со тоа се обезбедува континуиран процес на собирање големи количини податоци што подоцна ќе бидат обработени и интерпретирани на објективен начин. Така на пример, развиените методи за акецелерометрите од студиите за акцелерометри може да се употребат во студиите за асоцијации на однесувањата со атрибутите. Со тоа ќе се обезбеди подолгорочно собирање на податоци за стоење и движење на молзните крави. Ова е само еден пример како може да се употребат сензорите во научите истражувања и тестирања на хипотезите. Дополнително, анализата на социјалните мрежи е еден од

најголемите предизвици во процесот на собирање податоци. Затоа Boyland *и сор.* (48) користат логери за близина што би помогнале во детекција на интеракциите помеѓу животните. Сепак од достапната литература не може да се каже дека постои доволно точен и прецизен систем што ќе овозможи континуирано евидентирање на социјалните интеракции, вклучително и идентификација на единките што партиципираат во тие интеракции. Со актуелните студии, вклучително и студијата во оваа докторска дисертација, само се прикажува површината од морето информации што може да се добијат преку анализата на социјалните интеракции на животните. Ова особено се однесува на фармските животни, кои речиси независно од системот на одгледување, се држат во некој ограничен простор и можноста за директна опсервација е многу поголема во споредба со дивите животни. Од наведеното произлегува дека еден од главните приоритети во истражувањата е развивање автоматски системи што ќе овозможат долгорочно собирање податоци за социјалните и останатите однесувања на животните.

Интеграцијата на сензорите со нивните мерења и употребата на асоцијациите помеѓу атрибутите и однесувањата на животните во насока на мониторинг и подобрување на здравјето, благосостојбата, зоохигиената и менаџментот на фармите се сосема во насока на концептот прецизно фармерство. Поточно, прецизното фармерство (*Precission Livestock Farming)* според *Berckmans* има за цел „да креира менаџмент систем базиран на континуиран, автоматски во реално време мониторинг и контрола на продукцијата/репродукцијата, здравјето и благосостојбата на животните, како и влијанието врз животната средина од фармското производство“ (110, 317). Прецизното фармерство, односно искористувањето на технологијата за подобар менаџмент на фармите, преставува модерен пристап на одгледување на животните во кој антиципацијата на проблемите е од исклучително значење (317). Оттука опишаните студии во оваа докторска дисертација се во насока на нивна идна интеграција во концептот на презицно фармерство. Така, во прегледот за актуелните напредоци во сензорите за менаџмент на здравјето на животните, во посебно поглавје се опишува движењето и однесувањето како начин за утврдување на здравствената состојба на животните (288). Дополнително, неодамнешниот преглед за автоматски записи на однесувањето користејќи машинска визуелна технологија укажува на можностите за обработка на податоци од слики (видеа) (318). Во истата студија се истакнува и потребата од истражувања во оваа област во комерцијални поставки со што ќе може да се усовршуваат овие техники за анализа на однесувањата. Овој развој неминовно ќе придонесе токму кон употреба на однесувањата и нивните асоцијации со атрибутите како индикатори за здравјето, благосостојбата, зоохигиената и менаџментот на фармите.

Перспективите на истражувањата во рамките на спроведените студии е воспоставување систем што преку мониторинг на животните во реално време ќе може да ја утврди состојбата на животните и фармите, а со тоа ќе придонесе во носењето одлуки за соодветен менаџмент. Наодите за акцелерометрите, асоцијациите помеѓу однесувањата и атрибутите на животните и анализите на социјалните мрежи водат

токму во овој правец. Поточно, резултатите од овие студии нудат можност за дополнителни истражувања, тестирања хипотези и валидации на утврдените мерења, како и тестирање и воспоставување зоохигиенски стандарди на одгледување на животните базирани и специфицирани според актуелните околности и услови.

6 ЗАКЛУЧОЦИ

Триаксијалните акцелерометри обезбедуваат *дискриминација на типот на од и положбата на телото* во реално време базирајќи се на просторно – временската позиција на опсервираната нога на животното. Релативните фреквенции на акцелерациските категории може да се употребат во методите за одредување на типот на од и положбата на телото. Вертикалната оска на акцелерометарот ги разликува одењето, касот и галопот преку четири RFAC-и (0, 1], (1, 2], (2, 3] и (-3, -2] и положбата на телото во однос на стоење наспроти лежење. Оваа оска има највисока точност во одредување на типот на од користејќи најмал број RFAC-и. Хоризонталната оска преку RFAC-и (3, 4], (-4, -3], (2, 3], (-2, -1] и (1, 2] го идентификува типот на од и иако не е соодветна за одредување на положбата на телото, оваа оска е корисна за одредување на страната на лежење на животното. Вкупната акцелерација може да се употреби за дискриминација на одот, но е несоодветен параметар за одредување на положбата на телото. Класификациските функции презентирани во оваа студија се соодветни за идентификација на типот на од, но сепак е потребна дополнителна крос-валидација. Оваа студија, за прв пат воспоставува оптимизиран метод за употреба на податоците од акцелерометар во дискриминацијата на типот на од и положбата на телото користејќи ги овците како модел на животни.

Студијата за *кинематиката на исчекорот* покажа дека еден триаксијален акцелерометар прикачен на задната нога на животното овозможува детална анализа на исчекорот при локомоција (одење и галоп) на опсервираното животно. Преку идентификација на клучните акцелерациски точки од собраните податоци и развојот на акцелерациските модели на исчекор за одење и галоп се постигнува прецизна диференцијација на фазите на исчекорот (стоење и залет). Креираните условно дефинирани функции со висока точност ги пресметуваат кинематските параметри на исчекорот (траење на фаза на стоење и залет, времетраење на исчекорот и работниот фактор) и броењето чекори за одење и галопирање. Дополнително, според нашите сознанија, оваа студија за прв пат ги прикажува кинематските параметри на исчекорот кај овци во галоп. Потребни се дополнителни истражувања за утврдување на оптималниот опсег на параметрите на исчекорот со примена на акцелерометри кај различни видови животни и примена на акцелерациските модели на исчекорот во прецизното фармерство, како и во локомоциските студии кај дивите животни.

Студијата за опсервација на индивидуалните однесувања кај молзните крави утврди присуство на *асоцијации помеѓу атрибутите на животните со нивното однесување и просторна дистрибуција* во ограничен простор во слободни системи на одгледување. Притоа се утврдија присуство на позитивни, негативни и делумни асоцијации помеѓу атрибутите и однесувањата, без да се утврди и разграничи меѓусебната консеквентност и каузалност.

Помеѓу испитуваните атрибути на животните се востановија неколку асоцијации. Очекувано, постарите единки имаат пообемна медицинска историја во однос на

помладите. Дополнително, вкупната млечност и млечноста во тековната лактација е повисока кај постарите единки. Исто така се востанови дека продукцијата на млеко се зголемува колку што е подолго времето од последното кривење, чија болна состојба претставува сериозен фактор во редукцијата на млечноста.

Во текот на опсервацијата молзните крави најдолго време минаа во хранење и лежење, односно 85% од времето. Во рамките на лежењето, просечното времетраење на едно лежење изнесуваше околу 1,25 часа со 3,72 легнувања во текот на опсервацијата на еден ден. Употребата на четката се состоеше од околу пет минути со поголеми варијации, вклучувајќи и животни што воопшто не ја употребија четката. Поради повисоки фреквенции на легнувања и пониски вредности на должината на едно лежење во лежиштата во средината на објектот може да се заклучи дека овие лежишта се попосетени и преферирани од помладите единки. Должината на стоење на животните резултира со намалена должина на хранење и последично зголемен број на оброци. Тоа се должи на зголемените бркања и останати однесувања на животните. Всушност, промените во траењето на одредени состојби кај животните се тесно поврзани со присутните социјални интеракции и односи во стадото.

Во заградениот простор каде слободно се сместени молзните крави постојат фаворизирани зони на престој на животните. Тие се утврдени според критериумите како изминато време на престој во зоните, зона на доминантен индивидуален избор, поврзаност на зоните со времето на хранење или лежење, како и според поврзаноста на зоните со агонистичките социјални интеракции. Согласно наведените критериуми фаворизирани зони во делот за лежење беа централно поставените зони. Во делот за хранење, иако тенденцијата беше кон централните, сепак зоната каде се наоѓаа минералните суплементи придонесе да биде втора по фаворизираност во ограниченият простор. Во однос на редовите лежишта, оние што беа поставени во средината на објектот и насочени кон јаслите беа поатрактивни за молзните крави. Потенцијални фактори што ја детерминираа преференцијата кон зоните беа типот на хранилки, локацијата на суплементарната храна, влезот/излезот од ограниченият простор и поставеноста кон надворешната средина. Според тоа се констатира дека присутното просторно позиционирање на животните е под значително влијание од зоохигиенските фактори во интензивните фармски системи.

Трите аналитички пристапи (корелација, кластер и PCA) за утврдување на асоцијации помеѓу атрибутите на животните и нивните однесувања (зависните променливи) потврдија вкупно 25 позитивни и негативни асоцијации кои се однесуваа на осум атрибути на животните. Дополнителни 164 делумни асоцијации беа утврдени според еден или два аналитички пристапи, но сепак немаше потврда на сите три анализи.

Во однос на возраста на животните, постарите единки подолго време минуваат во стоење, за сметка на намаленото време на хранење, односно престој во јаслите. Исто така, постарите единки примаат помалку удари со глава и поместувања од останатите членови позиционирајќи се на повисок социјален ранг во стадото. Кај просторната

дистрибуција, повозрасните молзни крави почесто избираат да легнат во лежиштата насочени кон надвор наместо оние во средина и кон јаслите. Всушност, и покрај доминантната улога во стадото постарите единки сепак ги избираат помалку фаворизираните локации во ограниченият простор, односно локациите каде не е присутен висок социјален конфликт. Тоа подразбира дека постарите единки ги заземаат фаворизираните зони во ограниченият простор, а оние најпреферирани локации се оставени на помладите. Поточно, постарите единки прават оптимален избор помеѓу нивото на присутност на социјален конфликт во зоните и нивните зонски преференции.

Однесувањата кај единките со различно потекло (купени или родени на фарма) индицираат постепено позиционирање на купените единки во социјалната хиерархија на стадото. Така, поново купените молзни крави претендираат зголемен престој во фаворизираните зони, подолг престој во јаслите и изведување на зголемен број агонистички интеракции. Но тие параметри се намалуваат како единките го постигнуваат социјалниот статус и резултираат со подолг престој во помалку фаворизираните зони, подолго стоење, зголемен прием на агонистички интеракции и пониска употреба на автоматската четка и помало тимарење.

Кај телесната кондиција на молзните крави се утврди дека послабите единки ја употребуваат помалку автоматската четка и имаат пониско време на лежење. Сепак причините за постоење на овие асоцијации, како и нивна потврда, треба дополнително да се истражат. Кај млечноста (вкупна млечност на единката и млечноста во тековната лактација) се утврди дека единките што легнуваат во најфаворизираната зона се оние со највисока млечност. Сепак не можеше да се направи јасна дистинкција помеѓу влијанието на возраста и влијанието на млечноста врз опсервираните однесувања, што резултира со отсуство на јасен индикатор за млечноста. Но легнувањата во најфаворизирната зона од ограниченият простор остануваат еден од потенцијалните индикатори за детекција на високо млечните единки.

Кај заболувањата на млечната жлезда и присуството на висок број соматски клетки во млекото се констатира дека овие состојби се делумно поврзани со пролонгираното време на лежење. Дополнително, единките што почесто имале маститис имаат пролонгирано време на стоење, на сметка на времето минато кај јаслите, додека пак оние со маститис во тековната лактација покажуваат намалено движење. Дополнително, се утврди дека по заболување на единките со маститис се крати времето на легнување, а по нивната рековалесценција повторно постепено се зголемува должината на лежење. Сепак, овие наоди наликуваат на асоцијациите утврдени за однесувањата и возраста на единките. Затоа и наодите на однесувањата може да се толкуваат дека се под влијание на возраста, а не на испитуваните атрибути. Независно од тоа, промените во наведените однесувања може да претставуваат потенцијални индикатори за заболувања на млечната жлезда.

Животните со историја на кривења или со кривења појавени во тековната лактација имаа пролонгирано време на стоење, за сметка на скратено време на

хранење. Овие животни се со делумно помала преференција за легнување во редот лежишта во средина на објектот и имаат помал прием на агонистички интеракции. Животните со историја на кривења се со делумно повисоко време на чешање, а оние што криват во тековната лактација повеќе се лижат. Иако дел од однесувањата повторно се совпаѓаат со оние за повозрасните единки, сепак опсервацијата на споменатите однесувања кај животните може да претставуваат скрининг индикатори за минатите и тековните кривења кај животните.

Исто така, скратеното време на хранење во комбинација со пролонгирано стоење и престој во преферираните просторни зони, со тоа што се индикатори за животните со подолго искуство (постари единки) укажуваат и на искуство на поголем број третмани или пак некои други пореметувања. Сепак, од резултатите може да се заклучи дека не постои негативен долгорочен ефект на третманите и останатите пореметувања врз просторната дистрибуција на единките. Помеѓу атрибутот историја со репродуктивни пореметувања и атрибутот историја на вулварен исцедок кај единките можеше да се заклучи дека не постојат големи разлики помеѓу однесувањата и за двата атрибути, односно еден од атрибутите е доволен за да се опсервираат индивидуалните однесувања. Притоа, овие однесувања немаа големи разлики од однесувањата на постарите животни.

Единките во доцната фаза на гравидитетот, според утврдените делумни асоцијации, го редуцираат времето на лежење и движење, а го пролонгираат времето на стоење. Овие единки имаат и зголемен прием на афилијативни социјални интеракции од други крави, како и зголемена употреба на автоматската четка. Од друга страна, зголеменото лижење други крави заедно со зголемениот број на останати однесувања, како на пример заскокнувањата други крави, се евидентираат кај негравидните единки како типични знаци на однесување во еструс. Дополнително, во однос на просторната дистрибуција, високо гравидните единки ги избегнуваат зоните со повисоки социјални интеракции/конфликти и може да се лоцираат во деловите од просторот каде има помал број на единки, односно помалку конфликти.

Стекнатите искуства од спроведената студија укажуваат дека за изведување на студии што ќе ја испитуваат поврзаноста помеѓу атрибутите на животните и нивните однесувања може да се спроведуваат само ако: постои детална евиденција на карактеристиките на животните и целокупниот менаџмент; како и прецизна опсервација на однесувањата на животните. Сепак, евиденцијата на индивидуалните однесувања на единките преку видео опсервација претставува ограничен и долготраен процес.

Резултатите и наодите од оваа студија треба да се сметаат исклучиво како дата базирани развиени хипотези што би се употребиле во идни соодветно дизајнирани студии за нивно докажување. Тоа укажува и на научната и апликативната примена на оваа студија. Односно, преку интеграција на атрибутските и бихејвиоралните податоци студијата потврди присуство на асоцијативности што имаат потенцијал да

контрибуираат во менаџирањето на зоохигиената, здравјето, благосостојбата и однесувањето на молзните крави во интензивни фармски системи.

Примената на АСМ кај молзните крави утврди дека социјалната мрежа е јасно дефинирана и постојат одредени законитости според кои се утврдува позицијата на секоја единка во стадото. Тие законитости се базираат на поедини атрибути на животното кои повеќе или помалку ја предетерминираат улогата на единката во социјалната мрежа. Социјалните интеракции, дефинирани не по случаен избор, претставуваат едно/двонасочна дијадна интеракција помеѓу единките. Овие интеракции ги категоризираат социјалните мрежи кај говедата како типични мрежи со *small-world* феномен.

Анализата на хомофилноста и мерењата на ниво на јазли во мрежата укажаа на нивна асоцијативност со поедини атрибути на животните. Така, возраста на кравите се појавува како значаен атрибут во сите три мрежи, каде единките од иста или слична возраст се лоцирани поблиску во афилијативната мрежа, а агонистичкото однесување е насочено од постарите единки кон помладите со нивно централно позиционирање во мрежата. Во однос на потеклото на животните, се забележуваат зголемени меѓусебни афилијативни интеракции внатре во групите т.е. помеѓу животните родени на фармата и помеѓу оние што се купени на фармата. Кравите со повисок BCS се појавуваат и како иницијатори на социјалните интеракции и се со повисок степен на интеракции во однос на другите крави. Дополнително, овие крави имаат улога во транзитноста и компактноста на социјалната мрежа со сите интеракции, односно во социјалното поврзување на единките, што ги поставува во централна позиција. Единките со ист или сличен гравиден статус имаат зголемени меѓусебни афилијативни интеракции. Со гравидитетот се стабилизираат социјалните односи и бројот на членови со кои се стапува во интеракција. Спротивно, кај кравите што не се гравидни интеракциите се насочени од и кон поширок опсег на единки, членови на мрежата независно од нивниот социјален статус. Во однос на млекопродукцијата, единките со повисока млечност во тековната лактација примаат помалку интеракции (агонистички и афилијативни) од останатите единки во стадото. Оттука, единките со повисока млечност се периферно поставени во испитуваните социјални мрежи во однос на близината на јазлите. Кравите со историја на покачени соматски клетки во млекото се соседни крави во социјалните мрежи и стапуваат во меѓусебни афилијативни и агонистички интеракции, што може да се поврзе со времето минато заедно на исти локации (лежишта, хранилки и сл.) во просторот. Додека единките во стадото што манифестирале покачување на соматските клетки во млекото во тековната лактација имаат зголемен прием на афилијативни интеракции т.е. примаат повеќе лижења во однос на единките без покачени соматски клетки. Кравите со маститис во тековната лактација покажуваат висока хомофилност т.е. меѓусебни интеракции внатре во групата. Кравите со маститис во тековната лактација задаваат значително повисок број агонистички интеракции во однос на останатите единки без маститис. Сепак, треба да се има во предвид дека кравите со историја на маститис се постари крави, што овозможува возраста да игра значајна улога во степенот на прием на социјални интеракции, особено на агонистичките. Во

секој случај, интеракциите на кравите со маститис во тековната лактација може да се разгледуваат заедно со резултатите од покачувањата на соматските клетки во тековната лактација што може да биде предмет за дополнителни истражувања. Во однос на кривењето во тековната лактација, поради малиот број единки не можеше да се донесе прецизен заклучок, иако беа забележани зголемени афилијативни интеракции внатре во групата на крави што криват. Сличен наод на зголемена меѓусебна интеракција беше забележан и кај единките со евидентиран историјат на болести.

Агонистичката социјална мрежа утврди постоење на строго дефинирана хиерархиска структура во стадото молзни крави. Во оваа студија се утврди значителна позитивна корелација на возраста на единката и нејзиниот ранг на доминација. Поточно, постарите единки се повисоко рангирани во социјалната хиерархија во стадото. Дополнителен атрибут е повисоката млечност во последната лактација која е во позитивна корелација со доминатниот ранг, што подразбира високата млечност да асоцира на подоминантните единки во стадото. Асоцијативноста на млечноста со доминантниот ранг се однесува исклучиво за моменталната лактација. Од друга страна телесната кондиција немаше значајна корелација со доминантниот ранг и не се утврди нејзина асоцијација со хиерархијата во стадото. Оттука може да се заклучи дека сепак возраста на животните во стада со различна старост игра главна улога во детерминирање на доминантниот ранг и социјалната хиерархија, а останатите атрибути може да имаат само акцесорна улога.

Дополнително, беше утврдено дека доминатниот ранг во афилијативната социјална мрежа се претставува како круцијален фактор во нејзиното дефинирање. Постои позитивна корелација помеѓу агонистичката и афилијативната социјална мрежа со висока асоцијативност на агонистичкото однесување кон афилијативното. Доминантните крави имаат афилијативно однесување и кон подредените единки во стадото. Со тоа се одржува присутната социјална структура, но и комфор на доминантните крави наспрема субмисивните. Сепак, треба да се има во предвид дека најголемиот дел од интеракциите припаѓаат на агонистичките, а кај сите три мрежи отсуствува нивна централизација базирана на само неколку индивидуи.

Отсуството на клики и заеднички атрибути што ги поврзуваат единките во овие структури на мрежата ја индицира потреба од дијаден аналитичен пристап во односите помеѓу единките во стадото. Од друга страна инкорпорираноста на единките во еден блок/компонента во мрежата со сите интеракции потврдува дека: 1) постои висок степен на социјализација помеѓу единките односно стадна социјална структура и 2) затворениот заграден простор ја ограничува можноста за избегнување на социјални интеракции што понекогаш ги принудува единките да влегуваат во интеракција иако во поповолни услови тие би ја избегнале. Тоа може да се употреби како индикатор во менаџментот на стадото.

Поврзувањето помеѓу јазлите во анализираните социјални мрежи се покажа дека зависи од возраста и гравидитетот како атрибути што придонесуваат во централно позиционирање на единките во социјалната мрежа. Кравите во периодот на еструс

имаат повисок број на социјални интеракции и времено се позиционираат поцентрално, односно ќе имаат повисока транзитна улога во социјалните мрежи. Оттука, при постојан мониторинг на параметрите на социјалните мрежи, промените во контекст на зголемена транзитивност и централизираност на јазлите може да индицираат присуство на еструс кај молзните крави, што нуди практична примена на АСМ.

Преку добиените резултати во студијата се прикажа и потенцијалната примена на АСМ. Поточно, резултатите од оваа студија индицираа голема употреблива вредност на АСМ како алатка за развивање индикатори за здравјето и благосостојбата на животните, но и за воспоставување добри зоохигиенски практики во менаџментот на молзните крави.

Изработените четири студии во рамките на докторската дисертација ја потврдија потребата и применливоста на прецизното фармерство во научна и апликативна смисла. Студиите прикажаа дека постојат големи можности за дополнителни мерења и развој на нови индикатори за оценка на благосостојбата, здравјето и зоохигиената во фармски системи. Во овој контекст, развојот на нови алгоритми, аналитичка обработка на податоците и нивна интерпретација претставува основа за примена на сензорна технологија и анализа на однесувањата и социјалните мрежи во модерните фармски системи.

7 СПИСОК НА ЛИТЕРАТУРА И ДРУГИ ИЗВОРИ

1. Selye H. A Syndrome Produced by Diverse Nocuous Agents. Nature. 1936;138:32.

2. Harrison R. Animal machines; the new factory farming industry. London,: V. Stuart; 1964. XIII, 186 p. p.

3. Grandin T. Improving animal welfare : a practical approach. Wallingford, Oxfordshire, UK ; Cambridge, MA: CAB International; 2010. VIII, 328 p. p.

4. Brambell FWR, Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry S. Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems. London: Her Majesty's Stationery Office; 1965.

5. Council FAW. Press Statement UK05.12.1979. Available from: http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20121007104210/http://www.fawc.org.uk/pdf/five freedoms1979.pdf.

6. Duncan IJ. Gordon memorial lecture. Poultry welfare: science or subjectivity? British poultry science. 2002;43(5 Suppl):643-52.

7. Hewson CJ. What is animal welfare? Common definitions and their practical consequences. Can Vet J. 2003;44(6):496-9.

8. Duncan IJH, Fraser D. Understanding animal welfare. In: Appleby MA HB, editor. Animal Welfare. Wallingford, UK: CABI Publ; 1997. p. 19-31.

9. Broom DM. Indicators of poor welfare. Br Vet J. 1986;142(6):524-6.

10. Broom DM, Johnson KG. Stress and Animal Welfare: Springer Netherlands; 1993.

11. Sinervo B. History and Philosophy of the Study of Animal Behavior, Sinervo©1997: 2016. http://bio.research.ucsc.edu/~barrylab/classes/animal_behavior/HISTORY.HTM.

12. Jensen P. The ethology of domestic animals : an introductory text. 2nd ed. Cambridge, MA: CABI; 2009. XI, 246 p. p.

13. Thorpe WH. The Origins and Rise of Ethology: Heinemann Educational Books; 1979.

14. Broom DM, Fraser AF. Domestic Animal Behaviour and Welfare: CABI; 2007.

15. Darwin C. The Expression Of The Emotions In Man And Animals: Kessinger Publishing; 2005.

16. Bolhuis JJ, Giraldeau LA. The study of animal behavior. In: Bolhuis JJ, Giraldeau LA, editors. The Behavior of Animals: Mechanisms, Function And Evolution: Wiley; 2004.

17. Gould Jl. Learning Instincts. In: Pashler H, editor. Stevens' Handbook of Experimental Psychology2002. p. 239-43.

18. Goodenough J, McGuire B, Jakob E. Perspectives on Animal Behavior: John Wiley & Sons; 2009.

19. Tinbergen N. On aims and methods of Ethology. Zeitschrift für Tierpsychologie. 1963;20(4):410-33.

20. Bekoff M. Animal Emotions: Exploring Passionate Natures. BioScience. 2000;50(10):861-70.

21. Strauch D. [Animal hygiene and environmental hygiene]. Zentralblatt fur Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene Serie B, Umwelthygiene, Krankenhaushygiene, Arbeitshygiene, praventive Medizin. 1986;183(2-3):258-73.

22. Мациров Ж. Зоохигиена. Второ издание. Скопје: Универзитет „Св. Кирил и Методиј“; 1997. 584 p.

23. European C. Communication from the commission to the european parliament, the council and the european economic and social committee on the European Union Strategy for the Protection and Welfare of Animals 2012-2015. Brussels, 2012.

24. Chen KY, Bassett DR, Jr. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. Medicine and science in sports and exercise. 2005;37(11 Suppl):S490-500.

25. Kavanagh JJ, Menz HB. Accelerometry: A technique for quantifying movement patterns during walking. Gait & posture. 2008;28(1):1-15.

26. Morris JRW. Accelerometry-A technique for the measurement of human body movements. Reprint Journal of Biomechanics. 1973;6(6):729-32.

27. Blomberg K. Automatic registration of dairy cows grazing behaviour on pasture. Examensarbete 332, Instutitionen för husdjurens utfodring och vård Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. 2011.

28. Moreau M, Siebert S, Buerkert A, Schlecht E. Use of a tri-axial accelerometer for automated recording and classification of goats' grazing behaviour. Applied Animal Behaviour Science. 2009;119(3-4):158-70.

29. Ledgerwood DN, Winckler C, Tucker CB. Evaluation of data loggers, sampling intervals, and editing techniques for measuring the lying behavior of dairy cattle. Journal of dairy science. 2010;93(11):5129-39.

30. Kim J, Breur GJ. Temporospatial and kinetic characteristics of sheep walking on a pressure sensing walkway. Canadian journal of veterinary research = Revue canadienne de recherche veterinaire. 2008;72(1):50-5.

31. Agostinho FS, Rahal SC, Araujo FA, Conceicao RT, Hussni CA, El-Warrak AO, et al. Gait analysis in clinically healthy sheep from three different age groups using a pressure-sensitive walkway. BMC veterinary research. 2012;8:87.

32. Pastell M, Tiusanen J, Hakojärvi M, Hänninen L. A wireless accelerometer system with wavelet analysis for assessing lameness in cattle. Biosystems Engineering. 2009;104(4):545-51.

33. Reilly SM, McElroy EJ, Biknevicius AR. Posture, gait and the ecological relevance of locomotor costs and energy-saving mechanisms in tetrapods. Zoology. 2007;110(4):271-89.

34. Ito K, Weary DM, von Keyserlingk MA. Lying behavior: assessing within- and between-herd variation in free-stall-housed dairy cows. Journal of dairy science. 2009;92(9):4412-20.

35. Weary DM, Huzzey JM, von Keyserlingk MA. Board-invited review: Using behavior to predict and identify ill health in animals. J Anim Sci. 2009;87(2):770-7.

36. Painter KA, H. TE, E. LK. Behavioural Changes of Dairy Cows During Drying-Off Using Abrupt Cessation of Milking. The First North American Conference on Precision Dairy Management. 2010.

37. Robert B, White BJ, Renter DG, Larson RL. Evaluation of three-dimensional accelerometers to monitor and classify behavior patterns in cattle. Computers and Electronics in Agriculture. 2009;67(1-2):80-4.

38. de Passille AM, Jensen MB, Chapinal N, Rushen J. Technical note: use of accelerometers to describe gait patterns in dairy calves. Journal of dairy science. 2010;93(7):3287-93.

39. Nielsen LR, Pedersen AR, Herskin MS, Munksgaard L. Quantifying walking and standing behaviour of dairy cows using a moving average based on output from an accelerometer. Applied Animal Behaviour Science. 2010;127(1–2):12-9.

40. Scheibe K, Gromann C. Application testing of a new three-dimensional acceleration measuring system with wireless data transfer (WAS) for behavior analysis. Behavior Research Methods. 2006;38(3):427-33.

41. Chapinal N, de Passille AM, Pastell M, Hanninen L, Munksgaard L, Rushen J. Measurement of acceleration while walking as an automated method for gait assessment in dairy cattle. Journal of dairy science. 2011;94(6):2895-901.

42. Wickler SJ, Hoyt DF, Biewener AA, Cogger EA, De La Paz KL. In vivo muscle function vs speed. II. Muscle function trotting up an incline. The Journal of experimental biology. 2005;208(Pt 6):1191-200.

43. Watanabe S, Izawa M, Kato A, Ropert-Coudert Y, Naito Y. A new technique for monitoring the detailed behaviour of terrestrial animals: A case study with the domestic cat. Applied Animal Behaviour Science. 2005;94(1-2):117-31.

44. Friend TH. Stress: What is it and how can it be quantified? International Journal for the Study of Animal Problems. 1980;1(6):366-74.

45. Welfare, Quality®. Welfare Quality® assessment protocol for cattle. Lelystad, Netherlands: Welfare Quality® Consortium,; 2009.

46. Klein SL, Nelson RJ. Social Behavior and Parasites A2 - Breed, Michael D. In: Moore J, editor. Encyclopedia of Animal Behavior. Oxford: Academic Press; 2010. p. 216-25.

47. Doyle R, Moran J. Cow Talk: Understanding Dairy Cow Behaviour to Improve Their Welfare on Asian Farms: CSIRO PUBLISHING; 2015.

48. Boyland NK, Mlynski DT, James R, Brent LJN, Croft DP. The social network structure of a dynamic group of dairy cows: From individual to group level patterns. Applied Animal Behaviour Science. 2016;174(Supplement C):1-10.

49. Littooij A, Butterworth A. The influence of previous medical treatments on milking order in dairy cows. animal. 2017:1-5.

50. Barbera S. Video image analysis and animal welfare on farm. Animal Welfare. 2003.

51. Broom D. The evolution of morality. Applied Animal Behaviour Science. 2006;100(1-2):20-8.

52. Hobson A. The Oxford Dictionary of Difficult Words: Oxford University Press; 2004.

53. Fraser D, Weary DM, Pajor EA, Milligan BN. A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. Animal welfare. 1997.

54. Brook R. Deontology, Paradox, and Moral Evil. Social Theory and Practice. 2007;33(3):431-40.

55. Kagan S. Normative Ethics: Westview Press; 1998.

56. Meehan MC. Sociobiology: The New Synthesis. JAMA. 1975.

57. McInerney J. Animal Welfare, Economics and Policy. Report on a Study Undertaken for the Farm & Animal Health Economics Division of Defra. Exter, UK: 2004.

58. Fearing J, Matheny G. The role of economics in achieving welfare gains for animals. The role of economics in achieving welfare gains for animals. 2007.

59. Vetter S, Vasa L, Ózsvári L. Economic aspects of animal welfare. Acta Polytechnica Hungarica. 2014.

60. Eurobarometer S. Attitudes of consumers towards the welfare of farmed animals. Special Eurobarometer 229/Wave 632-tns Opinion 2005.

61. Broom DM, Corke MJ. Effects of Disease on Farm Animal Welfare. Acta Veterinaria Brno. 2002;71(1):133.

62. Broom DM, Kirkden RD. Welfare, stress, behaviour and pathophysiology. In: Dunlop RH, Malbert CH, editors. Veterinary Pathophysiology. Ames, Iowa: Blackwell; 2004. p. 337-69.

63. Broom D. Behaviour and welfare in relation to pathology. Applied Animal Behaviour Science. 2006;97(1):73-83.

64. Coutinho AE, Chapman KE. The anti-inflammatory and immunosuppressive effects of glucocorticoids, recent developments and mechanistic insights. Mol Cell Endocrinol. 2011;335(1):2-13.

65. Cruz-Topete D, Cidlowski JA. One Hormone, Two Actions: Anti- and Pro-Inflammatory Effects of Glucocorticoids. Neuroimmunomodulation. 2014;22(1-2):20-32.

66. Song C, Leonard BE. Fundamentals of Psychoneuroimmunology: Wiley; 2000.

67. Zachariae R. Psychoneuroimmunology: A bio-psycho-social approach to health and disease. Scandinavian Journal of Psychology. 2009;50(6):645-51.

68. Pryce JE, Veerkamp RF, Thompson R, Hill WG, Simm G. Genetic aspects of common health disorders and measures of fertility in Holstein Friesian dairy cattle. Animal Science. 1997;65(3):353-60.

69. Bruijnis MRN, Beerda B, Hogeveen H, Stassen EN. Assessing the welfare impact of foot disorders in dairy cattle by a modeling approach. animal. 2011;6(06):962-70.

70. Galindo F, Broom DM. Effects of lameness of dairy cows. J Appl Anim Welf Sci. 2002;5(3):193-201.

71. OIE. Animal Welfare, Fact Sheets. World Organisation for Animal Health [Internet]. 2015. Available from: http://goo.gl/UBRR8z.

72. OIE. Animal welfare at a glance 2016 [cited 2016 07.10.2016]. Animal Welfare]. Available from: http://www.oie.int/en/animal-welfare/animal-welfare-at-a-glance/.

73. OIE. Chapter 7, Animal Welfare. Terrestrial Animal Health Code. 25th ed. Paris: OIE; 2016.

74. OIE. Chapter 7, Animal Welfare. Aquatic Animal Health Code. 19th ed. Paris: OIE; 2016.

75. Husu-Kallio J. Animal health and animal welfare – is it the same thing? Acta Veterinaria Scandinavica. 2008;50(Suppl 1).

76. Veissier I, Butterworth A, Bock B, Roe E. European approaches to ensure good animal welfare. Applied Animal Behaviour Science. 2008;113(4):279-97.

77. Council of Europe 2016. Available from: http://www.coe.int/web/portal.

78. EU. Treaty of Lisbon amending the Treaty on European Union and the Treaty establishing the European Community. OJ C 306. 2007:1–271.

79. Anonymus. Animal welfare - Food Safety - European Commission 2016. Available from: http://ec.europa.eu/food/animals/welfare_en.

80. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, A new Animal Health Strategy for the European Union (2007–2013) where "Prevention is better than cure", (2007).

81. European C. Discussion paper on Progress under the Animal Health Strategy for the European Union (2007-2013) where “Prevention is better than cure” and possible future steps. Brussels, 2014.

82. Rojek-Podgórska B. EU animal welfare strategy, 2012-2015, State of play and possible next steps. European Parliamentary Research Service; 2016.

83. Mason GJ. Stereotypies and suffering. Behavioural Processes. 1991;25(2-3):103-15.

84. Dawkins M. Behaviour as a tool in the assessment of animal welfare. Zoology (Jena, Germany). 2003;106(4):383-7.

85. Patterson-Kane EG, Hunt M, Harper D. Rats Demand Social Contact. Animal Welfare. 2002;11(3):327-32.

86. Lindberg AC, Nicol CJ. Space and density effects on group size preferences in laying hens. British poultry science. 1996;37(4):709-21.

87. Nielsen BL, Lawrence AB, Whittemore CT. Feeding behaviour of growing pigs using single or multi-space feeders. Applied Animal Behaviour Science. 1996;47(3):235-46.

88. Grandin T. Understanding Flight Zone and Point of Balance for Low Stress Handling of Cattle, Sheep, and Pigs: Dept. of Animal Science, Colorado State University; 2015. Available from: http://www.grandin.com/behaviour/principles/flight.zone.html.

89. Vučinić M. Ponašanje, dobrobit i zaštita životinja. Beograd, Srbija: Veterinarska Komora Srbije; 2005. 388 p.

90. Webster J. The assessment and implementation of animal welfare: theory into practice. Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics). 2005;24(2):723-34.

91. Fraser D. Assessing animal welfare: different philosophies, different scientific approaches. Zoo Biology. 2009;28(6):507-18.

92. Sandøe P, Simonsen HB. Assessing animal welfare: where does science end and philosophy begin? Animal welfare. 1992.

93. Hewson CJ. Can we assess welfare? Can Vet J. 2003;44(9):749-53.

94. Mason G, Mendl M. Why is there no simple way of measuring animal welfare? Animal welfare. 1993.

95. Duncan IJ. Science-based assessment of animal welfare: farm animals. Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics). 2005;24(2):483-92.

96. Dawkins MS. From an animal's point of view: Motivation, fitness, and animal welfare. Behavioral and Brain Sciences. 2011;13(1):1-9.

97. EFSA AHAW. Statement on the use of animal-based measures to assess the welfare of animals. EFSA Journal. 2012;10(6):2767.

98. Botreau R, Bonde M, Butterworth A, Perny P, Bracke MBM, Capdeville J, et al. Aggregation of measures to produce an overall assessment of animal welfare. Part 1: a review of existing methods. animal. 2007;1(8):1179-87.

99. Paton M, Fisher A, Martin T, Giraudo A. Practicle uses of risk assessment method in animal welfare. 2008. In: AAWS international animal welfare conference 2008 [Internet]. Available from: http://scholar.google.com/scholar?q=Practicle uses of risk assessment method in animal welfare&btnG=&hl=en&num=20&as_sdt=0%2C22.

100. Whay HR, Main DCJ, Greent LE, Webster AJF. Animal-based measures for the assessment of welfare state of dairy cattle, pigs and laying hens: consensus of expert opinion. Animal Welfare. 2003;12(2):205-17.

101. Wemelsfelder F, Mullan S. Applying ethological and health indicators to practical animal welfare assessment. Revue Scientifique et Technique de l'OIE. 2014;33(1):111-20.

102. Fraser D. Assessing animal well-being: common sense, uncommon science. Food animal well-being. 1993:37-54.

103. Fraser D. Assessing animal welfare at the farm and group level: the interplay of science and values. Animal Welfare. 2003;12(4):433-43.

104. Tannenbaum J. Ethics and animal welfare: the inextricable connection. Journal of the American Veterinary Medical Association. 1991;198(8):1360-76.

105. Broom DM. Animal welfare: concepts and measurement. Journal of Animal Science. 1991;69(10):4167.

106. Rousing T, Bonde M, Sorensen JT. Indicators for the assessment of animal welfare in a dairy cattle herd with a cubicle housing system. In: Blokhuis HJ, Ekkel ED, Wechsler B, editors. Improving health and welfare in animal production Proceedings of sessions of the EAAP Commission on Animal Management & Health2000. p. 37-44.

107. Johnsen PF, Johannesson T, Sandøe P. Assessment of Farm Animal Welfare at Herd Level: Many Goals, Many Methods. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science. 2010;51(sup030):26-33.

108. Mendl M. Some problems with the concept of a cut-off point for determining when an animal's welfare is at risk. Applied Animal Behaviour Science. 1991;31(1):139-46.

109. Halachmi I, Guarino M. Editorial: Precision livestock farming: a ‘per animal’ approach using advanced monitoring technologies. animal. 2016;10(09):1482-3.

110. Berckmans D. Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. Rev Sci Tech. 2014;33(1):189-96.

111. Rousing T, Bonde M, Sørensen J. Aggregating Welfare Indicators into an Operational Welfare Assessment System: A Bottom-up Approach. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science. 2001;51(sup030):53-7.

112. Council FAW. Farm animal welfare in Great Britain: Past, present and future. Farm animal welfare in Great Britain: Past, present and future. 2009.

113. Радески М. Влијание на воспаленијата на млечната жлезда врз благосостојбата на молзните говеда. [Проектна активност]. In press 2015.

114. Blokhuis HJ, Jones RB, Geers R, Miele M, Veissier I. Measuring and monitoring animal welfare: transparency in the food product quality chain. Animal Welfare. 2003;12(4):445-55.

115. Botreau R, Veissier I, Perny P. Overall assessment of animal welfare: strategy adopted in Welfare Quality®. Animal Welfare. 2009;18(4):363-70.

116. Bartussek H. A review of the animal needs index (ANI) for the assessment of animals' well-being in the housing systems for Austrian proprietary products and legislation. Livestock Production Science. 1999;61(2):179-92.

117. Main DCJ, Green LE. Descriptive analysis of the operation of the Farm Assured British Pigs scheme. Veterinary Record. 2000;147(6):162-3.

118. Broom DM. The welfare of livestock during road transport. In: M. Appleby VC, L. Garcés, L. Lambert and J. Turner, editor. Long Distance Transport and the Welfare of Farm Animals. Wallingford: CABI2008. p. 157-81.

119. Turner SP, Dwyer CM. Welfare assessment in extensive animal production systems: challenges and opportunities. ANIMAL WELFARE-POTTERS BAR …. 2007.

120. Taylor NR, Main DC, Mendl M, Edwards SA. Tail-biting: a new perspective. Veterinary journal. 2010;186(2):137-47.

121. Lachica M, Aguilera JF. Energy expenditure of walk in grassland for small ruminants. Small Ruminant Research. 2005;59(2-3):105-21.

122. Alexander RM. Optimization and gaits in the locomotion of vertebrates. Physiological reviews. 1989;69(4):1199-227.

123. Bojkovski D, Stuhec I, Kompan D, Zupan M. The behavior of sheep and goats co-grazing on pasture with different types of vegetation in the karst region. J Anim Sci. 2014;92(6):2752-8.

124. Nielsen PP. Automatic registration of grazing behaviour in dairy cows using 3D activity loggers. Applied Animal Behaviour Science. 2013;148(3-4):179-84.

125. Conte S, Bergeron R, Gonyou H, Brown J, Rioja-Lang FC, Connor L, et al. Measure and characterization of lameness in gestating sows using force plate, kinematic, and accelerometer methods. J Anim Sci. 2014;92(12):5693-703.

126. DuBois C, Zakrajsek E, Haley DB, Merkies K. Validation of triaxial accelerometers to measure the lying behaviour of adult domestic horses. Animal. 2015;9(1):110-4.

127. McLennan KM, Skillings EA, Rebelo CJB, Corke MJ, Pires Moreira MA, Morton AJ, et al. Technical note: Validation of an automatic recording system to assess behavioural activity level in sheep (Ovis aries). Small Ruminant Research. 2015;127:92-6.

128. Bertram JEA. Considering Gaits. Understanding Mammalian Locomotion 2016. p. 27-50.

129. Valentin S, Essigbeck A, Wolfram I, Licka T. Kinematic parameters of sheep walking on a treadmill. Veterinary journal (London, England : 1997). 2014;202(3):657-8.

130. Alexander RM. The Gaits of Bipedal and Quadrupedal Animals. The International Journal of Robotics Research. 1984;3(2):49-59.

131. Kar DC, Kurien Issac K, Jayarajan K. Gaits and energetics in terrestrial legged locomotion. Mechanism and Machine Theory. 2003;38(4):355-66.

132. Luu J, Johnsen JF, Passillé AMd, Rushen J. Which measures of acceleration best estimate the duration of locomotor play by dairy calves? Applied Animal Behaviour Science. 2013;148(1-2):21-7.

133. Tanida H, Koba Y, Rushen J, De Passile AM. Use of three-dimensional acceleration sensing to assess dairy cow gait and the effects of hoof trimming. Animal science journal = Nihon chikusan Gakkaiho. 2011;82(6):792-800.

134. Thorup VM, Munksgaard L, Robert PE, Erhard HW, Thomsen PT, Friggens NC. Lameness detection via leg-mounted accelerometers on dairy cows on four commercial farms. Animal. 2015;9(10):1704-12.

135. Wierenga HK, Hopster H. Behaviour of dairy cows when fed concentrates with an automatic feeding system. Applied Animal Behaviour Science. 1991;30(3):223-46.

136. Fregonesi JA, Veira DM, von Keyserlingk MAG, Weary DM. Effects of Bedding Quality on Lying Behavior of Dairy Cows. Journal of dairy science. 2007;90(12):5468-72.

137. Norring M, Manninen E, de Passillé AM, Rushen J, Munksgaard L, Saloniemi H. Effects of Sand and Straw Bedding on the Lying Behavior, Cleanliness, and Hoof and Hock Injuries of Dairy Cows. Journal of dairy science. 2008;91(2):570-6.

138. Tizard I. Sickness behavior, its mechanisms and significance. Animal Health Research Reviews. 2008;9(1):87-99.

139. Johnson RW. The concept of sickness behavior: a brief chronological account of four key discoveries. Veterinary Immunology and Immunopathology. 2002;87(3):443-50.

140. Dittrich I, Gertz M, Krieter J. Alterations in sick dairy cows' daily behavioural patterns. Heliyon. 2019;5(11):e02902.

141. Kauppi J. Dairy cow behaviour in relation to health, welfare and milking. 2014.

142. Aubert A. Sickness and behaviour in animals: a motivational perspective. Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 1999;23(7):1029-36.

143. Hart BL. Biological basis of the behavior of sick animals. Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 1988;12(2):123-37.

144. Crestani F, Seguy F, Dantzer R. Behavioural effects of peripherally injected interleukin-1: role of prostaglandins. Brain Research. 1991;542(2):330-5.

145. González LA, Tolkamp BJ, Coffey MP, Ferret A, Kyriazakis I. Changes in Feeding Behavior as Possible Indicators for the Automatic Monitoring of Health Disorders in Dairy Cows. Journal of dairy science. 2008;91(3):1017-28.

146. Quimby WF, Sowell BF, Bowman JGP, Branine ME, Hubbert ME, Sherwood HW. Application of feeding behaviour to predict morbidity of newly received calves in a commercial feedlot. Canadian Journal of Animal Science. 2001;81(3):315-20.

147. Urton G, von Keyserlingk MAG, Weary DM. Feeding Behavior Identifies Dairy Cows at Risk for Metritis. Journal of dairy science. 2005;88(8):2843-9.

148. Medrano-Galarza C, Gibbons J, Wagner S, de Passillé AM, Rushen J. Behavioral changes in dairy cows with mastitis. Journal of dairy science. 2012;95(12):6994-7002.

149. Sepúlveda-Varas P, Proudfoot KL, Weary DM, von Keyserlingk MAG. Changes in behaviour of dairy cows with clinical mastitis. Applied Animal Behaviour Science. 2016;175:8-13.

150. Chapinal N, Fitzpatrick CE, Leslie KE, Wagner SA. Short communication: Experimentally induced mastitis reduces weight shifting between the rear legs while standing in dairy cows. Journal of dairy science. 2013;96(5):3039-43.

151. Proudfoot KL, Weary DM, von Keyserlingk MAG. Linking the social environment to illness in farm animals. Applied Animal Behaviour Science. 2012;138(3):203-15.

152. Tilders FJH, Schmidt ED. Interleukin-1-Induced Plasticity of Hypothalamic CRH Neurons and Long-Term Stress Hyperresponsivenessa. Annals of the New York Academy of Sciences. 1998;840(1):65-73.

153. Arave C, Albright J. Cattle behavior. Journal of dairy science. 1981;64(6):1318-29.

154. Šárová R, Špinka M, Stěhulová I, Ceacero F, Šimečková M, Kotrba R. Pay respect to the elders: age, more than body mass, determines dominance in female beef cattle. Animal Behaviour. 2013;86(6):1315-23.

155. Hedlund L, Løvlie H. Personality and production: Nervous cows produce less milk. Journal of dairy science. 2015;98(9):5819-28.

156. Reith S, Hoy S. Review: Behavioral signs of estrus and the potential of fully automated systems for detection of estrus in dairy cattle. animal. 2017;12(2):398-407.

157. Rørvang MV, Nielsen BL, Herskin MS, Jensen MB. Prepartum Maternal Behavior of Domesticated Cattle: A Comparison with Managed, Feral, and Wild Ungulates. Frontiers in Veterinary Science. 2018;5(45).

158. Homburger H, Lüscher A, Scherer-Lorenzen M, Schneider MK. Patterns of livestock activity on heterogeneous subalpine pastures reveal distinct responses to spatial autocorrelation, environment and management. Movement Ecology. 2015;3(1):35.

159. Nathan R, Getz WM, Revilla E, Holyoak M, Kadmon R, Saltz D, et al. A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2008;105(49):19052-9.

160. Vázquez Diosdado JA, Barker ZE, Hodges HR, Amory JR, Croft DP, Bell NJ, et al. Space-use patterns highlight behavioural differences linked to lameness, parity, and days in milk in barn-housed dairy cows. PloS one. 2018;13(12):e0208424.

161. De Palo P, Tateo A, Zezza F, Corrente M, Centoducati P. Influence of Free-Stall Flooring on Comfort and Hygiene of Dairy Cows During Warm Climatic Conditions. Journal of dairy science. 2006;89(12):4583-95.

162. Smid A-MC, Weary DM, Costa JHC, von Keyserlingk MAG. Dairy cow preference for different types of outdoor access. Journal of dairy science. 2018;101(2):1448-55.

163. Schein MW, Fohrman MH. Social dominance relationships in a herd of dairy cattle. The British Journal of Animal Behaviour. 1955;3(2):45-55.

164. Majolo B, Huang P. Group Living. In: Vonk J, Shackelford T, editors. Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior. Cham: Springer International Publishing; 2017. p. 1-12.

165. Wilson EO. Sociobiology: Harvard University Press; 2000.

166. C.Phillips. Social Behaviour. Cattle Behaviour & Welfare2002. p. 84-122.

167. Boissy A, Manteuffel G, Jensen MB, Moe RO, Spruijt B, Keeling LJ, et al. Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. Physiology & Behavior. 2007;92(3):375-97.

168. Wood-Gush DGM. Social Behaviour. Elements of Ethology: A textbook for agricultural and veterinary students. Dordrecht: Springer Netherlands; 1983. p. 15-55.

169. Lewis JG. Game domestication for animal production in Kenya: shade behaviour and factors affecting the herding of eland, oryx, buffalo and zebu cattle. The Journal of Agricultural Science. 2009;90(3):587-95.

170. Lazo A. Social segregation and the maintenance of social stability in a feral cattle population. Animal Behaviour. 1994;48(5):1133-41.

171. Viktor R, Annie R. Cohesive Relationships in a Cattle Herd (Bos indicus). Behaviour. 1981;77(3):121-51.

172. Wood-Gush DGM, Hunt KA, Carson K, Dennison SGC, editors. The early behaviour of suckler calves in the field1984.

173. Vitale AF, Tenucci M, Papini M, Lovari S. Social behaviour of the calves of semi-wild Maremma cattle, Bos primigenius taurus. Applied Animal Behaviour Science. 1986;16(3):217-31.

174. Kerr SGC, Wood-Gush DGM. A comparison of the early behaviour of intensively and extensively reared calves. Animal Science. 2010;45(2):181-90.

175. Duve LR, Jensen MB. Social behavior of young dairy calves housed with limited or full social contact with a peer¹. Journal of dairy science. 2012;95(10):5936-45.

176. Danielsson T. The effect of social rank on milking and feeding behaviour in automatic milking system for dairy cows. In: Swedish University of Agricultural Sciences FoVMaAS, editor. Uppsala 2012.

177. Beilharz RG, Zeeb K. Social dominance in dairy cattle. Applied Animal Ethology. 1982;8(1):79-97.

178. Bernstein IS. Dominance: The baby and the bathwater. Behavioral and Brain Sciences. 2010;4(3):419-29.

179. Harris NR, Johnson DE, McDougald NK, George MR. Social Associations and Dominance of Individuals in Small Herds of Cattle. Rangeland Ecology and Management. 2007;60(4):339-49, 11.

180. Takeda K-i, Sato S, Sugawara K. The number of farm mates influences social and maintenance behaviours of Japanese Black cows in a communal pasture. Applied Animal Behaviour Science. 2000;67(3):181-92.

181. Krause J, Krause PFBEJ, Ruxton GD, Ruxton GD, Press OU, Ruxton IG. Living in Groups: OUP Oxford; 2002.

182. Makagon MM, McCowan B, Mench JA. How can social network analysis contribute to social behavior research in applied ethology? Applied Animal Behaviour Science. 2012;138(3):152-61.

183. Coleing A. The application of social network theory to animal behaviour. Bioscience Horizons: The International Journal of Student Research. 2009;2(1):32-43.

184. Croft DP, James R, Krause J. Exploring animal social networks Princeton, N.J.: Princeton University Press; 2008. Available from: http://site.ebrary.com/id/10443105.

185. Wey T, Blumstein DT, Shen W, Jordán F. Social network analysis of animal behaviour: a promising tool for the study of sociality. Animal Behaviour. 2008;75(2):333-44.

186. Steketee M, Miyaoka A, Spiegelman M. Social Network Analysis. In: Wright JD, editor. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition). Oxford: Elsevier; 2015. p. 461-7.

187. Martin P, Bateson P. Measuring Behaviour: An Introductory Guide: Cambridge University Press; 2007.

188. Himelboim I. Social Network Analysis (Social Media). In: J. Matthes CSDaRFP, editor. The International Encyclopedia of Communication Research Methods; 2017. p. 1-15.

189. Lu X, Brelsford C. Network Structure and Community Evolution on Twitter: Human Behavior Change in Response to the 2011 Japanese Earthquake and Tsunami. Scientific Reports. 2014;4(1):6773.

190. Milgram S. The Small World Problem. Psychology Today. 1967;1(1):61-7.

191. Camazine S, Deneubourg JL, Franks NR, Sneyd J, Bonabeau E, Theraula G. Self-organization in Biological Systems: Princeton University Press; 2003.

192. de Freslon I, Martínez-López B, Belkhiria J, Strappini A, Monti G. Use of social network analysis to improve the understanding of social behaviour in dairy cattle and its impact on disease transmission. Applied Animal Behaviour Science. 2019;213:47-54.

193. Koene P, Ipema B. Social Networks and Welfare in Future Animal Management. Animals. 2014;4(1):93-118.

194. Gygax L, Neisen G, Wechsler B. Socio-Spatial Relationships in Dairy Cows. Ethology. 2010;116(1):10-23.

195. Boyland NK, Mlynski DT, James R, Brent L, Croft DP. The social network structure of a dynamic group of dairy cows: From individual to group level patterns. Applied Animal Behaviour Science. 2016;174:1-10.

196. Šárová R, Gutmann A, Špinka M, Stěhulová I, Winckler C. Important role of dominance in allogrooming behaviour in beef cattle. Applied Animal Behaviour Science. 2016;181:41-8.

197. Foris B, Zebunke M, Langbein J, Melzer N. Comprehensive analysis of affiliative and agonistic social networks in lactating dairy cattle groups. Applied Animal Behaviour Science. 2018;210(Animal 10 2016):60-7.

198. Bøe KE, Færevik G. Grouping and social preferences in calves, heifers and cows. Applied Animal Behaviour Science. 2003;80(3):175-90.

199. Sołtysiak T, Nogalski Z. The effects of social hierarchy in a dairy cattle herd on milk yield. Pol J Natur Sc. 2010;25:22-30.

200. Galindo F, Broom DM. The relationships between social behaviour of dairy cows and the occurrence of lameness in three herds. Research in veterinary science. 2000;69(1):75-9.

201. Korte SM, Koolhaas JM, Wingfield JC, McEwen BS. The Darwinian concept of stress: benefits of allostasis and costs of allostatic load and the trade-offs in health and disease. Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 2005;29(1):3-38.

202. Dantzer R, Kelley KW. Twenty years of research on cytokine-induced sickness behavior. Brain, Behavior, and Immunity. 2007;21(2):153-60.

203. Huzzey JM, Veira DM, Weary DM, von Keyserlingk MAG. Prepartum Behavior and Dry Matter Intake Identify Dairy Cows at Risk for Metritis. Journal of dairy science. 2007;90(7):3220-33.

204. Goldhawk C, Chapinal N, Veira DM, Weary DM, von Keyserlingk MAG. Prepartum feeding behavior is an early indicator of subclinical ketosis. Journal of dairy science. 2009;92(10):4971-7.

205. Klecka WR. Discriminant analysis: Sage Publications; 1980.

206. StatSoft. The Electronic Statistics Textbook. 2006.

207. Friard O, Gamba M. BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. Methods in Ecology and Evolution. 2016;7(11):1325-30.

208. NMR. InterHerd version 2.12.2. National Milk Records 2011; 2011.

209. von Keyserlingk MAG, Weary DM. Review: Feeding behaviour of dairy cattle: Meaures and applications. Canadian Journal of Animal Science. 2010;90(3):303-9.

210. Dancey CP, Reidy J. Statistics without maths for psychology: Pearson Education; 2007.

211. Akoglu H. User's guide to correlation coefficients. Turkish Journal of Emergency Medicine. 2018;18(3):91-3.

212. Jain AK. Data clustering: 50 years beyond K-means. Pattern Recognition Letters. 2010;31(8):651-66.

213. Clatworthy J, Buick D, Hankins M, Weinman J, Horne R. The use and reporting of cluster analysis in health psychology: a review. Br J Health Psychol. 2005;10(Pt 3):329-58.

214. Budaev SV. Using Principal Components and Factor Analysis in Animal Behaviour Research: Caveats and Guidelines. Ethology. 2010;116(5):472-80.

215. Jolliffe IT, Cadima J. Principal component analysis: a review and recent developments. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. 2016;374(2065):20150202.

216. Borgatti SP. NetDraw: Graph Visualization Software. Harvard: Analytic Technologies; 2002.

217. Hanneman RA, Riddle M. Introduction to social network methods2005. Available from: http://faculty.ucr.edu/~hanneman/ .

218. Krackhardt D, Stern RN. Informal Networks and Organizational Crises: An Experimental Simulation. Social Psychology Quarterly. 1988;51(2):123-40.

219. Borgatti SP, Everett MG, Freeman LC. Ucinet for Windows: Software for social network analysis. Harvard, MA: analytic technologies. 2002;2006.

220. Wilson RP, Shepard ELC, Liebsch N. Prying into the intimate details of animal lives: use of a daily diary on animals. Endangered Species Research. 2008;4(1-2):123-37.

221. Trénel P, Jensen MB, Decker EL, Skjøth F. Technical note: Quantifying and characterizing behavior in dairy calves using the IceTag automatic recording device. Journal of dairy science. 2009;92(7):3397-401.

222. Nyquist H. Certain Topics in Telegraph Transmission Theory. American Institute of Electrical Engineers, Transactions of the. 1928;47(2):617-44.

223. Shannon CE. Communication in the Presence of Noise. Proceedings of the IRE. 1949;37(1):10-21.

224. Corp. OC. HOBO® Pendant® G Data Logger (UA-004-64) White Paper Cape Cod, Massachusetts2013 [cited 2014 April 07]. Available from: http://www.onsetcomp.com/.

225. Taylor WR, Ehrig RM, Heller MO, Schell H, Seebeck P, Duda GN. Tibio-femoral joint contact forces in sheep. Journal of biomechanics. 2006;39(5):791-8.

226. Herman IP. Physics of the Human Body. Berlin: Springer; 2007 2007. 857 p.

227. Vilensky JA. Locomotor behavior and control in human and non-human primates: comparisons with cats and dogs. Neuroscience and biobehavioral reviews. 1987;11(3):263-74.

228. Nishii J. An analytical estimation of the energy cost for legged locomotion. Journal of theoretical biology. 2006;238(3):636-45.

229. Verdugo MR, Rahal SC, Agostinho FS, Govoni VM, Mamprim MJ, Monteiro FO. Kinetic and temporospatial parameters in male and female cats walking over a pressure sensing walkway. BMC veterinary research. 2013;9(1):129.

230. Blackie N, Bleach EC, Amory JR, Scaife JR. Associations between locomotion score and kinematic measures in dairy cows with varying hoof lesion types. Journal of dairy science. 2013;96(6):3564-72.

231. Flower FC, Sanderson DJ, Weary DM. Hoof pathologies influence kinematic measures of dairy cow gait. Journal of dairy science. 2005;88(9):3166-73.

232. Opsomer G. High yelding dairy cows: To produce or to reproduce and what practitioners should know about this to help their clients. Macedonian Veterinary Review. 2013;36:53-62.

233. Deluyker HA, Gay JM, Weaver LD. Interrelationships of Somatic Cell Count, Mastitis, and Milk Yield in a Low Somatic Cell Count Herd. Journal of dairy science. 1993;76(11):3445-52.

234. Green MJ, Green LE, Schukken YH, Bradley AJ, Peeler EJ, Barkema HW, et al. Somatic Cell Count Distributions During Lactation Predict Clinical Mastitis. Journal of dairy science. 2004;87(5):1256-64.

235. Warnick LD, Janssen D, Guard CL, Gröhn YT. The Effect of Lameness on Milk Production in Dairy Cows. Journal of dairy science. 2001;84(9):1988-97.

236. Sadiq MB, Ramanoon SZ, Shaik Mossadeq WM, Mansor R, Syed-Hussain SS. Association between Lameness and Indicators of Dairy Cow Welfare Based on Locomotion Scoring, Body and Hock Condition, Leg Hygiene and Lying Behavior. Animals. 2017;7(11):79.

237. Nesma Helmy Youssif, Nagah Moustafa Hafiz, Halawa MA, Saad MF. Influence of Some Hygienic Measures on the Prevalence of Subclinical Mastitis in a Dairy Farm. International Journal of Dairy Science. 2020;15:38-47.

238. Roche JR, Friggens NC, Kay JK, Fisher MW, Stafford KJ, Berry DP. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. Journal of dairy science. 2009;92(12):5769-801.

239. Mellado M, Antonio-Chirino E, Meza-Herrera C, Veliz FG, Arevalo JR, Mellado J, et al. Effect of lactation number, year, and season of initiation of lactation on milk yield of cows hormonally induced into lactation and treated with recombinant bovine somatotropin. Journal of dairy science. 2011;94(9):4524-30.

240. Ray DE, Halbach TJ, Armstrong DV. Season and Lactation Number Effects on Milk Production and Reproduction of Dairy Cattle in Arizona. Journal of dairy science. 1992;75(11):2976-83.

241. Grant R, editor Taking advantage of natural behavior improves dairy cow performance. Proc Western Dairy Management Conf, Reno, NV; 2007.

242. Gomez A, Cook NB. Time budgets of lactating dairy cattle in commercial freestall herds. Journal of dairy science. 2010;93(12):5772-81.

243. Fregonesi JA, Tucker CB, Weary DM. Overstocking Reduces Lying Time in Dairy Cows. Journal of dairy science. 2007;90(7):3349-54.

244. Pilatti JA, Vieira FMC, Rankrape F, Vismara ES. Diurnal behaviors and herd characteristics of dairy cows housed in a compost-bedded pack barn system under hot and humid conditions. animal. 2018;13(2):399-406.

245. DeVries TJ, von Keyserlingk MAG, Beauchemin KA. Short Communication: Diurnal Feeding Pattern of Lactating Dairy Cows. Journal of dairy science. 2003;86(12):4079-82.

246. Vasseur E, Rushen J, Haley DB, de Passillé AM. Sampling cows to assess lying time for on-farm animal welfare assessment. Journal of dairy science. 2012;95(9):4968-77.

247. DeVries TJ, Vankova M, Veira DM, von Keyserlingk MAG. Short Communication: Usage of Mechanical Brushes by Lactating Dairy Cows. Journal of dairy science. 2007;90(5):2241-5.

248. Mandel R, Whay HR, Nicol CJ, Klement E. The effect of food location, heat load, and intrusive medical procedures on brushing activity in dairy cows. Journal of dairy science. 2013;96(10):6506-13.

249. Mandel R, Whay HR, Klement E, Nicol CJ. Invited review: Environmental enrichment of dairy cows and calves in indoor housing. Journal of dairy science. 2016;99(3):1695-715.

250. Huzzey JM, DeVries TJ, Valois P, von Keyserlingk MAG. Stocking Density and Feed Barrier Design Affect the Feeding and Social Behavior of Dairy Cattle. Journal of dairy science. 2006;89(1):126-33.

251. Rushen J. Housing and the welfare of dairy cattle. 2017. p. 53-79.

252. A. Gaworski M, B. Tucker C, Weary M, M. L. Swift D, editors. Effects of stall design on dairy cattle behaviour. Pp 139-146 in Fifth International Dairy Housing Proceedings of the 29-31 January 2003 Conference (Fort Worth, Texas USA); 2003; St. Joseph, MI: ASABE.

253. Wagner-Storch AM, Palmer RW, Kammel DW. Factors Affecting Stall Use for Different Freestall Bases. Journal of dairy science. 2003;86(6):2253-66.

254. Gaworski M. Free-Stall Use and Preferences in Dairy Cows: A Case Study on Neck Rails Covered by Foam. Animals. 2019;9(10):772.

255. Azizi O, Hasselmann L, Kaufmann O. Variations in feeding behaviour of high-yielding dairy cows in relation to parity during early to peak lactation. Archiv Tierzucht. 2010;53(2):130-40.

256. Bowman GR, Beauchemin KA, Shelford JA. Fibrolytic Enzymes and Parity Effects on Feeding Behavior, Salivation, and Ruminal pH of Lactating Dairy Cows. Journal of dairy science. 2003;86(2):565-75.

257. Bach A, Iglesias C, Devant M, Ràfols N. Performance and Feeding Behavior of Primiparous Cows Loose Housed Alone or Together with Multiparous Cows. Journal of dairy science. 2006;89(1):337-42.

258. Kathambi EK, VanLeeuwen JA, Gitau GK, Kamunde C. Risk factors associated with cows' lying time, stall and cows' own cleanliness in smallholder dairy farms in Kenya. Veterinary world. 2019;12(7):1085-92.

259. Neisen G, Wechsler B, Gygax L. Effects of the introduction of single heifers or pairs of heifers into dairy-cow herds on the temporal and spatial associations of heifers and cows. Applied Animal Behaviour Science. 2009;119(3):127-36.

260. Nakanishi Y, Mutoh Y, Umetsu R, Masuda Y, Goto I. Changes in social and spacing behavior of Japanese Black Cattle after introducing a strange cow into a stable herd. Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University. 1991;36(1-2):1-11.

261. Arave CW, Albright JL. Social Rank and Physiological Traits of Dairy Cows as Influenced by Changing Group Membership1, 2. Journal of dairy science. 1976;59(5):974-81.

262. Bouissou MF. Influence of body weight and presence of horns on social rank in domestic cattle. Animal Behaviour. 1972;20(3):474-7.

263. Bewley JM, Boyce RE, Hockin J, Munksgaard L, Eicher SD, Einstein ME, et al. Influence of milk yield, stage of lactation, and body condition on dairy cattle lying behaviour measured using an automated activity monitoring sensor. Journal of Dairy Research. 2009;77(1):1-6.

264. Siivonen J, Taponen S, Hovinen M, Pastell M, Lensink BJ, Pyörälä S, et al. Impact of acute clinical mastitis on cow behaviour. Applied Animal Behaviour Science. 2011;132(3):101-6.

265. Cyples JA, Fitzpatrick CE, Leslie KE, DeVries TJ, Haley DB, Chapinal N. Short communication: The effects of experimentally induced Escherichia coli clinical mastitis on lying behavior of dairy cows. Journal of dairy science. 2012;95(5):2571-5.

266. Li N, Richoux R, Boutinaud M, Martin P, Gagnaire V. Erratum to: Role of somatic cells on dairy processes and products: a review. Dairy Science & Technology. 2015;95(6):919-20.

267. Sharma N, Singh NK, Bhadwal MS. Relationship of Somatic Cell Count and Mastitis: An Overview. Asian-Australas J Anim Sci. 2011;24(3):429-38.

268. Reneau JK, Seykora AJ, Heins BJ, Endres MI, Farnsworth RJ, F. Bey R. Association between hygiene scores and somatic cell scores in dairy cattle. Journal of the American Veterinary Medical Association. 2005;227(8):1297-301.

269. Klaas IC, Zadoks RN. An update on environmental mastitis: Challenging perceptions. Transboundary and Emerging Diseases. 2018;65(S1):166-85.

270. DeVries TJ, Deming JA, Rodenburg J, Seguin G, Leslie KE, Barkema HW. Association of standing and lying behavior patterns and incidence of intramammary infection in dairy cows milked with an automatic milking system. Journal of dairy science. 2011;94(8):3845-55.

271. Van Nuffel A, Zwertvaegher I, Pluym L, Van Weyenberg S, Thorup VM, Pastell M, et al. Lameness Detection in Dairy Cows: Part 1. How to Distinguish between Non-Lame and Lame Cows Based on Differences in Locomotion or Behavior. Animals. 2015;5(3):838-60.

272. Jensen MB, Proudfoot KL. Effect of group size and health status on behavior and feed intake of multiparous dairy cows in early lactation. Journal of dairy science. 2017;100(12):9759-68.

273. Sepúlveda-Varas P, Huzzey JM, Weary DM, von Keyserlingk MAG. Behaviour, illness and management during the periparturient period in dairy cows. Animal Production Science. 2013;53(9):988-99.

274. Mandel R, Nicol CJ, Whay HR, Klement E. Short communication: Detection and monitoring of metritis in dairy cows using an automated grooming device. Journal of dairy science. 2017;100(7):5724-8.

275. Weigele HC, Gygax L, Steiner A, Wechsler B, Burla JB. Moderate lameness leads to marked behavioral changes in dairy cows. Journal of dairy science. 2018;101(3):2370-82.

276. Ito K, von Keyserlingk MAG, LeBlanc SJ, Weary DM. Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. Journal of dairy science. 2010;93(8):3553-60.

277. Jensen MB, Herskin MS, Thomsen PT, Forkman B, Houe H. Preferences of lame cows for type of surface and level of social contact in hospital pens. Journal of dairy science. 2015;98(7):4552-9.

278. Drackley JK. Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier? Journal of dairy science. 1999;82(11):2259-73.

279. Huzzey JM, von Keyserlingk MAG, Weary DM. Changes in Feeding, Drinking, and Standing Behavior of Dairy Cows During the Transition Period. Journal of dairy science. 2005;88(7):2454-61.

280. Stevenson JS. A review of oestrous behaviour and detection in dairy cows. BSAP Occasional Publication. 2018;26(1):43-62.

281. Sveberg G, Refsdal AO, Erhard HW, Kommisrud E, Aldrin M, Tvete IF, et al. Behavior of lactating Holstein-Friesian cows during spontaneous cycles of estrus. Journal of dairy science. 2011;94(3):1289-301.

282. Bewley JM, Robertson LM, Eckelkamp EA. A 100-Year Review: Lactating dairy cattle housing management. Journal of dairy science. 2017;100(12):10418-31.

283. Leruste H, Bokkers EAM, Sergent O, Wolthuis-Fillerup M, van Reenen CG, Lensink BJ. Effects of the observation method (direct v. from video) and of the presence of an observer on behavioural results in veal calves. animal. 2013;7(11):1858-64.

284. Tosi MV, Ferrante V, Mattiello S, Canali E, Verga M. Comparison of video and direct observation methods for measuring oral behaviour in veal calves. Italian Journal of Animal Science. 2006;5(1):19-27.

285. Kaufman AB, Rosenthal R. Can you believe my eyes? The importance of interobserver reliability statistics in observations of animal behaviour. Animal Behaviour. 2009;78(6):1487-91.

286. Lewejohann L, Reinhard C, Schrewe A, Brandewiede J, Haemisch A, Görtz N, et al. Environmental bias? Effects of housing conditions, laboratory environment and experimenter on behavioral tests. Genes, Brain and Behavior. 2006;5(1):64-72.

287. da Silva JC, Noordhuizen JPTM, Vagneur M, Bexiga R, Gelfert CC, Baumgartner W. Veterinary dairy herd health management in Europe Constraints and perspectives. Veterinary Quarterly. 2006;28(1):23-32.

288. Neethirajan S. Recent advances in wearable sensors for animal health management. Sensing and Bio-Sensing Research. 2017;12:15-29.

289. Šárová R, Špinka M, Panamá JLA, Šimeček P. Graded leadership by dominant animals in a herd of female beef cattle on pasture. Animal Behaviour. 2010;79(5):1037-45.

290. Croft DP, James R, Krause J. Visual Exploration. Exploring Animal Social Networks: Princeton University Press; 2008. p. 42-63.

291. Lusseau D. The emergent properties of a dolphin social network. Proceedings Biological sciences / The Royal Society. 2003;270 Suppl 2:S186-8.

292. Lusseau D, Wilson B, Hammond PS, Grellier K, Durban JW, Parsons KM, et al. Quantifying the influence of sociality on population structure in bottlenose dolphins. Journal of Animal Ecology. 2006;75(1):14-24.

293. Croft DP, Krause J, James R. Social networks in the guppy (Poecilia reticulata). Proceedings Biological sciences / The Royal Society. 2004;271 Suppl 6:S516-9.

294. Gauer F, Landwehr J. Continuous homophily and clustering in random networks. Center for Mathematical Economics Working Paper. 2016(515).

295. Charpentier M. How empirical sciences may improve livestock welfare and help their management. Peer Community in Ecology, 100003. 2018.

296. Napolitano F, Knierim U, Grass F, De Rosa G. Positive indicators of cattle welfare and their applicability to on-farm protocols. Italian Journal of Animal Science. 2009;8(sup1):355-65.

297. Sato S, Sako S, Maeda A. Social licking patterns in cattle (Bos taurus): influence of environmental and social factors. Applied Animal Behaviour Science. 1991;32(1):3-12.

298. Hussein A, Al-marashdeh O, Bryant R, Edwards G. Relationship between social dominance and milk production of dairy cows grazing pasture. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production; 07/2016; Adelaide2016. p. 69-72.

299. Sato S. Social licking pattern and its relationships to social dominance and live weight gain in weaned calves. Applied Animal Behaviour Science. 1984;12(1):25-32.

300. van Dierendonck MC, Sigurjónsdóttir H, Colenbrander B, Thorhallsdóttir AG. Differences in social behaviour between late pregnant, post-partum and barren mares in a herd of Icelandic horses. Applied Animal Behaviour Science. 2004;89(3):283-97.

301. Shutt K, MacLarnon A, Heistermann M, Semple S. Grooming in Barbary macaques: better to give than to receive? Biology Letters. 2007;3(3):231-3.

302. Azevedo CVM, Menezes AAL, Moreira LFS, Marques N. Circadian Rhythmicity of Grooming Behavior During Pregnancy in a Marmoset (Callithrix jacchus) Family Group in Captivity. Biological Rhythm Research. 1998;29(5):563-71.

303. Phillips C, Rind M. The effects on production and behavior of mixing uniparous and multiparous cows. Journal of dairy science. 2001;84(11):2424-9.

304. Alhussien MN, Dang AK. Milk somatic cells, factors influencing their release, future prospects, and practical utility in dairy animals: An overview. Veterinary world. 2018;11(5):562-77.

305. Kay SJ, Collis KA, Anderson JC, Grant AJ. The effect of intergroup movement of dairy cows on bulk-milk somatic cell numbers. Journal of Dairy Research. 2009;44(3):589-93.

306. Boyland NK. The influence of social networks on welfare and productivity in dairy cattle. 2015.

307. Sato S, Tarumizu K, Hatae K. The influence of social factors on allogrooming in cows. Applied Animal Behaviour Science. 1993;38(3):235-44.

308. Fogsgaard KK, Røntved CM, Sørensen P, Herskin MS. Sickness behavior in dairy cows during Escherichia coli mastitis. Journal of dairy science. 2012;95(2):630-8.

309. Galindo F, Broom DM. The Effects of Lameness on Social and Individual Behavior of Dairy Cows. Journal of Applied Animal Welfare Science. 2002;5(3):193-201.

310. Littooij A, Butterworth A. Influence of previous medical treatments on social rank in dairy cows. Veterinary Record Open. 2018;5(1):e000241.

311. Val-Laillet D, Guesdon V, von Keyserlingk MAG, de Passillé AM, Rushen J. Allogrooming in cattle: Relationships between social preferences, feeding displacements and social dominance. Applied Animal Behaviour Science. 2009;116(2):141-9.

312. Silk JB, Alberts SC, Altmann J. Social Bonds of Female Baboons Enhance Infant Survival. Science. 2003;302(5648):1231-4.

313. Russell YI, Phelps S. How do you measure pleasure? A discussion about intrinsic costs and benefits in primate allogrooming. Biology & Philosophy. 2013;28(6):1005-20.

314. Haley DB, Rushen J, Passillé AMd. Behavioural indicators of cow comfort: activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing. Canadian Journal of Animal Science. 2000;80(2):257-63.

315. Knierim U, Winckler C. On-farm welfare assessment in cattle: validity, reliability and feasibility issues and future perspectives with special regard to the Welfare Quality® approach. Animal Welfare. 2009;18(4):451-8.

316. Tucker CB, Weary DM, Fraser D. Free-Stall Dimensions: Effects on Preference and Stall Usage. Journal of dairy science. 2004;87(5):1208-16.

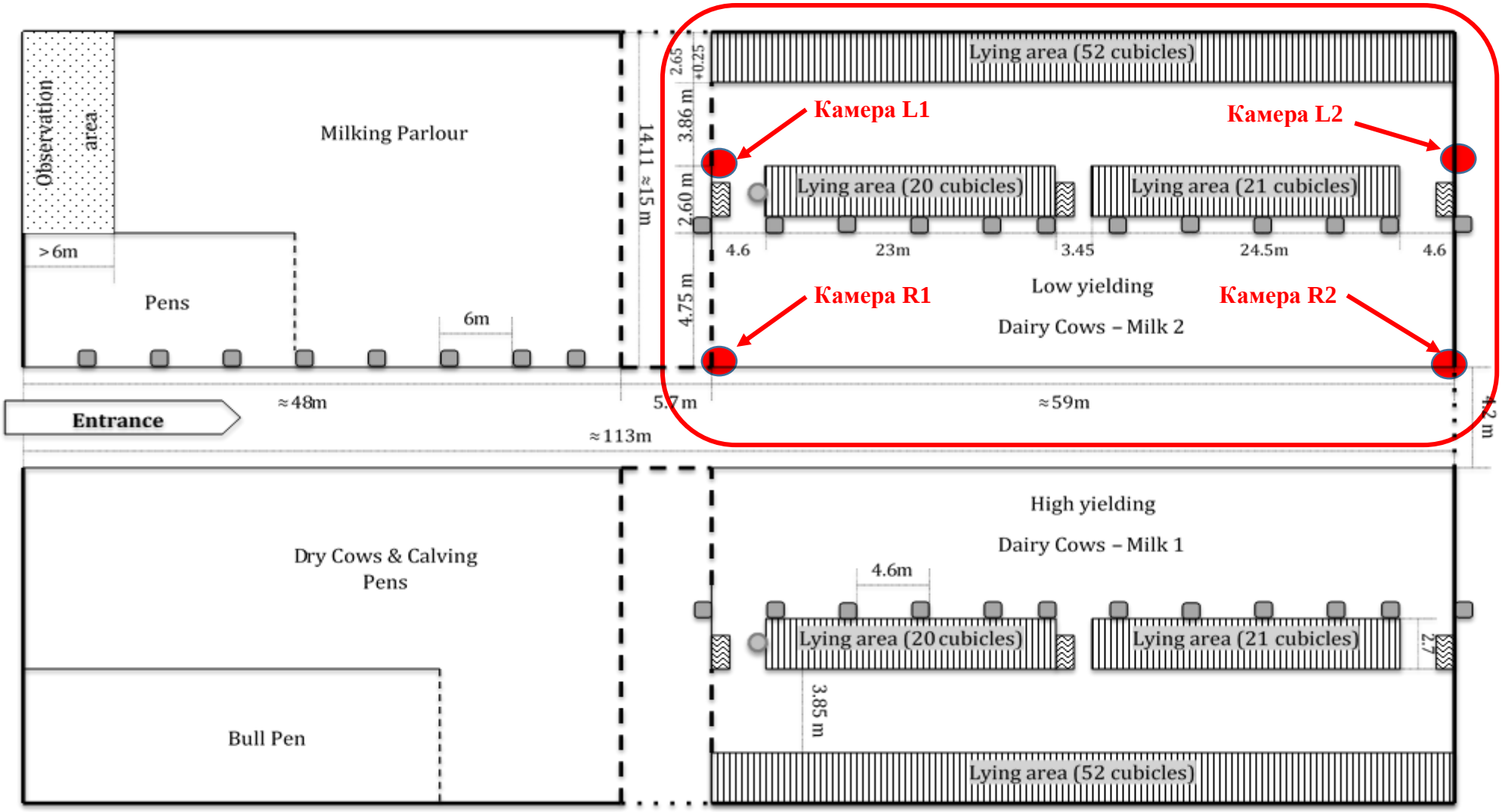
317. Berckmans D. General introduction to precision livestock farming. Animal Frontiers. 2017;7(1):6-11.

318. Wurtz K, Camerlink I, D'Eath RB, Fernández AP, Norton T, Steibel J, et al. Recording behaviour of indoor-housed farm animals automatically using machine vision technology: A systematic review. PloS one. 2019;14(12):e0226669.

8 ПРИЛОЗИ



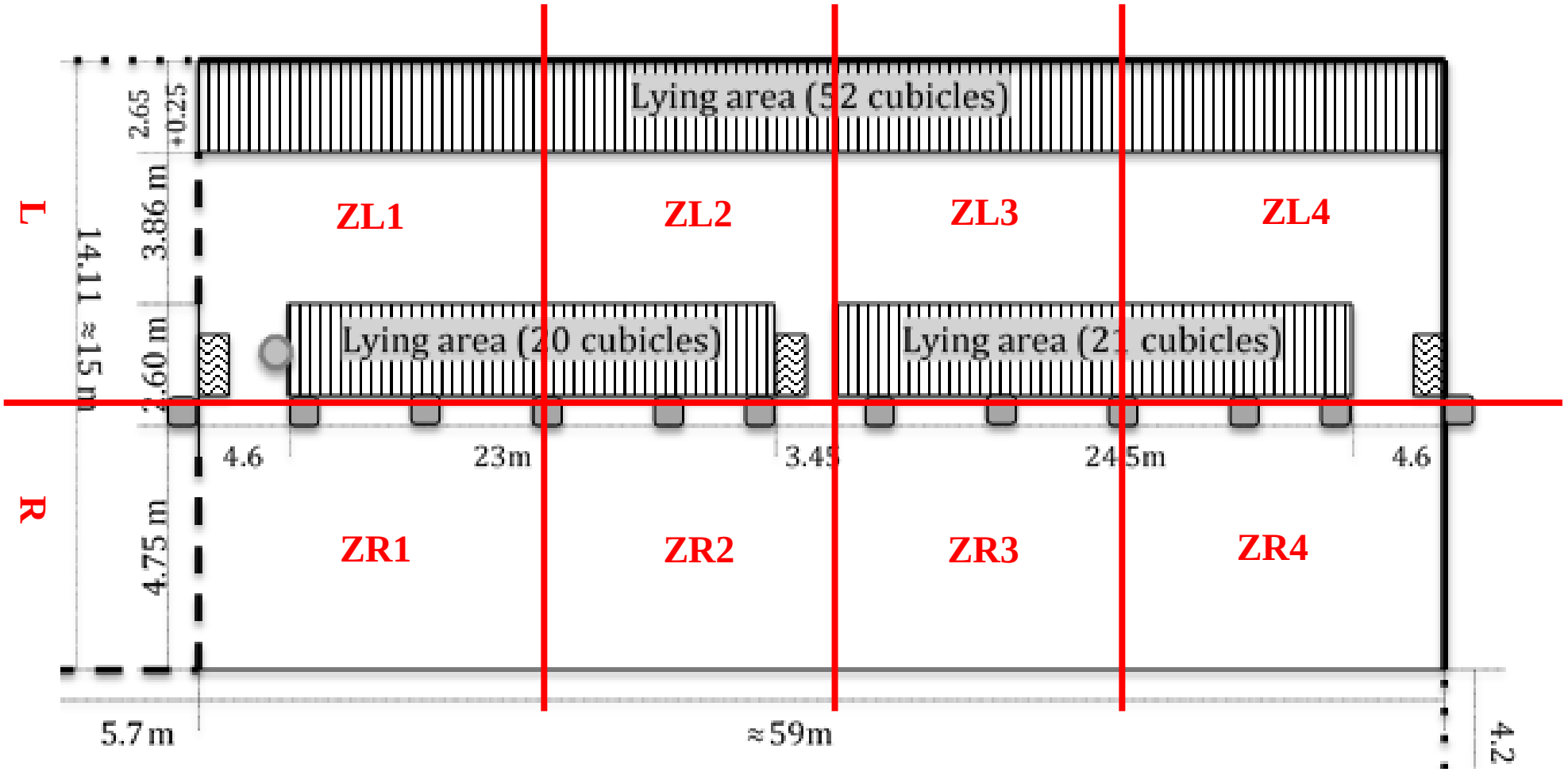
Слика 8-1 Локација и позиција на акцелерометарот на овцата. Акцелерометарот е прикачен на левата задна нога на латералната страна во метатарзалниот регион (слика лево). Акцелерометарот е позициониран со x како вертикална, y како хоризонтална оска, а z оската е насочена од латералната кон медијалната страна (слика десно).



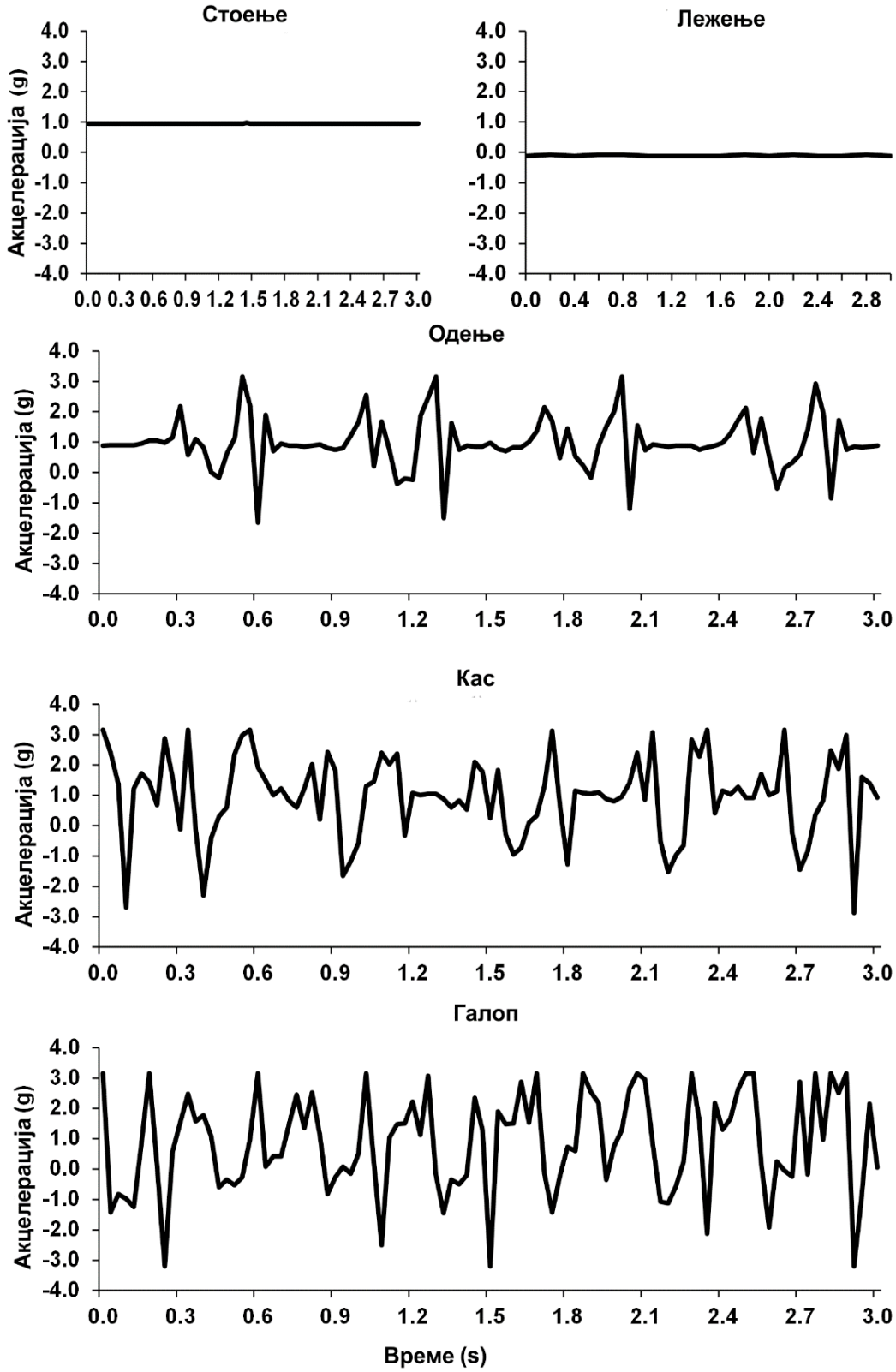
Слика 8-2 Шематски приказ на фармата со молзни крави каде се спроведени истражувањата за однесување. Црвената рамка го означува заградениот оддел со слободно држени 91 молзна крава што беше под континуирана опсервација со видео камери за потребите на студијата. Црвените точки ги означуваат позициите на камерите L1, L2, R1 и R2 во однос на опсервираниот простор.



Слика 8-3 Извадок од каталогот што беше употребен за идентификација на кравите при видео опсервациите. Секоја единка во стадото е претставена со четири фотографии, од напред, од назад, од лева и десна страна и соодветен знак за идентификација. Идентификацијата на единките при видео опсервацијата се изведуваше според маркантните белези и шари на кожата на кравите. Критериум за потврдена идентификација беше три маркантни знаци на кожата да се совпаднат помеѓу фотографиите во каталогот и опсервираната единка во видеото.



Слика 8-4 Замислените граници на осумте зони на престој со кои беше поделен заградениот простор во текот на опсервацијата на молзните крави. L- дел за лежење, R- дел за хранење. Површина по зона ZR1 = 76.47m^2; ZR2 = 71.01m^2; ZR3 = 58.19m^2; ZR4 = 80.03m^2; ZL1 = 146.67m^2; ZL2 = 136.19m^2; ZL3 = 113.88m^2; ZL4 = 153.50m^2



Графикон 8-1 Графиконите ги прикажуваат акцелерациските вредности на вертикалната (x) оска на триаксијалниот акцелерометар додека овцата стои, лежи, оди, каска и галопира во период од 3 s (една епоха).

Табела 8-1 Анализа на дискриминациска функција и канонска корелација за значајните акцелерациски категории (АС) и дискриминаторски функции (корени) за дискриминација на одот– дополнителни податоци за *Табела 4-2*

	Вертикална оска				Хоризонтална оска					Вкупна акцелерација				
	Анализа на дискриминаторски функции													
AC	(0, 1]	(1, 2]	(2, 3]	(-3, -2]	(3, 4]	(-4, -3]	(2, 3]	(-2, -1]	(1, 2]	(0, 1]	(1,2]	(2, 3]	(5, 6]	(3,4]
Wilks' λ	0.32	0.18	0.12	0.11	0.26	0.11	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09
Partial Wilks' λ	0.33	0.60	0.90	0.96	0.33	0.82	0.75	0.89	0.89	0.86	0.94	0.87	0.93	0.96
F-remove (2.70)	71.40	23.85	4.13	1.36	70.97	7.84	11.84	4.50	4.40	5.60	2.10	5.35	2.73	1.41
P	<0.001	<0.001	<0.05	0.26	<0.001	<0.001	<0.001	<0.05	<0.05	<0.01	0.13	<0.01	0.07	0.25
Tolerance ($1-R^2$)	0.46	0.36	0.19	0.35	0.13	0.09	0.27	0.03	0.19	0.54	0.61	0.35	0.28	0.69
	Анализа на канонска корелација													
Root	1		2		1		2			1		2		
Eigenvalue	5.08		0.57		6.56		0.52			5.64		0.68		
Canonical correlation	0.91		0.60		0.93		0.59			0.92		0.64		
Wilks' λ	0.11		0.64		0.09		0.66			0.09		0.60		
χ^2	163.32		32.50		175.96		30.31			173.58		37.32		
Df	8		3		10		4			10		4		
P	<0.001		<0.001		<0.001		<0.001			<0.001		<0.001		

Табела 8-2 Квадрати на Махаланобис растојанијата (SMD) на погрешно класифицираните случаи во класификацискиот матрикс на вертикалната и хоризонталната оска и на вкупната акцелерација

		Погрешно класифицирани случаи[1]								
	Тип на од	Одење	SMD		Кас	SMD		Галоп	SMD	
		p=0.34	Г	Т	p=0.31	Г	Т	p=0.35	Г	Т
Вертикална оска	Кас	1	4.67	4.93				3	3.36	7.86
									26.14	26.69
									4.96	5.67
	Галоп				4	0.78	8.19			
						4.34	6.55			
						4.81	9.37			
						2.33	7.08			
Хоризонтална оска	Кас	4	3.43	5.04				1	6.76	10.67
			6.58	7.05						
			3.93[b]	3.81						
			3.58	4.44						
	Галоп				2	0.48	11.63[a]			
						6.50	7.20			
Вкупна Акцелерација	Одење				1	2.83	5.32			
	Кас	2	9.33	10.07				3	4.01	5.74
									4.87	10.00
			4.81	5.10					3.25	6.84
	Галоп				4	0.86	5.93			
						9.22	10.76			
						4.83	13.19[a]			
						3.28	9.46			

p = *a priori* подесувања за веројатноста за припадност во групите (пропорционална на големината на групата);

[1] Погрешно класифицираните случаи (епохи) се презентирани со нивните растојанија (SMD) од центроидот на Погрешно (Г) класифицираниот тип на од, пропратени со SMD на Точната (Т) класификација на одот.

[a] Погрешна калсификација на одот каде точниот тип на од е трета (последна) опција во *post hoc* предикциите.

[b] Погрешна класификација поради *a priori* подесувања за веројатноста за припадност во групите (p)

Табела 8-3 Табеларен дескриптивен приказ на генерираните кластери од значајните и делумно значајните асоцијации помеѓу однесувањата и атрибутите на животните според спроведената кластер анализа. Во табелите се прикажани само кластерите што содржат повеќе од 10% од податоците вклучени во анализата, освен во случаи каде и малиот број на податоци во еден кластер е значаен за да се утврди асоцијативноста.

Вклучени Варијабли		**LYI_PROP**			**BCS**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	18.64	0.49	0.07	0.41-0.70	4.02	0.36	3.5-5.0
2	25.42	0.34	0.06	0.20-0.44	4.38	0.40	4.0-5.0
3	38.42	0.44	0.06	0.35-0.59	3.14	0.35	2.5-3.5
4	17.51	0.28	0.07	0.13-0.37	3.00	0.41	2.0-3.5
Вклучени Варијабли		**LYI_PROP**			**PREGN**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	23.73	0.41	0.09	0.13-0.57	11.43	19.91	0-60
2	32.20	0.36	0.07	0.15-0.50	86.70	21.54	46-125
3	28.25	0.47	0.07	0.38-0.70	170.48	29.33	118-221
4	15.82	0.30	0.06	0.18-0.37	185.39	24.52	143-221
Вклучени Варијабли		**LYI_PROP**			**SCC_PRES**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	18.64	0.52	0.04	0.46-0.60	0.39	0.75	0-3
2	33.33	0.41	0.03	0.37-0.46	0.31	0.50	0-2
5	12.43	0.45	0.09	0.31-0.70	4.59	1.22	3-7
7	19.77	0.33	0.03	0.26-0.37	0.00	0.00	0-0
Вклучени Варијабли		**LYI_PROP**			**MAST**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
3	34.46	0.40	0.03	0.36-0.45	0.03	0.18	0-1
7	17.51	0.32	0.02	0.28-0.35	0.29	0.59	0-2
8	20.34	0.44	0.03	0.34-0.49	1.47	0.84	1-5
9	13.56	0.52	0.04	0.46-0.60	0.08	0.28	0-1
Вклучени Варијабли		**LYI_PROP**			**MAST_TIME**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	12.90	0.45	0.06	0.40-0.59	2.87	0.47	2.42-3.31
2	30.65	0.44	0.06	0.31-0.57	1.70	0.23	1.20-1.98
5	11.29	0.57	0.08	0.48-0.70	0.64	0.21	0.41-1.03
6	33.87	0.39	0.05	0.31-0.47	0.62	0.32	0.10-1.11

Вклучени Варијабли		**STD_PROP**			**AGE**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	12.99	0.10	0.03	0.05-0.14	6.63	0.75	5.55-8.47
2	8.47	0.21	0.09	0.13-0.45	8.15	0.84	6.99-9.42
3	27.68	0.17	0.05	0.08-0.32	4.49	0.64	2.60-5.67
4	50.85	0.09	0.04	0.01-0.18	3.04	0.63	2.39-4.56
Вклучени Варијабли		**STD_PROP**			**PRCH_TIME**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	68.75	0.08	0.03	0.01-0.16	0.79	0.14	0.74-1.35
4	28.13	0.17	0.10	0.04-0.44	1.11	0.18	0.74-1.35
Вклучени Варијабли		**STD_PROP**			**LAME**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	22.60	0.05	0.02	0.01-0.08	0.18	0.38	0-1
2	32.77	0.11	0.02	0.08-0.14	0.00	0.00	0-0
4	17.51	0.19	0.02	0.15-0.24	0.39	0.56	0-2
5	15.82	0.11	0.03	0.05-0.15	1.50	0.64	1-3
6	7.34	0.17	0.05	0.08-0.24	5.69	2.32	4-9

Вклучени Варијабли		FEED_PROP			LAME		
Кластер	Случаи (%)	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег
1	22.03	0.35	0.04	0.22-0.40	0.54	0.79	0-3
2	7.34	0.39	0.07	0.29-0.52	5.69	2.32	4-9
3	37.85	0.44	0.02	0.40-0.48	0.33	0.64	0-2
4	24.29	0.52	0.03	0.48-0.57	0.35	0.65	0-3
Вклучени Варијабли		**FEED_PROP**			**LAME_PRES**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
2	18.64	0.42	0.01	0.39-0.44	0.00	0.00	0-0
3	5.08	0.41	0.04	0.36-0.50	1.22	0.44	1-2
4	10.17	0.51	0.01	0.49-0.52	0.00	0.00	0-0
7	11.86	0.55	0.01	0.53-0.58	0.00	0.00	0-0
8	22.60	0.46	0.01	0.44-0.48	0.00	0.00	0-0
9	16.38	0.37	0.02	0.34-0.39	0.00	0.00	0-0
Вклучени Варијабли		**FEED_PROP**			**TREAT**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	9.60	0.33	0.05	0.22-0.40	1.12	0.33	1-2
2	25.99	0.46	0.02	0.43-0.50	0.00	0.00	0-0
3	19.77	0.39	0.03	0.30-0.42	0.00	0.00	0-0
4	9.60	0.48	0.04	0.41-0.54	1.00	0.00	1-1
5	7.34	0.63	0.03	0.60-0.69	0.23	0.44	0-1
6	14.12	0.54	0.02	0.50-0.58	0.00	0.00	0-0
7	2.82	0.55	0.06	0.48-0.64	2.60	0.55	2-3
8	10.73	0.37	0.04	0.30-0.43	2.58	0.96	2-5
Вклучени Варијабли		**FEED_PROP**			**OTHR_DIS**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	16.38	0.36	0.06	0.22-0.48	2.83	1.00	2-5
2	12.43	0.40	0.07	0.29-0.48	1.09	0.29	1-2
3	18.08	0.39	0.03	0.30-0.42	0.00	0.00	0-0
4	25.42	0.46	0.02	0.43-0.50	0.00	0.00	0-0
6	11.86	0.54	0.02	0.50-0.58	0.00	0.00	0-0
7	10.17	0.56	0.05	0.50-0.64	1.50	0.71	1-3

Вклучени Варијабли		MOV_PROP			BCS		
Кластер	Случаи (%)	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег
4	17.51	0.02	0.00	0.01-0.02	3.50	0.00	3.5-3.5
5	15.82	0.03	0.01	0.02-0.05	3.00	0.00	3.0-3.0
6	18.08	0.02	0.01	0.01-0.03	2.77	0.28	2.0-3.0
7	20.34	0.02	0.01	0.01-0.03	4.00	0.00	4.0-4.0
8	15.25	0.03	0.01	0.01-0.04	4.74	0.25	4.5-5.0
Вклучени Варијабли		**MOV_PROP**			**PREGN**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
2	19.77	0.02	0.01	0.01-0.04	62.31	13.09	36-90
4	10.73	0.02	0.01	0.01-0.03	209.63	8.23	195-221
5	20.34	0.03	0.01	0.02-0.06	107.44	15.22	77-134
6	23.16	0.02	0.01	0.01-0.03	160.51	12.16	138-178
7	16.95	0.02	0.01	0.01-0.05	2.13	8.12	0-32
Вклучени Варијабли		**MOV_PROP**			**MAST_TIME**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
2	38.71	0.03	0.01	0.01-0.04	2.13	0.61	1.56-3.31
3	53.23	0.02	0.01	0.01-0.04	0.62	0.32	0.10-1.20

Вклучени Варијабли		BRSH_DUR			BRSH_NO			ORG	
Кластер	Случаи (%)	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег	Купени %	Родени %
2	12.99	0.16	0.33	(-0,47)-(0,67)	0.57	0.39	(0,05)-(1,44)	0	100
3	20.34	-0.35	0.23	(-0,71)-(0,20)	-0.22	0.22	(-0,64)-(0,05)	0	100
5	36.16	-0.27	0.7	(-0,81)-(2,28)	-0.17	1.05	(-0,98)-(4,55)	100	0
6	16.95	-0.74	0.12	(-0,81)-(-0,44)	-0.88	0.16	(-0,98)-(-0,64)	0	100

Вклучени Варијабли		BRSH_DUR			BRSH_NO			BCS		
Кластер	Случаи (%)	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег
1	12.43	2.13	0.84	(0,99)-(4,09)	1.83	1.04	(0,05)-(4,55)	0.76	0.71	(-0,14)-(2,05)
2	21.47	-0.42	0.31	(-0,81)-(0,14)	-0.36	0.49	(-0,98)-(0,75)	1.17	0.61	(0,59)-(2,05)
3	42.37	-0.62	0.25	(-0,81)-(0,20)	-0.64	0.44	(-0,98)-(1,44)	-0.83	0.50	(-2,3)-(-0,1)
4	23.73	0.37	0.55	(-0,46)-(1,76)	0.50	0.51	(-0,29)-(2,48)	0.04	0.60	(-1,6)-(0,6)

Вклучени Варијабли		BRSH_DUR			BRSH_NO			VLD		
Кластер	Случаи (%)	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег
1	11.30	1.67	0.83	0.47-3.38	1.33	0.95	0.05-3.51	-0.56	0.32	(-0.69)-(0.53)
2	42.94	-0.44	0.37	(-0.81)-(0.52)	-0.39	0.56	(-0.98)-(0.92)	-0.69	0.00	(-0.69)-(0.69)
3	12.99	0.34	0.68	(-0.53)-(1.76)	0.58	0.67	(-0.29)-(2.48)	0.53	0.41	(-0.08)-(1.14)
4	4.52	2.29	1.09	1.4-4.09	2.17	1.10	1.09-4.55	2.29	0.51	1.14-2.97
5	21.47	-0.59	0.27	(-0.81)-(0.02)	-0.65	0.36	(-0.98)-(0.05)	0.08	0.27	(-0.08)-(0.53)
6	6.78	-0.33	0.40	(-0.81)-(0.41)	-0.29	0.55	(-0.98)-(0.75)	2.47	0.44	1.75-2.97

Вклучени Варијабли		BRSH_DUR			BRSH_NO			REP_DIS		
Кластер	Случаи (%)	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег
1	14.12	1.57	0.77	0.47-3.38	1.40	1.12	0.05-4.55	-0.41	0.51	(-0.74)-(0.87)
2	39.55	-0.45	0.36	(0.81)-(0.52)	-0.40	0.56	(-0.98)-(0.92)	-0.74	0.00	(-0.74)-(-0.74)
3	28.81	-0.40	0.42	(-0.81)-(0.72)	-0.30	0.69	(-0.98)-(2.48)	0.03	0.29	(-0.20)-(0.87)
4	5.08	2.25	1.01	1.20-4.09	1.48	0.91	(-0.29)-(2.82)	2.00	0.32	1.41-2.48
5	12.43	-0.33	0.42	(-0.81)-(0.41)	-0.21	0.64	(-0.98)-(0.75)	1.92	0.51	1.41-3.01

Вклучени Варијабли		**HDBT_PROP**			**DPLC_PROP**			**CHSG_PROP**			**FGHT_PROP**			**CHUP_PROP**			**AGE**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
2	14.69	-0.15	0.54	(-0.76)-(1.05)	-0.25	0.44	(-0,80)-(1,14)	0.08	0.84	(-0,36)-(2,78)	0.37	1.85	(-0,66)-(7,78)	-0.23	0.52	(-0,42)-(1,22)	1.75	0.57	(1,18)-(2,82)
3	8.47	0.91	1.27	(-0.63)-(4.38)	1.01	1.11	(-0,47)-(3,25)	0.15	0.72	(-0,36)-(1,64)	0.13	0.84	(-0,66)-(2,14)	2.18	1.32	(1,11)-(5,37)	0.40	0.79	(-0,98)-(1,78)
4	28.25	-0.14	0.64	(-0,76)-(2,92)	-0.02	0.88	(-0,90)-(3,04)	-0.18	0.46	(-0,36)-(1,85)	-0.22	0.42	(-0,66)-(1,02)	-0.35	0.34	(-0,42)-(1,29)	0.20	0.29	(-0,25)-(0,84)
5	46.89	-0.21	0.62	(-0,76)-(2,41)	-0.26	0.57	(-0,90)-(1,87)	-0.15	0.57	(-0,36)-(2,43)	-0.09	0.76	(-0,66)-(3,28)	-0.22	0.53	(-0,42)-(1,36)	-0.81	0.23	(-1,1)-(-0,2)
Вклучени Варијабли		**HDBT_PROP**			**DPLC_PROP**			**CHSG_PROP**			**FGHT_PROP**			**CHUP_PROP**			**PRCH_TIME**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	64.06	-0.19	0.68	(-0,76)-(2,41)	-0.26	0.72	(-0,90)-(2,41)	-0.16	0.54	(-0,36)-(2,43)	-0.05	0.84	(-0,66)-(3,28)	-0.10	0.65	(-0,42)-(1,33)	-0.52	0.13	(-0,54)-(0,30)
5	26.56	-0.42	0.32	(-0,76)-(0,34)	-0.51	0.30	(-0,90)-(0,14)	-0.27	0.25	(-0,36)-(0,45)	-0.31	0.35	(-0,66)-(0,55)	-0.22	0.56	(-0,42)-(1,33)	0.59	0.35	(0,30)-(1,12)
Вклучени Варијабли		**HDBT_PROP**			**DPLC_PROP**			**CHSG_PROP**			**FGHT_PROP**			**CHUP_PROP**			**BCS**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
2	31.64	-0.19	0.55	(-0,76)-(2,41)	-0.14	0.82	(-0,90)-(3,04)	0.00	0.82	(-0,36)-(2,78)	0.19	1.33	(-0,66)-(7,78)	-0.36	0.30	(-0,42)-(1,33)	1.05	0.63	(-0,14)-(2,05)
3	11.86	0.64	1.18	(-0,63)-(4,38)	0.64	1.08	(-0,79)-(3,25)	0.11	0.68	(-0,36)-(1,64)	0.30	1.04	(-0,66)-(3,23)	1.90	1.20	(1,07)-(5,37)	0.52	0.56	(-0,86)-(1,32)
4	54.80	-0.18	0.65	(-0,76)-(2,92)	-0.20	0.61	(-0,90)-(2,00)	-0.20	0.40	(-0,36)-(1,92)	-0.24	0.55	(-0,66)-(2,35)	-0.30	0.43	(-0,42)-(1,40)	-0.71	0.53	(-2,32)-(-0,14)
Вклучени Варијабли		**HDBT_PROP**			**DPLC_PROP**			**CHSG_PROP**			**FGHT_PROP**			**CHUP_PROP**			**MAST_TIME**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
2	14.52	0.23	0.97	(-0,76)-(2,48)	0.79	1.30	(-0,79)-(3,04)	-0.18	0.54	(-0,36)-(1,26)	-0.32	0.52	(-0,66)-(0,85)	0.67	1.82	(-0,42)-(4,48)	1.63	0.80	(0,69)-(2,43)
3	45.16	0.07	0.62	(-0,63)-(2,01)	0.24	0.71	(-0,69)-(2,39)	0.03	0.67	(-0,36)-(1,92)	-0.07	0.62	(-0,66)-(1,82)	0.04	0.86	(-0,42)-(2,79)	-0.82	0.32	(-1,33)-(-0,04)
4	37.10	-0.52	0.41	(-0,76)-(1,00)	-0.64	0.25	(-0,90)-(0,01)	-0.19	0.41	(-0,36)-(1,18)	-0.29	0.46	(-0,66)-(1,02)	-0.42	0.00	(-0,42)-(-0,42)	0.41	0.51	(-0,29)-(1,38)
Вклучени Варијабли		**HDBT_PROP**			**DPLC_PROP**			**CHSG_PROP**			**FGHT_PROP**			**CHUP_PROP**			**LAME**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
2	7.34	0.12	0.72	(-0,76)-(1,49)	0.43	1.28	(-0,61)-(3,25)	0.35	1.15	(-0,36)-(2,78)	1.02	2.46	(-0,66)-(7,78)	-0.17	0.59	(-0,42)-(1,22)	2.98	1.41	(1,96)-(4,99)
3	15.82	0.30	1.12	(-0,76)-(4,38)	0.35	0.96	(-0,90)-(2,41)	-0.07	0.57	(-0,36)-(1,64)	0.10	0.75	(-0,66)-(2,14)	1.73	1.07	(1,06)-(5,37)	-0.08	0.47	(-0,47)-(0,74)
4	75.14	-0.18	0.62	(-0,76)-(2,92)	-0.22	0.63	(-0,90)-(2,39)	-0.15	0.53	(-0,36)-(2,43)	-0.17	0.63	(-0,66)-(3,28)	-0.42	0.00	(-0,42)-(-0,42)	-0.26	0.39	(-0,47)-(1,35)

Вклучени Варијабли		LCK_PROP			PREGN		
Кластер	Случаи (%)	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег
1	20.90	-0.30	0.28	(-0,49)-(0,56)	-0.67	0.18	(-1,08)-(-0,44)
2	19.77	-0.13	0.33	(-0,49)-(0,68)	-0.01	0.19	(-0,27)-(0,37)
3	12.99	-0.37	0.14	(-0,49)-(-0,16)	1.39	0.10	(1,23)-(1,60)
6	18.64	-0.37	0.20	(-0,49)-(0,15)	0.74	0.17	(0,37)-(0,99)
7	18.08	0.58	1.98	(-0,49)-(7,92)	-1.51	0.09	(-1,53)-(-1,02)

Вклучени Варијабли		SLCK_PROP			ORG	
Кластер	Случаи (%)	Центроид	СД	Опсег	Купени %	Родени %
1	30.51	1.21	0.70	(0.37)-(3.35)	26.00	74.00
2	69.49	-0.53	0.54	(-1.82)-(0.33)	41.00	59.00

Вклучени Варијабли		SCRT_PROP			ORG	
Кластер	Случаи (%)	Центроид	СД	Опсег	Купени %	Родени %
1	29.38	1.24	0.91	(0.38)-(4.88)	27.00	73.00
2	70.62	-0.52	0.41	(-0.98)-(0.33)	40.00	60.00

Вклучени Варијабли		SCRT_PROP			LAME		
Кластер	Случаи (%)	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег
3	28.81	0.56	0.37	(-0,01)-(1,43)	-0.17	0.43	(-0,47)-(0,74)
4	55.37	-0.65	0.31	(-0,98)-(-0,01)	-0.31	0.34	(-0,47)-(1,35)

Вклучени Варијабли		OBHV			PREGN		
Кластер	Случаи (%)	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег
1	21.47	-0.17	0.06	(-0,20)-(-0,07)	-0.68	0.19	(-1,08)-(-0,44)
2	19.21	-0.01	0.33	(-0,20)-(1,16)	-0.02	0.18	(-0,27)-(0,25)
3	16.38	-0.14	0.12	(-0,20)-(0,21)	1.41	0.10	(1,23)-(1,60)
4	14.12	-0.09	0.20	(-0,20)-(0,61)	0.59	0.11	(0,37)-(0,75)
5	11.30	-0.12	0.13	(-0,20)-(0,21)	0.91	0.07	(0,83)-(0,99)
6	16.95	0.11	0.84	(-0,20)-(3,60)	-1.53	0.00	(-1,53)-(-1,53)

Вклучени Варијабли		REC_LCK_PROP			BCS		
Кластер	Случаи (%)	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег
1	25.99	0.16	0.95	(-0,42)-(5,59)	0.59	0.00	(0,59)-(0,59)
2	15.25	-0.01	0.46	(-0,42)-(1,26)	1.67	0.37	(1,32)-(2,05)
3	49.72	-0.19	0.23	(-0,42)-(0,34)	-0.52	0.37	(-0,86)-(-0,14)
4	9.04	0.63	2.76	(-0,42)-(10,92)	-1.68	0.25	(-2,32)-(-1,59)

Вклучени Варијабли		REC_LCK_PROP			PREGN		
Кластер	Случаи (%)	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег
1	19.21	-0.10	0.29	(-0,42)-(0,61)	-0.02	0.18	(-0,27)-(0,25)
2	21.47	-0.13	0.30	(-0,42)-(0,70)	-0.68	0.19	(-1,1)-(-0,4)
3	10.73	-0.33	0.12	(-0,42)-(-0,16)	1.39	0.10	(1,23)-(1,60)
4	5.65	0.26	0.21	(0,03)-(0,61)	1.45	0.11	(1,27)-(1,60)
5	10.73	-0.22	0.28	(-0,42)-(0,60)	0.56	0.11	(0,37)-(0,69)
6	6.21	0.60	0.34	(0,14)-(1,26)	0.82	0.15	(0,65)-(0,99)
7	16.38	-0.09	0.46	(-0,42)-(1,99)	-1.53	0.00	(-1,53)-(-1,53)
9	8.47	-0.29	0.12	(-0,42)-(-0,17)	0.88	0.07	(0,75)-(0,97)

Вклучени Варијабли		**ZR1_PROP**			**ZR2_PROP**			**ZR3_PROP**			**ZR4_PROP**			**PREGN**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	19.21	1.61	0.72	(0,50)-(3,18)	-0.01	0.74	(-1,42)-(1,59)	-0.87	0.56	(-1,50)-(0,15)	-0.48	0.59	(-1,12)-(1,25)	0.44	0.75	(-0,88)-(1,60)
2	25.42	-0.29	0.68	(-1,01)-(1,53)	0.53	0.88	(-1,26)-(2,18)	0.05	0.76	(-1,32)-(1,69)	-0.43	0.71	(-1,12)-(1,42)	-1.13	0.47	(-1,5)-(-0,1)
3	29.38	-0.26	0.54	(-1,01)-(1,05)	0.31	1.07	(-1,40)-(2,75)	-0.10	0.86	(-1,50)-(3,62)	-0.33	0.62	(-1,12)-(1,51)	0.89	0.50	(-0,10)-(1,60)
4	25.99	-0.61	0.52	(-1,01)-(0,90)	-0.86	0.55	(-1,42)-(0,89)	0.71	1.08	(-1,24)-(3,29)	1.14	0.96	(-0,99)-(3,05)	-0.24	0.78	(-1,53)-(0,97)
Вклучени Варијабли		**ZR1_PROP**			**ZR2_PROP**			**ZR3_PROP**			**ZR4_PROP**			**SCC_PRES**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	19.21	1.63	0.69	(0,68)-(3,18)	-0.16	0.59	(-1,42)-(0,86)	-0.80	0.60	(-1,50)-(0,43)	-0.45	0.59	(-1,12)-(1,25)	-0.30	0.56	(-0,55)-(1,98)
2	28.25	-0.21	0.62	(-0,99)-(1,42)	1.25	0.64	(0,16)-(2,75)	-0.45	0.65	(-1,50)-(1,59)	-0.59	0.52	(-1,12)-(1,02)	0.04	1.08	(-0,55)-(5,52)
3	22.03	-0.54	0.51	(-1,01)-(0,90)	-0.67	0.66	(-1,42)-(0,89)	0.17	0.89	(-1,24)-(2,07)	1.56	0.60	(0,67)-(3,05)	0.06	1.16	(-0,55)-(5,52)
4	30.51	-0.45	0.56	(-1,01)-(1,05)	-0.57	0.51	(-1,42)-(0,56)	0.80	0.93	(-0,58)-(3,62)	-0.30	0.49	(-1,12)-(0,57)	0.11	1.00	(-0,55)-(2,99)
Вклучени Варијабли		**ZR1_PROP**			**ZR2_PROP**			**ZR3_PROP**			**ZR4_PROP**			**LAME_PRES**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	19.21	1.63	0.69	(0,68)-(3,18)	-0.11	0.60	(-1,42)-(0,98)	-0.84	0.56	(-1,50)-(0,15)	-0.45	0.59	(-1,12)-(1,25)	-0.22	0.00	(-0,22)-(-0,22)
2	24.86	-0.27	0.62	(-0,99)-(1,42)	1.35	0.61	(0,29)-(2,75)	-0.48	0.67	(-1,50)-(1,59)	-0.56	0.54	(-1,12)-(1,02)	-0.14	0.53	(-0,22)-(3,29)
3	29.38	-0.47	0.55	(-1,0)-(1,0)	-0.54	0.52	(-1,42)-(0,56)	0.79	0.95	(-0,58)-(3,62)	-0.28	0.49	(-1,12)-(0,57)	-0.22	0.00	(-0,22)-(-0,22)
4	4.52	0.21	0.42	(-0,18)-(1,00)	-0.18	0.79	(-1,26)-(0,78)	0.26	0.51	(-0,54)-(1,04)	-0.79	0.35	(-1,11)-(-0,11)	4.16	1.62	(3,29)-(6,79)
5	22.03	-0.54	0.51	(-1,01)-(0,90)	-0.67	0.66	(-1,42)-(0,89)	0.17	0.89	(-1,24)-(2,07)	1.56	0.60	(0,67)-(3,05)	-0.22	0.00	(-0,22)-(-0,22)
Вклучени Варијабли		**ZR1_PROP**			**ZR2_PROP**			**ZR3_PROP**			**ZR4_PROP**			**OTHR_DIS**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	16.95	1.75	0.65	(0,83)-(3,18)	-0.15	0.60	(-1,42)-(0,86)	-0.89	0.55	(-1,50)-(0,15)	-0.44	0.62	(-1,12)-(1,25)	-0.10	0.89	(-0,65)-(1,94)
2	31.07	-0.20	0.61	(-0,99)-(1,42)	1.08	0.78	(-0,84)-(2,75)	-0.39	0.62	(-1,50)-(1,17)	-0.62	0.47	(-1,12)-(0,66)	0.56	1.26	(-0,65)-(3,66)
3	22.60	-0.52	0.52	(-1,0)-(0,9)	-0.63	0.70	(-1,42)-(0,96)	0.13	0.91	(-1,41)-(2,07)	1.55	0.59	(0,67)-(3,05)	-0.30	0.75	(-0,65)-(1,94)
4	29.38	-0.39	0.63	(-1,0)-(1,0)	-0.57	0.57	(-1,42)-(1,18)	0.83	0.93	(-0,58)-(3,62)	-0.28	0.48	(-1,12)-(0,57)	-0.30	0.62	(-0,65)-(1,08)

Вклучени Варијабли		**ZL1_PROP**			**ZL2_PROP**			**ZL3_PROP**			**ZL4_PROP**			**PRCH_TIME**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	71.88	-0.31	0.74	(-0,79)-(2,71)	-0.68	0.46	(-0,97)-(0,71)	0.25	0.99	(-1,02)-(2,69)	0.50	1.10	(-0,86)-(2,58)	-0.29	0.41	(-0,54)-(0,38)
2	28.13	0.18	0.94	(-0,79)-(2,25)	1.19	0.87	(0,30)-(3,54)	-0.67	0.52	(-1,02)-(0,30)	-0.63	0.48	(-0,86)-(0,81)	0.73	1.57	(-0,54)-(4,56)
Вклучени Варијабли		**ZL1_PROP**			**ZL2_PROP**			**ZL3_PROP**			**ZL4_PROP**			**LAME_PRES**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	23.73	-0.28	0.55	(-0,79)-(0,88)	1.31	0.83	(0,30)-(3,97)	-0.44	0.57	(-1,02)-(0,88)	-0.64	0.40	(-0,86)-(0,46)	-0.22	0.00	(-0,22)-(-0,22)
2	19.21	1.76	0.58	(0,85)-(2,75)	-0.28	0.72	(-0,97)-(1,48)	-0.60	0.62	(-1,02)-(1,01)	-0.47	0.61	(-0,86)-(1,36)	0.50	1.68	(-0,22)-(6,79)
3	29.38	-0.46	0.50	(-0,79)-(0,95)	-0.46	0.58	(-0,97)-(0,90)	1.21	0.67	(0,17)-(2,94)	-0.46	0.51	(-0,86)-(1,19)	-0.22	0.00	(-0,22)-(-0,22)
4	27.68	-0.49	0.41	(-0,79)-(1,16)	-0.44	0.63	(-0,97)-(0,91)	-0.49	0.62	(-1,02)-(1,05)	1.36	0.61	(0,32)-(2,79)	0.07	1.21	(-0,22)-(6,79)
Вклучени Варијабли		**ZL1_PROP**			**ZL2_PROP**			**ZL3_PROP**			**ZL4_PROP**			**LAME_TIME**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	23.33	-0.33	0.52	(-0,79)-(0,97)	1.09	1.27	(-0,95)-(3,97)	-0.52	0.40	(-1,0)-(0,1)	-0.30	0.62	(-0,86)-(0,77)	0.82	0.79	(-0,19)-(2,39)
2	20.00	1.88	0.53	(0,92)-(2,64)	-0.28	0.58	(-0,97)-(0,56)	-0.63	0.62	(-1,0)-(0,6)	-0.51	0.68	(-0,86)-(1,36)	-0.65	0.95	(-2,0)-(1,4)
3	25.00	-0.67	0.25	(-0,79)-(0,20)	-0.32	0.74	(-0,97)-(0,91)	-0.21	0.73	(-1,0)-(1,1)	1.48	0.67	(0,42)-(2,79)	-0.24	1.13	(-2,4)-(1,4)
4	31.67	-0.50	0.43	(-0,79)-(0,95)	-0.08	0.83	(-0,97)-(1,42)	1.16	0.68	(0,28)-(2,94)	-0.51	0.49	(-0,86)-(0,87)	0.00	0.65	(-1,3)-(1,3)
Вклучени Варијабли		**ZL1_PROP**			**ZL2_PROP**			**ZL3_PROP**			**ZL4_PROP**			**OTHR_DIS**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	18.64	-0.37	0.49	(-0,79)-(0,92)	1.48	0.86	(0,41)-(3,97)	-0.51	0.54	(-1,02)-(0,88)	-0.60	0.43	(-0,86)-(0,46)	0.61	1.36	(-0,65)-(3,66)
2	22.60	1.60	0.66	(0,55)-(2,75)	-0.19	0.76	(-0,97)-(1,48)	-0.57	0.63	(-1,02)-(1,01)	-0.53	0.57	(-0,86)-(1,36)	-0.13	0.85	(-0,65)-(1,94)
3	31.07	-0.50	0.45	(-0,79)-(0,95)	-0.35	0.63	(-0,97)-(0,90)	1.16	0.69	(0,12)-(2,94)	-0.47	0.50	(-0,86)-(1,19)	-0.07	0.88	(-0,65)-(3,66)
4	27.68	-0.49	0.41	(-0,79)-(1,16)	-0.44	0.63	(-0,97)-(0,91)	-0.49	0.62	(-1,02)-(1,05)	1.36	0.61	(0,32)-(2,79)	-0.23	0.81	(-0,65)-(1,94)

Вклучени Варијабли		**LYI_MID**			**LYI_OUT**			**AGE**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	11.86	-0.98	0.56	(-1,50)-(0,41)	1.16	0.97	(-0,91)-(3,10)	1.89	0.58	(1,20)-(2,82)
2	33.33	0.78	0.60	(-0,23)-(2,32)	-0.68	0.36	(-0,91)-(0,43)	-0.65	0.39	(-1,1)-(0,2)
3	14.12	1.07	0.65	(-0,23)-(2,32)	-0.72	0.36	(-0,91)-(0,43)	0.88	0.64	(0,08)-(1,84)
4	12.43	-0.98	0.47	(-1,50)-(-0,23)	1.64	0.64	(1,10)-(3,10)	-0.23	0.55	(-0,98)-(0,74)
5	28.25	-0.61	0.45	(-1,50)-(0,41)	-0.04	0.43	(-0,91)-(0,43)	-0.36	0.59	(-1,1)-(0,7)
Вклучени Варијабли		**LYI_MID**			**LYI_OUT**			**MAST**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	14.69	-1.23	0.41	(-1,50)-(-0,23)	1.87	0.65	(1,10)-(3,10)	0.33	1.50	(-0,43)-(7,16)
2	32.20	0.16	0.31	(-0,23)-(0,41)	-0.54	0.38	(-0,91)-(0,43)	-0.01	1.00	(-0,43)-(5,89)
3	24.86	1.36	0.42	(1,05)-(2,32)	-0.77	0.34	(-0,91)-(0,43)	-0.07	1.07	(-0,43)-(5,89)
4	18.08	-0.58	0.36	(-0,86)-(0,41)	0.64	0.32	(0,43)-(1,10)	0.01	0.54	(-0,43)-(1,47)
5	10.17	-1.04	0.29	(-1,50)-(-0,86)	-0.24	0.32	(-0,91)-(0,43)	-0.29	0.27	(-0,43)-(0,20)
Вклучени Варијабли		**LYI_MID**			**LYI_OUT**			**LAME**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	7.34	-1.06	0.48	(-1,50)-(-0,23)	1.35	0.89	(0,43)-(3,10)	2.98	1.41	(1,96)-(4,99)
2	27.12	0.01	0.31	(-0,23)-(0,41)	-0.20	0.47	(-0,91)-(1,10)	-0.27	0.36	(-0,47)-(0,74)
3	35.03	1.09	0.56	(0,41)-(2,32)	-0.81	0.29	(-0,91)-(0,43)	-0.22	0.46	(-0,47)-(1,35)
4	14.69	-1.03	0.46	(-1,50)-(-0,23)	1.64	0.63	(1,10)-(3,10)	-0.19	0.43	(-0,47)-(0,74)
5	15.82	-0.98	0.25	(-1,50)-(-0,86)	0.00	0.42	(-0,91)-(0,43)	-0.25	0.38	(-0,47)-(0,74)
Вклучени Варијабли		**LYI_MID**			**LYI_OUT**			**TREAT**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	12.99	-1.11	0.46	(-1,50)-(-0,23)	1.94	0.68	(0,43)-(3,10)	0.63	1.31	(-0,59)-(2,52)
2	27.12	-0.36	0.35	(-0,86)-(0,41)	-0.20	0.51	(-0,91)-(1,10)	-0.16	1.13	(-0,59)-(4,60)
3	43.50	0.96	0.57	(0,41)-(2,32)	-0.70	0.35	(-0,91)-(0,43)	0.01	0.85	(-0,59)-(2,52)
4	16.38	-1.06	0.34	(-1,50)-(-0,23)	0.66	0.45	(-0,24)-(1,10)	-0.27	0.63	(-0,59)-(1,48)

Вклучени Варијабли		**ZL1_M**			**ZL2_M**			**ZL3_M**			**ZL4_M**			**AGE**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	68.36	0.18	1.12	(-0,55)-(4,29)	0.22	1.08	(-0,71)-(3,70)	0.18	1.10	(-0,72)-(4,12)	0.07	1.06	(-0,59)-(2,90)	-0.38	0.68	(-1,08)-(1,81)
2	31.64	-0.38	0.49	(-0,55)-(1,87)	-0.47	0.55	(-0,71)-(1,50)	-0.39	0.59	(-0,72)-(1,21)	-0.16	0.85	(-0,59)-(4,06)	0.83	1.08	(-0,98)-(2,83)
Вклучени Варијабли		**ZL1_O**			**ZL2_O**			**ZL3_O**			**ZL4_O**			**AGE**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	68.36	-0.08	0.89	(-0,37)-(5,29)	-0.37	0.42	(-0,51)-(1,92)	-0.30	0.52	(-0,52)-(2,17)	-0.21	0.69	(-0,49)-(2,80)	-0.38	0.68	(-1,08)-(1,81)
2	31.64	0.16	1.19	(-0,37)-(3,87)	0.79	1.37	(-0,51)-(4,35)	0.66	1.40	(-0,52)-(4,85)	0.45	1.36	(-0,49)-(4,44)	0.83	1.08	(-0,98)-(2,83)
Вклучени Варијабли		**ZL1_M**			**ZL2_M**			**ZL3_M**			**ZL4_M**			**PRCH_TIME**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	82.81	-0.05	0.90	(-0,55)-(3,08)	-0.48	0.45	(-0,71)-(0,39)	0.19	1.13	(-0,72)-(4,12)	0.33	1.28	(-0,59)-(4,06)	-0.27	0.45	(-0,54)-(1,12)
2	14.06	0.66	1.21	(-0,55)-(1,87)	1.62	1.02	(0,39)-(3,70)	-0.18	0.85	(-0,72)-(1,21)	-0.46	0.39	(-0,59)-(0,57)	0.59	0.71	(-0,54)-(1,12)
Вклучени Варијабли		**ZL1_O**			**ZL2_O**			**ZL3_O**			**ZL4_O**			**PRCH_TIME**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	82.81	-0.13	0.91	(-0,37)-(5,29)	-0.05	0.99	(-0,51)-(3,14)	-0.06	0.87	(-0,52)-(3,51)	0.10	1.07	(-0,49)-(4,44)	-0.27	0.45	(-0,54)-(1,12)
2	14.06	-0.37	0.00	(-0,37)-(-0,37)	-0.51	0.00	(-0,51)-(-0,51)	-0.37	0.45	(-0,52)-(0,83)	-0.49	0.00	(-0,49)-(-0,49)	0.59	0.71	(-0,54)-(1,12)
Вклучени Варијабли		**ZL1_M**			**ZL2_M**			**ZL3_M**			**ZL4_M**			**MILK_LAST**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	74.01	0.16	1.10	(-0,55)-(4,29)	0.18	1.06	(-0,71)-(3,70)	0.16	1.08	(-0,72)-(4,12)	0.10	1.09	(-0,59)-(4,06)	-0.21	0.89	(-1,94)-(2,56)
2	25.99	-0.45	0.35	(-0,55)-(0,66)	-0.52	0.54	(-0,71)-(1,50)	-0.45	0.53	(-0,72)-(1,21)	-0.29	0.62	(-0,59)-(1,73)	0.58	1.08	(-1,27)-(2,56)
Вклучени Варијабли		**ZL1_O**			**ZL2_O**			**ZL3_O**			**ZL4_O**			**MILK_LAST**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	74.01	-0.07	0.88	(-0,37)-(5,29)	-0.37	0.42	(-0,51)-(1,92)	-0.20	0.70	(-0,52)-(3,51)	-0.27	0.60	(-0,49)-(2,80)	-0.21	0.89	(-1,94)-(2,56)
2	25.99	0.19	1.28	(-0,37)-(3,87)	1.05	1.37	(-0,51)-(4,35)	0.56	1.43	(-0,52)-(4,85)	0.76	1.44	(-0,49)-(4,44)	0.58	1.08	(-1,27)-(2,56)

Вклучени Варијабли		**ZL1_M**			**ZL2_M**			**ZL3_M**			**ZL4_M**			**TREAT**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	75.14	0.13	1.09	(-0,55)-(4,29)	0.16	1.06	(-0,71)-(3,70)	0.17	1.07	(-0,72)-(4,12)	0.09	1.08	(-0,59)-(4,06)	-0.18	0.73	(-0,59)-(2,52)
2	24.86	-0.39	0.50	(-0,55)-(1,87)	-0.48	0.56	(-0,71)-(1,50)	-0.52	0.45	(-0,72)-(1,21)	-0.27	0.63	(-0,59)-(1,73)	0.54	1.43	(-0,59)-(4,60)
Вклучени Варијабли		**ZL1_O**			**ZL2_O**			**ZL3_O**			**ZL4_O**			**TREAT**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	75.14	-0.05	0.93	(-0,37)-(5,29)	-0.39	0.36	(-0,51)-(0,71)	-0.20	0.70	(-0,52)-(3,51)	-0.21	0.72	(-0,49)-(2,80)	-0.18	0.73	(-0,59)-(2,52)
2	24.86	0.15	1.18	(-0,37)-(3,87)	1.18	1.34	(-0,51)-(4,35)	0.61	1.44	(-0,52)-(4,85)	0.63	1.41	(-0,49)-(4,44)	0.54	1.43	(-0,59)-(4,60)
Вклучени Варијабли		**ZL1_M**			**ZL2_M**			**ZL3_M**			**ZL4_M**			**VLD**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	66.67	0.06	1.04	(-0,55)-(4,29)	0.14	1.08	(-0,71)-(3,70)	0.21	1.09	(-0,72)-(4,12)	0.20	1.13	(-0,59)-(4,06)	-0.43	0.44	(-0,69)-(1,14)
2	33.33	-0.12	0.92	(-0,55)-(3,08)	-0.28	0.74	(-0,71)-(2,60)	-0.41	0.63	(-0,72)-(2,18)	-0.39	0.49	(-0,59)-(1,73)	0.86	1.23	(-0,69)-(2,97)
Вклучени Варијабли		**ZL1_O**			**ZL2_O**			**ZL3_O**			**ZL4_O**			**VLD**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	66.67	-0.21	0.58	(-0,37)-(3,87)	-0.29	0.54	(-0,51)-(1,92)	-0.15	0.72	(-0,52)-(2,17)	-0.27	0.57	(-0,49)-(1,15)	-0.43	0.44	(-0,69)-(1,14)
2	33.33	0.42	1.44	(-0,37)-(5,29)	0.58	1.39	(-0,51)-(4,35)	0.30	1.36	(-0,52)-(4,85)	0.54	1.40	(-0,49)-(4,44)	0.86	1.23	(-0,69)-(2,97)
Вклучени Варијабли		**ZL1_M**			**ZL2_M**			**ZL3_M**			**ZL4_M**			**REP_DIS**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	67.23	0.04	1.03	(-0,55)-(4,29)	0.15	1.08	(-0,71)-(3,70)	0.25	1.10	(-0,72)-(4,12)	0.17	1.12	(-0,59)-(4,06)	-0.45	0.48	(-0,74)-(1,41)
2	32.77	-0.07	0.93	(-0,55)-(3,08)	-0.31	0.74	(-0,71)-(2,60)	-0.51	0.45	(-0,72)-(1,21)	-0.35	0.57	(-0,59)-(1,73)	0.93	1.15	(-0,74)-(3,01)
Вклучени Варијабли		**ZL1_O**			**ZL2_O**			**ZL3_O**			**ZL4_O**			**REP_DIS**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	67.23	-0.24	0.45	(-0,37)-(2,46)	-0.30	0.53	(-0,51)-(1,92)	-0.17	0.71	(-0,52)-(2,17)	-0.23	0.64	(-0,49)-(2,80)	-0.45	0.48	(-0,74)-(1,41)
2	32.77	0.49	1.52	(-0,37)-(5,29)	0.62	1.38	(-0,51)-(4,35)	0.34	1.37	(-0,52)-(4,85)	0.47	1.38	(-0,49)-(4,44)	0.93	1.15	(-0,74)-(3,01)

Вклучени Варијабли		REC_HDBT_PROP			REC_DLC_PROP			REC_CHSG_PROP			REC_CHUP_PROP			AGE		
Кластер	Случаи (%)	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег	Центроид	СД	Опсег
1	16.95	-0.33	0.45	(-0,90)-(0,85)	-0.64	0.49	(-1,21)-(0,71)	0.31	0.97	(-0,36)-(3,99)	0.09	0.88	(-0,47)-(1,51)	1.73	0.55	(1,14)-(2,82)
3	23.73	-0.57	0.32	(-0,90)-(0,35)	-0.63	0.58	(-1,54)-(0,47)	-0.19	0.35	(-0,36)-(0,58)	-0.47	0.00	(-0,47)-(-0,47)	0.17	0.33	(-0,54)-(0,84)
4	12.99	-0.13	0.47	(-0,74)-(1,06)	0.09	0.70	(-0,83)-(1,44)	-0.10	0.54	(-0,36)-(1,32)	2.08	0.90	(1,28)-(3,64)	-0.33	0.67	(-1,08)-(1,48)
5	12.99	0.81	0.91	(-0,35)-(2,77)	1.71	0.52	(0,98)-(2,75)	-0.15	0.40	(-0,36)-(0,69)	-0.22	0.67	(-0,47)-(1,55)	-0.48	0.55	(-1,06)-(0,74)
6	32.20	0.09	0.64	(-0,90)-(2,16)	-0.03	0.61	(-1,54)-(1,06)	-0.18	0.35	(-0,36)-(0,57)	-0.47	0.00	(-0,47)-(-0,47)	-0.78	0.28	(-1,08)-(-0,01)
Вклучени Варијабли		**REC_HDBT_PROP**			**REC_DLC_PROP**			**REC_CHSG_PROP**			**REC_CHUP_PROP**			**MILK**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	37.85	-0.03	0.62	(-0,90)-(2,16)	-0.02	0.69	(-1,54)-(1,67)	-0.18	0.35	(-0,36)-(0,57)	-0.47	0.00	(-0,47)-(-0,47)	-0.75	0.69	(-2,63)-(0,09)
2	11.86	1.45	1.95	(-0,35)-(7,38)	1.89	0.75	(0,81)-(4,08)	0.66	2.39	(-0,36)-(9,36)	-0.09	0.80	(-0,47)-(1,61)	0.28	0.93	(-1,24)-(2,69)
3	32.20	-0.40	0.49	(-0,90)-(1,44)	-0.59	0.61	(-1,54)-(0,71)	-0.03	0.71	(-0,36)-(3,99)	-0.47	0.00	(-0,47)-(-0,47)	0.72	0.66	(-0,36)-(2,69)
4	18.08	-0.18	0.48	(-0,90)-(1,06)	-0.15	0.74	(-1,20)-(1,44)	-0.01	0.67	(-0,36)-(2,41)	1.89	0.82	(1,28)-(3,64)	0.12	1.04	(-2,33)-(1,94)
Вклучени Варијабли		**REC_HDBT_PROP**			**REC_DLC_PROP**			**REC_CHSG_PROP**			**REC_CHUP_PROP**			**MILK_LAST**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	17.51	-0.31	0.46	(-0,90)-(0,68)	-0.26	0.84	(-1,36)-(2,07)	0.09	0.89	(-0,36)-(3,99)	-0.47	0.00	(-0,47)-(-0,47)	1.40	0.67	(0,59)-(2,56)
2	20.34	0.03	1.10	(-0,90)-(5,73)	0.13	1.07	(-1,20)-(2,75)	0.25	1.69	(-0,36)-(9,36)	1.85	0.78	(1,28)-(3,64)	0.29	0.99	(-1,89)-(2,14)
3	43.50	-0.30	0.49	(-0,90)-(1,34)	-0.49	0.56	(-1,54)-(0,64)	-0.17	0.36	(-0,36)-(0,55)	-0.47	0.00	(-0,47)-(-0,47)	-0.43	0.56	(-1,94)-(0,50)
4	18.64	0.97	1.46	(-0,42)-(7,38)	1.24	0.79	(0,06)-(4,08)	0.05	1.09	(-0,36)-(5,68)	-0.47	0.00	(-0,47)-(-0,47)	-0.62	0.65	(-1,89)-(1,00)
Вклучени Варијабли		**REC_HDBT_PROP**			**REC_DLC_PROP**			**REC_CHSG_PROP**			**REC_CHUP_PROP**			**MAST_TIME**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	40.32	-0.47	0.38	(-0,90)-(0,41)	-0.63	0.56	(-1,36)-(0,71)	-0.11	0.47	(-0,36)-(1,31)	-0.01	1.15	(-0,47)-(3,50)	1.01	0.73	(-0,04)-(2,43)
2	59.68	0.06	1.36	(-0,90)-(7,38)	0.10	1.12	(-1,16)-(4,08)	0.20	1.13	(-0,36)-(5,68)	-0.02	0.91	(-0,47)-(3,14)	-0.68	0.40	(-1,33)-(0,46)
Вклучени Варијабли		**REC_HDBT_PROP**			**REC_DLC_PROP**			**REC_CHSG_PROP**			**REC_CHUP_PROP**			**LAME**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	6.21	-0.17	0.69	(-0,90)-(1,46)	-0.33	0.87	(-1,35)-(1,43)	0.42	1.31	(-0,36)-(3,99)	-0.31	0.54	(-0,47)-(1,33)	3.17	1.46	(1,96)-(4,99)
2	19.21	-0.14	0.52	(-0,90)-(1,06)	0.10	1.03	(-1,20)-(2,75)	-0.03	0.65	(-0,36)-(2,41)	1.87	0.80	(1,28)-(3,64)	-0.17	0.62	(-0,47)-(1,96)
3	25.99	-0.54	0.36	(-0,90)-(0,85)	-0.97	0.30	(-1,54)-(-0,42)	-0.15	0.38	(-0,36)-(0,57)	-0.47	0.00	(-0,47)-(-0,47)	0.08	0.54	(-0,47)-(1,35)
4	35.59	-0.01	0.58	(-0,90)-(2,16)	0.11	0.39	(-0,66)-(1,06)	-0.13	0.42	(-0,36)-(1,31)	-0.47	0.00	(-0,47)-(-0,47)	-0.36	0.26	(-0,47)-(0,74)
5	11.86	0.90	0.94	(-0,35)-(2,77)	1.51	0.52	(0,71)-(2,57)	-0.18	0.39	(-0,36)-(0,69)	-0.47	0.00	(-0,47)-(-0,47)	-0.44	0.13	(-0,47)-(0,14)
Вклучени Варијабли		**REC_HDBT_PROP**			**REC_DLC_PROP**			**REC_CHSG_PROP**			**REC_CHUP_PROP**			**LAME_PRES**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	5.08	-0.33	0.34	(-0,90)-(0,11)	-0.61	0.49	(-1,21)-(0,29)	0.20	0.59	(-0,36)-(1,28)	-0.06	0.82	(-0,47)-(1,45)	4.07	1.55	(3,29)-(6,79)
2	22.03	1.00	1.57	(-0,42)-(7,38)	1.26	0.76	(0,06)-(4,08)	0.30	1.81	(-0,36)-(9,36)	-0.42	0.33	(-0,47)-(1,61)	-0.22	0.00	(-0,22)-(-0,22)
3	54.24	-0.33	0.48	(-0,90)-(1,34)	-0.50	0.55	(-1,54)-(0,64)	-0.13	0.56	(-0,36)-(3,99)	-0.47	0.00	(-0,47)-(-0,47)	-0.22	0.00	(-0,22)-(-0,22)
4	18.64	-0.13	0.52	(-0,90)-(1,06)	0.14	1.02	(-1,20)-(2,75)	-0.02	0.66	(-0,36)-(2,41)	1.88	0.81	(1,28)-(3,64)	-0.22	0.00	(-0,22)-(-0,22)
Вклучени Варијабли		**REC_HDBT_PROP**			**REC_DLC_PROP**			**REC_CHSG_PROP**			**REC_CHUP_PROP**			**OTHR_DIS**		
Кластер	**Случаи (%)**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**	**Центроид**	**СД**	**Опсег**
1	19.21	-0.49	0.39	(-0,90)-(0,72)	-0.62	0.54	(-1,54)-(0,41)	0.08	0.90	(-0,36)-(3,99)	-0.20	0.66	(-0,47)-(1,51)	1.71	0.83	(1,08)-(3,66)
2	17.51	0.08	1.16	(-0,90)-(5,73)	0.21	1.13	(-1,20)-(2,75)	0.23	1.77	(-0,36)-(9,36)	1.93	0.82	(1,28)-(3,64)	-0.37	0.41	(-0,65)-(0,21)
3	41.24	-0.25	0.49	(-0,90)-(1,34)	-0.45	0.52	(-1,54)-(0,47)	-0.17	0.38	(-0,36)-(1,28)	-0.47	0.00	(-0,47)-(-0,47)	-0.46	0.36	(-0,65)-(0,21)
4	22.03	0.83	1.39	(-0,74)-(7,38)	1.22	0.76	(0,06)-(4,08)	0.07	1.03	(-0,36)-(5,68)	-0.47	0.00	(-0,47)-(-0,47)	-0.34	0.64	(-0,65)-(1,94)

БЛАГОДАРНОСТ

Во долгогодишната работа на докторската дисертација несебично контрибуираа многумина. Оваа докторска дисертација е плод на знаењата, вештините, креативноста и соработката на редица учесници, а јас бев само алатката за реализација. Оттука се чувствувам привилегиран што соработував и им изразувам особена благодарност и почит на:

◊ Проф. д-р Влатко Илиески кој како ментор ми овозможи и ми помогна во науката, истражувањата и визиите за академски личен развој на домашен и меѓународен план, поддржувајќи ги моите идеи и претворајќи ги во реално изводливи цели и планови.

◊ Проф. д-р Мишо Христовски кој имаше безрезервна доверба во моите потенцијали и ми ги отвори вратите во светот на академијата и науката, а со своите совети и погледи ми ја даваше силата да истраам во поставените цели.

◊ Проф. д-р Кристоф Винклер од Универзитетот за природни науки BOKU - Виена, кој ме воведе во техниките на научните истражувања, методите на научно размислување, имаше трпение со часови да ме слуша и да спори со поставените тези и анализи овозможувајќи ми да сум дел од милениуми старите научни дебати и размисли.

◊ Проф. д-р Лазо Пендовски, Декан на Факултетот за ветеринарна медицина – Скопје, за дадената логистичката поддршка и доверба во мојата истражувачка работа.

◊ Проф. д-р Александар Додовски за неговата контрибуција во подобрувањето на квалитетот на докторската дисертација, соработката во областа на Зоохигиената и поддршката за да ја постигнам целта.

◊ Колегите Александар Јаневски, ДВМ и д-р Мартин Николовски кои ми помогнаа во изведување на студиите за акцелерометрија и однесување во експерименталните поставки, анализите и опсервациите на однесувањата. Се надевам дека ова е само почеток за заедничка идна соработка.

◊ Александар Стојановски за изработените цртежи во студијата за кинематика на исчекорот и акцелерацискиот модел на одење и галопирање, како и на Борис Трифуновски за помошта во подоцнежната фаза на тестирање на прототипот на изработени акцелерометри.

◊ Проф. д-р Енди Батервурт од Универзитетот од Бристол со кој ја развивме идејата за бихејвиоралните студии кај молзни крави, како и за обезбедување на сите потребни ресурси и локација за изведување на овие студии

◊ Главниот техничар Џастин МеКинстри од Ветеринарниот Факултет при Универзитетот во Бристол кој ми помогна во целокупната поставка за опсервациите на молзните крави во комерцијалната фарма.

◊ Проф. д-р Сузан Вајблингер од Универзитетот за ветеринарна медицина од Виена, која ми помогна во утврдување на варијаблите и аналитичката поставка на бихејвиоралните студии кај молзни крави.

◊ Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals (RSPCA) International и Александра Х. Симан за поддршката при мојот престој на Универзитетот во Бристол и изведување на бихејвиоралните студии

◊ Колегата Александар Трајчовски, ДВМ и студентите при Факултетот за ветеринарна медицина – Скопје, Анета Поп-Николовска, Викторија Трајановска, Емилија Мурџева, Ива Тасевска, Ивана Арсовска, Ивона Петровска, Маја Соколовиќ, Сандра Ташковска и Софија Спасова кои помогнаа во видео опсервациите на однесувањето на молзните крави и покажаа дека имаат одличен потенцијал и се иднината на ветеринарната наука и професија.

◊ Членовите на актуелната деканатска управа на Факултетот за ветеринарна медицина – Скопје и на останатите вработени на Факултетот за поддршката, професионалната соработка и покажаното разбирање во процесот на изработката на студиите и оваа докторска дисертација.

На крај, особена благодарност до мојот брат Горан кој не само што ми помогна во изработката на програмите и прототиповите акцелерометри во кои се интегрирани резултатите од студиите за акцелерометрија, туку и за бескрајните разговори преку кои заедно растевме и ги развиваме нашите научни и филозофски гледишта.

Оваа докторска дисертација и ја посветувам на мојата мајка, Милица, која до последниот момент ме поддржуваше и веруваше во мојата работа, моите идеи и успеа да покаже дека само со храброст и работа може да се постигнат поставените цели. Ти Благодарам Мајко!

Целото дело и целокупниот вложен труд во оваа докторска дисертација за мене има смисла, вредност и значење исклучиво покрај мојата сакана сопруга Милка која пожртвувано се вложуваше во целокупниот процес и беше мој личен ментор и стожер на заеднички поставените критериуми, цели и вредности. А нашиот син Виктор ја вдахна финалната есенција на ова дело и ми даде поттик за идната моја работа и резултати.

Ви Благодарам!
Мирослав Ќосевски