

UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Dragan Ž. Stanojević

**PROCENA GENETSKIH PARAMETARA  
OSOBINA DUGOVEČNOSTI GOVEDA  
CRNO BELE RASE**

doktorska disertacija

Beograd – Zemun, 2017.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF AGRICULTURE

Dragan Ž. Stanojević

**THE ESTIMATION OF GENETIC  
PARAMETERS OF LONGEVITY TRAITS  
IN BLACK AND WHITE CATTLE BREED**

Doctoral Dissertation

Belgrade – Zemun, 2017.

UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

MENTOR:

---

Dr Radica Đedović, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet

ČLANOVI KOMISIJE:

---

Dr Vladan Bogdanović, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet

---

Dr Nikola Raguž, docent  
Univerzitet Josipa Jurja Strossmayera Osijek - Agronomski fakultet

---

Dr Dragan Radojković, vanredni profesor  
Univerzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet

---

Dr Milun Petrović, vanredni profesor  
Univerzitet u Kragujevcu - Agronomski fakultet Čačak

Datum odbrane doktorske disertacije: \_\_\_\_\_

## *Zahvalnica*

*Zahvaljujem se svojoj profesorki i mentorki Radici Đedović na nesebičnoj pomoći, znanju koje mi je pružila, razumevanju i podršci, a posebno na sugestijama koje su doprinele da ovaj rad ima sadašnji oblik.*

*Veliku zahvalnost dugujem kolegi i prijatelju Nikoli Ragužu na nesebičnoj pomoći i vremenu koje je odvojio i savetima koji su mi puno značili.*

*Takođe veliku zahvalnost dugujem i profesorima Vladanu Bogdanoviću, Draganu Radojkoviću i Milunu Petroviću na trudu, sugestijama i korisnim savetima.*

*Zahvalio bih se svim kolegama sa Odseka za zootehniku na razumevanju i na kolegijalnom i prijateljskom odnosu u prethodnih 7 godina.*

*Posebnu i neizmernu zahvalnost dugujem svojim roditeljima Svetlani i Živoradu i bakama i dedama za sve što su uradili za mene.*

*Beskrajnu zahvalnost dugujem svojoj supruzi Gordani i sinu Maksimu, na ljubavi, strpljenju i razumevanju kojima sam bio okružen svo ovo vreme.*

# PROCENA GENETSKIH PARAMETARA OSOBINA DUGOVEČNOSTI GOVEDA CRNO BELE RASE

Dragan Stanojević

## Rezime

Sprovedeno istraživanje imalo je za cilj da se procene genetski parametri osobina dugovečnosti, kao i da se odabere adekvatna metodologija i razvije optimalni model za genetsko vrednovanje osobina dugovečnosti u populaciji crno belih goveda u Srbiji. Pored genetskih parametara osobina dugovečnosti, analizirani su i razlozi izlučenja krava iz proizvodnje. Istraživanje je sprovedeno na setu podataka koji je obuhvatao podatke o dugovečnosti, razlozima izlučenja i poreklu krava, koje su se prvi put telile u periodu od 1989. do 2012. godine na Poljoprivrednoj korporaciji Beograd AD. Razlozi izlučenja su svrstani u 10 kategorija, prema srodnosti, i analiziran je njihov udeo prema nivou proizvodnje, laktaciji u kojoj su grla izlučena i udelu gena holštajn frizijske rase. Dugovečnost krava je posmatrana kroz tri pokazatelja: trajanje produktivnog života (LPL), životnu proizvodnju mleka (LMY) i broj ostvarenih laktacija (NL). Set podataka na kojem je izvršena analiza razloga izlučenja sadržao je samo grla koja su bila izlučena i imala su evidentiran razlog izlučenja, ukupno 12309 krava. Genetsko vrednovanje osobina dugovečnosti je izvršeno je upotrebom Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika, u okviru analize preživljavanja, i linearnih modela. Weibull-ov model proporcionalnih rizika je uvažio fiksne vremenski nezavisne efekte farme, udela gena holštajn frizijske rase i uzrasta pri prvom teljenju, dok su efekti godine i sezone teljenja, kao i relativne proizvodnje mleka i laktacije tretirani kao fiksni vremenski zavisni uticaji. Otac je posmatran kao fiksni vremenski nezavisan uticaj (model oca). Primena Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika omogućila je uključivanje u analizu i nepotpunih (cenzurisanih) zapisa. Ukupan broj krava koji se nalazio u setu podataka korišćenom u analizi preživljavanja bio je 22109, od čega su 26% činili nepotpuni zapisi. Set podataka koji je korišćen za genetsko vrednovanje osobina dugovečnosti upotrebom linearnih modela, sadržao je podatke o 16539 krava koje su imale poznato trajanje produktivnog života. Model koji je korišćen u genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti upotrebom linearnih modela uvažio je farmu, godinu i sezonu prvog teljenja, udeo gena holštajn frizijske rase, uzrast pri prvom teljenju i relativnu proizvodnju mleka u prvoj laktaciji kao fiksne faktore, dok je sama životinja tretirana kao slučajan faktor (model individue). Prosečno trajanje produktivnog života za sva grla uključena

u analizu iznosilo je 1267 dana (41,7 meseci), odnosno 1300 dana (42,7 meseci) za grla sa poznatim trajanjem produktivnog života i 1170 dana (38,4 meseci) za nepotpune podatke. Grla obuhvaćena analizom u toku svog produktivnog života prosečno su proizvela 20426 kg mleka, pri čemu je ta vrednost bila viša kod grla koja su imala poznato trajanje produktivnog života (21017 kg) u odnosu na grla koja su bila cenzurisana (18728 kg). Broj laktacija koje je svako grlo prosečno ostvarilo u toku trajanja svog produktivnog života iznosio je 2,85. Grla sa poznatim trajanjem produktivnog života prosečno su ostvarila 3,04 laktacije, dok grla koja su tretirana kao nepotpuni zapisi su ostvarila 2,30 laktacija. Prosečna stopa izlučenja u analiziranoj populaciji iznosi 28,1%, dok se gotovo 50% krava izluči u toku prve i druge laktacije. Udeo krava prema laktacijama od prve do osme, u prosečnoj strukturi stada iznosio je 34%, 25%, 17%, 11%, 7%, 4%, 1,6% i 0,4%, što ukazuje da se gotovo 60% krava se nalazi u prve dve laktacije, što kao posledicu ima nepovoljniju strukturu stada u odnosu na optimalnu. Dominantni razlozi izlučenja krava iz proizvodnje bili su iz grupe bolesti koji su uslovljavali sterilitet i poremećaje u reprodukciji (24,7%). Drugi dominantan razlog isključenja grla jesu oboljenja nogu i papaka sa udelom u ukupnim izlučenjima od 15,49%. Oboljenja vimena (mastitisi) zauzimaju visoko treće mesto u razlozima izlučenja, odnosno 13,06% grla je isključeno zbog ove grupe oboljenja. Značajan udeo u izlučenjima imaju i metaboličke bolesti (10,27%) kao i teška teljenja (7,79%). Seleksijska izlučenja čine manje od 10% od ukupnog broja izlučenih životinja, što je izuzetno mali broj životinja i jedan od glavnih ograničavajućih faktora kada je reč o selekciji kod ženskih grla u ispitivanoj populaciji. Primenom analize preživljavanja je utvrđeno da je najviši rizik od izlučenja krava postojao u prvoj laktaciji, i da je sa porastom pariteta on opadao. Sa porastom uzrasta pri prvom teljenju i udela gena holštajn frizijske rase rastao je i rizik od izlučenja. Utvrđena vrednost osnovne funkcije rizika ( $\rho$ ) za sve tri posmatrane osobine dugovečnosti je ukazivala na povećanje rizika od izlučenja u toku života grla. Procenjena vrednost heritabiliteta primenom Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika za LPL, LMY i NL iznosila je 0,106; 0,098 i 0,090. Distribucija standardizovanih priplodnih vrednosti procenjenih primenom Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika za trajanje produktivnog života nije se statistički značajno razlikovala od normalne. Prosečna standardizovana priplodna vrednost iznosila je 99, prosečna pouzdanost procenjene priplodne vrednosti iznosila je 0,42. Primenom regresione analize utvrđen je blago pozitivan genetski trend za trajanje produktivnog života u ispitivanoj populaciji. Vrednosti heritabiliteta za LPL, LMY i NL procenjena primenom linearnih modela imale su vrednost od 0,066; 0,067 i 0,074. Distribucija standardizovanih priplodnih vrednosti utvrđenih linearnim modelima za trajanje produktivnog života statistički se razlikovala od normalne distribucije. Prosečna priplodna

vrednost iznosila je 102, dok je prosečna pouzdanost iznosila 0,24. Genetski trend za dugovečnost na osnovu priplodnih vrednosti procenjenih upotrebom linearnih modela imao je takođe pozitivnu vrednost. Na osnovu rezultata istraživanja može se zaključiti da visok udeo neželjenih izlučenja (preko 90%) predstavlja veliki problem kada je reč o selekciji ženskih grla u ispitivanoj populaciji. Analiza preživljavanja, tj. Weibull-ov model proporcionalnih rizika u okviru analize preživljavanja, jeste adekvatniji metod za procenu genetskih parametara osobina dugovečnosti u odnosu na linearne modele. Weibull-ov model proporcionalnih rizika na adekvatniji način tretira samu prirodu osobina dugovečnosti, ima veće mogućnosti modeliranja što za rezultat ima više i preciznije procenjene vrednosti genetskih parametara osobina dugovečnosti.

**Ključne reči:** crno bela rasa, dugovečnost, razlozi izlučenja, analiza preživljavanja, linearni modeli, heritabilitet, priplodna vrednost, genetski trend

**Naučna oblast:** Biotehničke nauke

**Uža naučna oblast:** Opšte stočarstvo i oplemenjivanje domaćih i gajenih životinja

**UDK broj:** 636.234:575.153.17(043.3)

# **THE ESTIMATION OF GENETIC PARAMETERS OF LONGEVITY TRAITS IN BLACK AND WHITE CATTLE BREED**

**Dragan Stanojević**

## **Abstract**

The research was conducted with the aim to estimating genetic parameters of longevity traits as well as to choose adequate methodology and develop optimal model for genetic evaluation of longevity traits in the population of Black and White cattle in Serbia. Besides genetic parameters for longevity traits the culling reasons were also analysed. The research was conducted on the basis of set of data which included records on longevity, culling risks and origin of cows that started first calving in the period from 1989 to 2012 at the Agricultural Corporation Belgrade AD. The culling reason, according to their relationship, were divided into 10 categories and their share in the level of production, lactation in which animals were culled and share of Holstein Friesian breed genes was analysed. Longevity of cows was observed through three indicators: length of productive life (LPL), life milk yield (LMY) and number of realised lactations (NL). Set of data which included 12309 cows in total and on the basis of which the analysis of culling risks was conducted included only the culled animals with known reason for culling. Genetic evaluation of longevity was performed by means of Weibull proportional risk model within the survival analysis and linear models. Weibull model of proportional risk took into account fixed time-independent effects of farm, share of genes of Holstein Friesian breed and age at first calving while the effects of year and season of calving as well as relative milk yield and lactation were treated as fixed time-dependent effects. Sire was regarded as random time-independent effect (sire model). The use of Weibull proportional risk model enabled including the incomplete (censored) records into the analysis as well. Total number of cows involved in the set of data used in the survival analysis was 22109, out of which 26% were incomplete records. Set of data used for genetic evaluation of longevity traits by applying linear models contained data on 16539 cows whose length of productive life was known. Model used in genetic evaluation of longevity traits by applying linear models involved the farm, year and season of first calving, share of genes of Holstein Friesian breed, age at first calving and relative milk yield in first lactation as fixed factors, while the animal itself was treated as a random factor (animal model). The average length of productive life for all animals included in the analysis was 1267 days (41.7 months), that is 1300 days (42.7 months) for the animals with known length of productive life and 1170 days (38.4 months) for censored



records. During their productive life the animals encompassed by the analysis produced on average 20426 kg milk, that value being higher in animals whose length of productive life (21017 kg) was recorded compared to the animals which were censored (18728 kg). Number of lactations which every animal realised during the length of its productive life was 2.85 on average. The animals with known length of productive life on average realised 3.04 lactations while the animals treated as censored records realised 2.30 lactations. The average culling rate in analysed population is 28.1% while almost 50% of cows are being culled during their first and second lactation. The share of cows as per lactations from the first to the eighth one in average structure of the herd was 34%, 25%, 17%, 11%, 7%, 4%, 1,6% and 0,4% what indicates that almost 60% of cows were in their first two lactations what has an unfavourable structure of herd as a consequence in relation to optimal herd structure. Dominant culling risks belonged to the first group of diseases and disorders which could condition sterility and disorders in reproduction (24.7%). Second dominant culling reason is legs and foot disease with ratio of 15.49% in total culling. The udder disease (mastitis) occupies third place in the culling risks and 13.06% animals were culled on the account of this group of diseases. Metabolic diseases (10.27%) and difficult calvings (7.79%) account for a significant share in culling as well. Selective cullings make less than 10% of total number of culled animals what is extremely small number of animals and one of the major limiting factors when the selection of female animals in examined population is in question. By means of survival analysis it was determined that the highest culling risk was in the first lactation and that with the increase of parity it was on decline. With the increase of age at first calving and share of genes of Holstein Friesian breed the risk of culling also increased. Determined value of major function of risk ( $\rho$ ) for all three observed traits of longevity indicated the increase of culling risk during the life of animal. By the application of Weibull proportional risk model for LPL, LMY and NL the estimated heritability values were 0.106; 0.098 and 0.090, respectively. Distribution of standardised breeding values estimated by means of Weibull proportional risk model for duration of productive life did not statistically significantly differ from normal. Average standardised breeding value was 99, average reliability of estimated breeding value was 0.42. By the application of regression analysis a slightly positive genetic trend for longevity in examined population was determined. Heritability values for LPL, LMY and NL estimated by applied linear models were 0.066; 0.067 and 0.074, respectively. Distribution of standardised breeding values determined by linear models for duration of productive life statistically varied from normal distribution. The average breeding value was 102, while the average reliability was 0.24. Genetic trend for longevity on the basis of breeding values estimated by applied linear

models also had a positive value. On the basis of the results of the research it can be concluded that high yield of unwanted cullings (above 90%) represents a serious problem when the selection of female animals in examined population is in question. Survival analysis, i.e. Weibull proportional risk model within the survival analysis is a more adequate method for estimating genetic parameters of traits of longevity compared to linear models. Weibull proportional risk model treats the nature of longevity traits in a more adequate way, has greater possibilities of modelling what results in higher and more precise estimated values of genetic parameters of the longevity traits.

**Key words:** Black and White breed, longevity, reasons for culling, survival analysis, linear models, heritabilities, breeding value, genetic trend

**Research area:** Biotechnical sciences

**Specialisation:** General breeding and genetic improvement of domestic and raised animals

**UDK number:** 636.234:575.153.17(043.3)

## Sadržaj

|  |    |
|--|----|
| 1. Uvod.....   | 1  |
| 2. Pregled literature.....   | 3  |
| 2.1. Značaj osobina dugovečnosti.....  | 3  |
| 2.2. Proces izlučenja mlečnih krava .....  | 6  |
| 2.3. Najvažniji razlozi izlučenja mlečnih krava .....                                    | 6  |
| 2.4. Ekonomski značaj osobina dugovečnosti .....   | 12 |
| 2.5. Pojam i pokazatelji dugovečnosti.....   | 13 |
| 2.6. Genetski parametri osobina dugovečnosti .....                                       | 16 |
| 2.6.1. Naslednost osobina dugovečnosti .....   | 17 |
| 2.6.2. Povezanost osobina dugovečnosti i osobina mlečnosti .....                         | 23 |
| 2.6.3. Povezanost između osobina dugovečnosti i osobina tipa .....                       | 25 |
| 2.7. Osobine dugovečnosti u savremenim odgajivačkim programima .....                     | 27 |
| 2.8. Metode za genetsko vrednovanje osobina dugovečnosti.....                            | 31 |
| 2.8.1. Upotreba linearnih modela u genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti .....      | 32 |
| 2.8.2. Upotreba threshold modela u genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti.....       | 34 |
| 2.8.3. Upotreba analize preživljavanja u genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti..... | 35 |
| 2.8.3.1. Opšte karakteristike analize preživljavanja .....                               | 36 |
| 2.8.3.2. Nepotpuni podaci u analizi preživljavanja .....                                 | 37 |
| 2.8.3.3. Funkcije raspodela životnih podataka .....                                      | 38 |
| 2.8.3.4. Kaplan-Meier metod .....  | 39 |
| 2.8.3.5. Cox-ov regresijski model .....  | 39 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.8.3.6. | Model proporcionalnih rizika .....  | 40 |
| 2.8.3.7. | Eksponencijalni i Weibull-ov model.....   | 40 |
| 2.8.3.8. | Vremenski zavisne varijable .....   | 41 |
| 2.8.4.   | Indirektni pokazatelji dugovečnosti.....  | 43 |
| 2.8.5.   | Faktori koji utiču na dugovečnost korišćeni u analizi preživljavanja .....                  | 44 |
| 2.8.5.1. | Uticaj uzrasta pri prvom teljenju na dugovečnost.....                                       | 44 |
| 2.8.5.2. | Uticaj relativne proizvodnje mleka unutar stada.....  | 45 |
| 2.8.5.3. | Uticaj laktacije po redu i stadijuma laktacije na rizik od izlučenja.....                   | 46 |
| 2.8.5.4. | Uticaj promene veličine stada na rizik od izlučenja.....                                    | 46 |
| 3.       | Materijal i metode rada .....   | 48 |
| 3.1.     | Materijal korišćen u analizi.....   | 49 |
| 3.2.     | Stopa preživljavanja, prosečno trajanje produktivnog života i prosečna struktura stada..... | 50 |
| 3.3.     | Analiza razloga izlučenja .....   | 52 |
| 3.4.     | Pokazatelji dugovečnosti.....   | 54 |
| 3.5.     | Upotreba analize preživljavanja u analizi osobina dugovečnosti .....                        | 55 |
| 3.5.1.   | Uticaji uključeni u model .....   | 56 |
| 3.5.1.1. | Uticaj godine teljenja .....  | 56 |
| 3.5.1.2. | Uticaj sezone teljenja .....  | 56 |
| 3.5.1.3. | Uticaj relativne proizvodnje mleka unutar stada.....  | 57 |
| 3.5.1.4. | Uticaj farme .....  | 57 |
| 3.5.1.5. | Uticaj starosti grla pri prvom teljenju .....   | 58 |
| 3.5.1.6. | Uticaj udela gena holštajn frizijske rase .....   | 58 |
| 3.5.1.7. | Uticaj oca.....   | 58 |
| 3.5.2.   | Izračunavanje heritabiliteta za osobine dugovečnosti.....                                   | 59 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 3.5.3.   | Procena priplodne vrednosti za osobine dugovečnosti .....   | 59 |
| 3.6.     | Upotreba linearnih modela u analizi osobina dugovečnosti .....  | 60 |
| 3.6.1.   | Statistički modeli.....   | 60 |
| 3.6.2.   | Uticaji uključeni u model .....   | 61 |
| 3.6.2.1. | Uticaj farme .....  | 61 |
| 3.6.2.2. | Efekat godine prvog teljenja .....  | 61 |
| 3.6.2.3. | Efekat sezone prvog teljenja .....  | 62 |
| 3.6.2.4. | Uticaj uzrasta pri prvom teljenju .....   | 62 |
| 3.6.2.5. | Uticaj udela gena holštajn frizijske rase .....   | 62 |
| 3.6.2.6. | Uticaj relativne proizvodnje mleka u prvoj laktaciji.....   | 63 |
| 3.6.2.7. | Uticaj individue .....  | 63 |
| 3.6.2.8. | Procena heritabiliteta za osobine dugovečnosti.....   | 63 |
| 3.6.3.   | Procena priplodne vrednosti bikova za osobine dugovečnosti .....  | 64 |
| 3.7.     | Korelacija između priplodnih vrednosti utvrđenih primenom analize preživljavanja i linearnim modelima ..... | 64 |
| 4.       | Rezultati i diskusija.....  | 65 |
| 4.1.     | Fenotipska ispoljenost i varijabilnost proizvodnih osobina .....  | 65 |
| 4.2.     | Fenotipska ispoljenost i varijabilnost osobina dugovečnosti.....  | 65 |
| 4.3.     | Uticaj faktora na osobine dugovečnosti.....   | 69 |
| 4.4.     | Stopa preživljavanja.....   | 74 |
| 4.5.     | Prosečna struktura stada u analiziranoj populaciji .....  | 75 |
| 4.6.     | Analiza razloga izlučenja .....   | 76 |
| 4.7.     | Genetsko vrednovanje osobina dugovečnosti Weibull-ovim modelom proporcionalnih rizika .....                 | 83 |
| 4.7.1.   | Trajanje produktivnog života (LPL) .....  | 83 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 4.7.2. | Uticaj fiksnih faktora uključenih u model.....   | 83  |
| 4.7.3. | Heritabilitet osobina dugovečnosti .....   | 90  |
| 4.7.4. | Priplodne vrednosti bikova za trajanje produktivnog života .....   | 92  |
| 4.7.5. | Genetski trend za trajanje produktivnog života .....   | 94  |
| 4.8.   | Genetska analiza osobina dugovečnosti upotrebom linearnih modela.....  | 95  |
| 4.8.1. | Priplodne vrednosti bikova za trajanje produktivnog života .....   | 96  |
| 4.8.2. | Genetski trend za trajanje produktivnog života .....   | 96  |
| 4.9.   | Korelacije između priplodnih vrednosti za trajanje produktivnog života utvrđenih primenom analize preživljavanja i linearnih modela..... | 97  |
| 4.10.  | Poređenje genetskih parametara za osobine dugovečnosti utvrđenih analizom preživljavanja i linearnim modelima .....                      | 98  |
| 5.     | Zaključak .....  | 100 |
| 6.     | Literatura .....   | 105 |
| 7.     | Prilozi.....   | 120 |
| 8.     | Biografija kandidata .....   | 131 |
|        | Izjava o autorstvu .....   | 132 |
|        | Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada .....   | 133 |
|        | Izjava o korišćenju .....  | 134 |

## 1. Uvod

Selekcija u zaptima mlečnih goveda, u prethodnih 50 godina najveći pritisak je stavljala na osobine mlečnosti. Zbog značaja koje su ove osobine imale na ukupno oplemenjivanje mlečnih goveda, nazivane su primarnim osobinama. Sa druge strane osobine poput dugovečnosti i otpornosti predstavljaju osobine koje su sa takvog stanovišta nazivane sekundarnim. Osobine mlečnosti se danas svakodnevno ili periodično mere u procesu kontrole produktivnosti, i samim tim predstavljaju dobar i pouzdan izvor informacija prilikom odabira grla koja će se koristiti kao roditelji naredne generacije.

Jednosmerna selekcija zasnovana na osobinama mlečnosti dovela je do pogoršanja osobina plodnosti, dugovečnosti i otpornosti organizma, koje danas imaju izuzetno bitno mesto kada se radi o profitabilnoj proizvodnji mleka. Prema izveštaju Ministarstva poljoprivrede SAD-a, do 1994. godine zvanični selekcijski indeks, koji se koristio u selekciji mlečnih goveda, u izračunavanje agregatnog genotipa uključivao je samo osobine mlečnosti (Van Raden, 2004).

Visoka proizvodnja mleka, kao rezultat jednosmerne selekcije imala je za posledicu povećanje troškova proizvodnje na račun smanjene plodnosti, otpornosti i opšte funkcionalnosti organizma mlečnih krava (Pryce i Veerkamp, 1999). U prilog ovoj tvrdnji idu i rezultati istraživanja koje su sproveli Dunklee i sar. (1994) i Jones i sar. (1994), koji su utvrdili da superiorna grla u proizvodnji mleka zahtevaju viši nivo nege i imaju veće troškove lečenja, kao i češće javljanje poremećaja poput ketoze, mastitisa i reproduktivnih problema.

Takođe upotreba veštačkog osemenjavanja u drugoj polovini XX veka omogućila je korišćenje manjeg broja superiornih bikova, što je dovelo do povećanja genetskog napretka kod osobina mlečnosti. Negativna strana primene ovog postupka jeste smanjenje efektivne veličine populacije i povećanje koeficijenta inbridinga u populacijama mlečnih goveda. Povećana homozigotnost, kao posledica povećanja inbridinga u populaciji, prvenstveno se negativno refletovala na funkcionalne osobine, a u manjoj meri na osobine mlečnosti. Tako Sewalem i sar. (2006) u svom istraživanju iznose rezultate da koeficijent inbridinga u populaciji holštajn frizijskih goveda u Kanadi raste i da grla koja imaju koeficijent inbridinga ispod 12,5% nemaju povećan rizik od izlučenja, dok grla kod kojih ovaj koeficijent prelazi 12,5% imaju 1,25 puta veći rizik od izlučenja u odnosu na grla koja nisu nastala parenjem u određenom stepenu srodstva.

U poslednjoj deceniji XX veka i prvoj dekadi XXI veka veliki broj istraživanja (Allaire i Gibson, 1992; Dekkers, 1993; Smith i sar., 2000; Harder i sar., 2006; Orpin i Esslemont, 2010) pokazala su da visok stepen neželjenih izlučenja grla iz proizvodnje ima negativan uticaj na ekonomičnost proizvodnje mleka na farmama. Pogačar i sar. (1998) navode da je dugovečnost kao funkcija konstitucije grla i otpornosti na različite bolesti, uz visoku proizvodnost i dobar sastav mleka, vrlo važno svojstvo za ekonomičnu proizvodnju mleka. U skladu sa rezultatima ovih istraživanja i u cilju rešavanja problema vezanih za neželjena isključenja grla, veliki broj zemalja u svoje modele za procenu priplodne vrednosti uključuje funkcionalne osobine (Sewalem i sar., 2008). Ovakav pristup u selekciji doveo je do definisanja odgajivačkih programa koji su težište selekcije izmestili sa osobina mlečnosti na znatno uravnoteženiji pristup, gde se akcenat stavlja na funkcionalne osobine (Miglior i sar., 2005). Sekundarne osobine sa aspekta proizvodnje mleka, danas su postale nezamenjive u definisanju savremenih odgajivačkih programa, čijom realizacijom želimo stići do produktivnog i ekonomičnog grla. Njihov osnovni uticaj na ekonomičnost proizvodnje mleka, nije kroz direktno povećanje produktivnosti grla, već se odnosi na smanjenje troškova proizvodnje, preko zdravlja, otpornosti, vitalnosti i sposobnosti da grla provedu veći broj laktacija u proizvodnji (Bogdanović i sar., 2012).

Od samog početka istraživanja sekundarnih osobina, javile su se određene poteškoće u njihovom pravilnom tumačenju i razumevanju procesa koji utiču na njih. Osnovni problem kod analize osobina dugovečnosti jeste što se ekzaktna vrednost za ovu grupu osobina može imati tek po izlučenju grla, usled čega se značajno produžuje generacijski interval i smanjuje efekat selekcije. Pored ovog problema osobine iz grupe sekundarnih osobina vrlo često imaju nisku varijabilnost (pojava mastitisa, lakoća teljenja, oboljenja određenih organa i sl.), što u značajnoj meri komplikuje njihovu analizu i pravilno tumačenje dobijenih rezultata.

Sprovedeno istraživanje imalo je za cilj da postavi temelje i doprinese razumevanju varijabilnosti i naslednosti osobina dugovečnosti u populaciji crno belih goveda u Srbiji. Na bazi ovog istraživanja mogu se učiniti prvi napori za uključivanje ove grupe osobina u odgajivački program za holštajn frizijsku rasu u Srbiji, kao i za procenu priplodne vrednosti bikova za navedenu grupu osobina.



## **2. Pregled literature**

### **2.1. Značaj osobina dugovečnosti**

Veliki broj razloga je uticao da funkcionalne osobine dođu u žižu stručne i naučne javnosti. Dobar deo ovih razloga se odnosi na uvođenje novih tehnologija i konstantnog napora odgajivača i selekcionera da se poveća dobit po kravi godišnje. Analizom veličine i broja farmi u poslednje dve decenije, kako u svetu tako i kod nas, primećuje se globalni trend povećanja veličine farme, dok se ukupan broj farmi smanjuje. Ovakva tendencija uslovlila je promenu pristupa u upravljanju farmom. Odgajivač koji poseduje manji broj krava, obavlja sve ili veći deo poslova na farmi (muža, hranjenje, praćenje zdravstvenog stanja grla kao i odluke vezane za odgajivanje i selekciju). Ovakav pristup omogućio je vlasniku da sve podatke koji su mu ključni, kada je reč o proizvodnji i ekonomičnosti, dobija neposredno, te je kontrola i vreme reagovanja na potencijalne probleme i situacije znatno kraća.

Nasuprot tome, na velikim farmama koje mogu imati i preko nekoliko hiljada grla, vlasnik ili upravnik farme je samo supervizor i osoba zadužena najvećim delom za organizacioni deo poslova i ekonomsku analizu proizvodnje. U takvim uslovima veliki broj operacija je mehanizovan i obavlja se po tačno utvrđenom redosledu. Čitava proizvodnja se prati putem programskih paketa, koji beleže proizvodnju grla, potrošnju hrane i drugih sredstava neophodnih u proizvodnji mleka, učestalost pojave određenih zdravstvenih problema i sl. U uslovima ovakvog upravljanja farmom do izražaja dolaze funkcionalne osobine. Zbog većeg broja životinja koje se najčešće drže slobodno u grupama, nemoguće je svim grlima posvetiti dovoljno pažnje te je učestalost zdravstvenih poremećaja (mastitisa, laminitisa, indigestija) i problema vezanih za reprodukciju (tihi estrus, anestrija, disfunkcija jajnika) znatno veća nego na malim farmama. U ovim situacijama zbog neuočavanja problema na vreme, vrlo često dolazi do izlučenja grla iz proizvodnje, što ima negativan uticaj na poslovanje čitave farme. Negativan uticaj na ekonomičnost proizvodnje se vezuje za rast troškova (troškovi lečenja i nege, gubici u proizvodnji) usled pojave navedenih poremećaja kod grla, pri čemu se ne smeju zanemariti ni troškovi koji nastaju usled narušavanja svakodnevnih procedura rada sa ostalim delom stada (Boettcher, 2005).

Kada govorimo o funkcionalnim osobinama i njihovom uticaju na proizvodnju mleka, kao i na samu ekonomičnost ove grane stočarske proizvodnje, postoji nekoliko ključnih aspekata na koje treba obratiti pažnju (Boettcher, 2005):

- Smanjenje broja neželjenih isključenja doprinosi promeni strukture zapata, usled čega dolazi do povećanja udela životinja koje se nalaze u kasnijim laktacijama. U kasnijim laktacijama grla imaju višu proizvodnju u odnosu na prve laktacije. Određeni broja autora u ovakvom scenariju vidi uštedu u hrani, usled smanjenja broja mladih grla koja imaju veće potrebe u proteinima i energiji za razvoj i dostizanje potpune zrelosti i razvijenosti.
- Smanjenjem broja neželjenih izlučenja smanjuju se troškovi zamene izlučenih grla. Ovi troškovi se definišu kao razlika cene odgoja (ili tržišne cene visoko steone junice) i cene za koju je prodato izlučeno grlo. Dobar deo stručnjaka se ne slaže sa ovako izvedenom računicom, jer se zanemaruje gubitak koji nastaje usled preranog izlučenja grla iz proizvodnje, tj. nedostizanja laktacija u kojima grla ostvaruju najvišu proizvodnju.
- Unapređenjem funkcionalnih osobina smanjuju se troškovi lečenja životinja, kao posledica ređih pojava mastitisa, laminitisa, metaboličkih poremećaja i drugih zdravstvenih problema. Pored troškova lečenja ne smeju se zapostaviti i gubici koji nastaju u navedenim situacijama, kao posledica smanjenja produktivnosti grla ili usled nemogućnosti prodaje mleka zbog prisustva ostataka antibiotika i drugih terapeutika sa karencom.
- Smanjenjem broja neželjenih izlučenja otvara se prostor za povećanje željenih (seleksijskih ili planskih) izlučenja, odnosno mogu se postaviti strožiji kriterijumi prilikom odabira životinja koje će biti roditelji naredne generacije. Na ovaj način povećava se udeo željenih izlučenja u ukupnom broju izlučenih grla. Ovaj slučaj se posebno odnosi na grla ženskog pola, tj. junice i krave.
- Sa podizanjem svesti potrošača, sve veći akcenat tržišta stavlja se na dobrobit i uslove u kojima grla proizvode. Funkcionalne osobine u ovom segmentu imaju ključnu ulogu, posebno kada je reč o pojavi mastitisa i laminitisa. U savremenoj govedarskoj proizvodnji ove dve bolesti su vrlo česte, te je zdravlje i dobrobit određenog broja grla ugrožena.

- Produženjem produktivnog života grla, produžuje se njihovo zadržavanje u proizvodnji, što dovodi do produženja generacijskog intervala i smanjenja efekta selekcije za godinu.

Težnja najvećeg broja odgajivača mlečnih goveda je da konstantno rade na povećanju produktivnosti svojih zapata, tj. da postoji pozitivan fenotipski i genetski trend kada je reč o osobinama mlečnosti. Ova težnja je blisko povezana sa procesom izlučenja grla iz proizvodnje. Tako je Allaire (1981) u svom istraživanju uticaja izlučenja na efekat selekcije kod osobina mlečnosti, utvrdio da je za postojanje pozitivnog genetskog napretka neophodno postojanje željenih izlučenja, odnosno idealna situacija bi bila kada bi sva izlučenja bila željena (selekcijaska). U suprotnom, odsustvo selekcijskih izlučenja dovelo bi do zanemarljivog genetskog napretka u zaptima mlečnih krava, te bi jedini način koji bi omogućio značajniji genetski napredak bio korišćenje superiornih bikova i kupovina superiornih ženskih grla iz drugih zapata. Drugi predloženi metod za povećanje genetskog napretka nije posledica selekcije, već imigracije (unošenja) gena. Kao prepreke ovakvom modelu zasnovanom na selekcijskim izlučenjima u zaptima mlečnih goveda, javljaju se tri momenta (Hill, 1980):

- Niska reproduktivna efikasnost mlečnih krava. Zbog visoke mlečnosti i čestih problema u reprodukciji, u zaptima mlečnih krava se dobija manje od jednog teleta po kravi godišnje, te je smanjen broj junica dostupnih za zamenu.
- Visok udeo neželjenih izlučenja. U zaptima mlečnih krava broj neželjenih izlučenja u velikoj meri prevazilazi udeo željenih izlučenja.
- Maksimalna proizvodnja postiže se u kasnijim laktacijama, te usled visokog stepena neželjenih izlučenja, se smanjuje udeo krava koje se nalaze u kasnijim laktacijama.

Dobra ispoljenost osobina dugovečnosti je jako poželjna osobina u zaptima mlečnih krava. Ove osobine se nalaze u pozitivnoj korelaciji sa profitom ostvarenim po kravi ili po danu produktivnog života (Ducrocq, 1987).

## **2.2. Proces izlučenja mlečnih krava**

Donošenje odluke o izlučenju mlečnih grla iz proizvodnje predstavlja vrlo kompleksan proces. Za donošenje ovakve odluke neophodno je obuhvatiti i analizirati veliki broj faktora koji utiču na ekonomičnost proizvodnje. Na proces donošenja odluke o izlučenju utiču i biološki i organizacioni faktori. Odgajivač, odnosno lice koje upravlja farmom, prilikom donošenja odluke o izlučenju nekog grla iz proizvodnje mora imati u vidu nekoliko važnih parametara (Dürr, 1997):

- starost grla i faza laktacije u kojoj se grlo nalazi;
- mlečnost životinje u odnosu na prosek stada kao i na potencijalnu mlečnost životinje koja bi je trebala zameniti u proizvodnji;
- opšte zdravstveno stanje grla;
- mogućnost životinje da normalno uđe u reproduktivni ciklus i da ostane steona;
- priplodna vrednost životinje kao i osobine tipa i konformacije i njihova usklađenost sa odgajivačkim ciljem zapata;
- raspoloživost (cena) grla koja će zauzeti mesto izlučene životinje u proizvodnji;
- temperament i socijalni status grla u stadu.

Takođe ekonomski razlozi imaju veliki uticaj na odluku da li i kada dato grlo treba izlučiti iz proizvodnje. Kao najvažniji ekonomski faktori koji utiču na donošenje odluke o izlučenju navode se cena mleka, cena izlučenog grla kao i cena i dostupnost junica za zamenu izlučenog grla (McCullough i Delorenzo, 1996).

## **2.3. Najvažniji razlozi izlučenja mlečnih krava**

Pod izlučenjem grla iz proizvodnje se podrazumeva situacija kada grlo napušta zapat zbog prodaje drugoj farmi, radi ekonomskog iskorišćavanja u klanici ili zbog uginuća (Fetrow, 2006). U prvoj situaciji grla napuštaju zapat živa, tj. prodaju se drugoj farmi na kojoj ta grla nastavljaju proizvodnju mleka, teladi ili embriona. U analizi razloga izlučenja ovim izlučenjima treba posvetiti posebnu pažnju, jer se vrlo često ovakva grla nepravilno tretiraju u analizi. Grla koja se prodaju klanici ne mogu više da proizvode ili nemaju ekonomski isplativu proizvodnju mleka, te se koriste za proizvodnju mesa. Određeni deo grla uginu neposredno na farmi usled poremećaja zdravlja ili povreda.

Prilikom evidencije razloga izlučenja, odgajivači često imaju ograničen broj razloga koje mogu dodeliti izlučenom grlu, koje nije jednostavno razvrstati u jasno odvojene kategorije. Tako na primer, kao razlog izlučenja može se evidentirati oboljenje mlečne žlezde u slučaju kad grlo ima problem sa mastitisom, kao i u slučaju kada je došlo do fizičke povrede papile koja će kasnije usloviti lakši prodor mikroorganizama koji će izazvati upalu mlečne žlezde. U oba slučaja koristi se isti razlog za izlučenje, iako se suštinski radi o vrlo različitim situacijama.

Često razlog izlučenja nije samo jedan, već kombinacija većeg broja razloga koji su uslovili donošenje odluke o izlučenju grla iz proizvodnje. Prilikom evidentiranja izlučenja grla u najvećem broju slučajeva se navodi jedan razlog izlučenja, što često nije dovoljno ako želimo uraditi kvalitetnu i preciznu analizu i želimo biti sigurni u dobijene rezultate. U situaciji kada grlo usled mastitisa izgubi sposobnost sinteze mleka u jednoj ili više četvrti vimena i usled toga bude izlučeno, kao razlog izlučenja može biti navedena niska proizvodnja, što svakako nema veze sa realnom situacijom i razlogom izlučenja. U ovakvim situacijama kao način za povećanje sigurnosti prilikom analiziranja razloga izlučenja, navodi se mogućnost upotrebe sekundarnih, pa čak i tercijarnih razloga za izlučenje jednog grla (Dürr, 1997; Bascom i Young, 1998). Bascom i Young (1998) u istraživanju koje su sprovedeli, na manjem broju stada u Novoj Engleskoj, su omogućili odgajivačima da unesu veći broj razloga izlučenja za jedno grlo. Odgajivači su u 35% slučajeva uneli dva razloga izlučenja za grlo, dok je 11% izlučenih grla imalo čak tri razloga izlučenja. U skladu sa ovim istraživanjem skoro 50% svih izlučenja ne bi bilo adekvatno evidentirano da je korišćen samo jedan razlog izlučenja.

Krave mogu biti izlučene u različitom životnom i produktivnom uzrastu, a razlozi izlučenja mogu biti veoma različiti. Beaudeau i sar. (1993) analizirajući razloge izlučenja utvrdili su da je više od polovine izlučenja mlečnih krava povezano sa zdravstvenim poremećajima. U SAD-u udeo izlučenih grla zbog zdravstvenih problema ide i do 79% i u najvećoj je meri posledica reproduktivnih poremećaja i povreda (Hadley i sar., 2006). Radi precizne analize razloga izlučenja iz proizvodnje i donošenja adekvatnih korektivnih mera na osnovu rezultata analize, neophodno je razloge izlučenja razvrstati u određene kategorije. U tabeli 1 prikazana je podela razloga izlučenja grla prema Allaire i sar. (1976) sa preciznijim objašnjenjima potkategorija koje se nalaze u okviru datog razloga.

Tabela 1: Razlozi izlučenja prema Allaire i sar. (1976)

| <b>Redni broj</b> | <b>Razlog izlučenja</b> | <b>Potkategorije u okviru razloga</b>   |
|-------------------|-------------------------|---|
| 1.                | Reprodukcija            | Slaba koncepcija, cistični jajnici, pobačaj, frimartinizam, sterilitet junica, problemi pri teljenju, druge bolesti reproduktivnog trakta |
| 2.                | Proizvodnja             | Niska proizvodnja   |
| 3.                | Mlečni karakter         | Temperament, mali protok mleka, slaba perzistencija   |
| 4.                | Mastitis                | -   |
| 5.                | Bolesti                 | Infektivne bolesti, pneumonia, dijareja, ketoza, druge bolesti  |
| 6.                | Nesrećni slučaj         | Povrede, udar groma, ostalo   |
| 7.                | Eksterijer              | Vime, noge, okvir   |
| 8.                | Višak grla              | Prodaja farmama za dalju mužu ili klanicama za proizvodnju mesa   |
| 9.                | Opšte zdravlje          | Mala telesna masa, gubitak apetita, starost   |

Ova podela nije opšte prihvaćena, pa je najveći broj autora klasifikovao razloge na sopstveni način. Tako su Bascom i Young (1998) ispitujući razloge izlučenja grla iz proizvodnje u pojedinim oblastima SAD-a, razloge izlučenja klasifikovali u nekoliko kategorija, i to: reprodukcija (sterilitet), proizvodnja, mastitis, uginuće, prodaja drugim farmama, vime (osobine konformacije vimena), visok broj somatskih ćelija, problemi sa nogama i papcima, pobačaj, osobine tipa i temperament. Nacionalni centar za praćenje zdravlja životinja (NAHMS) u SAD-u 2002. je izdao publikaciju u kojoj je razloge izlučenja grla svrstao u 7 kategorija koje ne obuhvataju uginuća: problemi sa vimenom i mastitisom, laminitis i povrede ekstremiteta, reproduktivni problemi, niska proizvodnja koja nije u vezi sa drugim poremećajima, agresivnost i druge bolesti.

Pored podele prema pojedinim razlozima izlučenja, danas je podela na planska (željena) i neplanska (neželjena, iznuđena) izlučenja postala opšte prihvaćena od najvećeg broja istraživača i praktičara. Odnos između planskih i neplanskih izlučenja ima direktan uticaj na profitabilnost proizvodnje mleka (Allaire i Cunningham, 1980). Kod planskih izlučenja odgajivač donosi odluku o izlučenju grla, i to najčešće u momentu kada proceni da životinja više nije ekonomična ili je manje ekonomična u odnosu na životinju koja će zauzeti njeno mesto u proizvodnji. Kod neplanskih uzroka izlučenja odgajivač nema mogućnost izbora i često mora izlučiti krave s visokom proizvodnjom ili potencijalom za visoku proizvodnju.

U tabeli 2 dati su razlozi izlučenja raspoređeni u planske i neplanske.

Tabela 2: Planski i neplanski razlozi izlučenja (Seegers i sar., 1998; De Vries, 2003)

| <b>Razlog izlučenja</b> | <b>Plansko</b> | <b>Neplansko</b> |
|-------------------------|----------------|------------------|
| Reprodukcija            | ponekad        | većinom          |
| Niska proizvodnja       | da             | -                |
| Mlečni karakter         | da             | -                |
| Mastitis                | ponekad        | većinom          |
| Bolesti                 | ponekad        | većinom          |
| Nesreća/uginuće         | -              | da               |
| Eksterijer              | većinom        | ponekad          |
| Višak                   | da             | -                |
| Opšte zdravlje          | većinom        | ponekad          |

Iz date podele se primećuje da se u planska izlučenja uvek svrstavaju izlučenja nastala iz selekcijskih razloga (niska proizvodnja, neadekvatan mlečni karakter i grla koja su suvišna) te se često sa pravom ova izlučenja nazivaju selekcijskim. Između ostalih ne postoji jasna granica kada se radi o planskom a kada o neplanskom izlučenju, mada određene kategorije više naginju jednoj, odnosno drugoj grupi razloga. U takvim situacijama kontekst svakog grla je presudan u svrstavanju razloga izlučenja u pomenute kategorije.

Prema istraživanjima većeg broja autora ukupna izlučenja, uključujući i uginuća, imaju svoju vrednost od 32-36% u odnosu na prosečan broj grla u zapatu u toku jedne godine (Dürr, 1997; Seegers i sar., 1998; Pinedo i sar., 2010; Chiumia, 2011; Stojić i sar., 2012). Najveći deo izlučenja krava iz proizvodnje odnosi se na neželjena isključenja, koja mogu imati udeo i 2,5 puta veći u odnosu na planska (Pinedo i sar., 2010). U prilog ovoj tvrdnji idu i rezultati koje su u svom istraživanju utvrdili Stojić i sar. (2013). Oni su utvrdili da samo izlučenja zbog oboljenja ekstremiteta i papaka su bila dva puta veća od selekcijskih izlučenja prvotelki crno-belih krava u Srbiji. Glavni razlozi koji dovode do neplanskih izlučenja krava iz proizvodnje su reproduktivni poremećaji, mastitisi, oboljenja nogu i papaka i povrede (Nienartowicz-Zdrojewska i sar., 2009; Pinedo i sar., 2010; Chiumia, 2011; Ansari-Lari i sar., 2012; Stojić i sar., 2012).

U tabeli 3 su prikazani najčešći razlozi izlučenja koje su utvrdili autori u svojim istraživanjima koja su se bavila ovom problematikom.

Tabela 3: Udeo krava holštajn rase u zavisnosti od razloga izlučenja

| Autor                          | Godina | Broj krava | Razlozi izlučenja (%) |                   |                 |                   |                   |                  |                  |                   |
|--------------------------------|--------|------------|-----------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|
|                                |        |            | <sup>a</sup> REPRO    | <sup>b</sup> NOGE | <sup>c</sup> ML | <sup>d</sup> MAST | <sup>e</sup> UGIN | <sup>f</sup> POV | <sup>g</sup> TIP | <sup>h</sup> PROD |
| Dentine i sar.                 | 1987a  | 232150     | 9,2                   | -                 | 39,2            | 6,7               | 4,9               | -                | -                | 22,9              |
| Falk i Fuez                    | 1996   | -          | 26,7                  | -                 | 22,4            | 26,5              | -                 | -                | -                | -                 |
| Seegers i sar.                 | 1998   | 5133       | 28,5                  | 2,7               | 16,6            | 12,4              | -                 | 3,9              | -                | 25,4              |
| MDC                            | 1999   | 30782      | 22,7                  | 5,9               | 9,8             | 15,3              | 1,7               | 3,5              | -                | 8,1               |
| NAHMS                          | 2002   | -          | 26,5                  | 16,3              | 19,3            | 26,9              | -                 | -                | -                | -                 |
| Moussavi                       | 2008   | -          | 25,65                 | 3,99              | 7,01            | 4,96              | 0,61              | -                | -                | 6,9               |
| Mohammad i sar.                | 2009   | 1612       | 34,9                  | 8,3               | 0,4             | 9,6               | -                 | 2,9              | 0,1              | -                 |
| Nienartowicz-Zdrojewska i sar. | 2009   | 970        | 18,9                  | -                 | 5,4             | 11,5              | -                 | 2,1              | -                | 1,4               |
| Pytlewski i sar.               | 2010   | 868        | 29,15                 | 5,53              | 4,61            | 7,26              | 8,87              | -                | -                | -                 |
| Stojić i sar.                  | 2012   | 3060       | 8,6                   | 28,4              | -               | 3,5               | -                 | -                | -                | -                 |
| Pinedo i sar.                  | 2014   | 117383     | 3,2                   | -                 | 11,5            | 5,2               | 5,2               | 3,7              | -                | 29,8              |

<sup>a</sup>REPRO- neplodnost i problemi u reprodukciji; <sup>b</sup>NOGE-problemi sa papcima i nogama; <sup>c</sup>ML-niska proizvodnja; <sup>d</sup>MAST-obiljenja i povrede vimena; <sup>e</sup>UGIN-uginuća; <sup>f</sup>POV-izlučenja usled povreda; <sup>g</sup>TIP-seleksijska izlučenja zbog eksterijera (osobina tipa); <sup>h</sup>PROD-grla prodana kao višak koja su dalje nastavila proizvodnju na drugim farmama, MDC- Savet za unapređenje proizvodnje mleka u Velikoj Britaniji, NAHMS- Nacionalni centar za praćenje zdravlja životinja u SAD-u;



Rezultati istraživanja pokazuju da su dominantni razlozi izlučenja grla iz proizvodnje vezani za reproduktivne probleme, oboljenja vimena kao i oboljenja papaka i nogu (Falk i Fuez, 1998; NHAMS, 2002; Nienartowicz-Zdrojewska i sar., 2009; Pytlewski i sar., 2010). Pored navedenih razloga izlučenja, visok udeo među razlozima može imati i prodaja grla drugim farmama gde ona nastavljaju proizvodnju (Dentine i sar., 1987a; Seegers i sar., 1998; Pinedo i sar., 2014)

Ovakva struktura izlučenja se donekle menja sa uključivanjem u analizu uticaja nivoa mlečnosti i tipa držanja životinja. Tako su Beaudreau i sar. (1993) ustanovili da vezani sistem držanja utiče na povećanje izlučenja izazvana mastitisima i distorzijama, ali nisu uticala na izlučenja izazvana metaboličkim poremećajima ili bolestima lokomotornog aparata.

Ako posmatramo rezultate istraživanja koja su ispitivala uticaj laktacije po redu na razloge izlučenja, uočavamo da se dominantni razlozi izlučenja menjaju po laktacijama. Tako dominantni razlozi za izlučenje prvotelki su selekcijski razlozi (najčešće niska proizvodnja) i problemi u reprodukciji (Seegers i sar., 1998; Stojić i sar., 2012). Od ukupnog broja izlučenih životinja u toku jedne godine prvotelke su činile od 20 do 35% (Maher i sar., 2008; Pinedo i sar., 2010; Chiumia, 2011). Takođe kada je reč o prvotelkama, ustanovljeno je da se ranije izlučuju prvotelke koje su kasnije ostale steone prvi put, zbog većeg rizika od niske proizvodnje, kao i one sa slabije ispoljenim tipskim karakteristikama (Dürr, 1997).

Najveći rizik od isključenja po rezultatima koje je izneo Fetrow i sar. (2006) nastaje u ranoj fazi laktacije i nakon 420 dana od teljenja. Ispitujući uticaj nivoa mlečnosti na farmama Stojić i sar. (2013) su ustanovili da na farmama sa višom proizvodnjom mleka prvotelke su dominantno izlučivane zbog obolenja nogu i papaka (32.5%), a potom problema sa reprodukcijom (19.9%), metaboličkim poremećajima (11%), kao i iz selekcijskih razloga (10.6%). Na farmama sa nižom proizvodnjom dominantan razlog izlučenja su bili selekcijski razlozi (44.6), oboljenja nogu (22.3%) i metabolički poremećaji (16.7%).

U narednim laktacijama primat kod izlučenja preuzimaju reproduktivni problemi kao i problemi sa nogama i papcima (Nienartowicz-Zdrojewska i sar. 2009; Stojić i sar. 2012). Do sličnih rezultata došli su Seegers i sar. (1998). Oni su utvrdili da se sa porastom mlečnosti grla povećava broj grla izlučenih zbog problema sa reprodukcijom i poremećaja

funkcije mlečne žlezde, ali se smanjuje broj grla koji je prodat drugim farmama za dalju proizvodnju.

#### **2.4. Ekonomski značaj osobina dugovečnosti**

U proizvodnji mleka jedan od najvažnijih zadataka savremenih odgajivačkih programa jeste povećanje profitabilnosti ove grane stočarske proizvodnje (Essl, 1998). Profitabilnost proizvodnje mleka nije previše promenljiva veličina i na nju utiče jako veliki broj faktora, koji prave razliku između profitabilne i neprofitabilne proizvodnje u dužem vremenskom periodu. Ekonomska vrednost osobine predstavlja povećanje u profitu za svaku jedinicu genetskog unapređenja osobine kao rezultat selekcije, dok ostale osobine ostaju nepromenjene (Hazel, 1943).

Savremeni odgajivački programi u definisanje odgajivačkih ciljeva uključuju veliki broj osobina koje imaju ekonomski uticaj na proizvodnju mleka, poput reproduktivnih osobina, osobina dugovečnosti, efikasnosti iskorišćavanja hrane (Carlén i sar., 2005; Miglior i sar., 2005). Osobine dugovečnosti su u visokoj korelaciji sa profitabilnošću proizvodnje mleka (Beaudeau i sar., 2000). Tako Jairrath i Dekkers (1994) navode da dužina produktivnog života ima ekonomsku vrednost koja čini više od 50% ekonomske vrednosti osobina mlečnosti. Iz tog razloga današnji odgajivački programi su koncipirani tako da se direktnom selekcijom žele unaprediti osobine dugovečnosti.

U najvećem broju situacija (sem u slučajevima teških poremećaja zdravstvenog stanja grla), odluka o izlučenju nekog grla iz proizvodnje je ekonomska odluka koju donosi odgajivač, procenjujući da će grlo koje će zameniti izlučeno biti profitabilnije (Van Arendonk, 1998).

Osobine dugovečnosti utiču na profitabilnost proizvodnje mleka, i to ne toliko kroz povećanje same proizvodnje, već kroz smanjenje troškova proizvodnje, pre svega zbog manjih troškova gajenja grla za zamenu i većeg broja grla u kasnijim, profitabilnijim laktacijama. Pored navedenog, direktna selekcija na osobine dugovečnosti dovodi do smanjenja pojave određenih zdravstvenih poremećaja, koji su vrlo često razlog neplanskih izlučenja. Smanjenjem broja neplanskih izlučenja povećava se mogućnost povećanja selekcijskih (planskih) izlučenja i povećanja efekta selekcije. Tako su Renkema i Stelwagen (1979) ispitujući ekonomski efekat smanjenja neželjenih izlučenja,

utvrdili da povećanje produktivnog života sa 3,3 godina na 5,3 godina donosi 20% veći profit farmi na godišnjem nivou. Do sličnih rezultata došao je i Strandberg (1996) koji je utvrdio da povećanje produktivnog života sa 3 na 4 laktacije dovodi do povećanja prosečnog prinosa mleka po laktaciji, kao i povećanje profita između 11 i 13%. Rogers i sar. (1988) su u svom istraživanju utvrdili da se smanjenjem neplanskih izlučenja za jednu kravu na sto krava povećava profit farme za 750-900\$ na godišnjem nivou.

Visscher i sar. (1994) su istraživali uticaj stope preživljavanja u populaciji holštajn krava u Australiji na ekonomičnost proizvodnje mleka i utvrdili da se sa povećanjem stope preživljavanja za 1% povećava profit za 1,35 do 4,9\$ po kravi godišnje. Do sličnih rezultata su došli i Vargas i sar. (2002) u populaciji holštajn krava u Kostariki. Oni su utvrdili da se sa povećanjem stope preživljavanja za 1% profit po kravi godišnje prosečno povećava za 2,42\$.

Ispitujući ekonomske parametre farmi u Ontariju, Dekkers (1991) je utvrdio da bi za optimalne ekonomske rezultate u proizvodnji mleka, stopa izlučenja trebala biti 30,1%, od čega bi bar 50% od ukupnih izlučenja trebala biti selekcijska izlučenja. Van Raden i Wiggans (1995) su u svom istraživanju utvrdili da je odnos između relativnih ekonomskih vrednosti između osobina mlečnosti i trajanja produktivnog života prosečno iznosio 2,5:1, a imao je svoje vrednosti od 0,8:1 do 8:1, u zavisnosti od okolnosti u kojima su grla proizvodila i korišćenog metoda za izračunavanje relativnih ekonomskih vrednosti osobina.

Istražujući ekonomsku vrednost osobina definisanih odgajivačkim programom za holštajn frizijsku rasu u Češkoj, Wolfova i sar. (2007) su utvrdili da produženje produktivnog života za jednu godinu po kravi prosečno povećava profit od 74 eura po grlu godišnje. Do sličnih rezultata su došli Krupa i sar. (2006) koji su utvrdili da se sa povećanjem funkcionalne dugovečnosti povećava granični profit za 66 eura po grlu godišnje.

## **2.5. Pojam i pokazatelji dugovečnosti**

Analizirajući istraživanja sprovedena u prethodnih nekoliko decenija, uočava se da su osobine dugovečnosti različito definisane, što ukazuje da nije jednostavno definisati osobine koje na pravilan i uniforman način kvantifikuju osobine dugovečnosti. Život jednog mlečnog grla se sastoji iz dve faze. Prvu fazu čini period od rođenja do prvog

teljenja. Ovu fazu karakteriše rast, polno sazrevanje i prva koncepcija. Sa ekonomskog aspekta ova faza predstavlja neproduktivni deo života grla i u ovoj fazi grlo predstavlja trošak, tj. investiciju. Nakon prvog teljenja nastupa prva laktacija, tj. produktivni period života kada grlo počinje da vraća uložena sredstva kroz mleko i telad koju proizvodi. Sa gledišta analize dugovečnosti ovaj drugi period se nalazi u fokusu istraživača.

Postoji nekoliko pristupa kada je reč o shvatanju i definisanju osobina dugovečnosti. Prve definicije dugovečnosti su odredile dugovečnost kroz broj laktacija koje su grla ostvarila i ovo je vrlo precizna mera pravog produktivnog života (White i Nichols, 1965). Međutim ovako definisane osobine dugovečnosti nisu najpreciznije tretirale proizvodnu stranu životinje, odnosno nije isto ako su dva grla u toku svog proizvodnog života ostvarila 6 laktacija, pri čemu je jedno grlo ostvarilo 6 laktacija za 6 godina ili 6 laktacija za 8 godina.

Everett i sar. (1976) uvode termin preživljavanje (stayability), koji će kasnije biti korišćen u velikom broju istraživanja. Pojam preživljavanja definisan od strane ovih autora, podrazumeva sposobnost grla da preživi određen uzrast, odnosno dob u produktivnom životu. Oni su sposobnost preživljavanja definisali kao 5 osobina, tj. pratili su preživljavanje grla u uzrastima od 36, 48, 60, 72 i 84 meseci života. Ovako definisana osobina spada u grupu binarnih osobina, tj. može imati samo dve vrednosti. Vrednost 0 ove osobine ukazuje da je grlo preživelo izlučenje do određenog perioda, a vrednost 1 da je izlučeno. Vrlo sličan metod za kvantifikovanje dugovečnosti su koristili Van Doormal i sar. (1985). Oni su sposobnost preživljavanja pratili od 17, 30, 43 i 55 meseci nakon prvog teljenja. Uključivanjem kriterijuma da se sposobnost preživljavanja prati nakon prvog teljenja isključila je uticaj grla koja su izlučena ili uginula pre prvog teljenja, odnosno nisu imale nikakve podatke o proizvodnji. Jedan od najvećih nedostaka ovog metoda jeste određivanje tačke ili praga (uzrast u mesecima), koji razdvajaju klase u kojima se prati preživljavanje. Konkretno vrednosti koje su uzeli različiti istraživači varirale su u zavisnosti od istraživača, populacije, godine istraživanja, tj. bile su daleko od uniformnih vrednosti. Sledeći uslovno rečeno nedostatak ovog metoda jeste pravljenje velike razlike između grla koje je isključeno dan pred određeni kritični uzrast i grla koje je isključeno dan nakon tog kritičnog uzrasta. Primenom ovog metoda ova grla se različito tretiraju iako nema suštinske razlike između njihovih dugovečnosti i ovo nosi određenu grešku prilikom analize ovakvih podataka. Takođe sama priroda definisanja osobina

dugovečnosti kao binarnih osobina ima za posledicu gubitak informacija, jer se dugovečnost nekog grla posmatra samo kroz vrednosti 0 i 1. Potencijalni problem prilikom analize ovakvih podataka može biti upotreba metoda koji se baziraju na kontinuelnim raspodelama, a koristimo ih za analizu binomnih podataka (Raguž, 2012).

Adekvatniji i precizniji način evidentiranja i analiziranja osobina dugovečnosti, jeste ako se ove osobine izraze kao vreme koje je grlo provelo u zapatu, zatim uzrasta prilikom izlučenja ili trajanje produktivnog života (Dürr, 1997), odnosno kao vreme između dve vremenske tačke, od čega je prva najčešće datum rođenja ili prvog teljenja, a druga datum izlučenja (Raguž, 2012).

U svom istraživanju Dekkers i Jairath (1994), svrstali su definicije osobina dugovečnosti u tri kategorije:

- 1) Osobine koje se odnose na dužinu produktivnog ili ukupnog života (vremenski period od prvog teljenja do izlučenja, period od prvog do poslednjeg teljenja, broj teljenja ili broj ostvarenih laktacija).
- 2) Verovatnoća preživljavanja određenog uzrasta, broja laktacija ili proizvodnog kriterijuma (stayability).
- 3) Preživljavanje unutar svake laktacije (survival score).

Pored ove podele, još jedna podela je postala prihvaćena od većeg broja istraživača. Tu podelu dao je Vollema (1998). On je podelio osobine vezane za produktivni život u 4 kategorije:

- 1) Dužina života ili određenih faza merena na kontinualnoj vremenskoj skali:
  - a) Ukupan život-vremenski period između rođenja i izlučenja grla;
  - b) Trajanje produktivnog života-vremenski period između prvog teljenja i izlučenja;
  - c) Životna proizvodnja mleka-količina mleka koju je grlo dalo u svim laktacijama koje je ostvarilo;
  - d) Broj dana u laktaciji-zbir trajanja svih laktacija koje je grlo ostvarilo;
  - e) Broj ostvarenih laktacija.
- 2) Osobine definisane kao preživljavanje (stayability):
  - a) Preživljavanje u okviru određenog uzrasta izraženog u mesecima;

- b) Preživljavanje u okviru određenog uzrasta izraženog u mesecima nakon prvog teljenja;
  - c) Sposobnost preživljavanja određene laktacije.
- 3) Funkcionalna dugovečnost- trajanje produktivnog života korigovano na proizvodnju grla.
- 4) Ostale definicije:
- a) Ukupan broj meseci u laktaciji u uzrastu od 84 meseca;
  - b) Sposobnost preživljavanja između uzastopnih laktacija.

Kao glavni problem kod analize osobina dugovečnosti jeste postojanje određenog broja grla koja nisu izlučena u trenutku analize, tj. grla koja u tom trenutku imaju nepoznato trajanje produktivnog života. U literaturi se ovakvi zapisi tretiraju kao nepotpuni. Kao potencijalno rešenje ovog problema Van Raden i Klaaskate (1993) su predložili da se vrši korekcija produktivnog života na sličan način kako se to radi kod osobina mlečnosti u standardnoj laktaciji. Znatno bolje rešenje za ovakve podatke jeste tzv. cenzurisanje (Famula, 1981; Wolinetz i Bins, 1983). O ovom postupku biće više reči u segmetu vezanom za analizu preživljavanja.

Ducrocq (1987) je definisao dva tipa dugovečnosti koja su od posebnog značaja za odgajivače, i to:

- 1) Prava dugovečnost - predstavlja sposobnost krave da ne bude izlučena bez obzira na razlog izlučenja.
- 2) Funkcionalna dugovečnost - predstavlja sposobnost krave da izbegne neželjeno izlučenje, odnosno izlučenje koje nije povezano s njenom vlastitom proizvodnjom. Najčešće se vezuje za sposobnost grla da izbegne izlučenja uslovljena sterilitetom, mastitisom i dr.

## **2.6. Genetski parametri osobina dugovečnosti**

Procena genetskih parametara osobina dugovečnosti bila je predmet velikog broja istraživanja u poslednje dve decenije. Koeficijenti naslednosti i genetskih korelacija za osobine dugovečnosti izračunati su na setovima podataka koji su pripadale različitim genotipovima, kao i primenom različitih metoda i modela. U naredna dva poglavlja biće predstavljeni rezultati većeg broja istraživanja u sažetom obliku.

### **2.6.1. Naslednost osobina dugovečnosti**

U svojim istraživanjima autori su osobine dugovečnosti definisali na različite načine. Već je naglašeno u prethodnom poglavlju da su Dekkers i Jairath (1994) definicije osobina dugovečnosti podelili u tri kategorije, dok je Vollema (1998) u svom istraživanju zaključio da se u istraživanjima osobina dugovečnosti, kao mere najčešće koriste dužina života (PL), dužina produktivnog života (LPL) životna proizvodnja mleka (LMY) i broj laktacija (NL). U tabeli 4 date su vrednosti heritabiliteta osobina dugovečnosti, publikovani od strane autora koji su istraživali ovu problematiku na kravama iz različitih populacija holštajn frizijske rase.

Tabela 4: Vrednosti heritabiliteta nekorigovanih osobina dugovečnosti

| Autor                 | Godina | Broj grla | Osobina |       |       |       | Metod                      | Napomena                    |
|-----------------------|--------|-----------|---------|-------|-------|-------|----------------------------|-----------------------------|
|                       |        |           | PL      | LPL   | LMY   | NL    |                            |                             |
| Hoque i Hodges        | 1980   | 30738     |         | 0,100 | 0,110 | 0,090 | LM, metod LS, model oca    |                             |
| Dentine i sar.        | 1987b  | 23792     | 0,040   |       |       |       | LM, REML, model oca        | Kombinovni podaci           |
|                       |        | 15858     | 0,030   |       |       |       |                            | Kontrolisana populacija     |
|                       |        | 7924      | 0,030   |       |       |       |                            | Ocenjena grla               |
| Ducrocq               | 1987   | 87338     | 0,090   |       |       |       | SA, proporcionalnih rizika | Vrednost $h^2$ na log skali |
| Boldman i sar.        | 1992   | 53830     | 0,030   |       |       |       | LM, model oca              |                             |
| Strandberg            | 1992   | 12027     |         | 0,050 |       |       | LM, model oca              | REML, multitrait            |
| Jairath i sar.        | 1994   | 383097    |         | 0,080 |       | 0,070 | LM, model oca              |                             |
| Vollema i Groen       | 1996   | 38957     | 0,035   | 0,035 | 0,104 | 0,032 | LM, model oca              | Grla rođena u 1985          |
|                       |        |           | 0,036   | 0,036 | 0,087 | 0,036 | LM, model individue        | Grla rođena u 1985          |
| Boettcher i sar.      | 1998   | 674404    |         | 0,037 |       |       | LM, model oca              |                             |
| Vollema i sar.        | 2000   | 118282    |         | 0,110 |       |       | SA, Weibull                | Vrednost $h^2$ na log skali |
| Buenger i sar.        | 2001   | 169733    |         | 0,120 |       |       | SA, Weibull                | Vrednost $h^2$ na log skali |
|                       |        |           |         | 0,170 |       |       |                            | Vrednost $h^2$ na org skali |
| Roxström i Strandberg | 2002   | 538783    |         | 0,100 |       |       | SA, Weibull                | Vrednost $h^2$ na log skali |
| Roxström i sar.       | 2003   | 733492    |         | 0,135 |       |       | SA, Weibull                | Vrednost $h^2$ na log skali |
| Van der Linde i sar.  | 2006   |           |         | 0,040 |       |       | SA, Weibull                | Vrednost $h^2$ na org skali |
| Back i Lidauper       | 2007   | 904769    |         | 0,090 |       |       | SA, Weibull                | Vrednost $h^2$ na log skali |
| Potočnik i sar.       | 2011   | 116200    |         | 0,140 |       |       | SA, Weibull                |                             |
| Gobuci i sar.         | 2015   | 25889     | 0,060   | 0,060 | 0,050 |       | LM, model individue        |                             |

PL-trajanje života, LPL-trajanje produktivnog života, LMY- životna proizvodnja mleka, NL- broj ostvarenih laktacija, LM-linearni modeli, LS-metod najmanjih kvadrata, REML-metod redukovane maksimalne verodostojnosti, SA-analiza preživljavanja



Kada govorimo o dužini produktivnog života, u tabeli 4 se uočava da je procenjena vrednost heritabiliteta za ovu osobinu imala vrednosti od 0,04 (Volema i Groen, 1996) do 0,17 (Buenger i sar., 2011).

Do druge polovine devedesetih godina u analizi naslednosti i povezanosti osobina dugovečnosti najčešće su korišćeni linearni modeli. Tako su Hoque i Hodges (1980) ispitujući genetske i fenotipske parametre osobina dugovečnosti u toku produktivnog života u populaciji krava holštajn rase u Kanadi, utvrdili da su grla prosečno ostvarila 3,3 laktacije, odnosno prosečan produktivni život je trajao 43 meseca i za to vreme ispitivane krave su proizvele 20165 kg mleka. Koristeći metod najmanjih kvadrata u okviru linearnih modela utvrdili su koeficijente naslednosti od 0,10; 0,09 i 0,11 za dužinu produktivnog života, broj ostvarenih laktacija i za životnu proizvodnju mleka. Sa razvojem i unapređenjem linearnih modela veći deo autora počinje da upotrebljava BLUP metod za ocenu genetskih parametara osobina dugovečnosti.

Dentine i sar. (1987b) su utvrdili da su holštajn krave imale prosečno trajanje ukupnog života od 1821 dana i heritabilitet za istu osobinu od 0,03. Isti autori skreću pažnju da zbog niske vrednosti heritabiliteta, direktna selekcija na povećanje ukupnog života kod mlečnih krava neće dati zadovoljavajuće rezultate. Do gotovo identičnih rezultata došli su i Boldman i sar. (1992). Oni su vrednost heritabiliteta za trajanje ukupnog života od 0,03 utvrdili upotrebom REML metoda i modela oca u okviru linearnih modela. Isti autori su utvrdili prosečno trajanje ukupnog života od 2190 dana. Nešto više vrednost prosečne fenotipske ispoljenosti ove osobine posledica je 21% krava koje su bile žive u momentu kreiranja seta podataka.

Korišćenjem REML metoda i modela u koji je uključen veći broj osobina (multiple-trait model) Brotherstone i Hill (1991), utvrdili su vrednosti heritabiliteta od 0,05; 0,07 i 0,07 za osobine preživljavanja u drugoj, trećoj i četvrtoj laktaciji. Koristeći istu metodologiju Jairath i sar. (1994) su utvrdili koeficijent naslednosti za vreme koje je grlo provelo u laktaciji i dužinu produktivnog života od 0,09 i 0,08.

Vollema i Groen (1996) ispitivali su genetske parametre osobina dugovečnosti u populaciji crno belih goveda u Holandiji u periodu od 1978-1985. godine. Upotrebom linearnih modela uz pomoć modela oca i modela životinje, utvrdili su niske vrednosti heritabiliteta za trajanje produktivnog života i broja ostvarenih laktacija koji su iznosili 0,035 i 0,032 za model životinje i 0,036 i 0,036 kada je u pitanju model oca. Nešto više

vrednosti utvrdili su za životnu proizvodnju mleka i to 0,104 primenom modela oca i 0,087 primenom modela životinje. Isti autori su utvrdili negativan trend kada je reč o fenotipskoj ispoljenosti svih posmatranih osobina dugovečnosti. Ovaj negativan trend autori su objasnili uvođenjem gena holštajn frizijske rase u populaciju holandskih crno belih goveda, koje je u tom periodu bilo vrlo intenzivno. Isti autori navode i uticaj tadašnjeg sistema kvota u EU kao jedan od razloga za negativan trend osobina dugovečnosti.

U tabeli 4 su prikazane vrednosti koeficijenta naslednosti za iste osobine, ali izračunate upotrebom analize preživljavanja. Primenom pomenute metodologije utvrđene su više vrednosti u odnosu na vrednosti dobijene upotrebom linearnih modela. Istraživanje koje su sprovedi Boettcher i sar. (1998) na uzorku od 700000 holštajn krava u Kanadi, imalo je za cilj da uporedi vrednosti koeficijenta naslednosti dobijene upotrebom linearnih, treshold modela i analize preživljavanja. Izračunate vrednosti heritabiliteta za osobine preživljavanja iznosile su 0,04; 0,07 i 0,10 za linearni model, treshold model i analizu preživljavanja.

Dürr (1997) je ispitujući genetske parametre osobina dugovečnosti holštajn krava u Kvebeku upotrebom analize preživljavanja, utvrdio heritabilitet ukupnog života grla od 0,091 na logaritamskoj skali ili 0,195 na ordinalnoj skali. Isti autor je utvrdio i heritabilitet funkcionalnog celog života krava, koji je iznosio 0,075 na logaritamskoj skali, odnosno 0,15 na ordinalnoj skali. U setu podataka koji je pomenuti autor koristio u istraživanju, visok udeo su imali nepotpuni (cenzurisani) zapisi, gotovo 43% svih zapisa su činili nepotpuni zapisi.

Uticaj zdravstvenih poremećaja i to steriliteta i mastitisa, kao i nivoa produktivnosti na dužinu produktivnog života u populaciji mlečnih goveda u Švedskoj prikazali su u svom istraživanju Roxström i Strandberg (2002). Upotrebom analize preživljavanja i Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika, ovi istraživači su utvrdili vrednosti koeficijenta naslednosti za dužinu produktivnog života, dužinu produktivnog života uslovljenu sterilitetom, dužinu produktivnog života uslovljenu mastitisom i dužinu produktivnog života uslovljenu proizvodnjom od 0,10; 0,16; 0,29 i 0,39. Vrednosti heritabiliteta su iskazane na ordinalnoj skali.

Back i Lidauper (2007) ispitujući genetske parametre osobina dugovečnosti u populaciji finskih mlečnih krava koristeći analizu preživljavanja i metod proporcionalnih

rizika, utvrdili su aditivnu genetsku varijansu oca za osobinu dužinu produktivnog života, koja je vrlo bliska vrednostima koje su u svom istraživanju utvrdili Van der Linde i sar. (2006) u populaciji holštajn goveda u Mađarskoj, dok je vrednost heritabiliteta bliska vrednosti koju su u svom istraživanju utvrdili Roxström i Strandberg (2002) za istu osobinu, i iznosila je 0,10.

Više vrednosti heritabiliteta za dužinu produktivnog života od već prikazanih utvrdili su Potočnik i sar (2011). Oni su u populaciji holštajn rase u Sloveniji, primenom analize preživljavanja i metoda proporcionalnih rizika na uzorku od 116200 krava, utvrdili heritabilitet za dužinu produktivnog života od 0,14. U istom istraživanju autori su utvrdili negativan genetski trend za dužinu produktivnog života, ali utvrđena vrednost trenda nije bila statistički značajna.

Iz svega navedenog možemo zaključiti da vrednosti koeficijenta naslednosti osobina dugovečnosti zavise od načina na koji je definisana sama osobina i primenjenog metoda za procenu aditivne genetske komponente. Više vrednosti heritabiliteta su utvrđene za osobine koje su definisane kao kontinualne (dužina produktivnog života) nego kada su osobine date kao binarne (Dür, 1997). Takođe više vrednosti heritabiliteta se dobijaju primenom nelinearnih modela, pre svega analize preživljavanja u odnosu na linearne metode (DeLorenzo i Everett, 1986).

Veliki broj autora u svojim istraživanjima je ispitivao fenotipsku ispoljenost i naslednost funkcionalne dugovečnosti. Funkcionalna dugovečnost jeste sposobnost grla da izbegne sve razloge izlučenja koji nisu vezani za sopstvenu proizvodnju (Ducrocq, 1987), odnosno jedini razlog izlučenja, kada govorimo o funkcionalnoj dugovečnosti, bila bi niska proizvodnja. Funkcionalna dugovečnost ima veliki uticaj na profitabilnost proizvodnje mleka kroz smanjenje troškova proizvodnje i smanjenje troškova odgajivanja grla za zamenu (Forabosco i sar., 2006). Danas se funkcionalna dugovečnost definiše kao korigovano trajanje produktivnog života u odnosu na nivo proizvodnje u stadu u kojem je grlo proizvodilo, u toku analizirane godine. U tabeli 5 date su vrednosti heritabiliteta osobina funkcionalne dugovečnosti koje su utvrdili istraživači koji su se bavili ovom problematikom u prethodnom periodu.

Tabela 5: Vrednosti heritabiliteta osobina funkcionalne dugovečnosti

| Autor                 | Godina | Broj grla | Osobina |       |       |       | Metod               | Napomena                    |
|-----------------------|--------|-----------|---------|-------|-------|-------|---------------------|-----------------------------|
|                       |        |           | FPL     | FLPL  | FLMY  | FNL   |                     |                             |
| Boldman i sar.        | 1992   | 53830     | 0,030   |       |       |       | LM, model oca       |                             |
| Short i Lawlor        | 1992   | 45515     | 0,040   |       |       |       | LM, model oca       | Ocenjene holštajn krave     |
| Vollema i Groen       | 1996   | 94935     | 0,150   | 0,100 | 0,110 | 0,100 | LM, model oca       | Krave rođene 1978           |
|                       |        | 166234    | 0,080   | 0,080 | 0,100 | 0,070 | LM, model oca       | Krave rođene 1982           |
|                       |        | 38957     | 0,040   | 0,040 | 0,080 | 0,040 | LM, model individue | Krave rođene 1985           |
| Dürr                  | 1997   | 333147    |         | 0,080 |       |       | SA, Weibull         | Vrednost $h^2$ na log skali |
| Strandberg i Roxström | 2000   | 534016    |         | 0,070 |       |       | SA, Weibull         | Vrednost $h^2$ na log skali |
| Buenger i sar.        | 2001   | 169733    |         | 0,110 |       |       | SA, Weibull         | Vrednost $h^2$ na log skali |
|                       |        |           |         | 0,180 |       |       | SA, Weibull         | Vrednost $h^2$ na org skali |
| Roxström i Strandberg | 2002   | 538783    |         | 0,060 |       |       | SA, Weibull         | Vrednost $h^2$ na log skali |
|                       |        |           |         | 0,100 |       |       | SA, Weibull         | Vrednost $h^2$ na org skali |
| M'hamdi i sar.        | 2010   | 36888     |         | 0,123 |       |       | SA, Weibull         | Vrednost $h^2$ na log skali |
|                       |        |           |         | 0,190 |       |       | SA, Weibull         | Vrednost $h^2$ na org skali |
| Raguž                 | 2012   | 56013     |         | 0,107 |       |       | SA, Weibull         | Vrednost $h^2$ na org skali |
|                       |        | 40556     |         | 0,101 |       |       | LM, model individue |                             |
|                       |        | 40556     |         | 0,079 |       |       | LM, model oca       |                             |

FPL-trajanje funkcionalnog života, FLPL-trajanje funkcionalnog produktivnog života, FLMY-funkcionalna životna proizvodnja mleka, FNL-funkcionalni broj ostvarenih laktacija, LM-linearni modeli, SA-analiza preživljavanja

Ispitujući metode za genetsku evaluaciju funkcionalnih osobina dugovečnosti u zemljama članicama Interbull-a, Mark (2004) je utvrdio da se heritabilitet za osobine funkcionalne dugovečnosti nalazio u intervalu od 0,02 do 0,18, u zavisnosti od toga kako je osobina definisana i metoda koji je korišćen za procenu koeficijenta naslednosti. Vrednosti prikazanih koeficijenta naslednosti za dužinu funkcionalnog produktivnog života imale su vrednosti u intervalu od 0,04 (Vollema i Groen, 1996) do 0,19 (M'hamdi i sar., 2010). U svom istraživanju Vollema i Groen (1996) su podelili set podataka u tri manja seta prema godini rođenja grla. Oni su utvrdili da sa porastom godine rođenja grla smanjuje se udeo aditivne genetske varijanse, što rezultuje smanjenjem koeficijenta naslednosti za posmatranu osobinu.

Više vrednosti heritabiliteta za dužinu funkcionalnog produktivnog života u svojim istraživanjima utvrdili su autori (Dürr, 1997; Strandberg i Roxström, 2000; M'hamdi i sar., 2010; Raguž, 2012) koji su koristili analizu preživljavanja u odnosu na autore koji su koristili linearne modele.

Raguž (2012) je u svom istraživanju osobina dugovečnosti holštajn rase u Hrvatskoj uporedio linearne modele i analizu preživljavanja prilikom procene genetskih parametara osobina dugovečnosti. Više vrednosti utvrđene su korišćenjem analize preživljavanja (0,107) u odnosu na rezultate utvrđene primenom linearnih modela. U okviru linearnih modela viša vrednost (0,101) je utvrđena primenom modela životinje u poređenju sa rezultatom dobijenim primenom modela oca (0,079).

### **2.6.2. Povezanost osobina dugovečnosti i osobina mlečnosti**

Utvrđivanje jačine povezanosti između osobina dugovečnosti i osobina mlečnosti bio je predmet istraživanja velikog broja autora u proteklom periodu. Rezultati sprovedenih istraživanja imali su donekle suprotne zaključke. Tako su Burnside i sar. (1984) utvrdili da je prinos mleka u prvoj laktaciji jedan od najboljih prediktora za pravu dugovečnost mlečnih krava. Do sličnih vrednosti koeficijenta genetskih korelacija između osobina dugovečnosti i prinosa mleka u prvoj laktaciji došli su u svojim istraživanjima Strandberg (1992) i Van Raden i Klau (1993). Nasuprot ovoj tvrdnji određen broj autora je utvrdio da povećanje produktivnosti grla ima negativan uticaj na dugovečnost mlečnih grla (Shook, 1989; Dunklee i sar., 1994; Jones i sar., 1994).

Ispitujući povezanost između produktivnosti i sposobnosti preživljavanja u populaciji holštajn krava u SAD-u, Hudson i Van Vleck (1981) su utvrdili pozitivnu

genetsku povezanost između prinosa mleka i osobina preživljavanja. Koeficijenti genetskih korelacija imali su vrednosti od 0,17 kada je reč o povezanosti prinosa mleka i sposobnosti preživljavanja 84. meseca uzrasta, do 0,27 kada je reč o povezanosti prinosa mleka i sposobnosti preživljavanja 48. meseca uzrasta. Pozitivna genetska povezanost u istom istraživanju utvrđena je između prinosa mlečne masti i osobina preživljavanja.

De Lorenzo i Everett (1982) ispitujući povezanost između osobina mlečnosti i sposobnosti preživljavanja određenih uzrasta upotrebom linearnih modela, utvrdili su pozitivnu genetsku povezanost između sposobnosti preživljavanja 48 meseci života i prinosa mleka od 0,27, dok je ta veza bila još jača između prinosa mleka i sposobnosti preživljavanja 72 meseca života i iznosila je 0,35. Pozitivne genetske korelacije u istom istraživanju su utvrđene između posmatranih osobina preživljavanja i prinosa mlečne masti i prinosa proteina. Negativna genetska povezanost utvrđena je između sposobnosti preživljavanja 48. i 72. meseca uzrasta i sadržaja mlečne masti i iznosila je -0,15 i -0,16.

Ispitujući uticaj nivoa proizvodnje na dugovečnost u populaciji holštajn rase u Kvebeku, Dekkers i sar. (1994b) su utvrdili da grla koja su imala nižu proizvodnju u prvoj laktaciji za jednu standardnu devijaciju u odnosu na prosek stada, imala su kraći ukupan život za 330 dana u odnosu na grla koja su imala prosečnu proizvodnju. U istom istraživanju autori su utvrdili da su grla koja su imala proizvodnju u prvoj laktaciji za jednu standardnu devijaciju iznad proseka stada, imala duži ukupni život za 280 dana u odnosu na grla koja su imala prosečnu proizvodnju.

Ispitujući povezanost između osobina dugovečnosti i osobina mlečnosti u populaciji smeđih goveda, Vukasinovic i sar. (1995) su utvrdili pozitivnu i vrlo jaku povezanost između osobina koje karakterišu pravu dugovečnost i osobina mlečnosti. Najviše vrednosti koeficijenata genetskih korelacija osobina prave dugovečnosti imali su sa prinosom mleka (od 0,81 do 0,86). Znatno niže vrednosti koeficijenata genetskih korelacija isti autori su utvrdili između osobina mlečnosti i osobina funkcionalne dugovečnosti. Najjača genetska veza utvrđena je između trajanja funkcionalnog produktivnog života i prinosa mlečne masti (od 0,39 do 0,41).

Nasuprot navedenim rezultatima, Ducrocq (1987) je utvrdio postojanje negativne genetske povezanosti između funkcionalnog produktivnog života i proizvodnje. Ovakav rezultat po mišljenju autora je posledica antagonizma između visoke proizvodnje i fitnesa kod mlečnih grla. Do sličnog rezultata u svom istraživanju su došli Strapák i sar. (2005),

koji su utvrdili negativnu korelaciju između priplodnih vrednosti za prinos mleka, prinos mlečne masti, prinos proteina i funkcionalne dugovečnosti. Vrednosti koeficijentata korelacije kretale su se od -0,22 kada je reč o povezanosti između priplodnih vrednosti za trajanje funkcionalnog produktivnog života i prinosa proteina, do -0,15 kada se radi o povezanosti između prinosa mleka i trajanja funkcionalnog produktivnog života. Nasuprot negativnoj povezanosti između posmatranih osobina mlečnosti i funkcionalne dugovečnosti, isti autori su utvrdili postojanje pozitivne povezanosti između nekorigovanih osobina dugovečnosti i prinosa mleka, prinosa mlečne masti i prinosa proteina.

### **2.6.3. Povezanost između osobina dugovečnosti i osobina tipa**

U delu koji se odnosi na naslednost osobina dugovečnosti, uočavamo da koeficijenti naslednosti imaju niske vrednosti. Ta činjenica ukazuje da je mogućnost primene direktne selekcije na osobine dugovečnosti dosta ograničena. Za prevazilaženje ovakve situacije Boldman i sar. (1992) predlažu korišćenje indirektna selekcije na osobine dugovečnosti, tj. da se direktna selekcija sprovodi na osobine koje imaju viši heritabilitet, a u isto vreme su povezane sa osobinama dugovečnosti. Isti autori navode da se korišćenjem osobina tipa kao indikatora osobina dugovečnosti, postiže tačnost od 0,56 i koja je viša od tačnosti direktno sprovedene selekcije na osobine dugovečnosti za bikove koji imaju 75 i manje potomaka, na osnovu čijih se rezultata vrši procena priplodne vrednosti.

Veći broj autora (Short i Lawlor, 1992; Larroque i Ducrocq, 1999; Caraviello i sar., 2003) je utvrdio postojanje veze između osobina tipa i osobina dugovečnosti i preporučuje njihovu upotrebu kao ranih pokazatelja dugovečnosti mlečnih krava. Weigel i sar. (1998) preporučuju upotrebu osobina tipa kao dopunu podacima o dugovečnosti kćeri bikova, kod kojih procenjujemo priplodnu vrednost jer doprinose povećanju tačnosti procenjene priplodne vrednosti.

Ako posmatramo osobine tipa u kontekstu pokazatelja osobina dugovečnosti, zapažamo dva vrlo bitna momenta. Prvi momenat je da su informacije o ovim osobinama znatno ranije dostupne nego informacije o dugovečnosti i drugo, da osobine tipa imaju više vrednosti heritabiliteta u odnosu na osobine dugovečnosti. Još jedna jako bitna činjenica vezana za osobine tipa jeste da danas gotovo sve zemlje koje posvećuju pažnju

unapređenju svojih populacija mlečnih goveda, imaju razvijene sisteme za ocenu osobina tipa i redovno ih sprovode.

U okviru osobina tipa, najveći uticaj na osobine dugovečnosti imale su osobine vimena i sam mlečni karakter (Boldman i sar., 1992; Weigel i sar., 1995; Vukasinovic i sar., 2002; Chirinos i sar., 2003; Lurdes Kern i sar., 2014). Ovakvi rezultati nisu neočekivani, ako uzmemo u obzir namenu grla koja su u dugom vremenskom periodu selekcionisana za visoku proizvodnju mleka.

Larroque i Ducrocq (2001) ispitujući povezanost između osobina tipa i trajanja produktivnog i funkcionalnog produktivnog života u francuskoj populaciji holštajn krava metodom preživljavanja, utvrdili su da je najveći uticaj na rizik od izlučenja imala brzina muže za trajanje produktivnog života, odnosno dubina vimena kada je reč o funkcionalnom produktivnom životu. Visok uticaj na rizik izlučenja grla isti autori su uočili kod položaja sapi, kako kod trajanja produktivnog života tako i kod trajanja funkcionalnog produktivnog života. U oba slučaja rizik od izlučenja se smanjivao sa povećanjem nagiba sapi.

U svom istraživanju Vukasinovic i sar. (2002) ispitujući mogućnost korišćenja osobina tipa kao dodatnog izvora informacija za povećanje tačnosti prilikom procene priplodne vrednosti grla za osobine dugovečnosti, utvrdili su najjaču genetsku povezanost između mlečnog karaktera grla i ukupnog trajanja života, koji je iznosio 0,424. Nešto niže vrednosti koeficijenata genetskih korelacija isti autori su utvrdili između osobina vimena i trajanja ukupnog života. Utvrđene vrednosti koeficijenata genetskih korelacija između pomenutih osobina imale su vrednosti od 0,162 kada je reč o povezanosti centralnog ligamenta i trajanja ukupnog života do 0,348 između dubine vimena i trajanja ukupnog života. U istom istraživanju autori navode i negativne vrednosti koeficijenata genetskih korelacija između oblika sisa i dužine sisa i trajanja ukupnog života, koji iznose -0,246 i -0,409. Slične rezultate u svom istraživanju izneli su Setati i sar. (2004), koji su zaključili da se grla sa kraćim sisama i bolje vezanim vimenom lakše muzu i imaju manje šanse da povrede vime, te su potencijalni razlozi za izlučenje grla iz navedenih razloga značajno smanjeni.

Schneider i sar. (2003) ispitujući povezanost osobina tipa i funkcionalne dugovečnosti u populaciji holštajn rase u Kvebeku primenom analize preživljavanja, utvrdili su da najveći uticaj na funkciju rizika imaju opšti linearni skor i osobine vimena.



Osobine vimena koje imaju ključnu ulogu u determinisanju rizika izlučenja su povezanost zadnjeg vimena, povezanost prednjeg vimena i centralni ligament, odnosno krave sa dobro vezanim prednjim i zadnjim vimenom i izraženim centralnim ligamentom imaju znatno veće šanse da prežive nego krave sa loše povezanim vimenom i slabim centralnim ligamentom. Do sličnih rezultata došli su i Sewalem i sar., (2004). U pomenutom istraživanju Schneider i sar. (2003), su utvrdili da su grla sa višim ocenama za dubinu grudi i dužinu krsta imala manje rizike od izlučenja nego grla sa nižim vrednostima ocena za iste osobine. Kada je reč o uticaju formata grla na rizik od izlučenja, autori pomenutog istraživanja su utvrdili da grla većeg ili manjeg formata od referentnog imaju manji rizik od izlučenja.

U svom istraživanju Zavadilova i sar. (2011) su ispitivali uticaj osobina tipa na osobine funkcionalne dugovečnosti holštajn krava u Češkoj i utvrdili da svih 27 analiziranih osobina tipa je imalo statistički značajan efekat na funkcionalnu dugovečnost. Najveći uticaj na promenu funkcije rizika izlučenja imale su mlečni karakter i osobine vimena. Isti autori navode da kod grla sa izraženom uglatošću raste rizik od izlučenja, što je suprotno rezultatima koje su u svom istraživanju naveli Sewalem i sar. (2004).

Ispitujući povezanost između osobina tipa i funkcionalne dugovečnosti primenom linearnih modela u populaciji džerzej krava u Južnoafričkoj Republici, Du Toit i sar. (2012) su utvrdili najviše vrednosti koeficijenta genetskih korelacija između osobina vimena i funkcionalne dugovečnosti, koji su imali vrednosti od 0,23 do 0,63. Najviše vrednosti su utvrđene za povezanost prednjeg vimena (0,63) i visinu zadnjeg vimena (0,54) sa funkcionalnom dugovečnošću u drugoj laktaciji. Isti autori su utvrdili da se većina osobina tipa koja se odnosi na građu tela, nalazila u negativnoj genetskoj korelaciji sa funkcionalnom dugovečnošću, sem u slučaju nagiba karlice, ugla koji zaklapa papak sa podlogom i mlečnog karaktera koje su bile u pozitivnoj genetskoj korelaciji.

## **2.7. Osobine dugovečnosti u savremenim odgajivačkim programima**

Prilikom pisanja odgajivačkih programa za određenu populaciju domaćih životinja, prvi korak u tom poslu jeste definisanje odgajivačkih ciljeva (Goddard, 1998). Odgajivački ciljevi se definišu za osobine koje direktno utiču na samu proizvodnju, a

njihov značaj je proporcionalan ekonomskom uticaju na profitabilnost proizvodnje. Najveći broj odgajivačkih programa koji su se do danas sprovodili u populacijama mlečnih goveda, stavljaju svoj fokus na osobine mlečnosti (Miglior i sar., 2005). U drugoj polovini XX veka veliki broj autora je kroz svoja istraživanja ukazao na veliki značaj funkcionalnih osobina u proizvodnji mleka (Hill, 1980; Ducrocq, 1987; Beaudeau i sar., 2000; Wolfova i sar., 2007) i potrebu da se ove osobine uključe u odgajivačke programe, koji za cilj imaju unapređenje populacija mlečnih goveda.

Na samom početku razvoja ideje o direktnoj selekciji na osobine dugovečnosti, istraživači su se susreli sa poteškoćama. Tako Smith (1983) predlaže da se umesto direktne selekcije na sposobnost preživljavanja usled niskog heritabiliteta, koristi indirektna selekcija jer je utvrđena jaka povezanost sa osobinama mlečnosti. Međutim selekcija na povećanje proizvodnje mleka ne mora nužno da znači da će grla biti dugovečnija, odnosno neželjena izlučenja se ne smanjuju povećanjem mlečnosti u zapatu (Ducrocq, 1987).

Veći broj autora se u prošlosti bavio problemom uključivanja osobina dugovečnosti u odgajivačke programe (Ducrocq, 1987; Madgwick i Goddard, 1989; Jairath i sar., 1997; Vollema i sar., 2000; Vukasinovic i sar., 2002; Chirinos i sar., 2007). Iz navedenih istraživanja može se izdvojiti nekoliko bitnih smernica kada je reč o genetskom unapređenju osobina mlečnosti:

- Direktna selekcija kod osobina dugovečnosti zbog niskih vrednosti heritabiliteta ne daje očekivane rezultate, pa određeni broj autora predlaže korišćenje genetske povezanosti između osobina dugovečnosti i osobina tipa i osobina mlečnosti i mogućnosti koje pruža indirektna selekcija. Činjenica koja ide u prilog upotrebi indirektno selekcije jeste da se egzaktna vrednost osobina dugovečnosti može izmeriti tek nakon izlučenja grla, što značajno produžuje generacijski interval i efekat selekcije.
- Posmatranje osobina dugovečnosti kao sposobnost preživljavanja određenog uzrasta nije dala adekvatne rezultate. Više vrednosti heritabiliteta su utvrđene kada su osobine dugovečnosti definisane na kontinuelnoj vremenskoj skali.

- Dugovečnost možemo posmatrati kao pravu i funkcionalnu dugovečnost. Prava dugovečnost je pokazatelj ekonomske efikasnosti krave dok funkcionalna dugovečnost više govori o razlogu izlučenja, odnosno o planskim i neplanskim izlučenjima. Seleksijski pritisak na funkcionalnu dugovečnost imala bi za posledicu smanjenje udela neželjenih izlučenja, i duži produktivni život kod najboljih grla.
- Utvrđene vrednosti heritabiliteta upotrebom linearnih modela imale su niže vrednosti od vrednosti utvrđenih primenom analize preživljavanja. Upotrebom analize preživljavanja mogu se koristiti podaci o grlima koja se još uvek nalaze u proizvodnji.

Danas u svetu veliki broj nacionalnih i internacionalnih asocijacija i odgajivačkih organizacija je uključilo osobine dugovečnosti u odgajivačke programe. Prikaz tih zemalja, način definisanja osobina dugovečnosti kao i metodologija koju koriste za genetsku evaluaciju osobina dugovečnosti data je u tabeli 6.

Tabela 6: Osobine dugovečnosti i način njihovog genetskog vrednovanja u zemljama članicama Interbull-a (Interbull, 2014)

| <b>Država</b>                  | <b>Godina istraživanja</b> | <b>Laktacija u kojoj se vrši genetsko vrednovanje</b> | <b>Definicija osobine</b>   | <b>Model za genetsko vrednovanje</b> |
|--------------------------------|----------------------------|---|---|--------------------------------------|
| Australija                     | 2004                       | 7 godina nakon prvog teljenja                         | Mogućnost grla da preživi do naredne godine-binarna osobina   | LM model individue                   |
| Danska, Finska, Švedska        | 2010                       | 1-5   | 1-5 godina izražena kao sposobnost preživljavanja u danima do kraja posmatrane laktacije                                      | MT BLUP-model individue              |
| Francuska                      | 2012                       | 1-5   | Funkcionalna dugovečnost  | ST S-MGS model-Weibull               |
| Holandinja                     | -                          | Sve laktacije   | Funkcionalna dugovečnost izražena u danima  | ST S-MGS model-Weibull               |
| Irska                          | 2013                       | 1-6   | Sposobnost preživljavanja u okviru uzastopnih laktacija   | MT BLUP- model individue             |
| Izrael                         | -                          | Sve laktacije   | Funkcionalna dugovečnost izražena u danima između prvog teljenja i izlučenja  | ST BLUP- model individue             |
| Italija                        | 2011                       | Sve laktacije   | Funkcionalna dugovečnost izražena u danima  | ST S-MGS model-Weibull               |
| Kanada                         | 2009                       | 1-3   | EPD između kćeri izražena u danima  | MT model individue                   |
| Nemačka, Austrija i Luksemburg | -                          | Sve laktacije   | Funkcionalna dugovečnost izražena u danima između prvog teljenja i izlučenja ili cenzurisanja                                 | ST S-MGS model-Weibull               |
| Novi Zeland                    | 2013                       | 1-5   | Funkcionalna dugovečnost od 1. do 5. laktacije  | MT ML-BLUP- model individue          |
| SAD                            | -                          | Sve laktacije   | Trajanje produktivnog života meren kao vreme koje je grlo provelo u zapatu pre izlučenja ili smrti                            | ST BLUP- model individue             |
| Slovenija                      | 2013                       | 1-6   | Funkcionalna dugovečnost izražena u danima između prvog teljenja i izlučenja ili cenzurisanja a najduže do kraja 6. laktacije | ST S-MGS model-Weibull               |
| Španija                        | 2013                       | 1-5   | Funkcionalna dugovečnost, indirektna funkcionalna dugovečnost   | ST S-MGS model-Weibull               |
| Švajcarska                     | 2008                       | 1-6   | Trajanje produktivnog života izraženo u danima  | ST S-MGS model-Weibull               |
| Velika Britanija               | 2005                       | 1-5   | Životni vek izveden iz broja potpunih laktacija   | BLUP model individue                 |

LM-linearni modeli, MT-model sa više osobina, ST-model sa jednom osobinom, BLUP-najbolja linearna nepristrasna procena, S-MGS- model oca i majčinog oca u okviru analize preživljavanja

Iz priložene tabele može se uočiti raznolikost u broju metoda koji se koriste za genetsko vrednovanje osobina dugovečnosti u različitim zemljama. Iz ovog razloga, danas je jako otežano poređenje genetske vrednosti bikova za osobine dugovečnosti koji pripadaju različitim populacijama. Iz svega prikazanog može se zaključiti da ne postoji “idealni” i jedinstven način za genetsko vrednovanje osobina dugovečnosti (Sewalem, 2005).

## **2.8. Metode za genetsko vrednovanje osobina dugovečnosti**

Raznolikost korišćenih metoda i modela u genetskoj analizi osobina dugovečnosti posledica je same prirode osobina dugovečnosti i načina njihovog definisanja. Po svojoj prirodi dugovečnost je osobina sa pragom ispoljavanja (threshold osobina) (Falconer i Mackay, 1996), koja spada u grupu osobina koje ne mogu biti opisane analogijom sa normalnom distribucijom. Usled ovakvog variranja, osobine dugovečnosti nisu normalno distribuirane već je ta raspodela pomerena u levu stranu, jer se najveći broj grla izlučuje iz proizvodnje u toku nekoliko prvih laktacija (Caraviello i sar., 2004a). Kada je reč o analizi faktora koji utiču na dugovečnost, njihov uticaj nije konstantan kroz duži vremenski period, već je on vremenski zavisn i njegov uticaj se menja u toku produktivnog života grla (Caraviello i sar., 2004a; Zavadilová i sar., 2013). Jedan od problema koji se javlja prilikom analize dugovečnosti jeste taj da je egzaktnu vrednost dugovečnosti moguće utvrditi tek nakon izlučenja grla iz proizvodnje, što znatno produžava generacijski interval.

Analizom dosadašnjih istraživanja koja su za cilj imala genetsko vrednovanje osobina dugovečnosti najčešće su korišćeni linearni modeli, modeli sa pragom ispoljavanja (threshold modeli) i metod analize preživljavanja. Osnovna karakteristika linearnih i modela sa pragom ispoljavanja jeste da su vrednosti heritabiliteta za osobine dugovečnosti utvrđene primenom pomenutih modela imale niže vrednosti od vrednosti utvrđenih analizom preživljavanja. Iako određeni broj autora daje prednost analizi preživljavanja u odnosu na linearne modele, upotrebom linearnih modela je moguće izračunati kovarijanse, odnosno genetsku povezanost između osobina. Ovo nije moguće uraditi sa analizom preživljavanja, te se ovaj metod može koristiti za modele sa jednom osobinom (single traits).

### **2.8.1. Upotreba linearnih modela u genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti**

Jedan od ključnih momenata u oplemenjivanju domaćih životinja jeste uvođenje linearnih modela kao metoda za procenu priplodne vrednosti životinja. Henderson (1973) prvi put u svom istraživanju navodi prednosti upotrebe najbolje linearne nepristrasne procene (BLUP) i preporučuje njegovu upotrebu u odnosu na tada opšte prihvaćen i korišćen metod poređenja kćeri bikova i vršnjakinja (CC metod).

Jednačina mešovitog linearnog modela koji se koristi u proceni genetskih parametara prikazana je sledećim opštim modelom (Henderson, 1975):

$Y = X\beta + Zu + e$ , gde su:

Y- fenotipska ispoljenost posmatrane osobine,

X- matrica fiksnih uticaja,

Z- matrica slučajnih uticaja,

$\beta$ - vektor fiksnih nepoznatih uticaja,

u- vektor slučajnih nepoznatih uticaja sa aritmetičkom sredinom 0,

e- vektor rezidualnih efekata sa aritmetičkom sredinom 0.

Veći broj autora prilikom genetskog vrednovanja osobina dugovečnosti u svojim istraživanjima je koristio linearne modele (Harris i sar., 1992; Jairath i sar., 1997; Boettcher i sar., 1999; Dematawewa i Berger, 1998; Caraviello i sar., 2004b; Zavadilová i Štípková, 2012). Linearni modeli se mogu koristiti za procenu priplodne vrednosti na osnovu stvarnih i projektovanih rezultata, kao i kombinacijom drugih dostupnih informacija o grlu. Van Raden i Klaaskate (1993) su u svom istraživanju hteli da znatno ranije procene priplodnu vrednost grla za osobine dugovečnosti, odnosno da izbegnu produžavanje generacijskog intervala i smanjenje efekta selekcije. Oni su kao pokazatelj dugovečnosti uzeli ukupan broj dana u laktaciji do uzrasta od 84 meseca, i za sve životinje koje nisu imale potpune podatke za ovu osobinu u momentu analize, su uz pomoć konstruisane jednačine višestruke regresije projektovali rezultate i kao takve ih koristili u analizi. Primenjen metod je imao za cilj da na način kako se koriguje prinos mleka iz cele na standardnu laktaciju, nešto slično uradi i sa dugovečnošću. Korišćenjem ovog metoda, utvrđena je potpuna genetska povezanost broja dana u laktaciji u uzrastu od 84 meseca i broja ostvarenih laktacija, kao i broja dana u laktaciji u uzrastu od 60 i 72 meseca. Značajniju upotrebu ovog metoda za ranu genetsku evaluaciju osobina dugovečnosti uz

pomoć linearnih modela, sprečile su dobijanje znatno nižih vrednosti fenotipskih korelacija kao i nižih vrednosti heritabiliteta, što u mnogome ograničava mogućnost za korišćenje ovog metoda (Ducrocq, 1997).

Linearni modeli imaju veći broj prednosti, kada je reč o mogućnosti njihove primene u genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti. Pre svega njihova jednostavnost u primeni jeste glavna prednost u odnosu na druge metode (Boettcher i sar., 1999). Takođe mogu se koristiti i u opcijama samo sa jednom osobinom kao i sa većim brojem osobinama, kada pored varijansi želimo utvrditi kovarijanse, odnosno genetsku i fenotipsku povezanost između osobina.

Pored navedenih prednosti, linearni modeli imaju i određene nedostatke kada je reč o njihovoj upotrebi u genetskoj analizi osobina dugovečnosti. Osnovna zamerka koja se stavlja na račun linearnih modela je nemogućnost adekvatne interpretacije samih podataka o dugovečnosti kada se posmatraju kao kontinuirana mera, koji po svojoj prirodi nisu normalno distribuirani (Yazdi i sar., 2002). Distribucija podataka koji karakterišu dugovečnost je ekstremno pomerena, odnosno asimetrična je, pa korišćenje metoda koji se zasnivaju na normalnoj raspodeli ima dosta ograničenja. Još jedan od nedostataka linearnih modela u vrednovanju osobina dugovečnosti jeste i nemogućnost tretiranja određenih faktora kao vremenski zavisnih varijabli, kao što su menadžment na farmi i promena veličine stada (Vukasinovic, 1999). Takođe su primenom linearnih modela u genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti utvrđene niže vrednosti koeficijenata naslednosti u odnosu na vrednosti utvrđene primenom threshold modela (Boettcher i sar., 1999) i u odnosu na metod proporcionalnih rizika (Caraviello i sar., 2004b; Forabosco i sar., 2006; Raguž i sar., 2014). Nasuprot navedenim nedostacima linearnih modela, i danas određeni broj zemalja poput Australije, Kanade, Velike Britanije i Irske u genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti koriste linearne modele (Interbull, 2014).

### **2.8.2. Upotreba threshold modela u genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti**

Definisanje osobina dugovečnosti kao binarnih osobina, odnosno njihovo posmatranje kao kategoričkih varijabli, ima za posledicu da upotreba linearnih modela za analizu ovakvih podataka nije adekvatan metod, jer linearni modeli mnogo bolje rezultate daju u analizi kontinuiranih varijabli poput prinosa mleka (Boettcher i sar., 1999, Veerkamp i sar., 2001). Određeni broj autora (Meijering i Gianola, 1985; Misztal i Gianola, 1989; Boettcher i sar., 1999) kao način za prevazilaženje ovakve situacije predlažu upotrebu nešto složenijeg ali statistički adekvatnijeg metoda za genetsko vrednovanje binarnih osobina poput dugovečnosti. Jedan takav model jeste threshold model (Gianola, 1982). U prilog upotrebi threshold modela u genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti ide činjenica da su njegovom upotrebom utvrđene više vrednosti heritabiliteta, kao i viša pouzdanost priplodnih vrednosti primenom pomenutog metoda za osobine definisane kao kategoričke (Weller i Ron, 1992).

Threshold model koji posmatra dugovečnost kao binarnu osobinu (0- grlo je živo u vremenskom trenutku  $t$ ; 1- grlo je izlučeno u vremenskom trenutku  $t$ ), je u suštini linearni model sa nelinearnim odnosom između posmatranja i kategoričke skale koja opisuje baznu promenljivu, odnosno verovatnoća da dato posmatranje spada u određenu klasu je funkcija linearnog prediktora ( $\eta$ ) i praga ( $t$ ) (Gianola i Foulley, 1983). U tom slučaju linearni prediktor je funkcija fiksnih i slučajnih efekata, koja se može predstaviti sledećom opštom formulom:

$$\eta = X\beta + Zu, \text{ gde su:}$$

$\eta$  – vektor linearnih prediktora,

$X$ - matrica fiksnih uticaja,

$Z$ - matrica slučajnih uticaja,

$\beta$ - vektor fiksnih nepoznatih uticaja,

$u$ - vektor slučajnih nepoznatih uticaja.

U svom istraživanju Boettcher i sar. (1999) su upoređivali tri metodologije (linearne modele, threshold model i analizu preživljavanja) u genetskom vrednovanju bikova holštajn frizijske rase za osobine dugovečnosti. Na uzorku koji je obuhvatao 700000 krava kanadskog holštajna, primenom linearnog modela oca utvrđene su vrednosti heritabiliteta za osobine dugovečnosti od 0,04; 0,07 primenom threshold



modela i 0,10 primenom analize preživljavanja. U istom istraživanju autori su utvrdili i visoku korelaciju (0,98) između priplodnih vrednosti procenjenih linearnim i threshold modelom.

Veći broj autora (Albert i Chib, 2001; Gonzalez-Recio i Alenda, 2007; Holtsmark i sar., 2009) su u svojim istraživanjima koristili posebnu modifikaciju threshold modela nazvanu sekvencionirani threshold model. Pored određenih specifičnosti ovog modela, njegova prednost u odnosu na linearne modele je mogućnost korišćenja vremenski zavisnih varijabli i cenzurisanih zapisa (Gonzalez-Recio i Alenda, 2007). Njegova prednost u odnosu na korišćenje metoda proporcionalnih rizika jeste mogućnost korišćenja modela životinje u genetskom vrednovanju, iako primena modela individue u velikoj meri produžuje vreme potrebno za izračunavanje efekata.

### **2.8.3. Upotreba analize preživljavanja u genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti**

Nedostaci linearnih metoda u genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti, poput same prirode podataka (nelinearnost) i nemogućnosti uključivanja vremenski zavisnih uticaja, uticali su da istraživači tragaju za drugim metodama, koje bi na adekvatan način mogle da prevaziđu navedene nedostatke. Verovatno prvi istraživač koji je predložio da se u genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti koristi analiza preživljavanja bio je Famula (1981). On je pretpostavio da eksponencijalna raspodela u analizi osobina dugovečnosti, znatno bolje opisuje samu prirodu podataka. Takođe veliku prednost analizi preživljavanja dao je usled mogućnosti da se u analizu uključe nepotpuni zapisi, odnosno podaci o grlima koja nemaju poznato trajanje života u trenutku analize. Koristeći njegovo istraživanje kao polaznu osnovu, Wolynetz i Binns (1983) su u svojoj simulaciji pokazali da je u genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti primerenije koristiti lognormalnu distribuciju (Weibull-ova distribucija), nego eksponencijalnu. Na bazi ovih istraživanja Smith i Quaas (1984) koriste Cox-ov metod proporcionalnih rizika za izračunavanje genetskih parametara za osobine dugovečnosti za bikove na osnovu rezultata dugovečnosti njihovih kćeri. Predloženi metod je semi-parametrijski metod, kod kojeg za procenu rizika nije potrebno poznavanje raspodele podataka, ali je kompjuterski jako zahtevan za izračunavanje kada se koriste modeli koji uključuju ispitivanje uticaja većeg broja faktora (Dürr, 1997). Ducrocq (1987) ukazuje da je upotreba Weibull-ovog modela, koji predstavlja varijantu modela proporcionalnih rizika, daje adekvatnije

rezultate kao i da omogućava primenu analize preživljavanja u genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti u velikim populacijama. U istom istraživanju autor je prikazao upotrebu Weibull-ovog modela u izračunavanju varijansi za trajanje stvarnog i funkcionalnog produktivnog života, ali su vrednosti heritabiliteta bile izražene kao pseudo-heritabilitet, zbog uključivanja vremenski zavisnih varijabli, usled čega nije bilo moguće izračunavanje fenotipske varijanse. U kasnijim istraživanjima predloženi modeli su razrađivani i usavršavani i prilagođeni jednostavnoj upotrebi u svakodnevnom radu od strane Ducrocq-a i Sölkner-a (1994, 1998).

### **2.8.3.1. Opšte karakteristike analize preživljavanja**

Analiza preživljavanja je skup statističkih metoda koji imaju za cilj da objasne i predvide okolnosti i vreme kada će se neki događaj desiti (Allison, 1995). Analiza preživljavanja prvo je korišćena u istraživanjima i studijama u okviru medicinskih disciplina, gde je korišćena za procenu okolnosti i vremena smrti, najčešće pacijenata sa određenom dijagnozom ili pod određenom terapijom, pa zbog toga i nosi današnji naziv. Međutim mogućnosti modeliranja i upotrebe ovog metoda su mnogo širi od već pomenute namene. Pored medicine, danas se analiza preživljavanja kao metod istraživanja koristi u mnogim naučnim disciplinama poput ekonomije, sociologije, istorije, demografije i u okviru mnogih tehničkih disciplina. Ključna pitanja na koje analiza preživljavanja pokušava da da odgovor su (Ducrocq, 1987):

- Koji deo populacije će preživeti određeni vremenski uzrast?
- Od životinja koje su preživele, kojim intenzitetom će one uginjavati?
- Da li se u analizu može uključiti veći broj uzroka uginjavanja?
- Da li određene okolnosti i u kojoj meri mogu uticati na povećanje ili smanjenje verovatnoće preživljavanja?

Pre nego što se pokuša dati odgovor na prethodno postavljena pitanja, mora se definisati „vreme života“. U humanoj populaciji situacija je krajnje jasna, vreme života bi bio vremenski period od rođenja do smrti. Međutim u govedarstvu vrlo često, grla se izlučuju iz proizvodnje pre biološke starosti i ekonomski se iskorišćavaju, tako da se znatno ranije završava njihovo „vreme života“ u odnosu na biološku starost. U svakom slučaju, vreme života u govedarstvu se može definisati kao slučajna varijabla koje pokazuje rastojanje od početka prikupljanja podataka i nekog događaja koji je nama bitan (najčešće se radi o izlučenju grla iz proizvodnje). Pored vremenskog definisanja osobina

koje se mogu analizirati pomenutim metodom, mogu se koristiti i drugi načini za definisanje posmatranih osobina. Kao mera dugovečnosti, konkretno u mlečnom govedarstvu, može se koristiti i životna proizvodnja mleka, kao i broj ostvarenih laktacija.

Jedan od preduslova za primenu analize preživljavanja jeste da svako obeležje mora biti praćeno u određenom vremenskom periodu. U svom istraživanju Boettcher i sar. (1999) su uporedili binarno i kontinuirano preživljavanje bazirano na funkciji rizika i zaključili da analiza preživljavanja najbolje opisuje stvarni genetski model preživljavanja.

### **2.8.3.2. Nepotpuni podaci u analizi preživljavanja**

Jedna od glavnih prednosti analize preživljavanja u odnosu na druge metode koji se koriste u genetskoj analizi osobina dugovečnosti, jeste mogućnost korišćenja nepotpunih podataka ili zapisa. Pod nepotpunim podacima se podrazumevaju sva grla koja u momentu analize nisu izlučena, odnosno trajanje njihovog života ili neke druge mere dugovečnosti nije poznato. Često se u literaturi takvi podaci nazivaju i cenzurisanim podacima.

Kada je reč o cenzurisanju nepotpunih zapisa, postoje dva osnovna načina cenzurisanja, levo i desno cenzurisanje. Levo cenzurisanje se koristi kada se događaj koji je bitan za istraživača desio pre trenutka kada je započeto praćenje pojave. Primer za pomenuti način cenzurisanja bio bi kada bi pratili vreme pojave prvog pubertetskog estrusa kod junica u uzrastu od 12 i više meseci. Kod određenog broja grla estrus će se javiti pre navedenog uzrasta, pa se u analizi takva grla posmatraju kao levo cenzurisani podaci.

Sa aspekta primene analize preživljavanja u proceni dugovečnosti kod mlečnih krava, znatno veću pažnju treba posvetiti desnom cenzurisanju, gde se na grlima uključenim u analizu započinje posmatranje u različitim vremenskim intervalima, ali se sva završavaju u istom vremenskom trenutku. Kao desno cenzurisana grla u analizi dugovečnosti u govedarstvu smatraju se grla koja su živa u momentu završetka istraživanja ili grla koja su prodana drugim farmama, gde su nastavila proizvodnju.

Desno cenzurisanje podataka može se uraditi na tri načina (Dürr, 1997). Kod prvog načina cenzurisanja sam trenutak cenzurisanja je određen eksperimentalnim planom, npr. nakon 2 godine od započinjanja eksperimenta. U tom momentu imaćemo dva tipa zapisa. Prvu grupu bi činili zapisi kod kojih se desio događaj koji je istraživaču

bio predmet istraživanja, i ti zapisi bi bili potpuni, dok drugi deo zapisa kod kojih se nije desio događaj bili bi cenzurisani. Drugi način cenzurisanja vrši se na osnovu definisanog broja događaja koje pratimo. Na primer ako na početku istraživanja koje prati preživljanje krava u određenoj populaciji kažemo da se istraživanje završava kada od ukupnog broja grla bude izlučeno 2/3 grla, odnosno 2/3 grla imaće poznate vrednosti za dugovečnost, dok preostala 1/3 će biti cenzurisana. Treći način cenzurisanja se naziva još i slučajno cenzurisanje. Ovaj tip cenzurisanja se koristi u situacijama kada istraživač ne može da kontroliše faktore koji utiču na pojavu koja se posmatra. Ovaj tip cenzurisanja istraživači značajno ređe koristi u odnosu na prethodno pomenuta dva metoda. Generalna karakteristika desno cenzurisanih zapisa jeste da su ona ne informativnog karaktera, odnosno ne pružaju nikakvu informaciju kada je reč o riziku izlučenja svakog grla ponaosob, odnosno pretpostavka je da je vreme cenzurisanja ili potencijalno vreme cenzurisanja isto za svaku individuu iz populacije.

### **2.8.3.3. Funkcije raspodela životnih podataka**

Metodi koji se koriste u analizi preživljavanja su probabilistički, odnosno vremenski trenuci u kojima se odvijaju određeni događaji su posledica slučajnih procesa. Kada govorimo o analizi preživljavanja posebnu pažnju treba obratiti na funkciju preživljavanja. Vreme života (preživljavanja) neke individue je slučajna varijabla  $T$ , koja ima svoju distribuciju verovatnoće. Distribucija verovatnoće je različita u zavisnosti od primenjenog modela, ali je najčešće opisana sa tri matematičke funkcije (Allison, 1995): funkcija preživljavanja, funkcija gustine verovatnoće i funkcija rizika. Ako je data samo jedna od ove tri navedene funkcije, druge dve mogu biti izvedene iz nje, i svaka od njih opisuje poseban segment podataka.

Funkcija preživljavanja ima sledeći opšti oblik:

$$S(t) = P[T \geq t] = P[T < t] = 1 - F(t),$$

i ona pokazuje verovatnoću da će se određeni događaj desiti nakon nekog vremena ( $t$ ), odnosno kolika je verovatnoća da će individua preživeti vremenski period  $t$ . Izraz  $F(t)$  u prethodnom matematičkom izrazu se naziva kumulativna distribucija funkcije preživljavanja i predstavlja verovatnoću da neka individua bude izlučena pre vremena ( $t$ ).

Funkcija rizika  $\lambda(t)$  u analizi preživljavanja predstavlja rizik od izlučenja u jedinici vremena predstavljen kroz process starenja i najčešće se predstavlja sledećim opštim oblikom:

$$\lambda(t) = (\lim)_{dt \rightarrow 0} (P[t \leq T < t+dt | T \geq t]) / dt,$$

gde brojilac predstavlja verovatnoću da će se događaj dogoditi u vremenskom intervalu  $[t, t+dt]$ , dok imenilac predstavlja trajanje tog vremenskog perioda.

Rizik od izlučenja u bilo kom vremenskom trenutku je direktno proporcionalan riziku da se konkretan događaj desi u vremenskom trenutku ( $t$ ), i izražen je u vremenskoj jedinici u kojoj je izražena posmatrana osobina. Vrlo često se u analizi preživljavanja određeni rizici od izlučenja posmatraju kao konstante u toku vremena, što je daleko od realne situacije, pa analiza funkcije rizika pruža znatno objektivnije informacije nego sam rizik od izlučenja dat u konkretnom vremenskom trenutku. Funkcija rizika igra glavnu ulogu u analizi preživljavanja, pogotovu kada se radi o modeliranju krive preživljavanja.

U okviru analize preživljavanja postoji više metoda istraživanja, a najvažniji su: životne tablice, Kaplan-Meier metoda, eksponencijalna regresija i metoda proporcionalnih rizika (proportional hazards regression). Analiza preživljavanja zasnovana na Coxovom regresijskom modelu, te model proporcionalnih rizika s Weibull distribucijom novije su metode u genetskom procenjivanju dugovečnosti (Ducrocq i sar., 1987) i danas su često korišćene u istraživanjima.

#### **2.8.3.4. Kaplan-Meier metod**

Ovaj metod su definisali naučnici Kaplan i Meier 1958. godine. Osnovna prednost ovog metoda je upotreba cenzurisanih podataka. Ova metoda se najviše koristi u biomedicinskim istraživanjima, posebno kada se rade procene preživljavanja nakon određenih medicinskih tretmana, naročito kod obolelih od kancera (Rich i sar., 2010). Ovaj metod se najčešće koristi kao preliminarni metod jer ima opisni karakter (Allison, 1995).

#### **2.8.3.5. Cox-ov regresijski model**

Cox-ov regresijski model za analizu preživljavanja naziva se još i semiparametarskim modelom, jer ne zahteva odabir određene funkcije verovatnoće kojom će se predviđati trenutak preživljavanja, što se smatra i njegovom glavnom

prednošću u odnosu na druge modele (Allison, 1995). Još jedna prednost ovog modela u odnosu na druge modele za analizu preživljavanja jeste uključivanje vremenskih zavisnih kovarijabli koje mogu menjati svoje vrednosti tokom istraživanja.

Osnovni nedostak ovog modela jeste da on nije univerzalan model za regresijsku analizu podataka o preživljavanju, i u nekim situacijama je prikladnije koristiti parametarske metode (Allison, 1995). Pored ovog nedostatka Vukasinovic (1999) navodi i nemogućnost upotrebe ovog metoda na velikim setovima podataka koji se koriste u nacionalnoj genetskoj evaluaciji bikova za osobine dugovečnosti.

### **2.8.3.6. Model proporcionalnih rizika**

U ovu grupu spada veliki broj modela koje je predstavio Cox (1972). Kod ovih modela akcenat je stavljen na funkciju rizika. Metod proporcionalnih rizika se najčešće koristi u medicinskim istraživanjima kada se u model uključuje uticaj sekundarnih rizika na preživljavanje. Najveća prednost ovog modela jeste široka mogućnost modeliranja prilikom ispitivanja uticaja sekundarnih varijabli. Takođe kod ovog modela ne postavlja se pretpostavka o obliku modela životne distribucije.

Osnovni model proporcionalnih rizika ne uključuje vremenski zavisne kovarijable i neproporcionalne rizike i najčešće ima sledeći oblik:

$$h_i(t) = \lambda_0(t) \exp\{\beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik}\},$$

gde je  $\lambda_0(t)$  osnovna funkcija rizika a  $\exp\{\beta_{xi}\}$  predstavlja relativni rizik, koji proporcionalno raste ili se smanjuje bez obzira na dužinu trajanja intervala (t).

Iz ove funkcije se vidi da je rizik preživljavanja za određenu individuu u vremenu (t), funkcija dva ključna faktora. Prvi faktor jeste funkcija rizika  $\lambda_0(t)$ , koja nije predodređena i ne uključuje vremenski zavisne varijable i ne može biti negativna. Drugi faktor je linearna funkcija skupa fiksnih faktora koja je eksponovana.

### **2.8.3.7. Eksponecijalni i Weibull-ov model**

Ako se naprave određene pretpostavke koje se odnose na funkciju preživljavanja, odnosno na osnovnu funkciju rizika, modeli proporcionalnih rizika postaju sasvim novi modeli. Tako na primer ako uzmemo da je osnovna funkcija rizika ima konstantnu vrednost  $\lambda_0(t) = \lambda_0$ , dobijamo eksponecijalni model koji ima sledeći opšti oblik:

$$\lambda_i(x_i, t) = \lambda_0 \exp\{\beta x_i\}.$$

Nizom aproksimacija koje se odnose na model proporcionalnog rizika dolazimo do Weibull-ovog modela, koji se danas izuzetno često koristi u analizi preživljavanja. Funkcija preživljavanja Weibull-ovog modela u kombinaciji sa njenom fleksibilnošću, ima najznačajniji uticaj na široku primenu ovog modela u analizi preživljavanja i ima sledeći opšti oblik:

$$S(t) = \exp\{-(\lambda t)^\rho\},$$

odnosno funkcija rizika se može predstaviti u matematičkom obliku kao:

$$\lambda(t) = \rho \lambda (\lambda t)^{\rho-1}.$$

Weibull-ova raspodela je u potpunosti definisana sa parametrima ( $\rho$ ) i ( $\lambda$ ). U situaciji kada je  $\rho=1$ , rizik od izlučenja postaje konstantan, te Weibull model biva redukovan i postaje eksponencijalni model. U situaciji kada je  $\rho<1$  rizik se smanjuje kako vreme odmiče, odnosno u slučaju kada je  $\rho>1$  rizik se povećava kroz vreme. Dodatna prednost Weibull-ovog modela je mogućnost njegovog jednostavnog proširenja u mešovite modele (Ducrocq i Casella, 1996.).

#### **2.8.3.8. Vremenski zavisne varijable**

Određeni broj faktora poput rase, pola, uzrasta pri prvom teljenju su konstantni tokom celog života nekog grla (Raguž, 2012). Međutim postoje određeni faktori koji variraju u toku života neke individue, odnosno nisu konstantni. U takve faktore spadaju faktori poput godine, koja u svoj uticaj sumira sve klimatološke, ekonomske i organizacione efekte, te nije objektivno smatrati za grlo koje je provelo 7 godina u proizvodnji i da je trenutak njegovog izlučenja određen prvom produktivnom godinom. Sličan vremenski zavisani uticaj ispoljava i veličina stada. Ako se na određenoj farmi povećava broj grla, onda se svakom grlu posvećuje posebna pažnja i ulaže dodatni napor da se grlo zadrži u proizvodnji. Nasuprot ovoj situaciji, ako je kapacitet farme popunjen i raspoloživo sa dovoljnim brojem junica, ne postoji ekonomska opravdanost za povećanje troškova lečenja i nege, te se odluka o izlučenju grla mnogo lakše donosi. Navedena situacija itekako ima direktan uticaj na dugovečnost grla a nije konstantna u toku dužeg vremenskog perioda.

Jedna od glavnih prednosti analize preživljavanja u odnosu na linearne modele jeste mogućnost uključivanja vremenski zavisnih varijabli u modele koji se koriste za genetsku analizu osobina dugovečnosti. Mogućnost uključivanja vremenski zavisnih varijabli doprinosi preciznijem modeliranju i adekvatnijem tretiranju efekata koji nisu konstantni u dužem vremenskom periodu. Još od pojave ideje o genetskom vrednovanju osobina dugovečnosti, postavljalo se pitanje kako na adekvatan način interpretirati uticaje pomenutih faktora koji variraju kroz određeni vremenski period. Jedan od prvih autora koji je uspeo da poveže funkciju rizika sa vremenski zavisnim varijablama bio je Cox (1972) u okviru modela proporcionalnih rizika. Model proporcionalnih rizika može uvažiti takve situacije gde kovarijable variraju kroz vreme (Cox i Oakes, 1984) na sledeći način:

$$\lambda(t; x(t)) = \lambda_0(t) \exp\{x(t)' \beta\},$$

gde  $x(t)$  označava vektor kovarijable, s tim da neke od njih (vremenski zavisne) su u funkciji vremena. Ove varijable mogu biti i u određenim vremenskim intervalima i konstantne, što znači da dobijaju novu vrednost u specifičnim vremenskim intervalima i ostaju konstantne u okviru tih intervala.

Iako uključivanje vremenski zavisnih varijabli doprinosi preciznom modeliranju, ovaj metod ima i svoje nedostatke. Prvi nedostatak koji se pripisuje ovom postupku jeste da je tumačenje dobijenih rezultata otežano (Kalbfleish i Prentice, 1980). Ovakva situacija se sreće u okolnostima kada se grlo razboli i najmljednija grla imaju manje šanse da budu izlučena od grla sa nižom proizvodnjom. Ako se u analizi ne izvrši korekcija na proizvodnju mleka, ovakva situacija može dovesti do pogrešnog zaključka, da pojava bolesti "štiti" grla od izlučenja (Raguž, 2012). Slična situacija kod pojave bolesti jeste da ona može dovesti do pada mlečnosti i da kao razlog izlučenja bude evidentirana niska proizvodnja, dok u suštini glavni razlog izlučenja jeste pojava bolesti.

Drugi nedostatak, koji se uslovno stavlja na teret upotrebi vremenski zavisnih varijabli jeste da je izračunavanje složeno i kompjuterski zahtevno. Većina komercijalnih statističkih programa ne može na adekvatan način da uključi zavisne varijable, pa čak i na relativno malim bazama. Jedan od prvih programskih paketa koji su mogli da na adekvatan način tretiraju zavisne varijable bio je Survival kit v3.1 razvijen od strane



Ducrocq-a i Sölkner-a (1994). Ovaj statistički program je mogao da u modeliranje i izračunavanje rizika uključi vremenski zavisne varijable u velikim populacijama.

#### **2.8.4. Indirektni pokazatelji dugovečnosti**

Utvrđene niske vrednosti heritabiliteta osobina dugovečnosti u većem broju istraživanja (Dentine i sar., 1987b; Vollema i Groen, 1996; Roxström i Strandberg, 2002; Van der Linde i sar., 2006), uticale su da autori u fokus svojih istraživanja stave povezanost između osobina dugovečnosti i nekih drugih osobina, koje mogu poslužiti kao indikator osobine i omogućiti indirektnu selekciju na osobine dugovečnosti. Kao indikator osobine su se koristile osobine koje se mogu ranije meriti u toku života, odnosno znatno ranije nego što je to slučaj sa osobinama dugovečnosti. Najčešće osobine koje su korišćene kao indikator osobine su osobine tipa, osobine mlečnosti, reproduktivne osobine, broj somatskih ćelija, kao i osobine muznosti. Sve navedene osobine koje se koriste kao indikatori dugovečnosti, mogu biti uključene u modele samostalno ili kombinaciji sa osobinama koje su mera direktne dugovečnosti, kao što je to danas slučaj u populacijama mlečnih goveda u SAD-u, Belgiji i Francuskoj (Forabosco i sar., 2009).

Veći broj autora akcenat je stavio na osobine tipa, zato što se linearna ocena tipa vrši dosta ranije nego što imamo podatke o dugovečnosti, pa grla već u prvoj laktaciji imaju dostupne informacije za ove osobine. U prethodnom delu izlaganja, pisano je o značaju osobina vimena i njihovoj relativno jakoj povezanosti sa osobinama dugovečnosti. Pored osobina vimena, kao najvažnijih indikatora dugovečnosti, pažnju treba posvetiti i mlečnom krakteru grla, osobinama bedara i karlice, kao i nogama i papcima koji su vrlo čest razlog za izlučenja grla.

Određen broj autora je utvrdio vezu između broja somatskih ćelija i dugovečnosti. Više vrednosti broja somatskih ćelija ukazuju na potencijalno postojanje subkliničkih i kliničkih mastitisa. U istraživanjima broj somatskih ćelija predstavljen je kao SCS (somatic cell score – logaritam broja somatskih ćelija). U svom istraživanju Sewalem i sar. (2006) su utvrdili da su grla sa povišenim brojem somatskih ćelija imala od 4,95 do 6,73 puta veći rizik od izlučenja u odnosu na grla sa prosečnim vrednostima somatskih ćelija.

### **2.8.5. Faktori koji utiču na dugovečnost korišćeni u analizi preživljavanja**

Niske vrednosti heritabiliteta koje je utvrdio veliki broj istraživača, ukazuju da na ispoljavanje i variranje osobina dugovečnosti dominantan uticaj imaju faktori spoljašnje okoline. U dosadašnjim istraživanjima ispitan je uticaj velikog broja faktora kao i njihovih interakcija. Upotrebom modela proporcionalnih rizika i uključivanje faktora za koje pretpostavljamo da imaju uticaja na dugovečnost, glavni efekti uključenih faktora su izraženi kao rizik da grla budu izlučena. Tako na primer ako je rizik od izlučenja za određeni uključeni faktor veći od jedan, to znači da sa smanjenjem vrednosti nivoa faktora smanjuje se i rizik od izlučenja. Grlo koje ima rizik od izlučenja dva ima dva puta veće šanse da bude izlučeno u odnosu na grlo koje se nalazi u referentnoj grupi za dati faktor. U najvećem broju publikovanih istraživanja uzrast pri prvom teljenju, relativni uticaj proizvodnje mleka, laktacija po redu, faza laktacije, promena veličine stada i uticaj osobina tipa su označeni kao faktori sa najvećim uticajem na rizik od izlučenja.

#### **2.8.5.1. Uticaj uzrasta pri prvom teljenju na dugovečnost**

Uticaj uzrasta pri prvom teljenju na osobine dugovečnosti ispitan je u velikom broju istraživanja. Veći broj istraživača je utvrdio da sa povećanjem uzrasta pri prvom teljenju raste rizik od izlučenja, odnosno grla bivaju ranije izlučena (M'hamdi i sar., 2010; Raguž, 2012; Zavadilová i Štípková, 2013). Tako su M'hamdi i sar. (2010) ispitujući uticaj uzrasta pri prvom teljenju na funkcionalnu dugovečnost u populaciji holštajn krava u Tunisu, utvrdili da je rizik od izlučenja rastao linearno sa porastom uzrasta pri prvom teljenju. Autori su uzrast pri prvom teljenju od 27 meseci postavili kao bazni, odnosno rizik za taj uzrast iznosio je 1. Kod grla koja su se telila u prosečnom uzrastu od 21 meseca, rizik je iznosio 0,96 dok kod grla koja su se prosečno telila u uzrastu od 39 meseci rizik je bio značajno veći i iznosio je 1,43.

Raguž (2012) u svom istraživanju navodi da je uzrast pri prvom teljenju imao mali uticaj na dugovečnost mlečnih grla. Isti autor je takođe utvrdio da su najmanji rizik od izlučenja (0,96) imala grla koja su se telila u uzrastu manjem od 710 dana, dok su najviši rizik od izlučenja (1,113) imala grla koja su se telila u uzrastu većem od 920 dana. Iako su razlike u rizicima između grupa prema uzrastima bile male, autor je utvrdio trend povećanja rizika od izlučenja sa povećanjem uzrasta pri prvom teljenju. Do sličnih rezultata došli su Potočnik i sar. (2011) u populaciji holštajn krava u Sloveniji.

Vukasinovic i sar. (2001) navode da je povećan rizik od izlučenja grla koja su se u kasnijem uzrastu telila povezana sa reproduktivnim i zdravstvenim poremećajima koji se češće javljaju kod ove grupe grla. Pored češćih zdravstvenih i reproduktivnih problema, grla koja se tele u kasnijem uzrastu su i manje ekonomična, zbog većih troškova gajenja. Inače grla koja se tele znatno ranije od optimalnog uzrasta imaju veći rizik od izlučenja zbog teških teljenja i poremećaja koji mogu nastati kao posledica istih (Martinez i sar., 1983).

#### **2.8.5.2. Uticaj relativne proizvodnje mleka unutar stada**

Proizvodnja mleka jeste jedna od najvažnijih osobina kod mlečnih grla i prilikom donošenja odluke o izlučenju grla iz proizvodnje ova osobina ima presudan uticaj. Apsolutna proizvodnja nije najadekvatniji selekcijski pokazatelj kada se radi o donošenju odluke o izlučenju grla iz proizvodnje. Znatno sigurniji pokazatelj jeste relativna proizvodnja mleka grla u odnosu na prosek stada u datoj godini i on je pokazatelj položaja grla u stadu. Grla sa visokom proizvodnjom imaju znatno manje šanse da budu izlučena u odnosu na grla sa niskom proizvodnjom iz istog stada (Sewalem i sar., 2005). Vukasinovic i sar. (2001) su utvrdili da grla koja proizvode ispod proseka stada u kome se nalaze, imaju značajno više rizike od izlučenja nego grla iz istog stada koja su proizvela iznad proseka.

Raguž i sar. (2014) su utvrdili da u populaciji holštajn rase u Hrvatskoj, grla koja proizvode 1,5 standardnu devijaciju ispod proseka stada iz kog potiču imaju viši rizik od izlučenja za 31% od grla koja proizvode 0,5 standardnih devijacija ispod proseka iz istog stada. U istom istraživanju autori su utvrdili da grla koja proizvode 1,5 standardnu devijaciju iznad proseka stada iz kog potiču imaju manji rizik od izlučenja za 11% u odnosu na grla iz referentne grupe. Do sličnih rezultata u svom istraživanju došli su M'hamdi i sar. (2010). Oni su utvrdili da se sa povećanjem relativne proizvodnje mleka smanjuje rizik od izlučenja, pa su grla sa najmanjom relativnom proizvodnjom mleka imala najviši rizik (1,25) dok su najbolje rangirana imala najniži rizik (0,35).

Znatno više razlike u rizicima između grla sa različitom relativnom proizvodnjom utvrdili su u svom istraživanju Jenko i sar. (2013) u populaciji smeđih goveda u Sloveniji. Oni su utvrdili da grla koja su rangirana kao grla sa najvišom proizvodnjom imala su 4 puta manji rizik od izlučenja u odnosu na grla koja su imala najnižu relativnu proizvodnju u stadu. Mészáros i sar. (2008) ispitujući dugovečnost u populaciji pinzgavskih goveda u

Slovačkoj su utvrdili da grla koja su proizvodila 1,5 standardu devijaciju ispod proseka stada u kom su se nalazila, imala su 5,3 puta veći rizik od izlučenja nego grla iz referentne grupe.

### **2.8.5.3. Uticaj laktacije po redu i stadijuma laktacije na rizik od izlučenja**

Faza laktacije kao i laktacija po redu imaju uticaja na rizik od izlučenja mlečnih grla. Rizik od izlučenja grla je rastao u kasnijim fazama laktacije (Chrinos i sar., 2007). Nasuprot ovim istraživanjima, Mészáros i sar. (2008) i M'hamdi i sar. (2010) su u svojim istraživanjima utvrdili visok rizik od izlučenja u prvoj fazi prve laktacije, koji je bio 4 puta viši nego rizik od izlučenja u drugoj fazi viših laktacija. Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima koje su utvrdili Vukasinovic i sar. (2001). Ducrocq je (1987) utvrdio da grla koja se nalaze u poslednjoj fazi laktacije imaju 4,06 puta veći rizik od izlučenja nego grla istog uzrasta koja se nalaze u prvoj fazi laktacije.

Veći broj autora je utvrdio da rizik od izlučenja grla raste sa porastom broja laktacije u kojoj se grlo nalazi (Van der Linde i sar., 2006; Chrinos i sar., 2007; Mészáros i sar., 2008). Ovakvi rezultati su logični sa fiziološkog aspekta organizma mlečnog grla, tj. proces starenja organizma traje paralelno sa svakom narednom laktacijom. Nasuprot rezultatima pomenutih istraživača, M'hamdi i sar. (2010) i Raguž i sar. (2014) su utvrdili da rizik od izlučenja opada sa porastom broja laktacija koje je grlo ostvarilo. Tako su Raguž i sar. (2014) utvrdili u populaciji holštajn krava u Hrvatskoj, da je rizik od izlučenja grla u prvoj laktaciji bio gotovo 5 puta veći nego rizik da grlo bude izlučeno u drugoj laktaciji. Isti autori navode da je rizik od izlučenja opadao sa povećanjem pariteta u kome se grlo nalazi. Ducrocq (1987) je utvrdio da grla koja se nalaze u poslednjoj fazi laktacije imaju 4,06 puta veći rizik od izlučenja nego grla istog uzrasta koja se nalaze u prvoj fazi laktacije.

### **2.8.5.4. Uticaj promene veličine stada na rizik od izlučenja**

Dinamika promene veličine stada ima značajan uticaj na rizik od izlučenja grla iz proizvodnje. Opšti zaključak koji se može izvesti na osnovu rezultata većeg broja istraživanja jeste da je rizik od izlučenja značajno manji u stadima koja se šire nego u stadima koja imaju konstantan broj grla (Mészáros i sar., 2008; Potočnik i sar., 2011; Jenko i sar., 2013). Najviši rizik od izlučenja imaju grla koja se nalaze u stadima u kojima

se broj grla smanjuje. Tako Mészáros i sar. (2008) su utvrdili da rizik od izlučenja kod grla koja se nalaze u stadima kod kojih se broj grla smanjio za 50%, bio veći 7,5 puta u odnosu na grla u stadima sa relativno stabilnim brojem, a čak 28 puta u odnosu na stada gde se broj grla povećao za 50%. Weigel i sar. (2003) su utvrdili da 20% najlošije rangiranih grla u proizvodnji mleka u stadiu u kojem se smanjivao broj grla, imalo je rizik od izlučenja koji je bio 4,2 puta veći od rizika grla iz bazne grupe. U slučaju da se broj grla povećavao u stadiu, rizik od izlučenja je bio smanjen na 2,6.

Jenko i sar. (2013) ispitujući dugovečnost u populaciji smeđih goveda u Sloveniji primenom analize preživljavanja su utvrdili da grla koja se nalaze u stadima u kojima se broj grla smanjuje, imaju rizik od izlučenja koji iznosi 1,4 za razliku od rizika koji su imala grla u stadima koja imaju stabilan broj grla i koji je iznosio 1,1. Grla koja su se nalazila u stadima koja su povećavala broj grla imala su rizik od izlučenja od 0,8 do 0,9 u odnosu na grla koja su se nalazila u stadima sa stabilnim brojem grla. Na kraju uticaj promene broja grla u stadiu na rizik od izlučenja treba sagledati u kontekstu donošenja selekcijskih kriterijuma i tržišnih odnosa u proizvodnji mleka.

### **3. Materijal i metode rada**

Ispitivanje i genetsko vrednovanje osobina dugovečnosti izvršeno je na setu podataka koji je ustupljen od strane Poljoprivredne korporacije Beograd AD. Ustupljeni set podataka sadržao je bitne datume kada je reč o grlu (datum rođenja i izlučenja, datume svakog teljenja), kao i proizvodne rezultate i podatke o poreklu grla. Analizirani podaci su preuzeti zaključno sa 31. martom 2013. godine.

Poljoprivredna korporacija Beograd (PKB) osnovana je krajem 1945. godine sa idejom da proizvodi i prerađuje hranu za narastajuće stanovništvo Beograda. Od 1954. do 1959. na farme PKB-a uveženo je oko 7000 krava i steonih junica istočno-frizijske rase iz Holandije i crvene danske rase iz Danske. Sredinom 70-tih godina XX veka, sa ciljem da se poveća proizvodnja mleka, započinje proces oplemenjivanja gajene populacije mlečnih krava, korišćenjem semena bikova holštajn frizijske rase uveženih iz SAD-a i Kanade.

Mlečna grla na farmama PKB-a gaje se u vezanom sistemu na 7 tipskih farmi izgrađenih krajem 60-tih i početkom 70-tih godina XX veka. Objekti u kojima su grla gajena su građeni od čvrstog materijala. U toku toplijeg perioda godine su poluotvoreni, dok se u hladnijem periodu godine zatvaraju uz pomoć bala slame. Od 2012. godine počela je realizacija plana da sve farme pređu na savremeni slobodan način držanja u novim objektima sa centralno postavljenim izmuzištem tipa rotolaktor. Do sada je izgrađena i puštena u rad jedna takva farma. Grla se hrane kompletno mešanin obrokom (TMR- Total Mixed Ratio), sa ujednačenim i stabilnim obrokom u toku cele godine.

Danas se na farmama Poljoprivredne korporacije Beograd gaji oko 22000 goveda od čega oko 9000 grla čine mlečne krave. Godišnje se na PKB-u prosečno proizvede i proda oko 70 miliona kg mleka, što je svrstava u red najvećih farmi u Evropi. Poljoprivredna korporacija Beograd u svom vlasništvu ima i centar za reprodukciju i veštačko osemenjavanje. U centru se gaje, testiraju i koriste za dobijanje semena kvalitetni bikovi holštajn rase. Bikovi koji se gaje u centru su potomci najkvalitetnijih bikovskih očeva holštajn frizijske rase koji se koriste u svetu, i bikovskih majki koje se gaje na farmama PKB-a. Centar i stručnjaci zaposleni u njemu su dali veliki doprinos genetskom unapređenju populacije crno belih goveda, ne samo na farmama PKB-a, nego i na čitavoj teritoriji Republike Srbije.

### **3.1. Materijal korišćen u analizi**

Početni set podataka, ustupljen od strane Poljoprivredne korporacije Beograd, preuzet je u aprilu 2013. godine i sadržao je proizvodne rezultate i podatke o poreklu za 25301 kravu. Grla koja su se nalazila u setu podataka ukupno su ostvarila 77550 laktacija i bila su rođena u periodu od 1979. do 2011. godine, odnosno prvi put su se telila u periodu od 1981. do 2012. godine.

Nakon preuzimanja podataka, počela je priprema seta podataka za analizu. Iz seta podataka isključena su sva grla koja nisu imala poznat datum rođenja, kao i poznate datume svih teljenja. Nakon toga iz seta su isključena grla koja nisu imala proizvodne rezultate za sve ostvarene laktacije, kao i poznatog oca. Iz seta podataka su uklonjena sva grla koja su imala nelogične datume (npr. datum druge laktacije manji od datuma prvog teljenja). Takođe iz seta su isključena grla koja su imala uzrast pri prvom teljenju manji od 600 dana (20 meseci), kao i grla koja su bila starija od 1200 dana (40 meseci) prilikom prvog teljenja.

Trajanje produktivnog života definisano je kao vremenski period od datuma prvog teljenja do datuma izlučenja ili cenzurisanja (datum preuzimanja podataka). Kod grla koja su imala nepoznat ili nelogičan datum izlučenja, kao datum izlučenja korišćen je datum završetka poslednje poznate laktacije. U slučaju nepostojećeg datuma izlučenja, krava je smatrana izlučenom ukoliko je broj dana između početka poslednje poznate laktacije i datuma završetka istraživanja bio veći od 500 dana. U suprotnom, grlo se tretira kao cenzurisani zapis. Maksimalan broj laktacija koje je neko grlo ostvarilo iznosio je 12. Usled izuzetno malog broja grla koja su ostvarila iznad 8 laktacija (manje od 1%), sva grla koja su imala broj ostvarenih laktacija iznad 8 su cenzurisana i smatrana su nepotpunim zapisom. Iz seta podataka isključeni su svi bikovi koji su imali manje od 3 kćeri. Ova restrikcija je sprovedena sa ciljem da se poveća tačnost procene genetskih parametara. Ovako kreiran set podataka sadržao je potomke 277 bikova-očeva

Pripremljen set podataka sadržao je proizvodne i podatke o poreklu za 22109 grla. Od ukupnog broja grla, 16539 grla ima poznato trajanje produktivnog života, dok je 5570 grla tretirano kao nepotpuni (cenzurisani) zapis. Udeo potpunih zapisa činio je 74%, dok su nepotpuni podaci činili 26% od ukupnog broja podataka.

Tabela 7: Distribucija grla odstranjenih iz seta podataka prema razlogu

| Razlog   | Broj odstranjenih grla | Kumulativni broj |
|--|------------------------|------------------|
| Broj grla u početnom setu podataka                           | -                      | 25301            |
| Nepoznat otac grla   | 50                     | 25251            |
| Nepoznat datum prvog teljenja                                | 586                    | 24665            |
| Nedostajuća laktacija  | 1359                   | 23306            |
| Uzrast pri prvom teljenju manji od 600 ili veći od 1200 dana | 328                    | 22978            |
| Nelogični datumi   | 462                    | 22516            |
| Očevi sa manje od 3 kćeri                                    | 68                     | 22448            |
| Nepostojanje farme na kojoj je grlo proizvelo                | 339                    | 22109            |

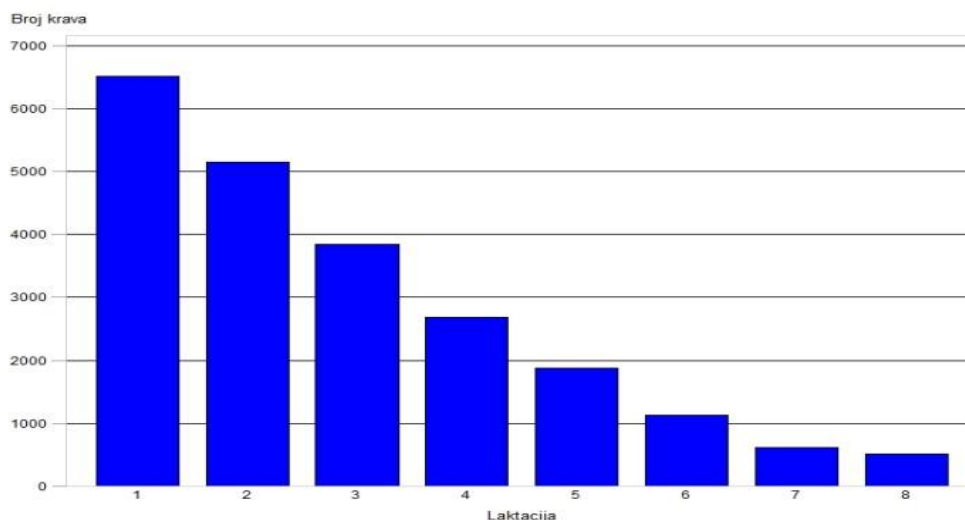
### **3.2. Stopa preživljavanja, prosečno trajanje produktivnog života i prosečna struktura stada**

Prilikom izračunavanja stope preživljavanja, prosečnog trajanja produktivnog života i prosečne strukture stada korišćen je set podataka koji je bio sačinjen samo od potpunih zapisa i sadržao je proizvodne rezultate za 16539 krava.

Prilikom izračunavanja stope preživljavanja u obzir su uzeta grla koja su imala bar jedno teljenje. Krava se smatrala "preživlom" za datu laktaciju ako je normalno završila posmatranu laktaciju i evidentiran je datum narednog teljenja, odnosno datum početka naredne laktacije. Broj grla koji se prvi put otelio predstavljao je 100%. Stopa preživljavanja za naredne laktacije izračunata je kao odnos broja grla koja su ostvarila datu laktaciju i broja grla koja su ostvarila prvu laktaciju, odnosno potencijalnog broja grla koja su mogla da ostvare datu laktaciju.



Distribucija ostvarenih laktacija prikazana je na grafikonu 1.



Grafikon 1: Distribucija grla prema broju ostvarenih laktacija

Prosečan broj teljenja izračunat je kao suma prosečnih stopa preživljavanja za svaku laktaciju. Prosečno trajanje produktivnog života izraženo je u mesecima i izračunato je primenom formule predložene od strane Nieuwhof i sar. (1989):

$$H = \frac{\sum_1^7 [(S_{i+1}) * C_i + (S_i - S_{i+1}) * D_i] + S_8 * 365,25}{30,4375}, \text{ gde je:}$$

$H$ - prosečno trajanje produktivnog života izraženo u mesecima,

$S_i$ - stopa preživljavanja za laktaciju  $i$ ,

$C_i$ - prosečno trajanje međutelidbenog intervala izraženog u danima za laktaciju  $i$ ,

$D_i$ - prosečan broj dana u laktaciji  $i$  za grla koja nemaju zabeleženo naredno teljenje.

Prosečan procenat zamene grla na godišnjem nivou izračunat je primenom sledećeg izraza:

$$R = \frac{100}{H/12}.$$

Prosečna struktura stada izračunata je primenom formule koju su takođe predložili Nieuwhof i sar. (1989):

$$P_i = \frac{[(S_{i+1}) * C_i + (S_i - S_{i-1}) * D_i]}{30,4375 * H},$$

gde je  $P_i$  udeo grla u stadu koja se nalaze u  $i$ -toj laktaciji.

Udeo grla u stadu koja se nalaze u osmoj laktaciji izračunat je prema sledećoj formuli:

$$P_8 = \frac{12 * S_8}{H}.$$

### **3.3. Analiza razloga izlučenja**

U okviru redovnih kontrola produktivnosti i sumiranja proizvodnih rezultata grla na farmama PKB-a, obavezna je evidencija razloga izlučenja grla iz proizvodnje. Razlozi izlučenja se evidentiraju kao veterinarske šifre oboljenja, povreda i poremećaja koji su doveli do izlučenja ili su evidentirani kao selekcijski razlozi izlučenja. Najveći deo grla je imao evidentiran samo primarni razlog izlučenja. U određenom broju slučajeva na donošenje odluke o izlučenju uticao je veći broj razloga. Tako na primer grlo koje je imalo problem sa laminitisom, koji je uticao na slabu reproduktivnu efikasnost i uslovalo da grlo bude izlučeno, vrlo verovatno je kao razlog izlučenja evidentiran sterilitet i problemi u reprodukciji, iako je primarni razlog bio drugačije prirode. Međutim sekundarni razlozi izlučenja nisu beleženi. U zvaničnoj evidenciji razloga izlučenja korišćene su 142 šifre (razloga) izlučenja. Usled nepraktičnosti i poteškoća u analizi tako velikog broja razloga izlučenja, izvršeno je grupisanje prema srodnosti oboljenja ili poremećaja u određene kategorije.

Razlozi izlučenja su razvrstani u 10 najznačajnijih kategorija, i to: neplodnost i poremećaji u reprodukciji, oboljenja nogu i papaka, mastitis, poremećaji metabolizma, bolesti i poremećaji organa za varenje, zarazne i parazitske bolesti, povrede, selekcijski razlozi i ostali razlozi. U tabeli 8 dati su razlozi izlučenja sa najvažnijim podkategorijama koje obuhvataju.

Tabela 8: Razlozi izlučenja sa najvažnijim podkategorijama u okviru njih

| <b>Redni broj</b> | <b>Razlog izlučenja</b>                 | <b>Potkategorije</b>  | <b>(Ne)Željeni razlog izlučenja</b> |
|-------------------|---|---|-------------------------------------|
| 1.                | Neploidnost i poremećaji u reprodukciji | Anestrija, atrofija jajnika, ciste na jajnicima, perzistentno žuto telo, endometritis, zaostajanje posteljice, tumori, sterilitet bez jasnog razloga                    | Neželjeni                           |
| 2.                | Oboljenja nogu i papaka                 | Artritis, periartritis, deformacija ekstremiteta, laminitis, interdigitalni dermatitis, oboljenja bele linije, panaricijum  | Neželjeni                           |
| 3.                | Mastitis                                | Agalakcija, kataralni mastitis, gangrenozni mastitis, parenhimatozni mastitis, stafilokokni mastitis, streptokokni mastitis, ostali mastitisi, gubitak funkcije četvrti | Neželjeni                           |
| 4.                | Metaboličke bolesti                     | Avitaminoza, masna infiltracija jetre, ketoza, puerperalna pareza   | Neželjeni                           |
| 5.                | Bolesti digestivnog trakta              | Dijareja, indigestije, dislokacija sirišta, povrede mrežavca, enteritis, meteorizam   | Neželjeni                           |
| 6.                | Zarazne i parazitske bolesti            | Leukoza, leptospiroza, bronchopneumonia, maligni edem, šuga, trihoficija  | Neželjeni                           |
| 7.                | Povrede                                 | Prelomi, traume, iščašenja, dekubitusi, povrede vimena  | Neželjeni                           |
| 8.                | Teška teljenja i pobačaji               | Teška teljenja, fetotomija, prolapsus, inverzija vagine, pobačaji   | Neželjeni                           |
| 9.                | Selekcijski razlozi                     | Niska proizvodnja, eksterijerni nedostaci   | Željeni                             |
| 10.               | Ostali razlozi                          | Slepilo, trovanje, bolesti bubrega, neuropatije, slabost srčanog mišića   | Neželjeni                           |

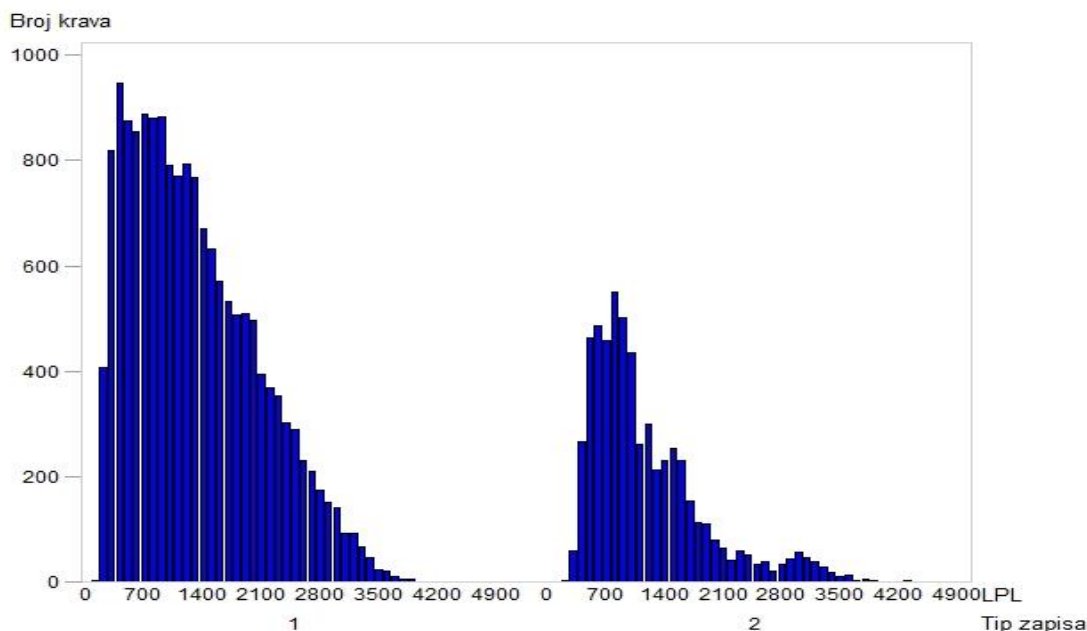
Određen broj grla koji se nalazio u setu podataka korišćenom za izračunavanje stope preživljavanja, nije imao upisan razlog izlučenja. Isključivanjem grla koja nemaju poznat razlog izlučenja formiran je set podataka koji je korišćen za analizu razloga izlučenja. Tako dobijen set podataka sadržao je podatke za 12039 krava koje su se telile prvi put u periodu od 1987. do 2012. godine.

### 3.4. Pokazatelji dugovečnosti

Dugovečnost u ovom istraživanju posmatrana je kroz tri pokazatelja:

- Trajanje produktivnog života (LPL) definisano je kao vreme izraženo u danima od datuma prvog teljenja do datuma izlučenja ili cenzurisanja.
- Životna proizvodnja mleka (LMY) predstavlja količinu mleka koju je grlo proizvelo u toku svog produktivnog života i izražena je u kilogramima (kg).
- Broj ostvarenih laktacija (NL) predstavlja broj laktacija koje je grlo ostvarilo u toku svog produktivnog života.

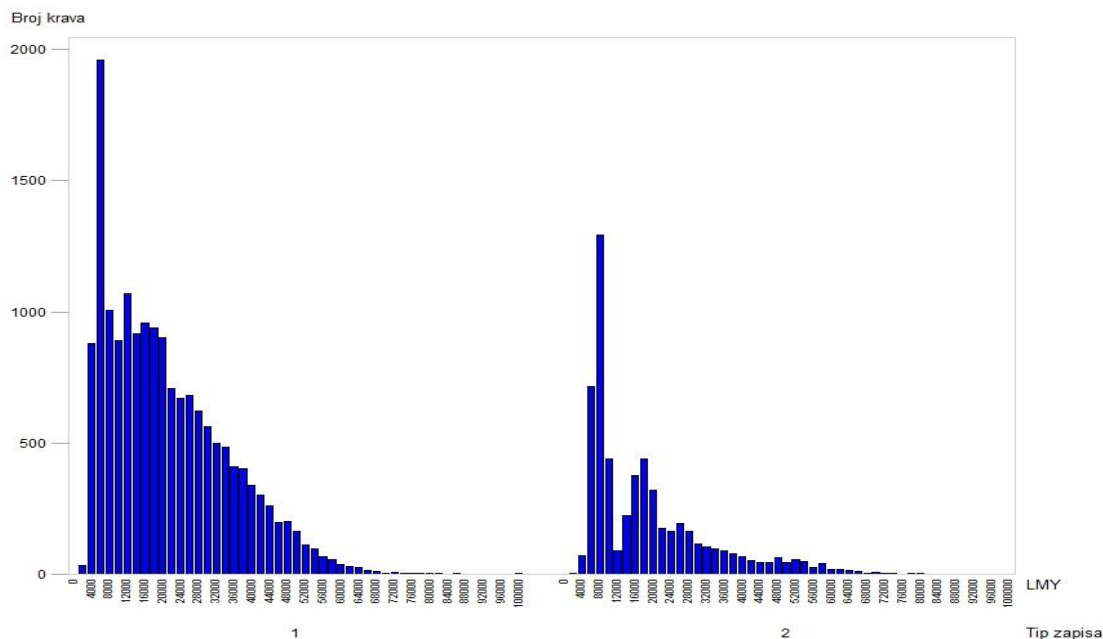
Distribucija krava prema dužini trajanja produktivnog života prikazana je na grafikonu 2, pri čemu cenzurisana grla su označena kodom 2, dok su grla sa potpunim zapisom označena kodom 1.



Grafikon 2: Distribucija krava prema dužini trajanja produktivnog života

Distribucija grla prema dužini trajanja produktivnog života i kod potpunih i cenzuriranih podataka pomerena je ulevo u odnosu na normalnu raspodelu, odnosno zapisi prate Weibull-ovu raspodelu.

Gotovo identična situacija se sreće kada je reč o raspodeli broja krava prema životnoj proizvodnji mleka. I kod potpunih i kod cenzuriranih podataka, životna proizvodnja mleka prati Weibull-ovu raspodelu, što se vidi na grafikonu 3.



Grafikon 3: Distribucija krava prema životnoj proizvodnji mleka

### 3.5. Upotreba analize preživljavanja u analizi osobina dugovečnosti

Analiza preživljavanja je jedna od metodologija koja je korišćena u ovom istraživanju u genetskoj analizi osobina dugovečnosti crno belih krava u Srbiji. Postupak procene genetskih parametara, pre svega heritabiliteta i priplodnih vrednosti, urađen je uz pomoć programskog paketa Survival Kit V6.0 (Ducrocq i sar., 2010) uz upotrebu matrice srodstva, konstruisane za model oca (sire model). Priprema podataka urađena je uz pomoć programskog paketa SAS 9.3 (SAS Inst. Inc., 2012).

Set podataka koji je korišćen u analizi sadržao je podatke za 22109 krava, od čega su 26% činila grla sa nepoznatim vrednostima za osobine dugovečnosti (cenzurisani zapisi).

U analizi je korišćen metod proporcionalnih rizika, a sam model je imao sledeći oblik:

$$\lambda(t) = \lambda_0(t) \exp(\textit{godina} + \textit{sezona} + \textit{rpm} + \textit{farma} + \textit{uzrpt} + \textit{laktacija} + \textit{uhf} + \textit{otac}),$$

gde je:

$\lambda(t)$ - funkcija rizika (trenutna verovatnoća izlučenja) za određenu kravu u trenutku

t;

$\lambda_0(t)$ - Weibull osnovna funkcija rizika sa skalarnim parametrom  $\lambda$  i parametrom oblika  $\rho$ ;

*godina*- fiksni vremenski zavisani uticaj godine teljenja;

*sezona*- fiksni vremenski zavisani uticaj sezone teljenja;

*rpm*- fiksni vremenski zavisani uticaj relativne proizvodnje mleka unutar stada iz kojeg grlo potiče;

*farma*- fiksni vremenski nezavisani uticaj farme na kojoj je grlo proizvodilo;

*uzrpt*- fiksni vremenski nezavisani uticaj starosti grla pri prvom teljenju;

*laktacija*- fiksni vremenski zavisani uticaj laktacije;

*uhf*- fiksni vremenski nezavisani uticaj udela gena holštajn frizijske rase;

*otac*- slučajni vremenski nezavisani uticaj oca koji sledi multivarijantnu normalnu raspodelu.

### **3.5.1. Uticaji uključeni u model**

Svi uticaji uključeni u model za genetsko vrednovanje osobina dugovečnosti metodom proporcionalnih rizika imali su visoko statistički značajan uticaj ( $p < 0,01$ ). U narednom izlaganju biće objašnjen način formiranja i uključivanja uticaja u model proporcionalnih rizika.

#### **3.5.1.1. Uticaj godine teljenja**

Uticaj godine teljenja uključen je u model proporcionalnih rizika kao vremenski zavisani uticaj, odnosno menjao je svoju vrednost u toku analiziranog vremena za svako posmatrano grlo i za svako novo teljenje, tj. započinjanje laktacije. Analizom obuhvaćena grla su se telila u periodu od 1987. godine do 2012. godine.

#### **3.5.1.2. Uticaj sezone teljenja**

I ovaj uticaj, kao i prethodni je uključen u model proporcionalnih rizika kao vremenski zavisani uticaj. Uvažavajući klimatske parametre, kao i organizaciono-proizvodne parametre, jedna kalendarska godina je podeljena na 4 sezone i to:

- zima- obuhvata decembar, januar i februar;
- proleće- obuhvata mart, april i maj;
- leto- obuhvata jun, jul i avgust;
- jesen- obuhvata septembar, oktobar i novembar.

Za svaku sezonu teljenja izračunat je rizik izlučenja.

### 3.5.1.3. Uticaj relativne proizvodnje mleka unutar stada

Uticaj relativne proizvodnje mleka unutar stada iz kojeg grlo potiče kreiran je kao fiksni vremenski zavisani uticaj. Sva grla uključena u analizu su bila pod kontrolom produktivnosti prema standardnoj metodologiji A4 (ICAR, 2009). Ovaj uticaj je formiran tako što je ukupna količina mleka u datoj laktaciji korigovana na količinu mleka koju je grlo ostvarilo u prvoj laktaciji i posmatrana kao relativni prinos mleka u odnosu na prosečnu proizvodnju na farmi sa koje potiče dato grlo. Razlike koje su nastale na prikazani način, izražene su kao broj standardnih devijacija ispod ili iznad proseka farme na kojoj je grlo proizvodilo. Na ovaj način grla su svrstana u 9 klasa koje su prikazane u tabeli 9.

Tabela 9: Klase prema relativnom nivou proizvodnje mleka

| Klasa | Odstupanje izraženo u standardnim devijacijama u odnosu na prosek farme |
|-------|---|
| I     | $x < -1,5 \text{ SD}$   |
| II    | $-1,5 \text{ SD} < x < -1 \text{ SD}$                                   |
| III   | $-1 \text{ SD} < x < -0,5 \text{ SD}$                                   |
| IV    | $-0,5 \text{ SD} < x < -0,2 \text{ SD}$                                 |
| V     | $-0,2 \text{ SD} < x < 0,2 \text{ SD}$                                  |
| VI    | $0,2 \text{ SD} < x < 0,5 \text{ SD}$                                   |
| VII   | $0,5 \text{ SD} < x < 1 \text{ SD}$                                     |
| VIII  | $1 \text{ SD} < x < 1,5 \text{ SD}$                                     |
| IX    | $x > 1,5 \text{ SD}$  |

### 3.5.1.4. Uticaj farme

Uticaj farme obuhvata i sumira u sebe veliki broj činilaca koji imaju uticaj na proizvodnju mleka. U efektu farme sumirani su uticaji poput mikrolokacije, tipa objekata u kojima se gaje grla, ambijentalnih uticaja, primenjene tehnologije proizvodnje, menadžmenta itd. Iako su posmatrane farme tipske, sa jako sličnim objektima, mikrolokacijom i gotovo identičnom primenjenom tehnologijom proizvodnje, preliminarna analiza je ukazala na visoko-statistički značajan uticaj ovog faktora na osobine dugovečnosti. Uticaj farme je uključen u analizu metodom proporcionalnih

rizika kao vremenski nezavisna varijabla i ispitivan je uticaj 7 farmi na kojima su analizirana grla proizvođača.

#### **3.5.1.5. Uticaj starosti grla pri prvom teljenju**

U prethodnom delu izlaganja napomenuto je da su grla koja su bila mlađa od 600 dana ili starija od 1200 dana u momentu prvog teljenja bila isključena iz seta podataka. Grla su prema uzrastu pri prvom teljenju podeljena u deset klasa, sa jednakim intervalom za svaku klasu od 60 dana: I- uzrast pri prvom teljenju manji od 660 dana, II- uzrast pri prvom teljenju između 661 i 720 dana, III- uzrast pri prvom teljenju između 721 i 780 dana, IV- uzrast pri prvom teljenju između 781 i 840 dana, V- uzrast pri prvom teljenju između 841 i 900 dana, VI- uzrast pri prvom teljenju između 901 i 960 dana, VII- uzrast pri prvom teljenju između 961 i 1020 dana, VIII- uzrast pri prvom teljenju između 1021 i 1080 dana, IX- uzrast pri prvom teljenju između 1081 i 1140 dana, X- uzrast pri prvom teljenju veći od 1141 dana.

#### **3.5.1.6. Uticaj udela gena holštajn frizijske rase**

Ispitivana populacija nastala je pretapanjem grla koja su pripadala grupi evropskih crno belih goveda i goveda crvene danske rase u crno belu rasu oplemenjenu holštajn frizijskom rasom, pa su analizirana grla imala različiti udeo gena holštajn frizijske rase. U modele za analizu i genetsko vrednovanje osobina dugovečnosti ovaj efekat je uključen kao fiksni vremenski nezavisan uticaj.

Na osnovu udela gena holštajn frizijske rase grla su podeljena u 5 grupa:

- Grupa 1- grla sa udelom gena holštajn frizijske rase od 0 do 50%,
- Grupa 2- grla sa udelom gena holštajn frizijske rase od 51 do 75%,
- Grupa 3- grla sa udelom gena holštajn frizijske rase od 76 do 87,5%,
- Grupa 4- grla sa udelom gena holštajn frizijske rase od 88 do 93,75%,
- Grupa 5- grla sa udelom gena holštajn frizijske rase više od 93,75%.

#### **3.5.1.7. Uticaj oca**

U prikazom modelu, uticaj oca je prikazan kao vremenski nezavisan slučajni uticaj. Posmatranjem oca kao slučajnog faktora u stanju smo da procenimo 25% aditivne genetske varijanse, što odgovara koeficijentu srodstva između polusestara po očevima,



što za rezultat ima mogućnost izračunavanja heritabiliteta i priplodnih vrednosti bikova za posmatrane osobine.

### **3.5.2. Izračunavanje heritabiliteta za osobine dugovečnosti**

Izračunavanje heritabiliteta za osobine dugovečnosti izvršeno je prema formuli koju je predložio veći broj autora (Yazdi i sar., 2002; Meszaros i sar., 2008; Raguž, 2012), u koja u sebe sumira procenjenu varijansu između očeva i udeo necenzurisanih zapisa i prikazan je sledećom formulom:

$$h^2 = \frac{4\sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \frac{1}{p}}, \text{ gde je:}$$

$h^2$  - heritabilitet osobina dugovečnosti prikazan na ordinalnoj skali;

$\sigma_s^2$  - genetska varijansa između očeva;

$p$  - udeo cenzurisanih podataka.

### **3.5.3. Procena priplodne vrednosti za osobine dugovečnosti**

Prilikom izračunavanja priplodnih vrednosti za osobine dugovečnosti korišćene su varijanse koje su utvrđene primenom pomenutog modela u okviru metoda proporcionalnih rizika. Standardizovane priplodne vrednosti izračunate su poređenjem rizika za bikove sa rizicima i standardnom devijacijom bikova iz bazne grupe, uz upotrebu sledećeg obrasca:

$$PV = \frac{(\text{procenjeni\_rizik} - a) * (-12)}{SD} + 100, \text{ gde je:}$$

$PV$  - priplodna vrednost;

$\text{procenjeni\_rizik}$  - rizik od izlučenja utvrđen za datog bika na osnovu podataka o osobinama dugovečnosti njihovih kćeri upotrebom Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika;

$a$  - prosečan rizik od izlučenja bikova iz bazne grupe;

$SD$  - standardna devijacija procenjenih rizika bikova iz bazne grupe.

Pouzdanost procenjenih priplodnih vrednosti za osobine dugovečnosti, izračunate su na osnovu formule koju je predložio Ducrocq (1999):

$$R = \frac{n}{n + \frac{4 - h^2}{h^2}}$$

gde je:

**R**- pouzdanost procenjene priplodne vrednosti;

**n**- broj necenzuriranih kćeri za svakog bika;

**h<sup>2</sup>**- procenjeni heritabilitet osobine dugovečnosti.

### **3.6. Upotreba linearnih modela u analizi osobina dugovečnosti**

Materijal koji je korišćen u analizi osobina dugovečnosti upotrebom linearnih modela sadržao je samo poptune zapise, odnosno sadržao je grla koja su imala poznato trajanje produktivnog života. Set podataka sadržao je proizvodne rezultate za 16539 krava, koje su se prvi put telile u periodu od 1987. do 2012. godine.

Pored proizvodnih pokazatelja, set podataka sadržao je i rezultate o poreklu grla. Podaci o poreklu grla iskorišćeni su za formiranje matrice srodstva koja je poslužila za preciznije sagledavanje srodničkih odnosa između grla i doprinela preciznijoj oceni aditivne genetske komponente varijanse. Konstruisana je i korišćena matrica srodstva za model individue (animal model).

#### **3.6.1. Statistički modeli**

Analiza osobina dugovečnosti primenom linearnih modela sprovedena je upotrebom modela sa jednom osobinom (single trait) uz uključivanje same životinje kao slučajnog uticaja. Primenjeni mešoviti model je uključivao fiksne i slučajne efekte faktora. Efekat fiksnih faktora ispitan je primenom GLM procedure u okviru SAS 9.3 programskog paketa (SAS Inst. Inc., 2012). Testiranje uticaja fiksnih faktora urađeno je metodom korak po korak, te su u model uključeni faktori koji su pokazali statistički značajan efekat u okviru pomenute procedure. Kao slučajni faktor bio je uključen efekat individue.

Priprema podataka, tzv. kodiranje, za izračunavanje genetskih i fenotipskih varijansi, kao i sama procena priplodnih vrednosti izvršena je u programskom paketu

PEST (Groeneveld i sar., 1990). Genetska i fenotipska varijansa izračunate su REML procedurom u okviru VCE v6 programskog paketa (Groeneveld i sar., 2010) uz primenu sledećeg modela:

$$Y_{ijklmno} = \mu + F_i + G_j + S_k + U_l + H_m + D_n + a_o + e_{ijklmno}, \text{ gde je:}$$

$Y_{ijklmno}$ - fenotipska ispoljenost posmatrane osobine dugovečnosti,

$\mu$ - prosečna vrednost za posmatranu osobinu u analiziranoj populaciji,

$F_i$ - fiksni efekat farme na kojoj je grlo proizvodilo,

$G_j$ - fiksni efekat godine prvog teljenja,

$S_k$ - fiksni efekat sezone prvog teljenja,

$U_l$ - fiksni uticaj uzrasta pri prvom teljenju,

$H_m$ - fiksni uticaj udela gena holštajn frizijske rase,

$D_n$ - fiksni uticaj relativne proizvodnje mleka u prvoj laktaciji,

$a_o$ - slučajni efekat individue,

$e_{ijklmno}$ - efekat ostalih faktora koji nisu obuhvaćeni modelom.

Prikazani model je korišćen i kod procene priplodne vrednosti uz pomoć programskog paketa PEST.

### **3.6.2. Uticaji uključeni u model**

#### **3.6.2.1. Uticaj farme**

Ovaj faktor je definisan isto kao i faktor koji je uključen u metodu proporcionalnih rizika i uključivao je zbir većeg broja efekata koji se odnose na mikroklimu, mikrolokaciju, primenjeni tehnološki nivo kao i uticaj menadžmenta.

#### **3.6.2.2. Efekat godine prvog teljenja**

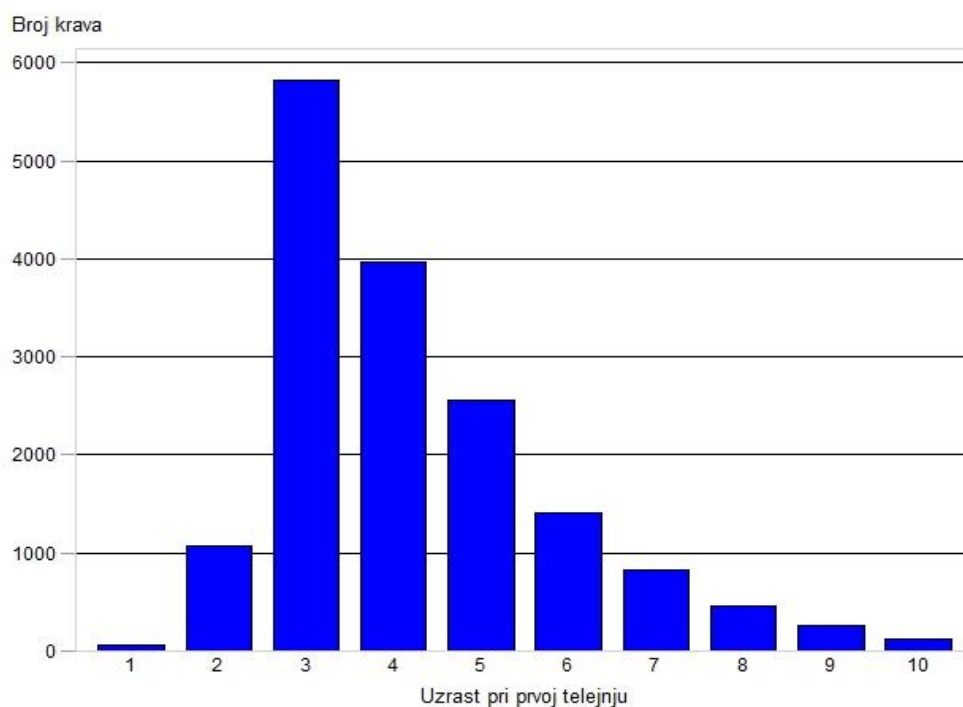
Efekat godine teljenja je definisan kao vremenski zavisani fiksni uticaj koji je korišćen u genetskoj analizi osobina dugovečnosti korišćenjem analize preživljavanja. Pošto linearni modeli ne mogu da uključe vremenski zavisne varijable u procesu izračunavanja efekata, ovde je uključen samo uticaj godine kada se grlo prvi put otelilo.

### 3.6.2.3. Efekat sezone prvog teljenja

Efekat sezone je kreiran poput efekta prethodnog faktora, kao vremenski zavisan i prevashodno je namenjen ispitivanju njegovog efekta u analizi preživljavanja. Zbog već pomenute nemogućnosti tretiranja vremenski zavisnih efekata od strane linearnih modela, u model je uključen samo fiksni efekat sezone prvog teljenja.

### 3.6.2.4. Uticaj uzrasta pri prvom teljenju

Ovaj uticaj je definisan identično kao i kod kod analize preživljavanja, gde su grla podeljena u 10 klasa u odnosu na uzrast pri prvom teljenju. Distribucija grla prema uzrastu pri prvom teljenju data je na grafikonu 4, gde vidimo da se najveći broj krava prvi put telio u uzrastu od 720 do 840 dana.

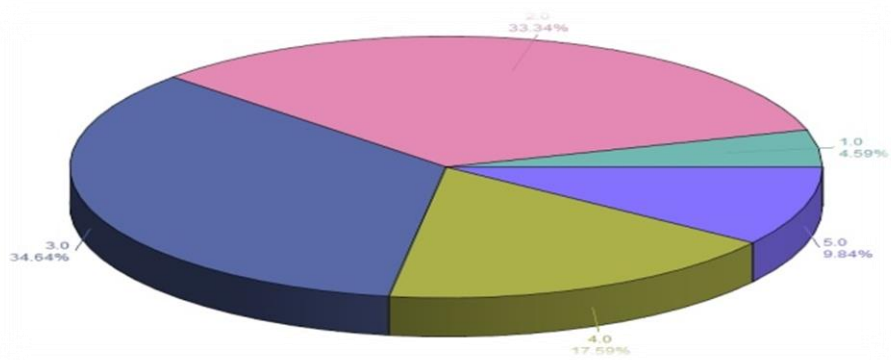


Grafikon 4: Distribucija krava prema uzrastu pri prvom teljenju

### 3.6.2.5. Uticaj udela gena holštajn frizijske rase

Uticaj udela gena holštajn frizijske rase identično je kreiran kao i kod metode analize preživljavanja, odnosno grla su bila podeljena u 5 klasa prema udelu gena holštajn frizijske rase, kako je to prikazano u delu posvećenom metodologiji proporcionalnih rizika.

Distribucija grla prema udelu gena holštajn frizijske rase data je na grafikonu 5.



Grafikon 5: Distribucija grla prema udelu gena holštajn frizijske rase

### 3.6.2.6. Uticaj relativne proizvodnje mleka u prvoj laktaciji

Efekat relativne proizvodnje mleka kreiran je prvenstveno zbog analize preživljavanja, gde se ovaj efekat uključuje kao vremenski zavisan efekat, dok je kod linearnih modela usled nemogućnosti uključivanja vremenski zavisnih varijabli, uključen samo uticaj relativne proizvodnje mleka u prvoj laktaciji.

### 3.6.2.7. Uticaj individue

Uticaj individue je uključen kao slučajni efekat u model za procenu genetskih parametara. Uključivanjem životinje kao slučajnog efekta direktno se procenjuje aditivna genetska varijansa.

### 3.6.2.8. Procena heritabiliteta za osobine dugovečnosti

Heritabilitet osobina dugovečnosti primenom modela životinje izračunat je upotrebom sledećeg obrasca:

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2}, \text{ gde je:}$$

$h^2$ - koeficijent heritabiliteta;

$\sigma_a^2$ - aditivna genetska varijansa;

$\sigma_e^2$ - varijansa ostatka.

### 3.6.3. Procena priplodne vrednosti bikova za osobine dugovečnosti

Priplodne vrednosti bikova procenjene su na osnovu varijansi izračunatih primenom već pomenutog modela. Priplodne vrednosti su izračunate primenom sledeće formule:

$$PV = \frac{(\text{odstupanje\_bika} - a) * (12)}{SD} + 100, \text{ gde je:}$$

*PV*- priplodna vrednost;

*a*- prosečno odstupanje bikova iz bazne grupe;

*SD*- standardna devijacija odstupanja bikova iz bazne grupe.

Pouzdanost procenjene priplodne vrednosti izračunata je na osnovu sledećeg obrasca:

$$R = \sqrt{\frac{1 - PEV}{\sigma_a^2}}, \text{ gde je:}$$

*R*- pouzdanost procenjene priplodne vrednosti,

*PEV*- greška varijanse;

$\sigma_a^2$ - aditivna genetska varijansa.

### 3.7. Korelacija između priplodnih vrednosti utvrđenih primenom analize preživljavanja i linearnim modelima

U istraživanju je utvrđena povezanost između priplodnih vrednosti bikova za trajanje produktivnog života procenjenih metodom analize preživljavanja i metodom linearnih modela. Povezanost je prikazana procenom Spearman-ovog koeficijenta korelacije ranga *a*, uz korišćenje sledećeg obrasca:

$$r_s = 1 - 6 \sum_{i=1}^n \frac{d_i^2}{n(n^2 - 1)}, \text{ gde je:}$$

*r<sub>s</sub>*- Spearman-ov koeficijent korelacije ranga,

*d<sub>i</sub>*- razlika između rangova dve posmatrane varijable,

*n*- broj različitih serija.

## 4. Rezultati i diskusija

### 4.1. Fenotipska ispoljenost i varijabilnost proizvodnih osobina

Laktacija kod grla uključenih u analizu prosečno je trajala 362 dana i za to vreme grla su prosečno proizvela 7128 kg mleka. Prosečno trajanje servis perioda iznosilo je 148 dana uz visoku varijabilnost ove osobine (CV=52%). Osnovni statistički pokazatelji za prinos mleka u standardnim laktacijama koje su obuhvaćene analizom dati su u tabeli 10.

Tabela 10: Deskriptivna statistička analiza za prinos mleka u standardnim laktacijama

| Pokazatelj     | Laktacija |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | I         | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  |
| $\bar{x}$ (kg) | 6598      | 6600  | 6602  | 6606  | 6619  | 6640  | 6638  | 6536  |
| SD (kg)        | 1581      | 1681  | 1716  | 1737  | 1750  | 1788  | 1791  | 1826  |
| CV (%)         | 23,96     | 25,47 | 25,99 | 26,29 | 26,44 | 26,92 | 26,98 | 27,92 |

U ispitivanoj populaciji standardna laktacija sa najvećim prinosom mleka bila je šesta laktacija, dok su utvrđene razlike između prinosa mleka u posmatranim laktacijama bile male. Utvrđene vrednosti za prinose mleka u standardnim laktacijama bile su značajno niže od vrednosti koje su utvrdili Stanojević i sar. (2012) i Stanojević i sar. (2015), ispitujući osobine mlečnosti u istoj populaciji. Viši rezultati utvrđeni od strane pomenutih autora su posledica analize u skorijem vremenskom periodu u kojem su grla ostvarila znatno višu proizvodnju. Slične vrednosti za osobine mlečnosti u ispitivanoj populaciji utvrdila je Đedović (2000).

### 4.2. Fenotipska ispoljenost i varijabilnost osobina dugovečnosti

Grla obuhvaćena analizom prvi put su se telila u prosečnom uzrastu od 809 dana (26,6 meseci). Grla koja su činila nepotpune zapise prvi put su se telila nešto ranije i to u uzrastu od 770 dana (25,3 meseca), dok su se grla koja su imala poznatu vrednost za osobine dugovečnosti prosečno telila u uzrastu od 823 dana (27,05 meseci), što je prikazano u tabeli 11.

Prosečan udeo gena holštajn frizisjke rase u ispitivanoj populaciji iznosio je 81,9%. Udeo gena holštajn frizijske rase bio je veći u setu podataka koji je sadržao samo nepotpune podatke i iznosio je 92,9%, dok je kod potpunih podataka on iznosio 78,1%.

Viši udeo gena holštajn frizijske rase u setu podataka koji je obuhvatao nepotpune podatke je posledica toga što se u datom setu nalaze grla koja su u momentu cenzurisanja još uvek živa, odnosno proces oplemenjivanja postojeće populacije genima holštajn frizijske rase se nalazi u završnoj fazi. Prosečne vrednosti i varijabilnost uzrasta pri prvom teljenju i udelu gena holštajn frizijske rase dat je u tabeli 11.

Tabela 11: Deksriptivna statistička analiza za uzrast pri prvom teljenju i udeo gena holštajn frizijske rase

| <b>Osobina</b>                                     | <b><math>\bar{X}</math></b> | <b>SD</b> | <b>CV (%)</b> | <b>min</b> | <b>max</b> |
|--|-----------------------------|-----------|---------------|------------|------------|
| Uzrast pri prvom teljenju- svi podaci (dani)       | 809                         | 90,28     | 11,16         | 606        | 1200       |
| Uzrast pri prvom teljenju- potpuni podaci (dani)   | 823                         | 96,59     | 11,74         | 606        | 1200       |
| Uzrast pri prvom teljenju- nepotpuni podaci (dani) | 770                         | 52,28     | 6,78          | 615        | 1192       |
| Udeo gena HF rase- svi podaci                      | 81,9                        | 14,86     | 18,15         | 0          | 100        |
| Udeo gena HF rase- potpuni podaci (74%)            | 78,1                        | 14,84     | 19,02         | 0          | 100        |
| Udeo gena HF rase- nepotpuni podaci (26%)          | 92,9                        | 7,71      | 8,31          | 25         | 100        |

Prosečno trajanje produktivnog života za sva grla uključena u analizu iznosilo je 1267 dana (41,7 meseci), odnosno 1300 dana (42,7 meseci) za grla sa poznatim trajanjem produktivnog života i 1170 dana (38,4 meseci) za nepotpune podatke. Fenotipska ispoljenost i varijabilnost posmatrane osobine dugovečnosti data je u tabeli 12.

Tabela 12: Deksriptivna statistička analiza za trajanje produktivnog života (LPL)

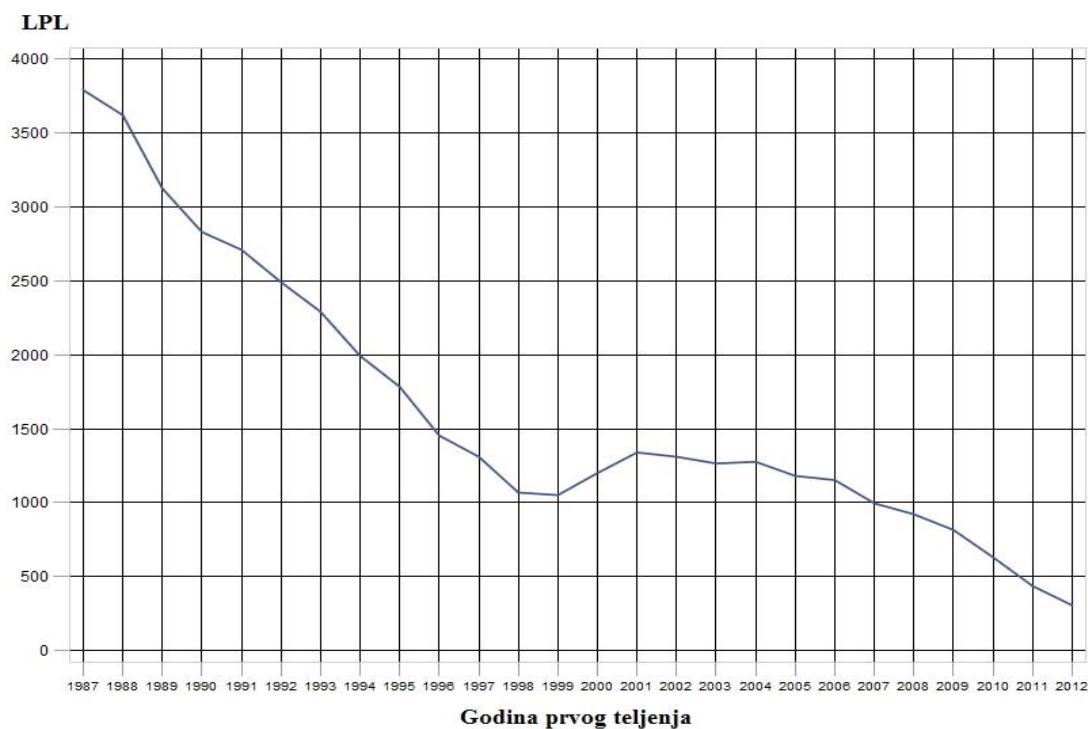
| <b>Osobina</b>               | <b><math>\bar{X}</math></b> | <b>SD</b> | <b>CV (%)</b> | <b>min</b> | <b>max</b> |
|------------------------------|-----------------------------|-----------|---------------|------------|------------|
| LPL- svi podaci (dani)       | 1267                        | 744,37    | 58,77         | 14         | 4271       |
| LPL- potpuni podaci (dani)   | 1300                        | 763,81    | 58,76         | 14         | 3939       |
| LPL- nepotpuni podaci (dani) | 1170                        | 676,27    | 57,79         | 41         | 4271       |

Niže vrednosti trajanja produktivnog života, kako kod potpunih podataka tako i kod nepotpunih, utvrdili su Raguž (2012) u populaciji holštajn krava u Hrvatskoj, kao i Potočnik i sar. (2011) u populaciji holštajn krava u Sloveniji. Prosečne vrednosti za trajanje produktivnog života utvrđene u ovom istraživanju prosečno su bile više za oko 300 dana u odnosu na rezultate koje je izneo Raguž (2012). U istraživanju osobina dugovečnosti u populaciji švajcarskih smeđih krava Vukasinovic i sar. (1997) su utvrdili prosečno trajanje produktivnog života od 897 dana za grla koja su imala poznat datum izlučenja i 1717 dana za grla koja su tretirana kao nepotpuni zapisi. Ispitujući osobine dugovečnosti holštajn krava u Španiji, Chirinos i sar. (2007) navode da je prosečno



trajanje produktivnog života holštajn krava u Andaluziji iznosilo 831 dan, dok je utvrđena vrednost za istu osobinu u Kataloniji iznosila 941 dan. Niže vrednosti za trajanje produktivnog života u svom istraživanju izneli su još Nienartowicz-Zdrojewska i sar. (2009) koji su ovu osobinu ispitivali u populaciji holštajn frizijskih krava u Poljskoj, kao i M'hamdi i sar. (2010) koji su istu osobinu analizirali u populaciji holštajn krava u Maroku. Slične vrednosti za trajanje produktivnog života utvrdili su Mészáros i sar. (2008) u populaciji pinzgavskih krava u Slovačkoj. Takođe slične vrednosti za trajanje produktivnog života utvrdili su Hoque i Hodges (1980). Više vrednosti za trajanje produktivnog života utvrdili su Cassandro i sar. (1999) ispitujući genetske parametre osobina dugovečnosti u populaciji smeđih krava u Italiji.

Na grafikonu 6 prikazano je trajanje produktivnog života u odnosu na godinu prvog teljenja.



Grafikon 6: Prosečno trajanje LPL u odnosu na godinu prvog teljenja

Evidentan je jasan fenotipski trend smanjenja trajanja produktivnog života u ispitivanoj populaciji sa porastom godine prvog teljenja, koja je verovatno posledica uticaja većeg broja faktora i njihovih interakcija. Jedan od tih faktora vrlo verovatno je i sam proces oplemenjivanja gajene populacije uvođenjem gena holštajn frizijske rase, usled čega je rasla proizvodnja, ali se smanjivala otpornost i funkcionalnost organizma.

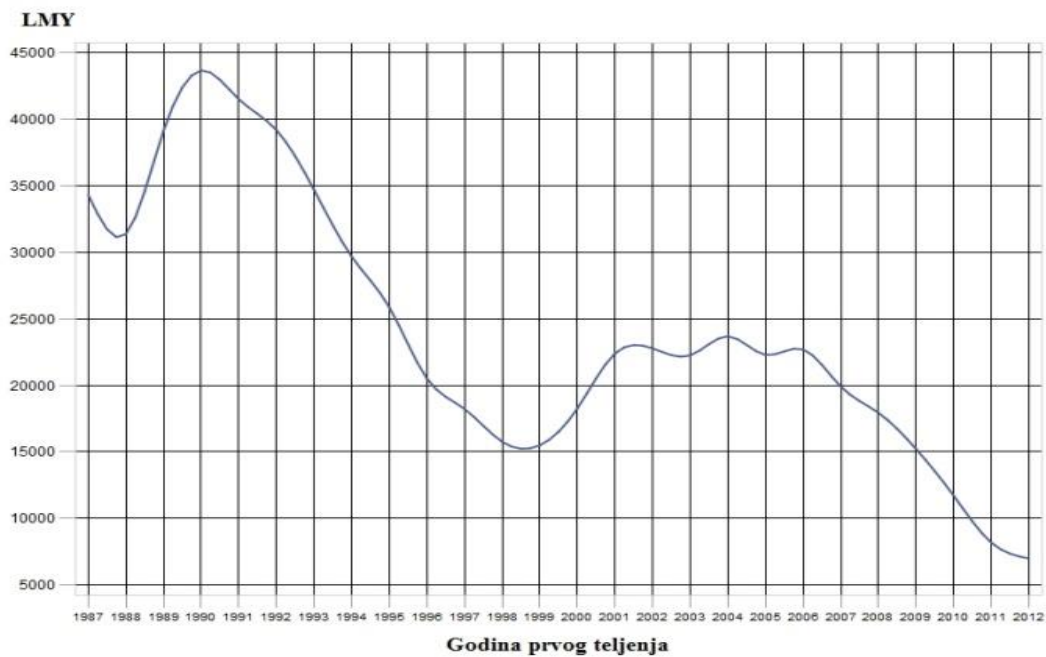
Nasuprot tome nije se dodatno radilo na poboljšanju uslova u kojima su se grla gajila, te su sistem držanja i objekti ostali gotovo identični u dugom vremenskom periodu. Takođe ne treba zanemariti i uticaj ekonomske krize krajem XX veka u tadašnjoj SR Jugoslaviji, koja je posebno pogodila poljoprivredna preduzeća u društvenom vlasništvu, što je značajno uticalo na promenjene tehnološke principe, koji su u značajnoj meri odstupali od optimalnih.

Grla obuhvaćena analizom u toku svog produktivnog života prosečno su proizvela 20426 kg mleka, pri čemu je ta vrednost bila viša kod grla koja su imala poznato trajanje produktivnog života (21017 kg) u odnosu na grla koja su bila cenzurisana (18728 kg). Broj laktacija koje je svako grlo prosečno ostvarilo u toku trajanja svog produktivnog života iznosio je 2,85. Grla sa poznatim trajanjem produktivnog života prosečno su ostvarila 3,04 laktacije, dok grla koja su tretirana kao nepotpuni zapisi su ostvarila 2,30 laktacija. U tabeli 13 je prikazana fenotipska ispoljenost životne proizvodnje mleka i broja ostvarenih laktacija.

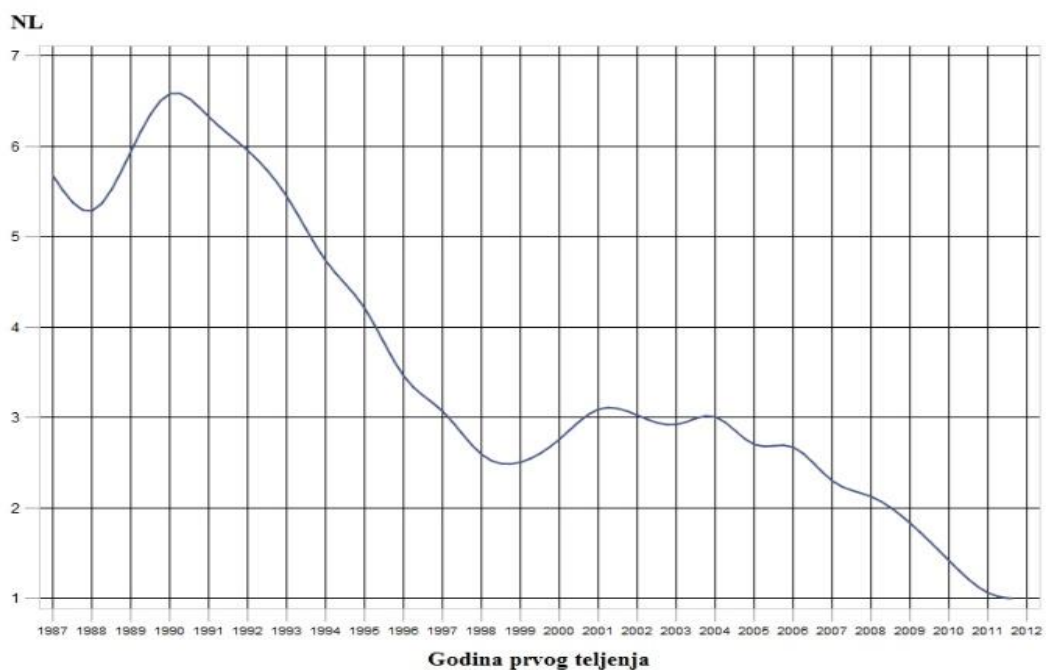
Tabela 13: Desksriptivna statistička analiza za životnu proizvodnju mleka (LMY) i broj ostvarenih laktacija (NL)

| <b>Osobina</b>             | <b><math>\bar{X}</math></b> | <b>SD</b> | <b>CV (%)</b> | <b>min</b> | <b>max</b> |
|----------------------------|-----------------------------|-----------|---------------|------------|------------|
| LMY- svi podaci (kg)       | 20426                       | 13746,99  | 67,30         | 1602       | 99816      |
| LMY- potpuni podaci (kg)   | 21016                       | 13649,02  | 64,94         | 1708       | 99816      |
| LMY- nepotpuni podaci (kg) | 18728                       | 13886,98  | 74,15         | 1602       | 80391      |
| NL- svi podaci (kg)        | 2,85                        | 1,82      | 63,73         | 1          | 8          |
| NL- potpuni podaci (kg)    | 3,04                        | 1,81      | 59,56         | 1          | 8          |
| NL- nepotpuni podaci (kg)  | 2,29                        | 1,71      | 74,48         | 1          | 8          |

Gotovo identičan trend kao i kod trajanja produktivnog života imale su životna proizvodnja mleka i broj ostvarenih laktacija, odnosno sa povećanjem godine prvog teljenja smanjivala se životna proizvodnja mleka, kao i broj ostvarenih laktacija. Sličan negativan trend kod broja ostvarenih laktacija utvrdili su Hare i sar. (2006) u populacijama mlečnih goveda u SAD-u. Trend u odnosu na godinu prvog teljenja za posmatrane osobine prikazan je na grafikonima 7 i 8.



Grafikon 7: Prosečan LMY u odnosu na godinu prvog teljenja



Grafikon 8: Prosečan NL u odnosu na godinu prvog teljenja

### 4.3. Uticaj faktora na osobine dugovečnosti

U istraživanju je ispitan uticaj većeg broja faktora. Na osobine dugovečnosti statistički značajan uticaj su imali farma na kojoj je grlo gajeno, godina prvog teljenja, sezona prvog teljenja, udeo gena holštajn frizijske rase, uzrast pri prvom teljenju kao i

uticaj relativne proizvodnje u prvoj laktaciji. U tabeli 14 prikazana je značajnost za ispitivane faktore.

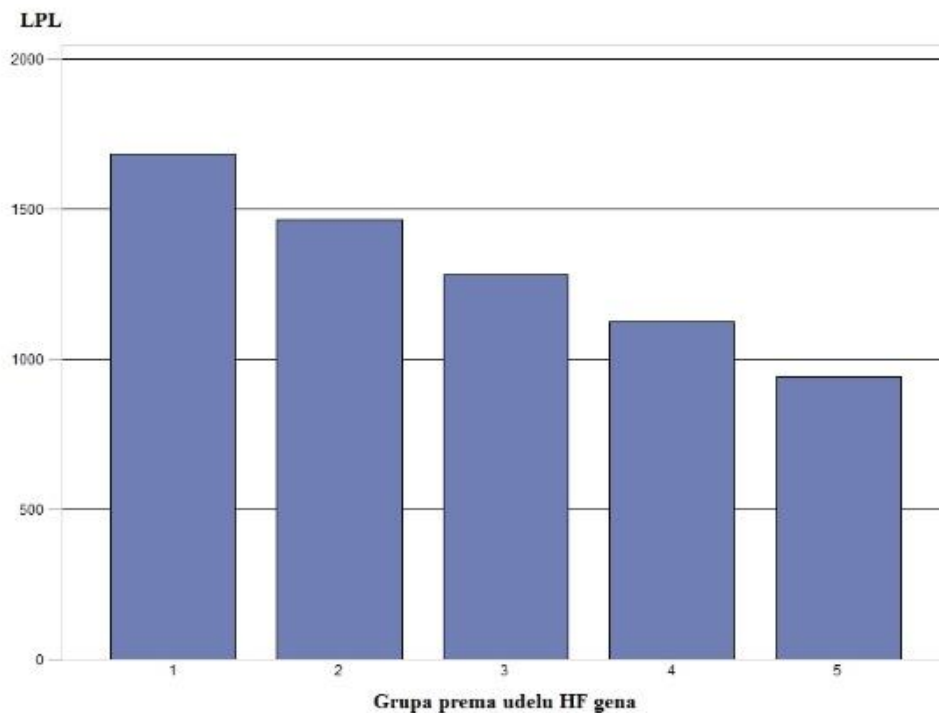
Tabela 14: Statistička značajnost za faktore uključene u analizu osobina dugovečnosti

| Osobina dugovečnosti | Faktor |        |        |        |              |   |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------------|---|
|                      | Farma  | Godina | Sezona | Uzrast | Udeo HF gena | Relativna proizvodnja u prvoj laktaciji |
| LPL                  | P<0,01 | P<0,01 | P<0,01 | P<0,01 | P<0,01       | P<0,01                                  |
| LMY                  | P<0,01 | P<0,01 | P<0,01 | P<0,01 | P<0,01       | P<0,01                                  |
| NL                   | P<0,01 | P<0,01 | P<0,01 | P<0,01 | P<0,01       | P<0,01                                  |

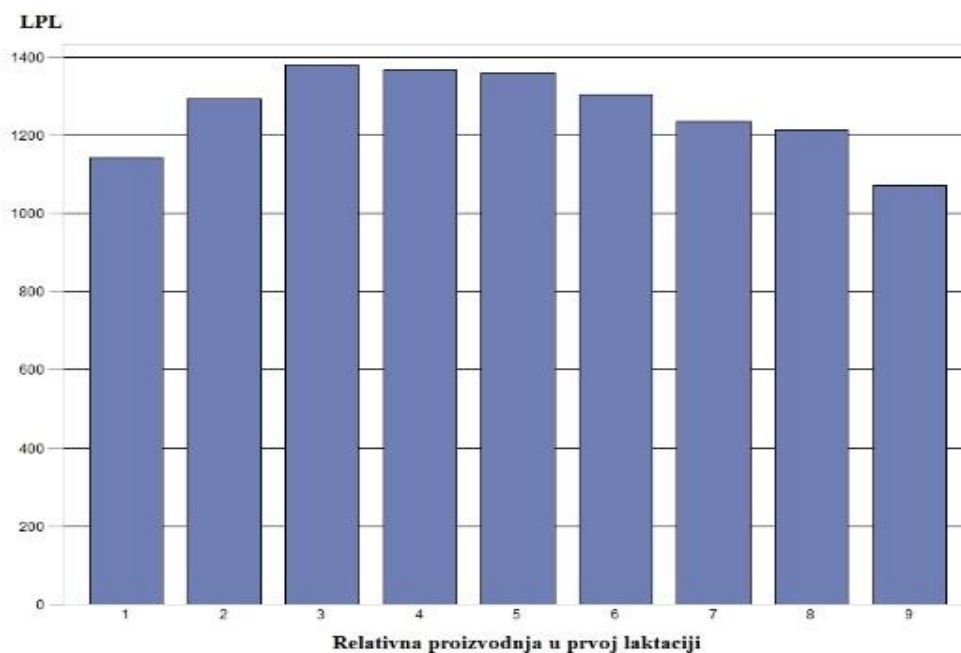
\*P<0,01- visoko statistički značajan uticaj

Prikazane vrednosti ukazuju na visoko statistički značajan uticaj svih analiziranih faktora na osobine dugovečnosti (Prilog 1, 2, 3). Na osnovu ovih rezultata kasnije su formirani modeli za genetsko vrednovanje osobina dugovečnosti.

Na grafikonima 9 i 10 prikazana je distribucija trajanja produktivnog života u odnosu na udeo gena holštajn frizijske rase i relativnu proizvodnju u prvoj laktaciji.



Grafikon 9: Uticaj udela gena HF rase na LPL

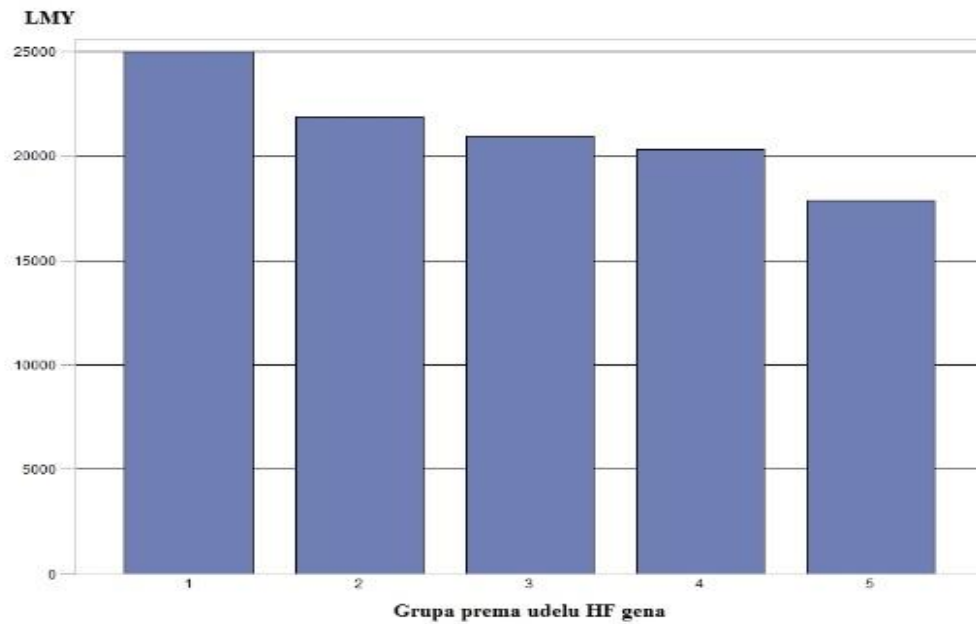


Grafikon 10: Uticaj relativne proizvodnje mleka u prvoj laktaciji na LPL

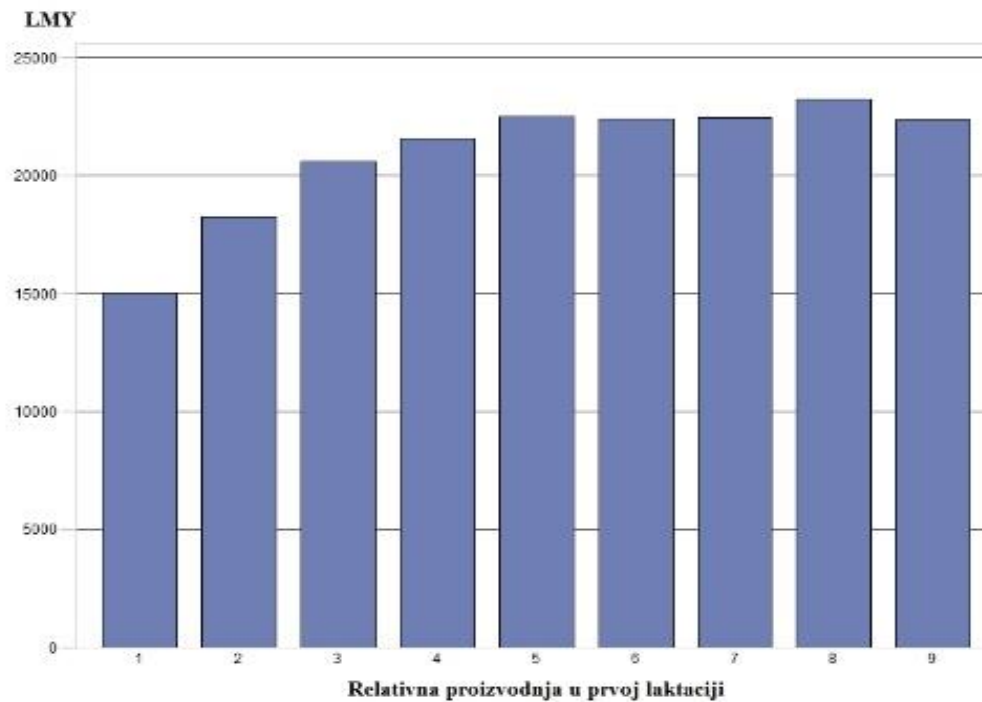
Sa povećanjem udela HF gena dolazi do skraćivanja trajanja produktivnog života i smanjenja životne proizvodnje mleka. Ovakav trend može biti objašnjen činjenicom da sa povećanjem udela gena holštajn frizijske rase se dobijaju produktivnija grla koja traže optimalne uslove gajenja i ishrane, kako bi se genetski potencijal koja grla poseduju i realizovao. Ovim načinom odgajivanja i selekcije, dobijaju se grla sa finom konstitucijom koja su visoko mlečna, čija otpornost je smanjena, te usled toga se češće javljaju metabolički poremećaji i poremećaji vezani za reprodukciju, te grla bivaju ranije izlučena iz proizvodnje. Takođe, ne sme se zanemariti interakcija genotipa i faktora okoline, pre svega načina držanja grla (vezani sistem) i sa mikroklimatskim uslovima u objektima, koji se na ovim farmama nisu bitnije menjali u poslednjih nekoliko decenija. Sa druge strane ako posmatramo trajanje produktivnog života sa aspekta relativne proizvodnje u prvoj laktaciji, najduži produktivni život su imala grla koja su se nalazila oko proseka u okviru stada u kojima su se nalazila. Sa opadanjem i porastom proizvodnje u odnosu na prosek dolazilo je do smanjenja trajanja produktivnog života.

Smanjenje životne proizvodnje mleka utvrđeno je kod grla sa višim udelom gena holštajn frizijske rase, dok su grla koja su ostvarila višu relativnu proizvodnju u prvoj laktaciji imala i višu životnu proizvodnju. Uticaj udela gena holštajn frizijske rase i

relativne proizvodnje u prvoj laktaciji na životnu proizvodnju mleka prikazana je na grafikonima 11 i 12.



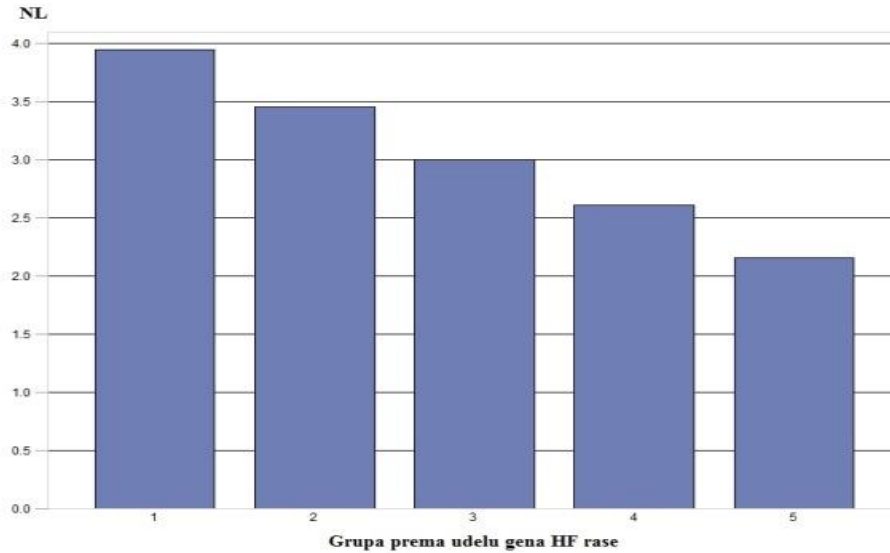
Grafikon 11: Uticaj udela gena HF rase na LMY



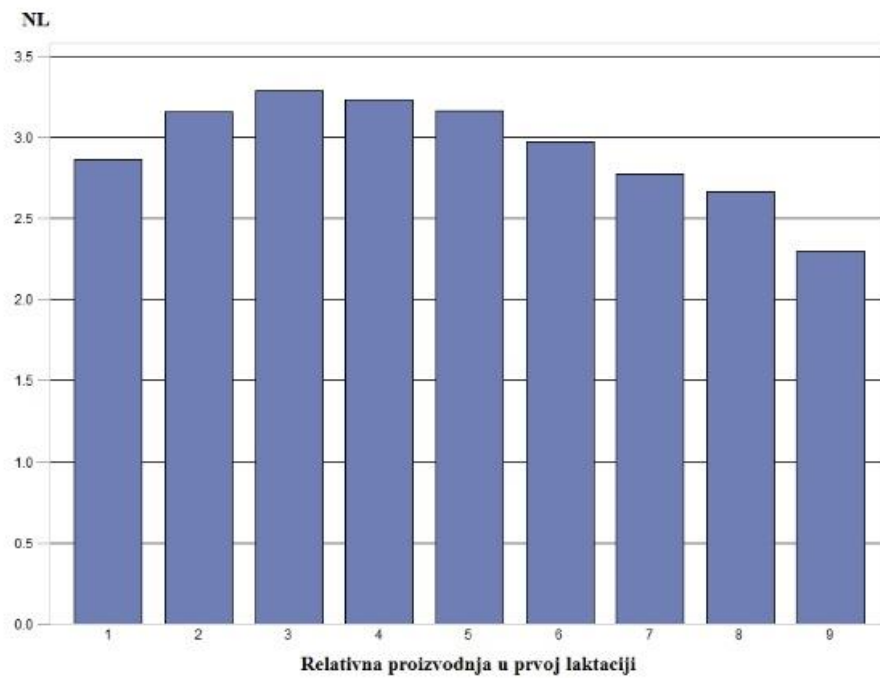
Grafikon 12: Uticaj relativne proizvodnje mleka u prvoj laktaciji na LMY

Kao i kod već analiziranih osobina dugovečnosti, udeo gena holštajn frizijske rase uticao je negativno na broj ostvarenih laktacija. Nešto kompleksnija situacija je utvrđena kod uticaja relativne proizvodnje mleka u prvoj laktaciji, tj. najviše laktacija su ostvarila

grla koja su imala prosečnu ili nešto nižu proizvodnju od prosečne. Grafički prikaz uticaja udela gena holštajn frizijske rase i relativne proizvodnje u prvoj laktaciji na broj ostvarenih laktacija dat je na grafikonima 13 i 14.



Grafikon 13: Uticaj udela gena HF rase na NL



Grafikon 14: Uticaj relativne proizvodnje mleka u prvoj laktaciji na NL

#### 4.4. Stopa preživljavanja

Stopa preživljavanja je pokazatelj intenziteta izlučenja grla iz proizvodnje. Ovaj parametar je izračunat tako što je broj grla koja su se telila prvi put predstavljen kao potencijalni broj grla koja mogu imati svih 8 laktacija. Stopa preživljavanja za svaku narednu laktaciju predstavlja odnos broja grla koja su ostvarila taj paritet i potencijalnog broja grla koja su potencijalno mogla da ostvare dati paritet. Vrednosti stope preživljavanja date su u tabeli 15.

Tabela 15: Vrednosti stope preživljavanja

| Laktacija                | I   | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII  | VIII | Prosečna<br>godišnja<br>stopa<br>zamene (%) |
|--------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|---|
| Stopa preživljavanja (%) | 100 | 75,82 | 53,32 | 35,12 | 21,58 | 11,46 | 5,21 | 1,76 | 28,1  |

Vrednosti koeficijenta preživljavanja ukazuju da se najveći broj mlečnih grla izluči iz proizvodnje u toku prve tri laktacije, odnosno znatno ranije od momenta kada mogu ostvariti maksimalnu proizvodnju, odnosno znatno ranije od momenta kada se vraćaju sredstva koja su uložena u njihovo gajenje i ostvaruje očekivani profit. Gotovo polovina krava u ispitivanoj populaciji biva izlučena u toku prve i druge laktacije, dok tek nešto manje od 2% grla završi osmu laktaciju. Sličan trend izlučenja u svom istraživanju utvrdili su Nieuwhof i sar. (1989), Caraviello i sar. (2004) i Hare i sar. (2006) koji su ispitivali preživljavanje mlečnih krava u SAD-u.

U istraživanju je utvrđeno da je prosečno 28,1% od ukupnog broja grla bivao izlučen u toku jedne godine. Utvrđena prosečna stopa izlučenja u toku jedne godine u ispitivanoj populaciji je vrlo bliska optimalnoj vrednosti stope od 25%, koju su preporučili Rogers i sar. (1988) za populaciju holštajn krava u SAD-u. Kompanija Semex Alliance (1999) je iznela procene da je optimalno godišnje izlučiti iz stada 25% holštajn-frizijjskih krava sa provedenih 47,8 meseci produktivnog života u stadu, odnosno da krave realizuju svoju četvrtu laktaciju da bi isplatile boravak i troškove u stadu.

Utvrđena vrednost za prosečnu godišnju stopu izlučenja je znatno niža od vrednosti koju je u svom istraživanju utvrdio Dürr (1997). On je utvrdio prosečnu stopu zamene grla u populaciji holštajn krava u Kanadi od preko 35%. Ovako visoku stopu



zamene autor je objasnio sistemom kvota u proizvodnji mleka koji je tada korišćen u Kanadi.

#### 4.5. Prosečna struktura stada u analiziranoj populaciji

Za grla koja su imala evidentirano novo teljenje i laktaciju izračunat je međutelidbeni interval ( $C_i$ ). Kod grla za koje nije evidentirano naredno teljenje izračunat je broj dana u laktaciji od teljenja do izlučenja ( $D_i$ ). Prosečne vrednosti ovih parametara su date u tabeli 16.

Tabela 16: Prosečne vrednosti međutelidbenog intervala ( $C_i$ ) i intervala od teljenja do izlučenja prema ostvarenoj laktaciji ( $D_i$ )

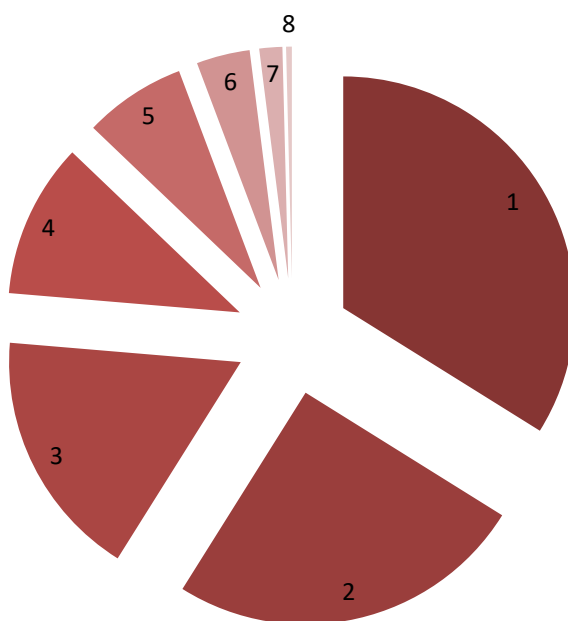
| Laktacija    | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $C_i$ (dana) | 445 | 433 | 429 | 425 | 429 | 422 | 418 | -    |
| $D_i$ (dana) | 422 | 418 | 415 | 420 | 428 | 422 | 415 | 396  |

Značajno niže vrednosti za međutelidbeni interval u svom istraživanju utvrdio je Dürr (1997). On je utvrdio vrednosti od 390,3 dana za međutelidbeni interval između prvog i drugog teljenja, do 403,3 dana za međutelidbeni interval između šestog i sedmog teljenja. Znatno niže trajanje međutelidbenog intervala koje je utvrdio pomenuti autor je posledica kraćeg trajanja servis perioda. Slične rezultate za pomenutu osobinu utvrdili su u svom istraživanju Nieuwhof i sar. (1989). Pomenuti autori su utvrdili i razliku između dve grupe podataka koje su koristili u analizi. Naime set podataka koji su koristili u analizi sastojao se iz dva podseta, jednog koji je bio deo zvanične evidencije i drugog koji se sastojao iz podataka koje su evidentirali sami odgajivači. Više vrednosti međutelidbenog intervala i intervala od teljenja do izlučenja u okviru datog pariteta utvrđene su u zvaničnom podsetu podataka. Autori su razliku objasnili kao posledicu različitog pristupa u upravljanju reproduktivnim osobinama u zapatu.

Utvrđen je blago negativan trend kada je reč o trajanju međutelidbenog intervala, što je u suprotnosti sa rezultatima koje je predstavio Dürr (1997). Naime on je utvrdio povećanje trajanja međutelidbenog intervala u kasnijim paritetima. Ovu pojavu on je objasnio kao posledicu negativnog uticaja nivoa proizvodnje na reproduktivnu efikasnost krava, jer se u kasnijim laktacijama postiže viša proizvodnja te usled toga je i negativan uticaj proizvodnje na reproduktivne osobine veći. Kada je reč o trajanju perioda od teljenja do izlučenja u okviru datih pariteta, vrednosti utvrđene u ovom istraživanju bile

su relativno konstantne i značajno više od vrednosti koje su u svojim istraživanjima utvrdili Nieuwhof i sar. (1989) i Dürr (1997).

Prosečna struktura stada u analiziranoj populaciji izračunata je na osnovu stope preživljavanja i trajanja međutelidbenog intervala i intervala od teljenja do izlučenja. Udeo krava prema laktacijama od prve do osme, u prosečnoj stukturi stada iznosio je 34%, 25%, 17%, 11%, 7%, 4%, 1,6% i 0,4%. Prosečna struktura stada prikazana je na grafikonu 15.



Grafikon 15: Prosečna struktura stada prema laktaciji u kojoj se grlo nalazilo

Skoro 60% grla se nalazilo u prve dve laktacije, odnosno struktura stada nije bila optimalna zbog smanjenog udela grla u kasnijim laktacijama u kojima grla ostvaruju višu proizvodnju, odnosno strukturu stada u najvećoj meri činile su mlade životinje. Sličnu strukturu stada u svom istraživanju utvrdio je Dürr (1997). Manji udeo grla u prvoj i drugoj laktaciji utvrdili su Nieuwhof i sar. (1989) u populaciji holštajn rase u SAD-u.

#### **4.6. Analiza razloga izlučenja**

Analizom razloga izlučenja u pomenutoj populaciji, utvrđeno je da su dominantni razlozi izlučenja krava iz proizvodnje bili iz grupe bolesti i poremećaja koji su uslovljavali neplodnost i poremećaje u reprodukciji, sa udelom u ukupnim izlučenjima od 24,7%. Nakon neplodnosti i poremećaja u reprodukciji, drugi razlog isključenja grla

prema zastupljenosti bila su oboljenja nogu i papaka sa udelom u ukupnim izlučenjima od 15,49%. Oboljenja vimena (mastitisi) zauzimaju visoko treće mesto u razlozima izlučenja, odnosno 13,06% grla je isključeno zbog ove grupe oboljenja. Značajan udeo u izlučenjima imaju i metaboličke bolesti (10,27%) i teška teljenja (7,79%). Udeo izlučenih grla prema svim analiziranim razlozima i prema laktacijama izlučenja dat je u tabeli 17.

Prikazani rezultati o razlozima izlučenja vezanim za neplodnost i reproduktivne poremećaje ukazuju da reproduktivni status grla ima ključni uticaj na donošenje odluke o izlučenju grla iz proizvodnje, U prilog ovoj tvrdnji idu i utvrđene vrednosti za udeo grla izlučenih zbog neplodnosti i reproduktivnih poremećaja koje su u svojim istraživanjima utvrdili Buscom i Young (1998), Seegers i sar. (1998), Sawa i sar. (2007), Moussavi (2008), Mohammad i sar. (2009), odnosno u svim pomenutim istraživanjima sterilitet i reproduktivni problemi označeni su kao dominantan razlog izlučenja.

Viši udeo krava izlučenih zbog neplodnosti i poremećaja u reprodukciji u svom istraživanju utvrdili su Falk i Fuez (1996), Seegers i sar. (1998), Mohammad i sar. (2009) i Pytlewski i sar. (2010). Niži udeo grla izlučenih zbog ovih razloga od prikazanih, utvrdili su u svom istraživanju Nienartowicz-Zdrojewska i sar. (2009), Stojić i sar. (2012) i Pinedo i sar. (2014).

Tabela 17: Distribucija grla prema razlogu izlučenja:

| Razlog izlučenja | Laktacija   |              |             |              |             |              |             |              |             |              |            |              |            |              |           |              | Ukupno       |              |
|------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-----------|--------------|--------------|--------------|
|                  | I           |              | II          |              | III         |              | IV          |              | V           |              | VI         |              | VII        |              | VIII      |              |              |              |
|                  | n           | %            | n           | %            | n           | %            | n           | %            | n           | %            | n          | %            | n          | %            | n         | %            | n            | %            |
| <b>REPRO</b>     | 814         | <b>29,80</b> | 775         | <b>28,74</b> | 582         | <b>26,04</b> | 423         | <b>24,77</b> | 323         | <b>25,90</b> | 161        | <b>20,99</b> | 91         | <b>21,56</b> | 46        | <b>19,91</b> | <b>3125</b>  | <b>24,70</b> |
| <b>NOGE</b>      | 269         | <b>9,85</b>  | 354         | <b>13,13</b> | 316         | <b>14,14</b> | 267         | <b>15,63</b> | 207         | <b>16,60</b> | 137        | <b>17,86</b> | 80         | <b>18,96</b> | 41        | <b>17,75</b> | <b>1671</b>  | <b>15,49</b> |
| <b>MASTITIS</b>  | 392         | <b>14,35</b> | 323         | <b>11,98</b> | 255         | <b>11,41</b> | 195         | <b>11,42</b> | 133         | <b>10,67</b> | 100        | <b>13,04</b> | 62         | <b>14,69</b> | 39        | <b>16,88</b> | <b>1499</b>  | <b>13,06</b> |
| <b>METAB</b>     | 149         | <b>5,45</b>  | 249         | <b>9,23</b>  | 247         | <b>11,05</b> | 187         | <b>10,95</b> | 134         | <b>10,75</b> | 98         | <b>12,78</b> | 47         | <b>11,14</b> | 25        | <b>10,82</b> | <b>1136</b>  | <b>10,27</b> |
| <b>DIGES</b>     | 169         | <b>6,19</b>  | 173         | <b>6,41</b>  | 123         | <b>5,50</b>  | 82          | <b>4,80</b>  | 48          | <b>3,85</b>  | 24         | <b>3,13</b>  | 13         | <b>3,08</b>  | 5         | <b>2,16</b>  | <b>637</b>   | <b>4,39</b>  |
| <b>ZARPAR</b>    | 184         | <b>6,73</b>  | 129         | <b>4,78</b>  | 88          | <b>3,94</b>  | 86          | <b>5,04</b>  | 42          | <b>3,37</b>  | 22         | <b>2,87</b>  | 14         | <b>3,32</b>  | 4         | <b>1,73</b>  | <b>596</b>   | <b>3,97</b>  |
| <b>POVREDE</b>   | 58          | <b>2,12</b>  | 44          | <b>1,63</b>  | 44          | <b>1,97</b>  | 29          | <b>1,70</b>  | 20          | <b>1,60</b>  | 10         | <b>1,30</b>  | 8          | <b>1,90</b>  | 3         | <b>1,30</b>  | <b>216</b>   | <b>1,69</b>  |
| <b>TTELJ</b>     | 214         | <b>7,83</b>  | 220         | <b>8,16</b>  | 175         | <b>7,83</b>  | 148         | <b>8,67</b>  | 113         | <b>9,06</b>  | 52         | <b>6,78</b>  | 28         | <b>6,64</b>  | 17        | <b>7,36</b>  | <b>967</b>   | <b>7,79</b>  |
| <b>SELEKCIJA</b> | 252         | <b>9,22</b>  | 165         | <b>6,12</b>  | 158         | <b>7,07</b>  | 106         | <b>6,21</b>  | 106         | <b>8,50</b>  | 65         | <b>8,47</b>  | 28         | <b>6,64</b>  | 24        | <b>10,39</b> | <b>904</b>   | <b>7,83</b>  |
| <b>OSTALO</b>    | 231         | <b>8,46</b>  | 265         | <b>9,83</b>  | 247         | <b>11,05</b> | 185         | <b>10,83</b> | 121         | <b>9,70</b>  | 98         | <b>12,78</b> | 51         | <b>12,09</b> | 27        | <b>11,69</b> | <b>1225</b>  | <b>10,80</b> |
| <b>Ukupno</b>    | <b>2732</b> | <b>100</b>   | <b>2697</b> | <b>100</b>   | <b>2235</b> | <b>100</b>   | <b>1708</b> | <b>100</b>   | <b>1247</b> | <b>100</b>   | <b>767</b> | <b>100</b>   | <b>422</b> | <b>100</b>   | <b>23</b> | <b>100</b>   | <b>12039</b> | <b>100</b>   |

REPRO- Neplodnost i poremećaji u reprodukciji, NOGE- Oboljenja nogu i papaka, MASTITIS-Oboljenja mlečne žlezde, METAB- Metaboličke bolesti, DIGES- Bolesti digestivnog trakta, ZARPAR- Zarazne i parazitske bolesti, POVREDE-Povrede, TTELJ- Teška teljenja i pobačaji, SELEKCIJA- Seleksijski razlozi, OSTALO- Ostali razlozi

Dominantni razlog izlučenja i u prvoj laktaciji bila je neplodnost i poremećaji u reprodukciji, što je u skladu sa rezultatima koje su utvrdili Stojić i sar. (2012). Slaba reproduktivna performansa grla utiče na povećanje trajanja servis perioda što dovodi do povećanja rizika od izlučenja (Erb i sar., 1985; Beaudreau i sar., 1995). Uspešna koncepcija kod mlečnih grla u velikoj meri utiče na smanjenje rizika od izlučenja (Gröhn i sar., 1998).

Najveća razlika između rezultata utvrđenih u ovom istraživanju i publikovanih od strane većeg broja autora koji su se bavili ovom problematikom, jeste značajno niži udeo grla koja su izlučena iz selekcijskih razloga. Udeo grla izlučen zbog niske proizvodnje ili zbog nekog drugog selekcijskog razloga u ispitivanoj populaciji bio je jako nizak i prosečno je iznosio 7,83%. Iako je utvrđena vrednost za udeo grla izlučenih iz selekcijskih razloga dosta niska, uočavamo da je najveći udeo grla izlučenih zbog ove grupe razloga bio u prvoj laktaciji i opadao je u narednim laktacijama. Sličan trend za selekcijska izlučenja utvrdili su Seegers i sar. (1998). Utvrđen nizak udeo za selekcijska izlučenja možda je i najvažniji rezultat u ovom segmentu istraživanja, što ima za posledicu znatno manje efekte selekcije za osobine uključene u odgajivački program. Ovakav udeo selekcijskih izlučenja ima za posledicu nemogućnost postavljanja oštrijih selekcijskih kriterijuma na grlima ženskog pola i smanjen efekat selekcije. Tako na primer, zbog neplodnosti i reproduktivnih poremećaja izlučeno je gotovo tri puta više krava nego iz selekcijskih razloga. Znatno viši udeo grla izlučenih zbog niske proizvodnje utvrdili su u svojim istraživanjima Dentine i sar. (1987a), Falk i Fuez (1996) i Pinedo i sar. (2014). Sličan udeo grla izlučenih zbog selekcijskih razloga u svom istraživanju utrdili su Mohammad i sar. (2009) i Nienartowicz-Zdrojewska i sar. (2009).

Posmatrajući udeo razloga izlučenja u okviru svake laktacije jasno se uočava negativan trend kada je reč o udelu grla koja su izlučena zbog neplodnosti i reproduktivnih poremećaja, odnosno sa porastom pariteta smanjuje se i udeo grla koja su izlučena zbog ovog razloga. Veći udeo mladih krava izlučenih zbog reproduktivnih poremećaja utvrdili su u svom istraživanju Seegers i sar. (1998). Suprotan trend je uočen kada je reč o izlučenjima koja su posledica oboljenja nogu i papaka, odnosno udeo grla izlučenih zbog ovog razloga je gotovo udvostručen u sedmoj laktaciji (18,96%) u odnosu na prvu laktaciju (9,85%). Sličan trend primetan je kada se radi o udelu grla izlučenih zbog metaboličkih bolesti. Udeo grla izlučenih zbog metaboličkih bolesti najmanji je u

prvoj laktaciji (5,45%), dok se već u narednoj laktaciji taj udeo gotovo udvostručuje (9,23%). Rast udela grla izlučenih usled metaboličkih poremećaja ima rast i u kasnijim laktacijama,

Ako uzmemo relativnu proizvodnju grla u prvoj laktaciji, u okviru stada u kojem je grlo proizvodilo kao kriterijum za analizu razloga izlučenja, uočavamo jasan negativan trend kada je reč o udelu grla izlučenih zbog steriliteta i reproduktivnih poremećaja. Tako grla čija je mlečnost bila 1,5 standardnu devijaciju ispod proseka su u najvećoj meri izlučivana zbog neplodnosti i poremećaja u reprodukciji (33,67%), dok je taj udeo u grupi sa najvišom proizvodnjom bio najmanji i imao je dva puta nižu vrednost (16,5%). Sličan trend imaju izlučenja prouzrokovana infektivnim i parazitskim bolestima, kao i selekcijska izlučenja.

Nasuprot ovom trendu, udeo grla izlučenih zbog oboljenja nogu i papaka rastao je sa povećanjem proizvodnje u prvoj laktaciji, tako da je u najproduktivnijoj grupi gotovo 3 puta veći udeo grla izlučenih zbog oboljenja nogu i papaka u odnosu na najmanje produktivnu grupu u stadu. Takođe sa porastom proizvodnje rastao je i udeo grla izlučenih zbog bolesti digestivnog trakta i mastitisa i iz ostalih razloga izlučenja.

Najviši udeo grla izlučenih zbog metaboličkih poremećaja imala su grla koja su se nalazila u delu stada koji je proizvodio u opsegu od jedne standardne devijacije ispod i jedne standardne devijacije iznad proseka za dato stado. Fiziološki posmatrano viši udeo grla izlučenih zbog metaboličkih poremećaja trebalo bi očekivati u najproduktivnijim grupama u stadu, što ovde i nije slučaj. Utvrđeni rezultati mogu biti posledica posvećivanja posebne pažnje u ishrani najproduktivnijih grla na farmama. U tabeli 18 dat je udeo izlučenih krava prema razlogu izlučenja u okviru relativne proizvodnje grla u prvoj laktaciji.

Tabela 18: Udeo izlučenih krava prema razlogu izlučenja u okviru relativne proizvodnje grla u prvoj laktaciji

| Razlog izlučenja | Nivo proizvodnje u prvoj laktaciji |            |            |            |             |              |            |            |            |
|------------------|------------------------------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|------------|------------|------------|
|                  | <-1,5 SD                           | -1,5       | -1 SD<x<-  | -0,5       | -0,2        | 0,2 SD<x<0,5 | 0,5        | 1 SD<x<1,5 | x>1,5      |
|                  |                                    | SD<x<-1    | 0,5 SD     | SD<x<-0,2  | SD<x<0,2 SD | SD           | SD<x<1     | SD         | SD         |
|                  | %                                  | %          | %          | %          | %           | %            | %          | %          | %          |
| <b>REPRO</b>     | 33,67                              | 30,10      | 29,84      | 28,67      | 27,72       | 23,74        | 25,55      | 19,91      | 16,50      |
| <b>NOGE</b>      | 7,67                               | 8,44       | 9,63       | 13,13      | 13,99       | 16,31        | 16,86      | 19,91      | 22,86      |
| <b>MASTITIS</b>  | 12,83                              | 12,43      | 10,20      | 11,83      | 12,05       | 12,47        | 12,78      | 16,70      | 14,67      |
| <b>METAB</b>     | 7,33                               | 8,29       | 10,06      | 9,56       | 9,34        | 10,15        | 10,31      | 8,14       | 9,90       |
| <b>DIGES</b>     | 3,33                               | 4,14       | 4,06       | 4,62       | 5,26        | 5,12         | 7,13       | 6,21       | 8,80       |
| <b>ZARPAR</b>    | 7,00                               | 7,66       | 8,17       | 5,27       | 4,54        | 3,52         | 1,75       | 1,07       | 0,61       |
| <b>POVREDE</b>   | 2,00                               | 1,72       | 1,13       | 2,28       | 1,74        | 2,08         | 0,97       | 3,10       | 2,32       |
| <b>TTELJ</b>     | 6,00                               | 6,88       | 7,13       | 7,15       | 9,19        | 8,79         | 8,82       | 9,85       | 7,82       |
| <b>SELEKCIJA</b> | 12,67                              | 12,04      | 9,96       | 7,80       | 6,64        | 6,87         | 4,54       | 3,43       | 3,06       |
| <b>OSTALO</b>    | 7,50                               | 8,29       | 9,82       | 9,69       | 9,55        | 10,95        | 11,28      | 11,67      | 13,45      |
| <b>Ukupno</b>    | <b>100</b>                         | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b>  | <b>100</b>   | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |

REPRO- Neplodnost i poremećaji u reprodukciji, NOGE- Oboljenja nogu i papaka, MASTITIS-Oboljenja mlečne žlezde, METAB- Metaboličke bolesti, DIGES- Bolesti digestivnog trakta, ZARPAR- Zarazne i parazitske bolesti, POVREDE-Povrede, TTELJ- Teška teljenja i pobačaji, SELEKCIJA- Selekcijski razlozi, OSTALO- Ostali razloz

Pošto je ispitivana populacija nastala oplemenjivanjem evropskih crno-belih goveda i crvenog danskog govečeta genima holštajn frizijske rase, izvršena je analiza razloga izlučenja između grupa koje su formirane prema udelu gena holštajn frizijske rase. Raspodela grla prema razlogu izlučenja u okviru grupa prema udelu gena holštajn frizijske rase data je u tabeli 19.

Tabela 19: Udeo izlučenih krava prema razlogu izlučenja u okviru grupa prema udelu gena holštajn frizijske rase

| Razlog izlučenja                      | HF grupa   |            |            |            |            |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                                       | I          | II         | III        | IV         | V          |
|                                       | %          | %          | %          | %          | %          |
| Sterilitet i reproduktivni poremećaji | 40,93      | 31,79      | 27,39      | 23,71      | 16,73      |
| Oboljenja nogu i papaka               | 7,77       | 9,54       | 12,58      | 17,15      | 21,66      |
| Mastitis                              | 8,81       | 8,13       | 11,33      | 15,55      | 19,41      |
| Metaboličke bolesti                   | 11,40      | 10,68      | 10,10      | 8,54       | 6,30       |
| Bolesti digestivnog trakta            | 3,11       | 3,20       | 4,81       | 6,60       | 8,93       |
| Infektivne i parazitske bolesti       | 5,96       | 8,89       | 5,04       | 1,68       | 0,75       |
| Povrede                               | 2,07       | 1,27       | 1,65       | 2,09       | 2,62       |
| Teška teljenja i abortusi             | 4,66       | 6,96       | 8,43       | 8,35       | 9,30       |
| Selekcijski razlozi                   | 7,77       | 10,52      | 8,36       | 5,56       | 2,68       |
| Ostalo                                | 7,51       | 9,02       | 10,33      | 10,78      | 11,61      |
| <b>Ukupno</b>                         | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |

Dominantni razlog izlučenja u prve četiri grupe (od 0 do 93,75% udela gena holštajn frizijske rase) bili su neplodnost i poremećaji u reprodukciji, sa izraženim trendom smanjenja udela grla koja su izlučena iz navedenih razloga sa povećanjem udela gena holštajn frizijske rase. Sličan trend su imala izlučenja koja su bila posledica metaboličkih bolesti kao i izlučenja uzrokovana selekcijskim odlukama. Nasuprot ovom trendu sa porastom udela gena holštajn frizijske rase rastao je udeo krava izlučenih zbog oboljenja nogu i papaka. Takođe ovakav trend je primetan i kod izlučenja koja su posledica teških teljenja i abortusa, kao i kod krava izlučenih zbog bolesti digestivnog trakta.



## 4.7. Genetsko vrednovanje osobina dugovečnosti Weibull-ovim modelom proporcionalnih rizika

### 4.7.1. Trajanje produktivnog života (LPL)

Kod metoda proporcionalnih rizika korišćeni set podataka je sadržao pored podataka o grlima sa poznatom dugovečnošću i podatke o grlima koja nisu bila izlučena iz proizvodnje, tzv. cenzurisane zapise. Set je sadržao podatke o dugovečnosti za 22109 krava, od čega su 5757 zapisa bili cenzurisani zapisi, odnosno njihov udeo bio je nešto viši od 26%. Minimalno vreme cenzurisanja iznosilo je 41 dan nakon teljenja, dok je prosečno vreme cenzurisanja iznosilo 1170 dana. Kada se radi o potpunim zapisima minimalno vreme izlučenja grla iznosilo je 14 dana, dok je prosečno vreme izlučenja kod potpunih zapisa iznosilo 1300 dana.

### 4.7.2. Uticaj fiksnih faktora uključenih u model

Uticaj fiksnih faktora ispitan je preko testa verodostojnosti (likelihood ratio test) gde se porede efekti u punom modelu sa efektima svakog faktora pojedinačno. Ako se napravi analogija sa linearnim modelima jako je sličan tipu III sume kvadrata. Još jedan od bitnih pokazatelja jeste  $R^2$  Maddala statistika, koja predstavlja deo varijabilnosti koji je objašnjen uključivanjem datog faktora u model (slično determinaciji modela kod linearnih metoda). Vrednosti testa verodostojnosti i  $R^2$  Maddala dati su u tabeli 20.

Tabela 20: Rezultati testa verodostojnosti za fiksne faktore uključene u Weibull-ov model proporcionalnih rizika:

| Faktor                         | $\chi^2$ | DF | Verovatnoća | $R^2$ Maddala |
|--------------------------------|----------|----|-------------|---------------|
| Farma                          | 1881,9   | 6  | P<0,001     | 0,082         |
| Uzrast pri prvom teljenju      | 427,1    | 9  | P<0,001     | 0,099         |
| Grupe prema udelu gena HF rase | 91,4     | 4  | P<0,001     | 0,103         |
| Relativna proizvodnja mleka    | 590,23   | 8  | P<0,001     | 0,306         |
| Godina teljenja                | 4241,6   | 23 | P<0,001     | 0,260         |
| Sezona teljenja                | 8,7      | 3  | P<0,001     | 0,260         |
| Laktacija                      | 823,5    | 7  | P<0,001     | 0,287         |

Svi faktori uključeni u model za evaluaciju trajanja produktivnog života pokazali su visoku statističku značajnost ( $P<0,001$ ). Najveći uticaj na funkciju rizika od izlučenja imali su godina teljenja i farma, dok je najmanji uticaj imala sezona teljenja. Visoku statističku značajnost za uticaj uzrasta pri prvom teljenju, godine teljenja i relativne proizvodnje mleka utvrdio je u svom istraživanju Dürr (1997) u populaciji holštajn krava

u Kvebeku. Do sličnih rezultata su dosli Vukasinovic i sar. (1997). Oni su u svom istraživanju utvrdili visoku statističku značajnost uzrasta pri prvom teljenju, laktacije i relativne proizvodnje mleka. Visoko statistički značajan uticaj uzrasta pri prvom teljenju, relativne proizvodnje mleka i laktacije na trajanje produktivnog života utvrdio je u svom istraživanju Imbayarwo-Chikosi (2015) u populaciji holštajn krava u Južnoafričkoj Republici.

Vrednosti Maddala  $R^2$  koeficijenta imali su svoje vrednosti od 0,082 do 0,306. Najniži doprinos povećanju verodostojnosti imalo je uključivanje farme (0,082) i udela gena holštajn frizijske rase (0,103) u model, dok je najveći doprinos imalo uključivanje u relativne proizvodnje mleka (0,306) u model. Visok doprinos povećanju verodostojnosti pokazalo je i uključivanje laktacije u model, godine i sezone teljenja. Visoku vrednost Maddala  $R^2$  statistike za relativnu proizvodnju mleka utvrdili su u svom istraživanju Najafabadi i sar. (2016) u populaciji holštajn krava u Iranu. Isti autori su utvrdili više vrednosti Maddala  $R^2$  statistike za uzrast pri prvom teljenju, dok je niža vrednost pomenute statistike utvrđena za laktaciju.

Uticaji navedenih faktora mogu se prikazati i kao relativni rizici od izlučenja. Prvi korak u izračunavanju relativnog rizika od izlučenja jeste određivanje baznog (referentnog) rizika. Kao bazni rizik od izlučenja uzima se jedan od rizika procenjen za određeni nivo u okviru posmatranog faktora. Nakon toga se rizici za ostale nivoe u okviru datog faktora dele sa rizikom baznog nivoa i dobija se relativni rizik od izlučenja. Dobijeni relativni rizik od izlučenja govori o odnosu rizika za dati nivo faktora u odnosu na bazni nivo. Tako na primer ako je vrednost relativnog rizika od izlučenja za određenu klasu fiksnog uticaja 1,5 to znači da grlo koje se nalazi u toj klasi ima 1,5 put veću verovatnoću da bude izlučeno nego grlo koje se nalazi u klasi koja je uzeta kao bazna.

Prilikom ispitivanja uticaja farme na rizik od izlučenja, kao bazni nivo rizika uzet je rizik od izlučenja za grla koja su gajena na farmi 1. U tabeli 21 prikazane su vrednosti relativnih rizika za analizirane osobine dugovečnosti.

Tabela 21: Relativni rizici od izlučenja u zavisnosti od farme na kojoj su grla gajena

| Osobina | Farma 1 | Farma 2 | Farma 3 | Farma 4 | Farma 5 | Farma 6 | Farma 7 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| LPL     | 1,00    | 1,26    | 0,60    | 0,69    | 1,26    | 0,20    | 0,50    |
| LMY     | 1,00    | 1,23    | 0,63    | 0,67    | 1,22    | 0,24    | 0,52    |
| NL      | 1,00    | 1,25    | 0,65    | 0,62    | 1,31    | 0,23    | 0,57    |

Najviši relativni rizik od izlučenja imala su grla koja su gajena na farmama 2 i 5, bez obzira na osobinu dugovečnosti koju posmatramo. Ako posmatramo trajanje produktivnog života, grla gajena na farmi 2 su imala za 26,4% veći rizik da budu izlučena, dok su grla gajena na farmi 5 imala za 25,7% veći rizik da budu izlučena nego grla gajena na farmi 1. Grla gajena na ostalim farmama imala su znatno niži rizik od izlučenja nego grla gajena na farmi 1. Tako grla gajena na farmi 6 imala su 5 puta manji rizik od izlučenja nego grla sa farme 1. Jako je bitno napomenuti da su farme sa najmanjim rizikom od izlučenja imale i najnižu prosečnu proizvodnju, odnosno niža proizvodnja nije imala prevelik uticaj na zdravlje i normalno funkcionisanje organizma krava, te su i rizici od izlučenja bili niži. Razlike u relativnim rizicima kod sve tri analizirane osobine dugovečnosti u okviru farmi bile su minimalne, gotovo zanemarljive, što ukazuje na postojanje visoke povezanosti između ove tri osobine dugovečnosti.

Kod ispitivanja uticaja uzrasta pri prvom teljenju na rizik od izlučenja, kao bazni nivo rizika uzeta je grupa 3, odnosno grla koja su se prvi put otelila u uzrastu od 721 do 780 dana. Prikaz relativnih rizika izlučenja u zavisnosti od uzrasta pri prvom teljenju dat je u tabeli 22.

Tabela 22: Relativni rizici od izlučenja u zavisnosti od uzrasta pri prvom teljenju.

| Osobina | Klase u zavisnosti od uzrasta pri prvom teljenju |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|         | I  | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    |
| LPL     | 0,79   | 0,96 | 1,00 | 1,07 | 1,09 | 1,25 | 1,26 | 1,32 | 1,33 | 1,42 |
| LMY     | 0,81   | 0,95 | 1,00 | 1,10 | 1,15 | 1,27 | 1,29 | 1,34 | 1,36 | 1,47 |
| NL      | 0,79   | 0,97 | 1,00 | 1,08 | 1,13 | 1,29 | 1,31 | 1,38 | 1,48 | 1,64 |

I-uzrast od 600 do 660 dana, II- uzrast od 661 do 720 dana, III- uzrast od 721 do 780 dana, IV- uzrast od 781 do 840 dana, V- uzrast od 841 do 900 dana, VI- uzrast od 901 do 960 dana, VII- uzrast od 961 do 1020 dana, VIII uzrast od 1021 do 1080 dana, IX- uzrast od 1081 do 1140 dana, X- uzrast od 1141 do 1200 dana

Iako se u velikom broju istraživanja ovaj faktor definiše kao faktor sa malim uticajem na dugovečnost, dok neki od autora (Ducrocq, 1994) su utvrdili da uzrast pri prvom teljenju nije statistički značajno uticao na rizik od izlučenja, u ovom istraživanju je utvrđen visoko statistički značajan uticaj ovog faktora. Takođe se uočava jasan trend

da sa povećanjem uzrasta pri prvom teljenju raste i relativni rizik od izlučenja, bez obzira koju od analiziranih osobina dugovečnosti posmatramo. Kada posmatramo trajanje produktivnog života, grla koja su se telila nakon 1141 dana uzrasta (približno nakon 38 meseca) su imala gotovo dva puta veći rizik od izlučenja nego kod grupe koja su se telila u ranom uzrastu (manje od 660 dana). Veći broj autora (Vollema i sar., 2000; Páchová i sar., 2005; M'hamdi i sar., 2010; Potočnik i sar., 2011; Raguž 2012; Zavadilová i Štípková, 2013) su utvrdili da sa porastom uzrasta pri prvom teljenju raste i rizik od izlučenja. Ovakva situacija može biti posledica selekcije na ranostasnost, pa su grla koja su kasnije stasavala bila izlučena iz selekcijskih razloga. Takođe, veći uzrast pri prvom teljenju može biti posledica i reproduktivnih problema kod junica pa usled toga i kasnije koncepcije i većeg uzrasta prilikom prvog teljenja. Obično kod grla koja kao junice imaju reproduktivnih problema, u kasnijim laktacijama ti problemi budu još izraženiji (Vukasinovic i sar., 2001).

U istraživanju je ispitan i uticaj udela gena holštajn frizijske rase na osobine dugovečnosti i utvrđeno je da je posmatrani faktor u manjoj meri uticao na relativne rizike od izlučenja. Vrednosti relativnih rizika od izlučenja u zavisnosti od udela gena holštajn frizijske rase date su u tabeli 23.

Tabela 23: Relativni rizici od izlučenja u zavisnosti od udela gena holštajn frizijske rase

| Osobina    | Klase prema udelu gena HF rase |      |      |      |      |
|------------|--------------------------------|------|------|------|------|
|            | I                              | II   | III  | IV   | V    |
| <b>LPL</b> | 1,16                           | 1,00 | 1,00 | 1,03 | 1,07 |
| <b>LMY</b> | 1,17                           | 1,03 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| <b>NL</b>  | 1,14                           | 1,02 | 1,00 | 1,04 | 1,12 |

I- grla sa udelom gena holštajn frizijske rase od 0 do 50%, II- grla sa udelom gena holštajn frizijske rase od 51 do 75%, III- grla sa udelom gena holštajn frizijske rase od 76 do 87,5%, IV- grla sa udelom gena holštajn frizijske rase od 88 do 93,75%, V- grla sa udelom gena holštajn frizijske rase preko 93,75%.

Posmatrajući sve tri analizirane osobine dugovečnosti, uočava se da je najniži rizik od izlučenja imala bazna grupa životinja, odnosno grla koja su imala između 75% i 87,5% udela gena holštajn frizijske rase. Sa porastom i smanjenjem udela gena holštajn frizijske rase rastao je i rizik od izlučenja grla. Ovakva situacija može biti posledica da grla sa nižim udelom gena holštajn frizijske rase nisu poželjna prema odgajivačkom programu koji se implementira u ispitivanoj populaciji. Prvenstveno takva grla imaju nešto nižu proizvodnju nego grla sa višim udelom gena pomenute rase, što na njih stavlja viši selekcijski pritisak. Takođe grla koja se već mogu smatrati čistorasnim holštajn

frizijskim grlima (preko 93% udela HF gena), usled finije konstitucije i više proizvodnje, njihov organizam je izložen većem opterećenju te su i zdravstveni problemi češći i zbog toga rizik od izlučenja raste.

U okviru genetskog vrednovanja osobina dugovečnosti Weibull-ovom metodom proporcionalnih rizika, kao fiksni vremenski zavisani faktor uključena je i relativna proizvodnja grla u okviru farme na kojoj je grlo proizvodilo. U tabeli 24 prikazane su utvrđene vrednosti relativnog rizika od izlučenja u zavisnosti od relativne proizvodnje mleka unutar stada.

Tabela 24: Relativni rizici od izlučenja u zavisnosti od relativne proizvodnje mleka unutar stada

| Osobina    | Klase prema relativnoj proizvodnji mleka |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
|            | I  | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   |
| <b>LPL</b> | 1,73                                     | 1,23 | 1,00 | 0,94 | 0,84 | 0,78 | 0,75 | 0,65 | 0,70 |
| <b>LMY</b> | 1,32                                     | 1,14 | 1,00 | 0,99 | 0,96 | 0,86 | 0,79 | 0,82 | 0,88 |
| <b>NL</b>  | 1,25                                     | 1,08 | 1,00 | 1,01 | 0,98 | 1,01 | 1,00 | 1,01 | 1,10 |

I ( $x < -1,5SD$ ), II ( $-1,5SD < x < -1SD$ ), III ( $-1SD < x < -0,5SD$ ), IV ( $-0,5SD < x < -0,2SD$ ), V ( $-0,2SD < x < 0,2SD$ ), VI ( $0,2SD < x < 0,5SD$ ), VII ( $0,5SD < x < 1SD$ ), VIII ( $1SD < x < 1,5SD$ ), IX ( $x > 1,5SD$ )

Prikazani rezultati ukazuju da se sa povećanjem proizvodnje smanjuje rizik od izlučenja. Tako na primer ako posmatramo trajanje produktivnog života, grla iz najmanje produktivne grupe unutar stada (I) imala su 2,5 puta veći rizik od izlučenja nego grla koja se nalaze u dve najproduktivnije grupe u okviru istog stada (VIII i IX). Do sličnih rezultata su došli Vukasinovic i sar. (2001) i Sewalem i sar. (2005), s tim da su Vukasinovic i sar. (2001) utvrdili da je rizik za najmanje produktivnu grupu u stadu bio 3 do 4 puta viši od rizika od izlučenja utvrđenog za najproduktivniju grupu. Sličan trend smanjenja rizika od izlučenja sa povećanjem proizvodnje unutar stada utvrdili su M'hamdi i sar. (2010) i Raguž i sar. (2014) u svojim istraživanjima. Ako dugovečnost posmatramo kroz druge dve osobine, vidimo da razlika u rizicima između klasa u zavisnosti od relativne proizvodnje nije tako velika kao u slučaju kada dugovečnost posmatramo kroz trajanje produktivnog života. Tako grla iz najmanje produktivne grupe imaju oko 1,55 puta veći rizik od izlučenja u odnosu na grla iz najproduktivnije dve grupe kada posmatramo životnu proizvodnju mleka, odnosno ta razlika u rizicima između pomenutih klasa iznosi svega 15-25% kad je reč o broju ostvarenih laktacija.

Znatno veće razlike u rizicima između grla sa različitom relativnom proizvodnjom od utvrđenih, prikazali su u svojim istraživanjima Mészáros i sar. (2008) ispitujući dugovečnost u populaciji pinzgavskih goveda u Slovačkoj i Jenko i sar. (2013) u populaciji smeđih goveda u Sloveniji. Oni su utvrdili da grla koja su proizvodila 1,5 standardnu devijaciju ispod proseka stada u kom su se nalazila, imala su 5,3 odnosno 4 puta veći rizik od izlučenja nego grla iz najproduktivnije grupe.

U tabeli 25 prikazane su vrednosti relativnih rizika od izlučenja u zavisnosti od laktacije u kojoj se grlo nalazilo.

Tabela 25: Relativni rizici od izlučenja u zavisnosti od laktacije

| Osobina    | Laktacija |      |      |      |      |      |      |      |
|------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
|            | I         | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII |
| <b>LPL</b> | 1,00      | 0,55 | 0,43 | 0,39 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 1,17 |
| <b>LMY</b> | 1,00      | 0,68 | 0,55 | 0,43 | 0,43 | 0,39 | 0,34 | 1,11 |
| <b>NL</b>  | 1,00      | 0,70 | 0,65 | 0,50 | 0,42 | 0,36 | 0,38 | 1,05 |

Najviši relativni rizik od izlučenja za sve tri analizirane osobine utvrđen je u osmoj pa zatim u prvoj laktaciji. Nakon prve laktacije rizik je naglo opadao, tako da su grla u drugoj laktaciji imala gotovo dva puta niži rizik od izlučenja u odnosu na grla u prvoj laktaciji. I nakon druge laktacije primetan je trend opadanja rizika, dok je rizik od izlučenja od četvrte do sedme laktacije bio gotovo konstantan. Najviši rizik od izlučenja u prvoj laktaciji utvrdili su Vukasinovic (1999), M'hamdi i sar. (2010) i Raguž i sar. (2014). Oni su utvrdili da je najviši rizik od izlučenja postojao u prvoj laktaciji i on je bio i do 5 puta viši nego rizik od izlučenja u drugoj laktaciji (Raguž i sar., 2014). Isti autori navode da je rizik od izlučenja opadao sa povećanjem pariteta u kome se grlo nalazi. Ovakvi rezultati mogu biti posledica visokog selekcijskog pritiska u prvoj laktaciji, odnosno najveći broj grla sa niskom proizvodnjom biva izlučen već u toku prve laktacije. U prilog ovoj tvrdnji idu i rezultati koje su utvrdili u svom istraživanju Vukasinovic i sar. (2001) i Ducrocq (2005).

Nasuprot prikazanim rezultatima, određen broj autora je u svojim istraživanjima publikovao rezultate koji ukazuju da sa povećanjem pariteta se povećava i rizik od izlučenja grla (Van der Linde i sar., 2006; Chirinos i sar., 2007; Mészáros i sar., 2008).

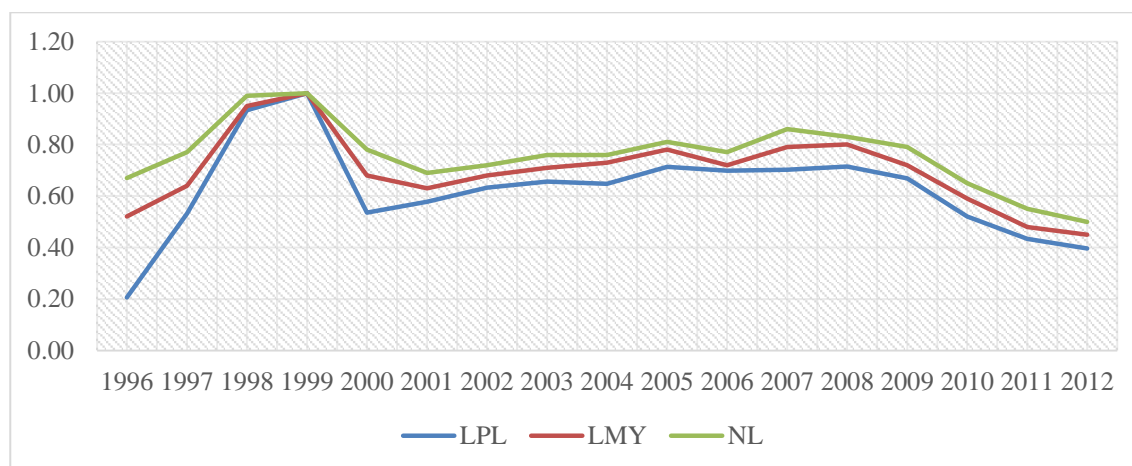
Uključivanjem sezone u model kao fiksnog vremenski zavisnog uticaja, utvrđeni su relativni rizici od izlučenja za sve četiri analizirane sezone. Vrednosti relativnih rizika prikazani su u tabeli 26.

Tabela 26: Relativni rizici od izlučenja u zavisnosti od sezone teljenja

| Osobina    | Sezona |         |      |       |
|------------|--------|---------|------|-------|
|            | Zima   | Proleće | Leto | Jesen |
| <b>LPL</b> | 1,09   | 0,97    | 1,00 | 1,08  |
| <b>LMY</b> | 1,05   | 0,96    | 1,00 | 1,04  |
| <b>NL</b>  | 1,01   | 0,98    | 1,00 | 1,02  |

Sezona teljenja nije imala veliki uticaj na rizik od izlučenja grla, na šta ukazuju male razlike u relativnim rizicima između sezona kod svih analiziranih osobina dugovečnosti. Ako analiziramo trajanje produktivnog života, najniža vrednost relativnog rizika od izlučenja utvrđena je za grla koja su se telila u proleće, tj. u periodu od 1. marta do 31. maja, dok je najveći rizik postojao kod grla koja su se telila u toku zime, tj. od 1. decembra do 28. februara. Sličnu periodičnost, tj. smanjenje rizika od izlučenja za grla oteljena u toku leta utvrdio je u svom istraživanju Raguž (2012).

Relativni rizici od izlučenja u zavisnosti od godine teljenja prikazani su na grafikonu 16.



Grafikon 16: Utvrđeni relativni rizici od izlučenja u zavisnosti od godine teljenja

Prilikom izračunavanja relativnih rizika od izlučenja 1999. godina je uzeta kao bazna za sve osobine dugovečnosti, i u poređenju sa ostalim godinama primećujemo da je u ovoj godini relativni rizik bio najviši. Ovakva situacija je vrlo verovatno posledica složene ekonomsko-političke situacije, pre svega NATO agresije na SR Jugoslaviju koja

je u ozbiljnoj meri ugrozila već tada slabu ekonomiju i dovela veliki broj poslovnih subjekata na ivicu opstanka, među kojima je bila i Poljoprivredna korporacija Beograd. U ovoj godini rizik od izlučenja je bio 2,5 puta veći u odnosu na 2012. godinu, odnosno skoro 5 puta veći u odnosu na 1995. godinu, kada je reč o trajanju produktivnog života. Takođe evidentan je porast rizika od sredine do kraja 90-tih godina dvadesetog veka, nakon čega dolazi do pada rizika, te je u prvoj dekadi dvadeset prvog veka razlika između pojedinih godina svedena na oko 10%. Kada se posmatraju druge dve analizirane osobine dugovečnosti (LMY, NL), one su imale nešto više vrednosti rizika u istim godinama u odnosu na trajanje produktivnog života. To se posebno odnosi na broj ostvarenih laktacija, dok je rizik od izlučenja za životnu proizvodnju mleka bio između rizika za trajanje produktivnog života i broja ostvarenih laktacija. Nasuprot razlikama u rizicima u okviru godina, jasno je prisutan isti trend kod sve tri analizirane osobine dugovečnosti.

#### **4.7.3. Heritabilitet osobina dugovečnosti**

Heritabilitet trajanja produktivnog života u ispitivanoj populaciji izračunat je na osnovu formule prikazane u materijalu i metodu a na osnovu parametara izračunatih primenom Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika. Vrednosti utvrđenih parametara distribucije i heritabiliteta date su tabeli 27.

Tabela 27: Parametri utvrđeni primenom Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika za trajanje produktivnog života

| <b>Parametar</b>                           | <b>Vrednost</b> |
|--|-----------------|
| Osnovna funkcija rizika, $\rho$            | 2,35            |
| Varijansa između očeva, $\sigma_s^2$       | 0,037           |
| Aditivna genetska varijansa, $4\sigma_s^2$ | 0,148           |
| Heritabilitet, $h^2$                       | 0,106           |

Vrednost parametra ( $\rho$ ) pokazuje kako se menja osnovna funkcija rizika kroz vreme. Utvrđena vrednost osnovne funkcije rizika ( $\rho$ ) iznosila je 2,35 što ukazuje da je rizik od izlučenja rastao od momenta prvog teljenja pa sve do kraja produktivnog života. Utvrđena vrednost je vrlo bliska vrednosti za parametar ( $\rho$ ) koju je utvrdio Raguž (2012) za 6 laktaciju u svom istraživanju, dok je utvrđena prosečna vrednost za dati parametar svih 7 laktacija bila nešto viša i iznosila je 2,61. Potočnik i sar. (2011) su utvrdili nižu vrednost parametra ( $\rho$ ), koji je iznosio 2, te je porast rizika bio nešto manji u populaciji holštajn krava u Sloveniji.



Procenjena vrednost varijanse između očeva iznosila je 0,037, što je rezultiralo ukupnom aditivnom genetskom varijansom od 0,148. Na osnovu procenjene aditivne genetske varijanse i udela cenzurisanih zapisa izračunata je vrednost efektivnog heritabiliteta za trajanje produktivnog života, koji je imao vrednost 0,106.

U do sada publikovanim istraživanjima, iznete su i više i niže vrednosti varijanse između očeva. Niže vrednosti u svom istraživanju publikovali su Pachova i sar. (2005) i Van Der Linde i sar. (2006). Oni su utvrdili vrednost varijanse između očeva od 0,01 u populaciji holštajn krava u Češkoj, odnosno 0,0133 u populaciji mlečnih goveda u Mađarskoj. Značajno više vrednosti varijanse između očeva u svom istraživanju su utvrdili Potočnik i sar. (2008) u populaciji holštajn krava u Sloveniji, kao i M'hamdi i sar. (2010) u populaciji holštajn krava u Tunisu. Slične vrednosti za varijansu između očeva utvrdili su u svom istraživanju Raguž (2012) u populaciji holštajn krava u Hrvatskoj, kao i Lurdes Kern i sar. (2016) u populaciji holštajn krava u Brazilu.

Vrednost heritabiliteta za trajanje produktivnog života nalazila se između vrednosti koje su publikovali Vollema i Groen (1998) i M'hamdi i sar. (2010). Utvrđena vrednost heritabiliteta za trajanje produktivnog života (0,106) bila je gotovo identična vrednosti utvrđenoj u populaciji holštajn krava u Hrvatskoj (Raguž, 2012), kao i vrednosti heritabiliteta koju su utvrdili Boettcher i sar. (1999) upotrebom metoda proporcionalnih rizika u populaciji holštajn krava u Kanadi. Slične vrednosti heritabiliteta utvrdili su i Jenko i sar. (2013), kao i Imbayarwo-Chikosi (2015). Višu vrednost heritabiliteta za trajanje produktivnog života utvrdili su u svom istraživanju Najafabadi i sar. (2016). Oni su u populaciji holštajn krava u Iranu utvrdili heritabilitet za trajanje produktivnog života od 0,18. Posledica velike razlike između heritabiliteta utvrđenog u ovom istraživanju i publikovanih od strane Najafabadi i sar. (2016), jeste neuvažavanje udela cenzurisanih zapisa prilikom izračunavanja heritabiliteta na ordinalnoj skali.

Utvrđene vrednosti Weibull-ove raspodele kao i varijansa između očeva na osnovu koje je izračunat heritabilitet za životnu proizvodnju mleka, prikazane su u tabeli 28.

Tabela 28: Parametri utvrđeni primenom Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika za životnu proizvodnju mleka

| <b>Parametar</b>                           | <b>Vrednost</b> |
|--|-----------------|
| Osnovna funkcija rizika, $\rho$            | 2,17            |
| Varijansa između očeva, $\sigma_s^2$       | 0,034           |
| Aditivna genetska varijansa, $4\sigma_s^2$ | 0,170           |
| Heritabilitet, $h^2$                       | 0,098           |

Parametar ( $\rho$ ) iznosio je 2,17 i imao je nižu vrednost u odnosu na isti parametar utvrđen kada je dugovečnost posmatrana kroz trajanje produktivnog života, što ukazuje na nešto manji intenzitet porasta rizika od izlučenja od prvog teljenja pa do izlučenja, ako dugovečnost posmatramo kroz životnu proizvodnju mleka. Utvrđena je i niža vrednost varijanse između očeva, tako da je i heritabilitet imao nižu vrednost (0,098) u odnosu na trajanje produktivnog života.

Parametri Weibull-ove distribucije na osnovu kojih je izračunat heritabilitet za broj ostvarenih laktacija dat je u tabeli 29.

Tabela 29: Parametri utvrđeni primenom Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika za broj ostvarenih laktacija

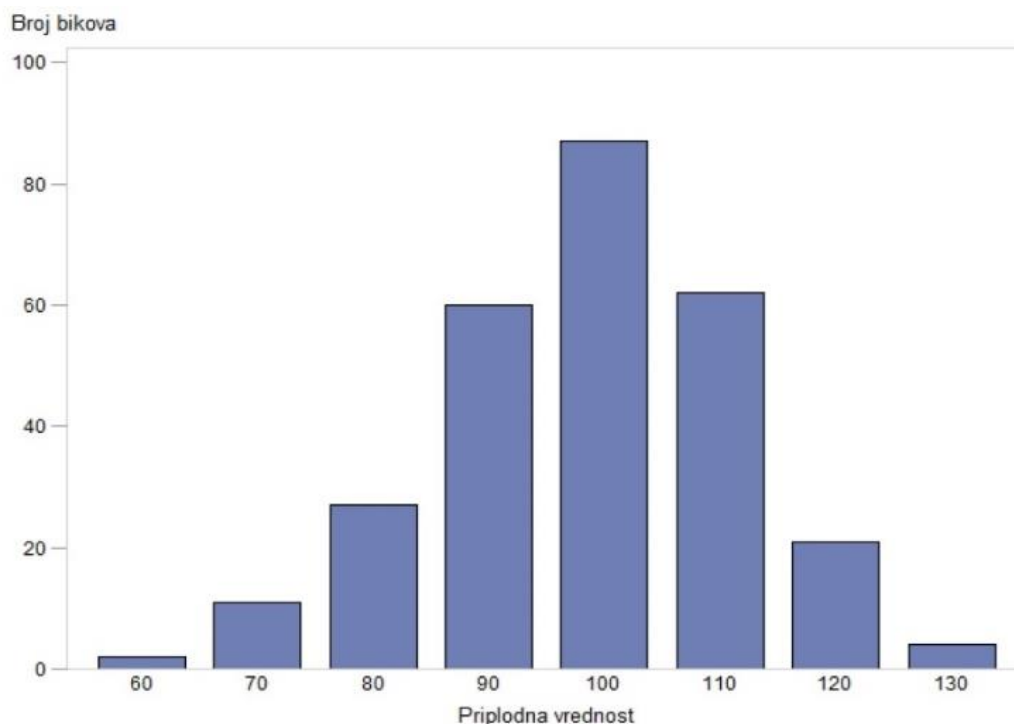
| <b>Parametar</b>                           | <b>Vrednost</b> |
|--|-----------------|
| Osnovna funkcija rizika, $\rho$            | 1,93            |
| Varijansa između očeva, $\sigma_s^2$       | 0,031           |
| Aditivna genetska varijansa, $4\sigma_s^2$ | 0,155           |
| Heritabilitet, $h^2$                       | 0,090           |

Utvrđena vrednost parametra ( $\rho$ ) ukazuje da i u slučaju broja ostvarenih laktacija rizik je rastao od momenta prvog teljenja do izlučenja. Parametar ( $\rho$ ) utvrđen za broj ostvarenih laktacija je imao nižu vrednost u odnosu na vrednost parametara ( $\rho$ ) utvrđenih za trajanje produktivnog života i životnu proizvodnju mleka, što znači da je rizik od izlučenja manje rastao u slučaju se kada se dugovečnost posmatra kroz broj ostvarenih laktacija. Takođe utvrđena je i niža vrednost varijanse između očeva (0,031) u odnosu na trajanje produktivnog života, što je rezultiralo i nižom vrednošću heritabiliteta za broj ostvarenih laktacija (0,090).

#### **4.7.4. Priplodne vrednosti bikova za trajanje produktivnog života**

Procenjene priplodne vrednosti bikova su standardizovane kortišćenjem prosečne priplodne vrednosti i standardne devijacije bikova iz bazne grupe uz upotrebu obrasca

prikazanog u prethodnom poglavlju. Baznu grupu bikova činili su bikovi rođeni u periodu od 1990. do 1994. godine. Distribucija standardizovanih priplodnih vrednosti bikova nije se statistički značajno razlikovala od normalne distribucije, što je potvrđeno Kolmogorov-Smirnov testom ( $P>0,05$ ). Prosečna standardizovana priplodna vrednost iznosila je 99, dok je najveći broj grla imao priplodnu vrednost (modus) od 101. Distribucija standardizovanih priplodnih vrednosti bikova prikazana je u grafikonu 17.



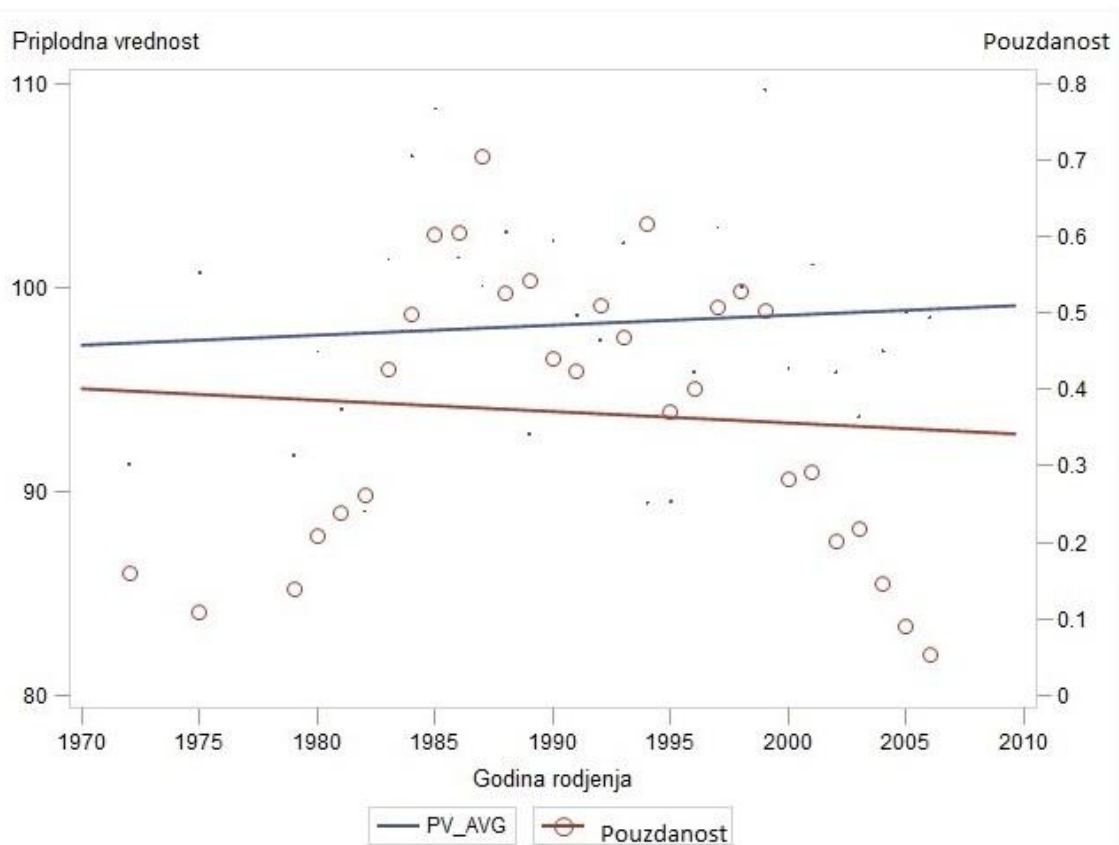
Grafikon 17: Distribucija standardizovanih priplodnih vrednosti bikova crno bele i holštajn rase

Prosečna pouzdanost procenjenih priplodnih vrednosti iznosila je 0,42 sa standardnom devijacijom od 0,26. Nižu pouzdanost procenjenih priplodnih vrednosti utvrdio je Raguž (2012) u populaciji holštajn krava u Hrvatskoj, dok su višu pouzdanost procenjenih priplodnih vrednosti utvrdili Vollema i sar. (2000). Prosečna pouzdanost procenjenih priplodnih vrednosti utvrđena je kod bikova koji su imali 27 izlučenih kćeri. Najviša pouzdanost procenjene priplodne vrednosti utvrđena je kod bikova koji su imali najveći broj izlučenih kćeri (preko 230 krava po biku) i ti bikovi su bili rođeni od 1985. do 1999. godine. Pouzdanost kod ove grupe bikova bila je viša od 0,85. Najviša

pouzdanost procenjene priplodne vrednosti (0,92) utvrđena je za bika koji je imao 435 izlučenih kćeri.

#### 4.7.5. Genetski trend za trajanje produktivnog života

Genetski trend je izračunat uz upotrebu regresijske analize, gde je kao nezavisna promenljiva varijabla posmatrana godina rođenja bika a zavisnu promenljivu varijablu su predstavljale standardizovane priplodne vrednosti bikova. Utvrđen je blago pozitivan genetski trend, odnosno selekcijom je dužina produktivnog života povećana za 0,021 dan na godišnjem nivou. Sličan, blago rastući trend uočio je i Raguž (2012). Genetski trend, kao i trend koji pokazuje pouzdanost procenjenih pripolodnih vrednosti dati su na grafikonu 18.



Grafikon 18: Genetski trend bikova crno bele i holštajn rase za trajanje produktivnog života

Pouzdanost procenjenih pripolodnih vrednosti imala je negativan trend u odnosu na starost bikova, tj. mlađi bikovi su imali nižu pouzdanost procenjene priplodne vrednosti. Ovakav trend je i očekivan jer mlađi bikovi imaju manji broj izlučenih kćeri pa je i pouzdanost procenjene priplodne vrednosti manja.

#### 4.8. Genetska analiza osobina dugovečnosti upotrebom linearnih modela

Osobine dugovečnosti vrednovane su upotrebom mešovutih linearnih modela, koji su sadržali fiksne i slučajne efekte faktora uključenih u analizu. Fiksni faktori čiji je uticaj analiziran imali su statistički značajan uticaj na posmatrane osobine dugovečnosti, dok je kao slučajan faktor posmatrano samo grlo (model individue). Vrednovanje osobina dugovečnosti upotrebom mešovutih linearnih modela sprovedeno je na setu podataka koji je sadržao podatke o dugovečnosti za 16539 izlučenih krava.

Upotrebom modela životinje izvršena je procena ukupne aditivne genetske varijanse. Vrednosti koeficijenta naslednosti kao i njihove greške utvrđene upotrebom modela životinje prikazane su u tabeli 30.

Tabela 30: Koeficijenti naslednosti i njihove greške za posmatrane osobine dugovečnosti utvrđene primenom modela životinje

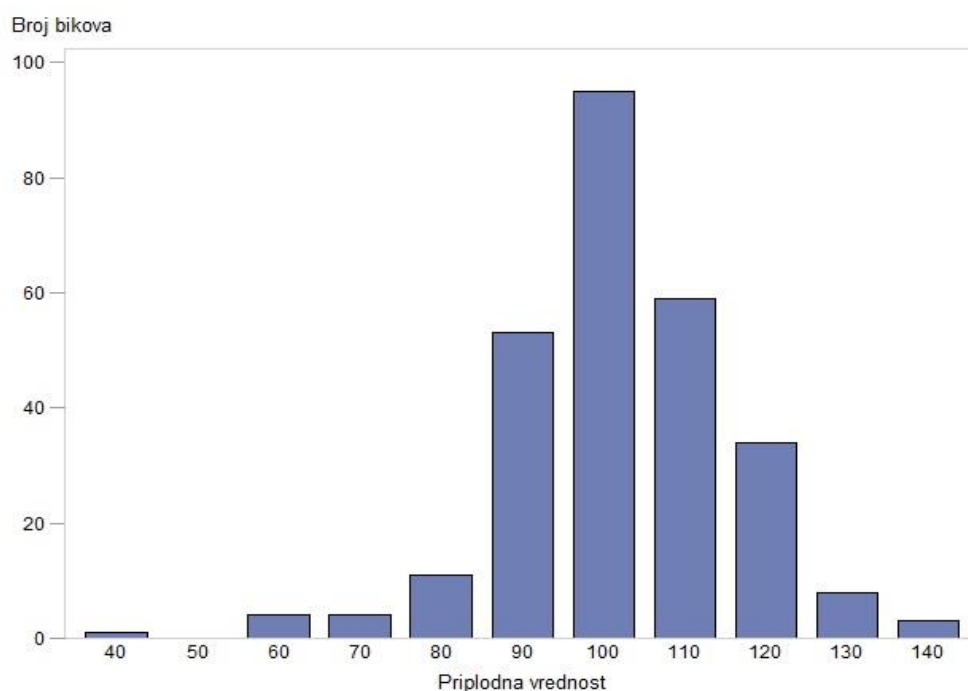
| Osobina | $\sigma_a^2$ | $\sigma_e^2$ | $h^2$ | $SE_{h^2}$ |
|---------|--------------|--------------|-------|------------|
| LPL     | 25467,2      | 383011       | 0,066 | 0,011      |
| LMY     | 9016437      | 134300000    | 0,067 | 0,010      |
| NL      | 0,16022      | 2,16356      | 0,074 | 0,012      |

Vrednosti koeficijenta naslednosti za osobine dugovečnosti, izračunate primenom modela životinje, imale su vrednosti od 0,066 kada je reč o trajanju produktivnog života, do 0,074 kada se radi o broju ostvarenih laktacija. Više vrednosti primenom modela životinje u odnosu na upotrebu modela oca utvrdio je u svom istraživanju Raguž (2012). Bliske vrednosti koeficijenta heritabiliteta za dužinu produktivnog života utvrdili su Strandberg (1992), Raguž i sar. (2014) i Lurdes Kern i sar. (2014).

Kada je reč o životnoj proizvodnji mleka, više vrednosti heritabiliteta za ovu osobinu utvrdili su Hoque i Hodges (1980) i Vollema i Groen (1996) u populaciji crno belih goveda u Holandiji. Niže vrednosti heritabiliteta za posmatranu osobinu utvrdili su Lurdes Kern i sar. (2014) u populaciji holštajn frizijskih krava u Brazilu. Utvrđena vrednost heritabiliteta za broj ostvarenih laktacija bila je viša od vrednosti koji su u svom istraživanju utvrdili Vollema i Groen (1996), dok su Jairath i sar. (1994) utvrdili blisku vrednost heritabiliteta za posmatranu osobinu.

#### 4.8.1. Priplodne vrednosti bikova za trajanje produktivnog života

Procenjene priplodne vrednosti bikova standardizovane su upotrebom formule koja je navedena i objašnjena u prethodnom poglavlju. Baznu grupu bikova takođe su činili bikovi rođeni od 1990. do 1994. godine. Distribucija standardizovanih priplodnih vrednosti utvrđenih upotrebom linearnog mešovitog modela statistički značajno se razlikovala od normalne distribucije, što je pokazao i Kolmogorov-Smirnov test ( $P < 0,05$ ). Prosečna priplodna vrednost analiziranih bikova iznosila je 102, dok je najveći broj grla imao priplodnu vrednost (modus) od 106. Distribucija standardizovanih priplodnih vrednosti prikazana je na grafikonu 19.



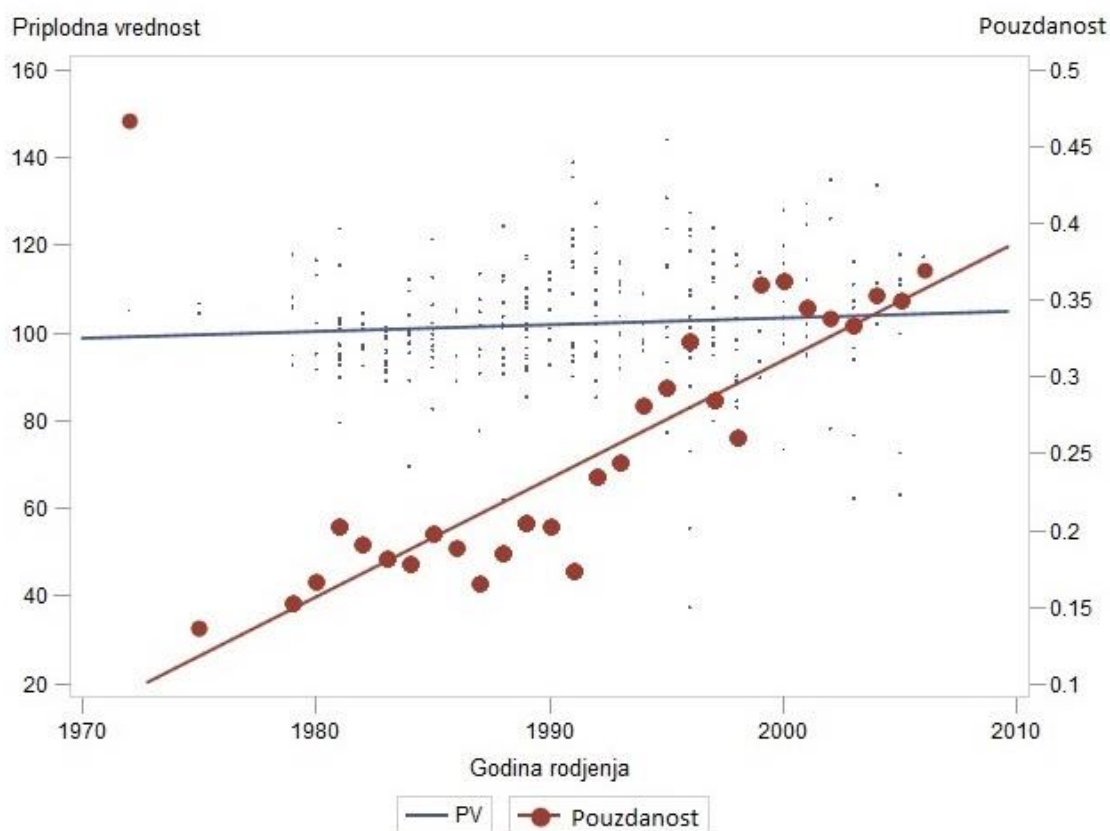
Grafikon 19: Distribucija standardizovanih priplodnih vrednosti bikova crno bele i holštajn rase

Prosečna pouzdanost procenjenih priplodnih vrednosti bila je relativno niska i iznosila je 0,24. Višu pouzdanost priplodnih vrednosti procenjenih upotrebom linearnih mešovitih modela i modela individue utvrdio je u svom istraživanju Raguž (2012).

#### 4.8.2. Genetski trend za trajanje produktivnog života

Na osnovu standardizovanih priplodnih vrednosti izračunat je genetski trend upotrebom regresione analize. Utvrđen je pozitivan genetski trend, tj. selekcijom je na aditivnom genetskom nivou trajanje produktivnog života godišnje povećano za prosečno

0,15 dana. Genetski trend, kao i trend pouzdanosti procenjenih priplodnih vrednosti prikazan je na grafikonu 20.



farmer

on 20: Genetski trend bikova crno bele i holštajn rase za trajanje produktivnog života

Pouzdanost procenjenih priplodnih vrednosti imala je uzlazan trend, odnosno mlađi bikovi su imali višu pouzdanost priplodnih vrednosti.

#### 4.9. Korelacije između priplodnih vrednosti za trajanje produktivnog života utvrđenih primenom analize preživljavanja i linearnih modela

Prilikom izračunavanja koeficijenta korelacije između priplodnih vrednosti, u analizi su korišćeni bikovi koji su imali 25 i više kćeri (Forabosco i sar. 2006; Raguž, 2012). U analizu je uključeno 91 bik. Koeficijent korelacije ranga utvrđen je obrascem prikazanim u materijalu i metodi rada, iznosio je  $r_s=0,45$ . Vrednost koeficijenta korelacije ranga prema Roemer-Orphal-ovoj klasifikaciji povezanosti, govori o srednje jakoj pozitivnoj povezanosti između priplodnih vrednosti utvrđenih primenom analize

preživljavanja i linearnim metodima. Slične vrednosti Spearman-ovog koeficijenta korelacije ranga između priplodnih vrednosti za osobine dugovečnosti utvrdio je Raguž (2012) ispitujući povezanost između priplodnih vrednosti za osobine dugovečnosti u populaciji holštajn krava u Hrvatskoj. Više vrednosti koeficijenta korelacije ranga utvrdili su u svojim istraživanjima Vollema i Groen (1998) i Boettcher i sar. (1999).

#### **4.10. Poređenje genetskih parametara za osobine dugovečnosti utvrđenih analizom preživljavanja i linearnim modelima**

Vrednosti heritabiliteta utvrđene primenom Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika za analizirane osobine dugovečnosti imale su više vrednosti u odnosu na vrednosti heritabiliteta utvrđene primenom modela individue u okviru linearnog modela. Najveća razlika u vrednosti heritabiliteta utvrđena je kod trajanja produktivnog života. Heritabilitet ove osobine utvrđen primenom Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika iznosio je 0,106 dok je primenom linearnog modela utvrđena naslednost iznosila 0,066. Manje, ali i dalje visoke razlike, utvrđene su i kod druge dve analizirane osobine dugovečnosti. Tako su utvrđene vrednosti koeficijenata naslednosti za životnu proizvodnju mleka i broj ostvarenih laktacija primenom Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika iznosila 0,098 i 0,090, dok su vrednosti koeficijenata naslednosti za iste osobine utvrđene primenom linearnog modela iznosile 0,067 i 0,074.

Više vrednosti koeficijenata naslednosti osobina dugovečnosti utvrđenih upotrebom analize preživljavanja u odnosu na linearne modele utvrdio je veći broj autora (Boettcher i sar. 1999; Caraviello i sar. 2004b; Forabosco i sar. 2008; Raguž i sar. 2014). Tako su Boettcher i sar. (1999) proučavajući dugovečnost u populaciji holštajn krava u Kanadi poredili linearne, threshold i metod proporcionalnih rizika. Najviše vrednosti heritabiliteta su utvrđene upotrebom metoda proporcionalnih rizika (0,10), zatim threshold modela (0,07), dok je najniža vrednost heritabiliteta za dugovečnost utvrđena primenom linearnog modela (0,04). U istom istraživanju autori su utvrdili i visoku korelaciju između priplodnih vrednosti procenjenih upotrebom linearnog i threshold modela, dok je korelacija između priplodnih vrednosti utvrđenih metodom proporcionalnih rizika i već pomenutih metoda bila značajno niža. Slično istraživanje su sprovedi Caraviello i sar. (2004) u populaciji džerzej krava u SAD-u. Oni su poredili heritabilitete i priplodne vrednosti bikova iz date populacije utvrđenih primenom metoda proporcionalnih rizika i linearnim metodama.



Vrednost heritabiliteta utvrđena metodom proporcionalnih rizika bila je značajno viša u odnosu na vrednost utvrđenu primenom linearnih modela.

Forabosco i sar. (2008) su poredili genetske parametre utvrđene primenom metoda proporcionalnih rizika i linearnih modela u populaciji kijanina rase goveda u Italiji. Oni su kreirali dva seta podataka. Prvi set (SURVall) je sadržao i potpune i cenzurisane podatke, dok je drugi set (SURVun) sadržao samo potpune podatke. Oba seta podataka su korišćena u analizi metodom proporcionalnih rizika dok je primena linearnih modela izvršena na setu podataka koji je sadržao samo potpune podatke. Utvrđena vrednost heritabiliteta primenom metoda proporcionalnih rizika na setu koji je sadržao obe grupe podataka (0,11), bila je viša u odnosu na vrednosti utvrđene primenom analize preživljavanja na setu koji je sadržao samo potpune podatke (0,09) i linearnih modela (0,08).

U svom istraživanju Raguz i sar. (2014) su poredili genetske parametre utvrđene primenom analize preživljavanja i linearnih modela (model oca i model individue) u populaciji simentalških goveda u Hrvatskoj. Oni su utvrdili niže vrednosti heritabiliteta za trajanje produktivnog života primenom linearnih modela (0,037-model oca, 0,056-model životinje) u odnosu na vrednosti utvrđene primenom analize preživljavanja (0,075). Koristeći priplodne vrednosti utvrđene na pomenute načine u istom istraživanju utvrđen je i genetski trend za osobine dugovečnosti, koji je bio pozitivan kada su korišćene priplodne vrednosti utvrđene upotrebom linearnih modela, odnosno negativan kada su korišćene priplodne vrednosti procenjene analizom preživljavanja.

Kada se sumiraju rezultati utvrđeni u ovom istraživanju, kao i rezultati drugih istraživanja, može se izneti zaključak da metod analize preživljavanja ima nekoliko prednosti u odnosu na linearne modele u genetskoj evaluaciji osobina dugovečnosti. Metodi analize preživljavanja zasnovani na Weibull-ovoj raspodeli na adekvatniji način tretiraju samu prirodu osobina dugovečnosti u odnosu na linearne modele koji su zasnovani na normalnoj distribuciji, odnosno rezultati parametarske analize u ovom slučaju daju manje pouzdane rezultate. Ne smemo zanemariti i prednosti analize preživljavanja kada je reč o modeliranju, tj. mogućnost korišćenja vremenski zavisnih varijabli i cenzuriranih zapisa. Uključivanje vremenski zavisnih uticaja doprinosi pravilnijem tretiranju uticaja i njihove vremenske komponente, što sve doprinosi preciznijoj genetskoj evaluaciji osobina dugovečnosti.

## 5. Zaključak

Sumirajući rezultate sprovedenog istraživanja i genetske evaluacije osobina dugovečnosti u populaciji crno belih krava gajenih na farmama Poljoprivredne korporacije Beograd, mogu se doneti sledeći zaključci:

- Prosečno trajanje produktivnog života za sva grla uključena u analizu iznosilo je 1267 dana (41,7 meseci), odnosno 1300 dana (42,7 meseci) za grla sa poznatim trajanjem produktivnog života i 1170 dana (38,4 meseci) za nepotpune podatke.
- Grla obuhvaćena analizom u toku svog produktivnog života prosečno su proizvela 20426 kg mleka, pri čemu je ta vrednost bila viša kod grla koja su imala poznato trajanje produktivnog života (21017 kg) u odnosu na grla koja su bila cenzurisana (18728 kg).
- Broj laktacija koje je svako grlo prosečno ostvarilo u toku trajanja svog produktivnog života iznosio je 2,85. Grla sa poznatim trajanjem produktivnog života prosečno su ostvarila 3,04 laktacije, dok su grla koja su tretirana kao nepotpuni zapisi ostvarila 2,30 laktacija.
- Utvrđene stope preživljavanja ukazuju da se skoro 50% krava izluči u toku prve i druge laktacije, dok prosečna godišnja stopa izlučenja iznosi 28,1%.
- Vrednosti koje su utvrđene za međutelidbeni interval za sve paritete su znatno više od optimalnih.
- Udeo krava prema laktacijama od prve do osme, u prosečnoj stukturi stada iznosio je 34%, 25%, 17%, 11%, 7%, 4%, 1,6% i 0,4%, što ukazuje da se gotovo 60% krava nalazi u prve dve laktacije, što kao posledicu ima nepovoljniju strukturu stada u odnosu na optimalnu.
- Dominantni razlozi izlučenja krava iz proizvodnje bili su iz grupe bolesti i poremećaja koji su uslovljavali sterilitet i poremećaje u reprodukciji (24,7%). Drugi razlog isključenja grla po zastupljenosti jesu oboljenja nogu i papaka sa udelom u ukupnim izlučenjima od 15,49%. Oboljenja vimena (mastitisi) zauzimaju visoko treće mesto u razlozima izlučenja, odnosno 13,06% grla je isključeno zbog ove grupe oboljenja. Značajan

udeo u izlučenjima imaju i metaboličke bolesti (10,27%) kao i teška teljenja (7,79%).

- Udeo krava prema razlogu izlučenja se menjao u zavisnosti od toga u kojoj laktaciji su grla izlučena. Sa porastom laktacije, smanjivao se udeo grla izlučenih zbog steriliteta i reproduktivnih poremećaja kao i udeo grla koja su izlučena iz selekcijskih razloga, dok je rastao udeo grla izlučenih zbog oboljenja nogu i papaka i metaboličkih bolesti.
- Selekcijaska izlučenja čine manje od 10% od ukunog broja izlučenih životinja, što je izuzetno mali broj životinja i jedan od glavnih ograničavajućih faktora kada je reč o mogućoj selekciji kod ženskih grla u ispitivanoj populaciji.
- Grupa krava koja je ostvarila najnižu proizvodnju u prvoj laktaciji, dominantno je izlučivana zbog steriliteta i reproduktivnih poremećaja. Sa porastom proizvodnje u prvoj laktaciji smanjivao se i udeo grla izlučenih zbog steriliteta i reproduktivnih poremećaja.
- Sa porastom proizvodnje u prvoj laktaciji rastao je i udeo grla izlučenih zbog oboljenja papaka i nogu, tako da je u najproduktivnoj grupi u prvoj laktaciji od ukupnog broja krava, čak 22% izlučeno zbog oboljenja papaka i nogu.
- Sa porastom udela gena holštajn frizijske rase kod grla, smanjivao se i udeo grla izlučenih zbog steriliteta i reproduktivnih poremećaja, kao i udeo grla izlučenih zbog selekcijskih razloga. Nasuprot navedenom, sa povećanjem udela gena holštajn frizijske rase rastao je i udeo grla izlučenih zbog oboljenja nogu i papaka, ali i mastitisa.
- Primenom analize preživljavanja utvrđen je statistički značajan uticaj farme, godine i sezone teljenja, uzrasta pri prvom teljenju, udela gena holštajn frizijske rase i laktacije na trajanje produktivnog života. Najveći uticaj na trajanje produktivnog života utvrđen je za relativnu proizvodnju mleka.
- Najviši rizik od izlučenja u zavisnosti od farme utvrđen je za grla gajena na farmama 2 i 5.

- Sa porastom uzrasta pri prvom teljenju rastao je i rizik od izlučenja. Tako su najviši rizik imala grla koja su se telila u uzrastu od 1141 do 1200 dana.
- Grla koja su imala viši udeo gena holštajn frizijske rase imala su viši rizik od izlučenja.
- Uticaj relativne proizvodnje mleka imao je veliki uticaj na rizik od izlučenja, tako da su najviši rizik od izlučenja imala grla sa najnižom proizvodnjom u okviru farme na kojoj su gajene.
- Najviši rizik od izlučenja utvrđen je za grla koja su se nalazila u prvoj laktaciji i sa porastom pariteta značajno se smanjivao i rizik od izlučenja.
- Razlike u rizicima od izlučenja u zavisnosti od sezone teljenja nisu bile velike. Najmanji rizik od izlučenja utvrđen je za grla oteljena u toku proleća, dok je najviši utvrđen za grla oteljena u toku zimskih meseci.
- Analizirajući uticaj godine teljenja na rizik od izlučenja utvrđen je jasan trend smanjenja rizika od izlučenja od 1999. godine, koja je bila godina sa najvišim utvrđenim rizikom od izlučenja.
- Utvrđena vrednost osnovne funkcije rizika ( $\rho$ ) za sve tri posmatrane osobine dugovečnosti je ukazivala na povećanje rizika od izlučenja u toku života grla.
- Procenjena vrednost varijanse oca primenom Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika za trajanje produktivnog života iznosila je 0,037, što je rezultiralo ukupnom aditivnom genetskom varijansom od 0,148, odnosno vrednošću efektivnog heritabiliteta za trajanje produktivnog života od 0,106.
- Primenom Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika pri genetskom vrednovanju životne proizvodnje mleka utvrđena je niža vrednost varijanse oca (0,034) u odnosu na trajanje produktivnog života, što je rezultiralo i nižom vrednošću heritabiliteta za ovu osobinu (0,098).
- Vrednost heritabiliteta procenjena primenom Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika za broj ostvarenih laktacija bila je najniža kad se poredi sa prethodne dve osobine dugovečnosti i iznosila je 0,090.

- Distribucija standardizovanih priplodnih vrednosti procenjenih primenom Weibull-ovog modela proporcionalnih rizika za trajanje produktivnog života nije se statistički značajno razlikovala od normalne. Prosečna standardizovana priplodna vrednost iznosila je 99, prosečna pouzdanost procenjene priplodne vrednosti iznosila je 0,42.
- Upotrebom regresijske analize utvrđen je pozitivan genetski trend za trajanje produktivnog života, dok je pouzdanost procenjenih priplodnih vrednosti imala negativan trend.
- Vrednost heritabiliteta za trajanje produktivnog života procenjena primenom linearnih modela imala je vrednost od 0,066.
- Životna proizvodnja mleka i broj ostvarenih laktacija imali su vrednosti heritabiliteta procenjene primenom linearnih modela od 0,067 i 0,074.
- Distribucija standardizovanih priplodnih vrednosti utvrđenih linearnim modelima za trajanje produktivnog života statistički se razlikovala od normalne distribucije. Prosečna priplodna vrednost iznosila je 102, dok je prosečna pouzdanost iznosila 0,24.
- Genetski trend za dugovečnost na osnovu priplodnih vrednosti procenjenih upotrebom linearnih modela imao je pozitivnu vrednost, kao i kod analize preživljavanja. Pouzdanost priplodnih vrednosti imala je takođe uzlazni trend.
- Koeficijent korelacije ranga između priplodnih vrednosti utvrđenih analizom preživljavanja i linearnim modelima iznosio je  $r_s=0,45$ . Vrednost koeficijenta korelacije ranga prema Roemer-Orphal-ovoj klasifikaciji povezanosti, govori o srednje jakoj pozitivnoj povezanosti između priplodnih vrednosti.

Kao generalni zaključci sprovedenog istraživanja mogu se izneti sledeće konstatacije:

- Neplanska izlučenja čine preko 90% svih izlučenja, što u mnogome smanjuje mogućnosti za uspešnu selekciju i povećanje genetskog napretka u analiziranoj populaciji goveda.

- Glavni razlozi izlučenja jesu posledica steriliteta i reproduktivnih poremećaja, oboljenja nogu i papaka i mastitisa.
- Dominantan uticaj na osobine dugovečnosti imaju faktori spoljašnje okoline.
- Analiza preživljavanja, tj. Weibull-ov metod proporcionalnih rizika u okviru analize preživljavanja, jeste primereniji metod za procenu genetskih parametara osobina dugovečnosti u odnosu na linearne modele. Weibull-ov metod proporcionalnih rizika na adekvatniji način tretira samu prirodu osobina dugovečnosti, takođe ima i veće mogućnosti modeliranja što rezultira preciznijom procenom genetskih parametara osobina dugovečnosti.

## 6. Literatura

1. Albert J.H. and Chib S. (2001): Sequential ordinal modelling with applications to survival data. *Biometrics* 57: 829-836.
2. Allaire F.R. and Cunningham E.P. (1980): Culling on low milk yield and its economic consequences for the dairy herd. *Livest. Prod. Sci.* 7: 349-359.
3. Allaire F.R. (1981): Economic consequences of replacing cows with genetically improved heifers. *J. Dairy Sci.* 64: 1985-1995.
4. Allaire F.R. and Gibson J.P. (1992): Genetic value of herd life adjusted for milk production. *J. Dairy Sci.* 75: 1349-1356.
5. Allison P.D. (1995): *Survival analysis using the SAS system: A practical guide.* Cary, NC: SAS Institute Inc. p. 1-292.
6. Ansari-Lari M., Mohebbi-Fani M., Rowshan-Ghasrodashti A. (2012): Causes of culling in dairy cows and its relation to age at culling and interval from calving in Shiraz, Southern Iran. *Veterinary Research Forum* 3 (4): 233 – 237.
7. Back P. and Lidauer M. (2007): Longevity evaluation in Finland: stability of evaluations and estimation of genetic parameters. *Proceedings of the Interbull meeting Dublin, Ireland August 23-26*, p. 208-211.
8. Bascom S.S. and Young A. J. (1998): A Summary of the Reasons Why Farmers Cull Cows. *J. Dairy Sci.* 81: 2299–2305.
9. Beaudeau F., Henken A., Fourichon C., Frankena K., Seegers H. (1993): Associations between health disorders and culling of dairy cows: A review. *Livest. Prod. Sci.* 35 (3): 213-236.
10. Beaudeau F., Ducrocq V., Fourichon C., Seegers H. (1995): Effect of disease on length of productive life of French Holstein dairy cows assessed by survival analysis. *J. Dairy Sci.* 78: 103-117.
11. Beaudeau F., Seegers H., Ducrocq V., Fourichon C., Bareille N. (2000): Effect of health disorders on culling in dairy cows: a review and a critical discussion. *Annales de zootechnie*, 49 (4):293-311.
12. Boettcher P., Jairath L.K., Dekkers J.C.M. (1999): Comparison of methods for genetic evaluation of sires for survival of their daughters in the first three lactations. *J. Dairy Sci.* 82: 1034-1044.

13. Boettcher P. (2005): Breeding for improvement of functional traits in dairy cattle. *Ital. J. Anim. Sci.* vol. 4 (3): 7-16.
14. Boldman K.G., Freeman A.E., Harris B.L., Kuck A.L. (1992): Prediction of sire transmitting abilities for herd life from transmitting abilities for linear type traits. *J. Dairy Sci.* 75: 552-563.
15. Bogdanović V., Đedović R., Perišić P., Stanojević D., Beskorovajni R., Petrović D.M. (2012): Karakteristike dugovečnosti kao funkcionalne osobine mlečnih krava. *Zbornik radova sa XXVI savetovanja agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista* 18 (3-4): 23-33.
16. Boldman K.G., Freeman A.E., Harris B.L., Kuck A.L. (1992): Prediction of sire transmitting abilities for herd life from transmitting abilities for linear type traits. *J. Dairy Sci.* 75:552-563.
17. Brotherstone S. and Hill W. G. (1991): Dairy herd life in relation to linear type traits and production. 1. Genetic analyses for pedigree and non-pedigree cows. *Anim. Prod.* 53: 289-297.
18. Buscom S.S and Young A.J. (1998): A Summary of the Reasons Why Farmers Cull Cows. *J. Dairy Sci.* 81:2299–2305.
19. Burnside E.B., McClintock A.E., Hammond K. (1984): Type, production and longevity in dairy cattle: A review. *Anim. Breed. Abstr.*, 52: 711-719.
20. Caraviello D.Z., Weigel K. A., Gianola D. (2003): Analysis of the Relationship Between Type Traits, Inbreeding, and Functional Survival in Jersey Cattle Using a Weibull Proportional Hazards Model. *J. Dairy Sci.* 86: 2984–2989.
21. Caraviello D.Z., Weigel K.A., Gianola D. (2004a): Analysis of the relationship between type traits and functional survival in US Holstein cattle using a Weibull proportional hazards model. *J. Dairy Sci.* 87: 2677-2686.
22. Caraviello D.Z., Weigel K.A., Gianola D. (2004b): Comparison between a Weibull Proportional hazards Model and a Linear Model for predicting the genetic merit of US Jersey sires for daughter longevity. *J. Dairy Sci.* 87: 1469-1476.
23. Carlén E, Schneider M.P., Strandberg E., (2005): Comparison between linear models and survival analysis for genetic evaluation of clinical mastitis in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 88: 797-803.



24. Cassandro M., Ghiroldi S., Bagnato A., Gallo L., Carnier P., Santus E. (1999): Genetic evaluation of longevity in Italian Brown Cattle Breed. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Workshop on Genetic Improvement on functional traits in cattle. Jouy-en-Josas. Interbull Bulletin No. 21, Uppsala: 73-81.
25. Chiumia D. (2011): Vulnerability in holstein-friesian dairy cows: Risk factors for culling and effect of temperament on oestrus. M. Sc. thesis. The University of Edinburgh.
26. Chirinos Z., Hernandez D., Carabaño M.J. (2003): Relación de caracteres de conformación con longevidad funcional en ganado Frísón utilizando técnicas de análisis de supervivencia. Rev. Asoc. Interprof. Desarrollo Agrario. ITEA.II (Suppl.):516-518.
27. Chirinos Z., Carabaño M.J., Hernández D. (2007): Genetic evaluation of length of productive life in the Spanish Holstein-Friesian population. Model validation and genetic parameters estimation. Livest. Sci. 106:120–131.
28. Cobuci J.A., Costa C.N., Mcmanus C., Neto J.B. (2015): Genetic association between longevity and linear type traits of Holstein cows. Sci. Agric. 72(3): 203-209.
29. Cox D.R. (1972): Regression models and life tables (with discussion). Journal of the Royal Statistical Society B, 34: 187 - 220.
30. Cox D.R. and Oakes D. (1984): Analysis of survival data. Chapman and Hall, London, UK.
31. Dekkers J.C.M. (1991): Estimation of economic values for dairy cattle breeding goals: bias due to sub-optimal management policies. Livest. Prod. Sci. 29: 131-149.
32. Dekkers J.C.M. (1993): Theoretical basis for genetic parameters of herd life and effects on response to selection. J. Dairy Sci. 76:1433-1443.
33. Dekkers J.C.M and Jairath L.K. (1994a): Requirements and uses of genetic evaluations for conformation and herd life. 5<sup>th</sup> World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod., Guelph, ON, Canada. 17: 61-68.
34. Dekkers J.C.M., Jairath L.K., Lawrence B.H. (1994b): Relationships between sire genetic evaluations for conformation and functional herd life of daughters. J. Dairy Sci. 77: 844-854.

35. De Lorenzo M.A. and Everett R.W. (1982): Relationships Between Milk and Fat Production, Type and Stayability in Holstein Sire Evaluation. *J Dairy Sci.* 65: 1277-1285.
36. Dematawewa C.M.B. and Berger P.J. (1998): Genetic and Phenotypic Parameters for 305-Day Yield, Fertility, and Survival in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 81: 2700–2709.
37. Dentine M.R., McDaniel B.T., Norman H.D. (1987a): Comparison of culling rates, reasons for disposal, and yields for registered and grade Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 70: 2616-2622.
38. Dentine M.R., McDaniel B.T., Norman H.D., (1987b): Evaluation of sires for traits associated with herd life of grade and registered Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 70: 2623-2634.
39. De Vries A. (2003): Productive life of dairy cows in Florida. Proceedings Florida Dairy Production Conference, Gainesville, FL, April 29-30, 85-92.
40. Ducrocq V. (1987): An analysis of length of productive life in dairy cattle. Ph.D. thesis, Cornell Univ., Ithaca, NY, USA.
41. Ducrocq V., Quaas R.L., Pollak E.J. (1987): Length of productive life of dairy cows: I. Justification of a Weibull model. 38th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Commission on Animal Genetics, Lisbon, Portugal, September 27 - October 1.
42. Ducrocq V. (1994): Statistical analysis of length of productive life of dairy cows of the Normande breed. *J. of Dairy Sci.*, 77: 855 - 866.
43. Ducrocq V. and Sölkner J. (1994): „The Survival Kit“, a FORTRAN package for the analysis of survival data. In: 5th World Cong. Genet. Appl. Livest. Prod., Volume 22, pages 51 – 52. Dep. Anim. Poultry Sci., Univ of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
44. Ducrocq V. and Casella G. (1996): A Bayesian analysis of mixed survival models. *Genetics Selection Evolution*, 28: 505 - 529.
45. Ducrocq V. (1997): Survival analysis, a statistical tool for longevity data. 48<sup>th</sup> Annual Meeting of the EAAP, Vienna, Austria.

46. Ducrocq V (2005): An improved model for the French genetic evaluation of dairy bulls on length of productive life of their daughters. *Animal Science*, 80: 249–256.
47. Ducrocq V., Sölkner J., Mészáros G. (2010): Survival Kit v6 - A software package for survival analysis. In 9<sup>th</sup> World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Germany, Leipzig, August 2010.
48. Dunklee J.S., Freeman A.E., Kelley D.H. (1994): Comparison of Holsteins selected for high and average milk production. 2. Health and reproductive responses to selection for milk. *J. Dairy Sci.* 77: 3683-3690.
49. Dürr J.W. (1997): Genetic and phenotypic studies on culling in Quebec holstein cows. Ph.D. thesis, Department of Animal Science, McGill University, Montreal, Canada.
50. Du Toit J., Van Wyk J.B., Maiwashe A. (2012): Relationships between functional herd life and conformation traits in the South African Jersey breed. *South African Journal of Animal Science*, 42(1):47-54.
51. Đedović R. (2000): Uticaj nivoa mlečnosti na genetsku varijabilnost i povezanost osobina mlečnosti u populaciji crno-belih krava. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija.
52. Erb H.N., Smith R.D., Oltenacu P.A., Guard C.L., Hillman R.B., Powers P.A., Smith M.C., White M.E. (1985): Path model of reproductive disorders and performance, milk fever, mastitis, milk yield, and culling in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 68: 3337-3349.
53. Essl A. (1998): Longevity in dairy cattle breeding: a review. *Liv. Prod. Sci.*, 57: 79–89.
54. Everett R.W., Keown J.F., Clapp, E.E. (1976): Production and stayability trends in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 59: 1532-1539.
55. Famula T.R. (1981): Exponential stayability model with censoring and covariates. *J. Dairy Sci.* 64: 538-545
56. Forabosco F., Bozzi R., Filippini F., Boettcher P., Van Arendonk J.A.M., Bijma, P. (2006): Linear model vs. survival analysis for genetic evaluation of sires for longevity in Chianina beef cattle. *Livest. Sci.* 101(1): 191-198.

57. Forabosco F., Jakobsen J.H., Fikse W.F. (2009): International genetic evaluation for direct longevity in dairy bulls. *J. Dairy Sci.* 92: 2338-2347.
58. Falk D. and Fiez E.A. (1996): Economic opportunities for dairy cow culling. *Dairy Newsletter - Summer Edition*. University of Idaho Cooperative Extension Service, ID, U.S.A.
59. Fetrow J., Nordlund K.V., Norman H.D. (2006): Invited Review: Culling: Nomenclature, Definitions, and Recommendations. *J. Dairy Sci.* 89: 1896-1905.
60. Gianola D. (1982): Theory and analysis of threshold characters. *J. Anim. Sci.* 54:1079–1096.
61. Gianola D. and Foulley J.L. (1983): Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. *Genet. Sel. Evol.* 15: 201-224.
62. Goddard M.E. (1998): Consensus and debate in the definition of breeding objectives. *J. Dairy Sci.* 81: 6-18.
63. Gonzalez-Recio O. and Alenda R. (2007): Genetic relationship of discrete-time survival with fertility and production in dairy cattle using bivariate models. *Genet. Sel. Evol.* 39: 391-404.
64. Gröhn Y.T., Eicker S.W., Ducrocq V., Hertl J.A. (1998): Effect of diseases on culling in New York State Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81: 966-978.
65. Groeneveld E., Kovač M., Wang T. (1990): PEST, a general purpose BLUP package for multivariate prediction and estimation. In: 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Skotland, Edinburgh, Jun 1990, vol. 13: 488-49.
66. Groeneveld E., Kovac M., Mielenz N. (2010): VCE6 User's Guide and Reference Manual. Mariensee, Institute of Farm Animal Genetics, FLI.
67. Hadley G.L., Wolf C.A., Harsh S.B. (2006): Dairy cattle culling patterns, explanations, and implications. *J. of Dairy Sci.* 89: 2286-2296.
68. Hare E., Norman H.D., Wright J.R. (2006): Survival rates and productive herd life of dairy cattle in the United States. *J. Dairy Sci.* 89: 3713-3720.
69. Harder B., Bennewitz J., Hinrichs D., Kalm E. (2006): Genetic parameters for health traits and their relationship to different persistency traits in German Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89: 3202-3212.

70. Harris B.L., Freeman A.E., Metzger E. (1992): Analysis of Herd Life in Guernsey Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 75: 2008-2016.
71. Henderson C.R. (1975): Best Linear Unbiased Estimation and Prediction under a selection model. *Biometrics*, 31(2): 423-447.
72. Hill, W.G. (1980): Theoretical aspects of culling and selection in dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.* 7: 213-224.
73. Hazel L.N. (1943): The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics* 28: 476-490.
74. Holtsmark M., Heringstad B., Ødegård J. (2009): Predictive abilities of different statistical models for analysis of survival in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 92: 5730-5738
75. Hoque M. and Hodges J. (1980): Genetic and phenotypic parameters of lifetime production traits in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 63: 1900-1910.
76. Hudson G.F.S. and Van Vleck L.D. (1981): Relationship Between Production and Stayability in Holstein Cattle. *J. Dairy Sci* 64: 2246-2250.
77. ICAR (2009): International agreement of recording practices. Guidelines approved by General Assembly held in Niagara Falls, 18<sup>th</sup> June 2008. Rome: International Committee for Animal Recording, 1-486.
78. Imbayarwo-Chikosi V.E. (2015): Genetic evaluation of functional longevity in South African Holstein cattle using a proportional hazards model. Ph.D. thesis, Faculty of Agriculture (Animal Sciences) at Stellenbosch University.
79. Interbull (2014): Description of national genetic evaluation systems for dairy cattle traits as applied in different Interbull member countries. <http://www-interbull.org/ib/geforms> Accessed September 19.
80. Jairath L.K., Hayes J.F., Cue R.I. (1994): Multi-trait restricted maximum likelihood estimates of genetic and phenotypic parameters of lifetime performance traits for Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 77: 303-312.
81. Jairath L.K., Dekkers J.C.M., Schaeffer L.R., Liu Z., Burnside E.B, Kolstad B. (1997): Genetic Evaluation for Herd Life in Canada. *J. Dairy Sci.* 81: 550–562.
82. Jenko J., Ducrocq V., Kovač M. (2013): Comparison of piecewise Weibull baseline survival models for estimation of true and functional longevity in Brown cattle raised in small herds. *Animal*, 7(1): 1583–1591.

83. Jones W.P., Hansen L.B., Chester-Jones H. (1994): Response of health care to selection for milk yield of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 77: 3137-3152.
84. Kalbfleisch J.D. and Prentice R.L. (1980): *The statistical analysis of failure time data.* John Wiley and sons, New-York, USA.
85. Krupa E., Huba J., Daňo J., Krupova Z., Ryba Š. (2006): Relative economic importance parameters of beef cattle in dependence to various economic production parameters of breeding conditions. *Acta Fytotech. Zootech.*, (9): 131–134.
86. Larroque H. and Ducrocq V. (1999): Phenotypic relationships between type and longevity in the Holstein breed. Pages 96–103 in *INTERBULL Bull. No. 21*, Uppsala, Sweden.
87. Larroque H. and Ducrocq V. (2001): Relationships between type and longevity in the Holstein breed. *Gen. Sel. Evol.*, 33: 39-59.
88. Lurdes Kern E., Cobuci J.A. , Costa C.N., McManus C.M., Neto J.B. (2014): Genetic association between longevity and linear type traits of Holstein cows. *Sci. Agric.*, 72(3): 203-209.
89. Madgwick P.A. and Goddard M.E. (1989): Genetic and Phenotypic Parameters of Longevity in Australian Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 72:2624—2632.
90. Maher P., Good M., More S.J. (2008): Trends in cow numbers and culling rate in the Irish cattle population, 2003 to 2006. *Irish Veterinary Journal*, 61 (7): 455-463.
91. Mark T. (2004): Applied Genetic Evaluations for Production and Functional Traits in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 87: 2641–2652.
92. Martinez M.L., Freeman A.E., Bergr P.J. (1983): Genetic relationship between calf livability and calving difficulty of Holsteins. *J. Dairy Sci.* 66: 1494–1502.
93. McCullough D.A. and Delorenzo M.A. (1996): Effect of price and management level on optimal replacement and insemination decision. *J. Dairy Sci.* 79: 242–253.
94. Meijering A. and Gianola D. (1985): Linear versus nonlinear methods of sire evaluation for categorical traits: a simulation study. *Genet. Sel. Evol.* 17:115–132.

95. Mészáros G., Fuerst C., Fuerst-Waltl B., Kadlečík O., Kasarda R., Sölkner J. (2008): Genetic evaluation for length of productive life in Slovak Pinzgau cattle. *Arch. Tierz. Dummerstorf* 51: 438-448.
96. Miglior F., Muir B.L., Van Doormaal B.J. (2005): Selection Indices in Holstein Cattle of Various Countries. *J. Dairy Sci.* 88:1255–126.
97. M'hamdi N., Aloulou R., Bouallegue M., Satinder K. B., Ben Hamouda M. (2010): Study on functional longevity of Tunisian Holstein dairy cattle using a Weibull proportional hazard model. *Livest. Sci.* 132:173–176.
98. Milk development council (1999): Improving the longevity of cows in the UK dairy herd. Final report.  
[http://dairy.ahdb.org.uk/non\\_umbraco/download.aspx?media=6779](http://dairy.ahdb.org.uk/non_umbraco/download.aspx?media=6779)
99. Misztal I. and Gianola D. (1989): Computing aspects of a nonlinear method of sire evaluation for categorical data. *J. Dairy Sci.* 72: 1557–1568.
100. Mohammadi G. R. and Sedighi A. (2009): Reasons for culling of Holstein dairy cows in Neishaboor area in northeastern Iran. *Iranian Journal of Veterinary Research. Shiraz University*, Vol. 10(3):278-282.
101. Moussavi A.H. (2008): Days in milk at culling in Holstein dairy cows. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 7(1): 89-93.
102. Najafabadi H.A., Mahyari S.A., Edriss M.A., Strapakova E. (2016): Genetic analysis of productive life length in Holstein dairy cows using Weibull proportional risk model. *Arch. Anim. Breed.* 59: 387–393.
103. National Animal Health Monitoring System (NAHMS) (2002): Dairy 2002 Part I: Reference of Dairy Health and Management in the United States. USDA, Animal and Plant Health Inspection Service, Veterinary Services, Center for Epidemiology and Animal Health, Fort Collins, CO.
104. Nienartowicz-Zdrojewska A., Dymarski Z., Sobek Z., Wolc A. (2009): Culling reasons as related to lifetime dairy performance in Polish Friesian (Black-and-White) cows on Pawłowice farm in the years 1909-2006. *Animal Science Papers and Reports*, 27 (3): 173-180.
105. Nieuwhof G. J., Norman H.D., Dickinson F.N. (1989): Phenotypic trends in herd life of dairy cows in the United States. *J. Dairy Sci.* 72: 726-736.

106. Orpin P.G. and Esslemont R.J. (2010): Culling and wastage in dairy herds: An update on incidence and economic impact in dairy herds in the UK. *Cattle Practice* 18: 163-172.
107. Páchová E., Zavadilová L., Sölkner J. (2005): Genetic evaluation of the length of productive life in Holstein cattle in the Czech Republic. *Czech J. Anim. Sci.*, 50: 493 - 498.
108. Pinedo P.J., De Vries A, Webb D.W. (2010): Dynamics of culling risk with disposal codes reported by Dairy Herd Improvement dairy herds. *J. Dairy Sci.* 93: 2250-2261.
109. Pinedo P.J., Daniels A., Shumaker J., De Vries A. (2014): Dynamics of culling for Jersey, Holstein, and Jersey × Holstein crossbred cows in large multibreed dairy herds. *J. Dairy Sci.* 97: 2886–2895.
110. Pogačar J., Potočnik K., Kump I., Dolinar A. (1998): Estimation of stayability traits in black-and-white cows in Slovenia. 6th Int. Symp. “Animal Science Days”, Portorož, Slovenia, Sept. 16-18, 1998.
111. Potočnik K., Gantner V., Krsnik J., Štepec M., Logar B., Gorjanc G. (2011): Analysis of longevity in Slovenian Holstein cattle. *Acta agriculturae Slovenica*, 98(2): 93–100.
112. Pytlewski J., Antkowiak I., Staniek M., Skrzypek R. (2010): Intensity and causes of culling in Polish Black-and-White Holstein-Friesian cows. *Ann. Anim. Sci.*, 10(4): 477–487.
113. Raguž N. (2012): Genetsko vrednovanje dugovječnosti u populaciji simentalke i holstein pasmine goveda u Hrvatskoj. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet Osijek.
114. Raguž N., Jovanovac S., Mészáros G., Sölkner J. (2014): Linear vs. piecewise Weibull model for genetic evaluation of sires for longevity in Simmental cattle. *Mljekarstvo* 64: 141 – 149.
115. Renkema J.A. and Stelwagen J. (1979): Economie evaluation of replacement rates in dairy herds. I. Reduction of replacement rates through improved health. *Livest. Prod. Sci.* 6:15-27.



116. Rogers G.W., Van Arendonk J.A.M., McDaniel B.T. (1988): Influence of production and prices on optimum culling rates and annualized net revenue. *J. Dairy Sci.* 71: 3453-3462.
117. Rogers G.W., McDaniel B.T., Dentine M.R., Nonnan H.D. (1989): Relationships among proofs for survival, culling, and yields in first and later lactations. *J. Dairy Sci.* 72: 528-532.
118. Roxström A. and Strandberg E. (2002): Genetic analysis of functional, fertility-, mastitis-, and production-determined length of productive life in Swedish dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.* 74:125–135.
119. Roxström A., Ducrocq V., Strandberg E. (2003): Survival analysis of longevity in dairy cattle on a lactation basis. *Genet. Sel. Evol.* 35: 305-318.
120. SAS Inst. Inc. (2012): SAS/STAT® 9.3\_M1 User's Guide. Cary, NC.
121. Sawa A, Jankowska M, Śmigiel M (2007): Length of reproductive quiescence and performance efficiency in high-producing cows. In Polish. *Rocz. Nauk. PTZ* 3(1): 49-55.
122. Schneider M.D.P., Dürr J.W., Cue R.I., Monardes H.G. (2003): Impact of Type Traits on Functional Herd Life of Quebec Holsteins Assessed by Survival Analysis. *J. Dairy Sci.* 86: 4083–4089.
123. Seegers H., Beaudeau F., Fourichon C., Bareille N. (1998): Reasons for culling in French Holstein cows. *Preventive Veterinary Medicine*, 36: 257-271.
124. Setati M.M., Norris D., Banga C.B., Benyi K. (2004): Relationships between longevity and linear type in Holstein cattle population of Southern Africa. *Tropical Animal Health and Production*, 36: 807 - 814.
125. Sewalem A., Kistemaker G.J., Miglior F., Van Doormaal B.J. (2004): Analysis of the relationship between type traits and functional survival in Canadian Holsteins using a Weibull proportional hazards model. *J. Dairy Sci.*, 87: 3938-3946.
126. Sewalem A., Kistemaker G.J., Ducrocq V., Van Doormaal B.J. (2005): Genetic analysis of herd life in Canadian dairy cattle on a lactation basis using a Weibull proportional hazards model. *J. Dairy Sci.* 88: 368-375.
127. Sewalem A., Kistemaker G.J., Miglior F., Van Doormaal B.J. (2006): Analysis of inbreeding and its relationship with functional longevity in Canadian dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89: 2210-2216.

128. Sewalem A., Miglior F., Kistemaker G.J., Sullivan P., Van Doormaal B.J. (2008): Relationship between reproduction traits and functional longevity in Canadian dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 91: 1660–1668.
129. Short T.H. and Lawlor T.J. (1992): Genetic parameters of conformation traits, milk yield and herd life in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 75: 1987-1998.
130. Shook G. E. (1989): Selection for disease resistance. *J. Dairy Sci.* 72: 1349-1362.
131. Smith S.P. and Quaas R.L. (1984): Productive life span of bull progeny groups: failure time analysis. *J. Dairy Sci.*, 67: 2999 - 3007.
132. Smith J.W., Ely L.O., Chapa A.M. (2000): Effect of region, herd size, and milk production on reasons cows leave the herd. *J. Dairy Sci.* 83: 2980-2987.
133. Stanojević D., Đedović R., Bogdanović V., Popovac M., Perišić P., Beskorovajni R. (2012): Fenotipska i genotipska varijabilnost i povezanost osobina mlečnosti prvotelki crno-bele rase. *Zbornik radova sa XXVI savetovanja agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista*, str.15-22.
134. Stanojević D., Đedović R., Bogdanović V., Popovac M., Perišić P., Beskorovajni R., Lazarević M. (2015): The potentials of using selection index in the assessment of breeding values of Holstein breeds in Serbia. *Biotechnology in Animal Husbandry* 31(4): 523-532.
135. Strandberg E. (1992): Lifetime performance in dairy cattle. Genetic parameters and expected improvement from selection. *Acta Agric. Scand. A, Animal Sci.* 42: 127-137.
136. Strapák P., Candrák J., Aumann J. (2005): Relationship between longevity and selected production, reproduction and type traits. *Czech J. Anim. Sci.*, 50(1): 1–6.
137. Stojić P., Bojković-Kovačević S., Beskorovajni R., Jeremić I., Pantelić V. (2012): Causes of cow culling in the tie stall system. *Biotechnology in Animal Husbandry* 28 (4): 697-704.
138. Stojić P., Beskorovajni R., Pantelić V., Novaković Ž., Bojković-Kovačević S., Stanojević D. (2013): Causes for culling first calving cows on farms with different levels of production. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 29(2): 259-267.
139. Strandberg E. (1996): Breeding for longevity in dairy cows. In: *Progress in Dairy Science*. Phillips, C.J.C. (ed.). Oxon, CAB International, Wallingford, 125–144.

140. Strandberg E. and Roxström A. (2000): Genetic parameters of functional and fertility determine length of productive life in Swedish dairy cattle. *Anim. Sci.* 70: 383-389.
141. The Semex Alliance publication of Canadian dairy genetics (1999): Cull when you can.
142. Van Arendonk J.A.M. (1988): Management guides for insemination and replacement decisions. *J. Dairy Sci.*, 71: 1050-1057.
143. Van Doormaal B.J., Schaeffer L.R., Kennedy B.W. (1985): Estimation of genetic parameters for stayability in Canadian HoIsteins. *J. Dairy Sei.* 68: 1763-1769.
144. Van der Linde C., De Jong G., Simai S., Gombacsi P., Wellisch P. (2006): Genetic evaluation for longevity in Hungary. *Interbull Bulletin*, 35: 3.
145. Van Raden P.M. i Klaaskate E.J.H. (1993): Genette evaluation of length of productive life including predicted longevity of live cows. *J. Dairy Sci.* 76: 2758-2764.
146. Van Raden P.M. and Wiggans G.R. (1995): Productive life evaluations: Calculations, accuracy and economic value. *J. Dairy Sci.* 78: 631-638.
147. Vargas B., Groen A.F., Herrero M., Van Arendonk J.A.M. (2002): Economic values for production and functional traits in Holstein cattle of Costa Rica. *Livest. Prod. Sci.* 75: 101-116.
148. Veerkamp R.F., Brotherstone S., Engel B., Meuwissen T.H.E. (2001): Analysis of censored survival data using random regression models. *Anim. Sci.* 72: 1 – 10.
149. Visscher P.M., Bowman P.J., Goddard M.E. (1994): Breeding objectives for pasture based dairy production systems. *Livest. Prod. Sci.* 40: 123-137.
150. Vollema A.R., (1998): Selection for longevity in dairy cattle. Ph.D. Wageningen Agric. Univ., The Netherlands.
151. Vollema A.R. and Groen A.F. (1998): A comparison of breeding value predictors for longevity using a linear model and survival analysis. *J. Dairy Sci.* 81: 3315-3320.
152. Vollema R.A., Van Der Beek S., Harbers A.G.F., De Jong G. (2000): Genetic Evaluation for Longevity of Dutch Dairy Bulls. *J. Dairy Sci.* 83: 2629–2639.

153. Vukasinovic N., Moll J., Künzi N. (1995): Genetic Relationships among Longevity, Milk Production and Type traits in Swiss Brown Cattle. *Livest. Prod. Sci.*, 41: 11-18.
154. Vukasinovic N., Moll J., Künzi N. (1997): Analysis of Productive Life in Swiss Brown Cattle. *J. Dairy Sci.* 80: 2372–2579.
155. Vukasinovic N. (1999): Application of survival analysis in breeding for longevity. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Workshop on Genetic Improvement on functional traits in cattle. Jouy-en-Josas. *Interbull Bulletin No. 21*, Uppsala: 3-10.
156. Vukasinovic N., Moll J., Casanova L. (2001): Implementation of a routine genetic evaluation for longevity based on survival analysis techniques in dairy cattle populations in Switzerland. *J. Dairy Sci.* 84: 2073-2080.
157. Vukasinovic N., Schleppe Y., Künzi N. (2002): Using conformation traits to improve reliability of genetic evaluation for herd life based on survival analysis. *J. Dairy Sci.*, 85: 1556 - 1562.
158. Weigel D.L, Cassell, B.G., Hoeschele I., Pearson R.E. (1995): Multiple-trait prediction of transmitting abilities for herd life and estimation of economic weights using relative net income adjusted for opportunity cost. *J. Dairy Sci.* 78: 639-647.
159. Weigel K.A., Lawlor T.J., Van Raden Jr. P.M., Wiggans G. R. (1998): Use of correlated linear type and production data to supplement early predicted transmitting abilities for productive life. *J. Dairy Sci.* 81: 2040–2044.
160. Weigel K.A., Palmer R.W., Caraviello D.Z. (2002): Investigation of factors affecting voluntary and involuntary culling in expanding dairy herds in Wisconsin using survival analysis. *J. of Dairy Sci.* 86: 1482–1486.
161. Weller J.I. and Ron M. (1992): Genetic analysis of fertility traits in Israeli Holsteins by linear and threshold models. *J. Dairy Sci.* 75:2 541–2548.
162. White J.M. and Nichols J.R. (1965): Relationships between first lactation, later performance, and length of herd life in Holstein-friesian cattle. *J. Dairy Sci.* 48 (4): 468-474.
163. Wolfova M., Wolf J., Kvapilik J., Kica J. (2007): Selection for Profit in Cattle: I. Economic Weights for Purebred Dairy Cattle in the Czech Republic. *J. Dairy Sci.* 90(5): 2442-2455.

164. Wolynetz M.S. and Binns M.R. (1983): Stayability of dairy cattle: models with censoring and covariates. *J. Dairy Sci.* 66: 935-942.
165. Yazdi M.H., Visscher P.M., Ducrocq V., Thompson R. (2002): Heritability, reliability of genetic evaluations and response to selection in proportional hazards models. *J. Dairy Sci.* 85: 1563-1577.
166. Zavadilová L. and Štípková M. (2013): Effect of age at first calving on longevity and fertility traits for Holstein cattle. *Czech J. Anim. Sci.*, 58(2):47-57.

## 7. Prilozi

Prilog 1: Uticaj fiksnih faktora na trajanje produktivnog života

| Izvor varijabilnosti                    | DF | SS         | MS        | F Value | Pr > F |
|---|----|------------|-----------|---------|--------|
| Farma                                   | 6  | 244892202  | 40815367  | 100.29  | <.0001 |
| HF-grupa                                | 4  | 475915736  | 118978934 | 292.36  | <.0001 |
| Godina prvog teljenja                   | 25 | 1812060503 | 72482420  | 178.11  | <.0001 |
| Sezona prvog teljenja                   | 3  | 12687367   | 4229122   | 10.39   | <.0001 |
| Uzrast pri prvom teljenju               | 9  | 41104271   | 4567141   | 11.22   | <.0001 |
| Relativna proizvodnja u prvoj laktaciji | 8  | 95977543   | 11997193  | 29.48   | <.0001 |

Prilog 2: Uticaj fiksnih faktora na trajanje životnu proizvodnju mleka

| Izvor varijabilnosti                    | DF | SS           | MS           | F Value | Pr > F |
|---|----|--------------|--------------|---------|--------|
| Farma                                   | 6  | 103835205005 | 17305867501  | 121.18  | <.0001 |
| HF-grupa                                | 4  | 42557065461  | 10639266365  | 74.50   | <.0001 |
| Godina prvog teljenja                   | 25 | 412485754880 | 16499430195  | 115.53  | <.0001 |
| Sezona prvog teljenja                   | 3  | 1917884731.4 | 639294910.48 | 4.48    | <.01   |
| Uzrast pri prvom teljenju               | 9  | 15858168421  | 1762018713.4 | 12.34   | <.0001 |
| Relativna proizvodnja u prvoj laktaciji | 8  | 112548697277 | 14068587160  | 98.51   | <.0001 |

Prilog 3: Uticaj fiksnih faktora na broj ostvarenih laktacija

| Izvor varijabilnosti                    | DF | SS          | MS        | F Value | Pr > F |
|---|----|-------------|-----------|---------|--------|
| Farma                                   | 6  | 2556.84060  | 426.14010 | 184.22  | <.0001 |
| HF-grupa                                | 4  | 2970.16097  | 742.54024 | 320.99  | <.0001 |
| Godina prvog teljenja                   | 25 | 10346.32218 | 413.85289 | 178.91  | <.0001 |
| Sezona prvog teljenja                   | 3  | 34.71824    | 11.57275  | 5.00    | <.01   |
| Uzrast pri prvom teljenju               | 9  | 212.41648   | 23.60183  | 10.20   | <.0001 |
| Relativna proizvodnja u prvoj laktaciji | 8  | 105.71181   | 13.21398  | 5.71    | <.0001 |

## Prilog 4: Deo output-a iz Survival kit-a v6.0 za osobinu trajanje produktivnog života

\*\*\*\*\*

## SK sire model

\*\*\*\*\*

SK sire model

\*\*\*\*\*

## FILES USED:

```

RECODED DATASET      : recoded.dat
NEW/OLD CODES       : codelist.txt
OUTPUT              : result.txt
RECODED PEDIGREE    : ped.txt

```

\*\*\*\*\*

```

FAILURE TIME READ IN COLUMN :          1
CENSORING CODE READ IN COLUMN :        2

IDENTIFICATION NUMBER READ IN COLUMN :    3
TOTAL NUMBER OF COVARIATES =            8
CONTINUOUS COVARIATES INCLUDED IN THE ANALYSIS =    0
DISCRETE COVARIATES INCLUDED IN THE ANALYSIS =    8
COVARIATES READ BUT NOT INCLUDED IN THE ANALYSIS =    0
POWERS OF CONTINUOUS COVARIATES =        0

```

\*\*\*\*\* MODEL \*\*\*\*\*

## COVARIATE

## CHARACTERISTICS

```

1 farma      : DISCRETE TIME-INDEPENDENT READ IN COLUMN 13
2 uzrast     : DISCRETE TIME-INDEPENDENT READ IN COLUMN 4
3 HFgrupa    : DISCRETE TIME-INDEPENDENT READ IN COLUMN 14
4 god1       : DISCRETE TIME-DEPENDENT READ IN COLUMNS 5 AND 6
5 sez1       : DISCRETE TIME-DEPENDENT READ IN COLUMNS 7 AND 8
6 parity1    : DISCRETE TIME-DEPENDENT READ IN COLUMNS 9 AND 10
7 odch_SD1   : DISCRETE TIME-DEPENDENT READ IN COLUMNS 11 AND 12
8 sire       : DISCRETE TIME-INDEPENDENT READ IN COLUMN 15

```

\*\*\*\*\* SIMPLE STATISTICS \*\*\*\*\*

```

TOTAL NUMBER OF WEIBULL PARAMETERS TO COMPUTE =    1
TOTAL NUMBER OF RECORDS =                        22109
TOTAL NUMBER OF ELEMENTARY RECORDS =            57367

```

```

RIGHT CENSORED RECORDS :      5757 ( 26.039%)
MINIMUM CENSORING TIME :        243
MAXIMUM CENSORING TIME :       4271
AVERAGE CENSORING TIME :     1169.550

```

|                   |       |   |       |      |
|-------------------|-------|---|-------|------|
| EFFECT : farma    | MIN = | 1 | MAX = | 7    |
| EFFECT : uzrast   | MIN = | 1 | MAX = | 10   |
| EFFECT : HFgrupa  | MIN = | 1 | MAX = | 5    |
| EFFECT : god1     | MIN = | 1 | MAX = | 26   |
| EFFECT : sez1     | MIN = | 1 | MAX = | 4    |
| EFFECT : parity1  | MIN = | 1 | MAX = | 8    |
| EFFECT : odch_SD1 | MIN = | 1 | MAX = | 9    |
| EFFECT : sire     | MIN = | 1 | MAX = | 1144 |

=====  
A NORMAL DISTRIBUTION IS ASSUMED FOR EFFECT : sire  
(VARIANCE : 0.1000E-02)  
A RELATIONSHIP MATRIX IS USED FOR THIS EFFECT  
USING THE USUAL HENDERSON S RULES  
1144 RECORDS READ IN PEDIGREE FILE  
THE VARIANCE PARAMETER WILL BE ESTIMATED AS THE MARGINAL  
POSTERIOR MODE  
THE FINAL ESTIMATE IS EXPECTED TO LIE BETWEEN 0.00100 AND  
0.30000  
THE INTERVAL BRACKETTING THE FINAL SOLUTION SHOULD BE SMALLER  
THAN 0.00100

=====  
1 WEIBULL PARAMETER(S) RHO WILL BE ESTIMATED  
  
CONVERGENCE CRITERION USED = 0.10000D-06  
500 QUASI-NEWTON ITERATIONS BEFORE SWITCHING TO FULL NEWTON STEP

NUMBER OF ELEMENTARY RECORDS KEPT = 57367

\*\*\*\*\* CONSTRAINTS \*\*\*\*\*

THE SOLUTION FOR THE FOLLOWING (RECODED) LEVELS IS SET TO 0:  
(= LEVEL WITH LARGEST NUMBER OF UNCENSORED FAILURES FOR EACH  
EFFECT)

(WARNING : THE VALIDITY OF THESE CONSTRAINTS IS NOT CHECKED.  
IF THEY ARE MORE DEPENDENCIES, DEGREES OF FREEDOM IN TEST(S)  
BELOW ARE INCORRECT)

|                 |       |      |
|-----------------|-------|------|
| EFFECT farma    | LEVEL | 1    |
| EFFECT uzrast   | LEVEL | 3    |
| EFFECT HFgrupa  | LEVEL | 3    |
| EFFECT god1     | LEVEL | 1999 |
| EFFECT sez1     | LEVEL | 3    |
| EFFECT parity1  | LEVEL | 1    |
| EFFECT odch_SD1 | LEVEL | 3    |

THE ESTIMATED VARIANCE PARAMETER FOR THE NORMAL DISTRIBUTION  
IS BETWEEN 0.03614 AND 0.03689  
THE BEST VALUE FOUND IS 0.03656

CONVERGENCE AFTER 1037 EVALUATIONS OF FUNCTION FWEIB



AND 0 EVALUATIONS OF FUNCTION FWEIB2 IN  
 0.00 SECONDS  
 \*\*\*\*\* RESULTS \*\*\*\*\*  
 WARNING: IF THE MODEL INCLUDES RANDOM EFFECT(S), THE QUANTITIES  
 BELOW  
 ARE \*\* NOT \*\* LIKELIHOOD VALUES, LIKELIHOOD RATIO TEST STATISTICS  
 AND SO ON...  
 INTERPRET THEM AT YOUR OWN RISK

-2 LOG LIKELIHOOD 252672.4990  
 STANDARDIZED NORM OF GRAD(-2 LOG L) = 0.02881

\*\*\*\*\* TESTS \*\*\*\*\*  
 LIKELIHOOD RATIO TEST FOR H0: BETA = 0  
 MODEL CHI2 = 8064.267 WITH 62 DF (PROB >CHI2 =  
 0.0000)

LIKELIHOOD RATIO TESTS : SEQUENTIAL

| VARIABLE     | TOTAL | -2 LOG LIK  | CHI2   | DELTA | PROB     |
|--------------|-------|-------------|--------|-------|----------|
| R2 OF        |       |             |        |       |          |
| Z            | DF    | INCLUDING Z |        | DF    | >CHI2    |
| MADDALA      |       |             |        |       |          |
| NO COVARIATE | 2     | 260736.7657 |        |       |          |
| farma        | 8     | 258854.8892 | 1881.9 | 6     | 0.0000   |
| 0.0816       |       |             |        |       |          |
| uzrast       | 17    | 258427.8444 | 427.04 | 9     | 0.0000   |
| 0.0992       |       |             |        |       |          |
| HFgrupa      | 21    | 258336.4438 | 91.401 | 4     | 0.0000   |
| 0.1029       |       |             |        |       |          |
| god1         | 44    | 254094.8504 | 4241.6 | 23    | 0.0000   |
| 0.2595       |       |             |        |       |          |
| sez1         | 47    | 254086.2009 | 8.6495 | 3     | 0.0343   |
| 0.2598       |       |             |        |       |          |
| parity1      | 54    | 253262.7269 | 823.47 | 7     | 0.0000   |
| 0.2868       |       |             |        |       |          |
| odch_SD1     | 62    | 252672.4990 | 590.23 | 8     | 0.0000   |
| 0.3056       |       |             |        |       |          |
| sire         | 62    | 252672.4990 | 0.0000 | *     | (RANDOM) |

\*\*\*\*\* SOLUTIONS \*\*\*\*\*

WEIBULL PARAMETER(S) :

FOR STRATUM 1 RHO = 2.34913 STE = 0.02542  
 INTERCEPT = -16.32934 STE = 0.17453

Prilog 5: Deo outputa iz VCE-a za trajanje produktivnog života

----- VCE 6.0.2 -----

09.11.2015 22:16:43 var  
page 1

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\* T R A I T S A N D E F F E C T S \*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Code Trait name List of effects

---

|      |        |        |       |         |     |     |
|------|--------|--------|-------|---------|-----|-----|
| 1    | lpl    | animal | farma | hfgrupa | god | sez |
| odst | uzrast |        |       |         |     |     |

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\* E F F E C T S A N D C O V A R I A N C E S \*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

| Code | Effect name | Type  | Length | Level   | Mini | Maxi | Start | COVARIANCE |
|------|-------------|-------|--------|---------|------|------|-------|------------|
| Type | Length      | Level | Start  | Pattern |      |      |       |            |

---

|          |         |   |   |   |       |   |       |       |        |
|----------|---------|---|---|---|-------|---|-------|-------|--------|
| 1        | animal  | : | A | 1 | 22864 | 1 | 22864 | 1     | animal |
| : A      | 1       | 1 | 1 | T |       |   |       |       |        |
| 2        | farma   | : | F | 1 | 7     | 1 | 7     | 22865 |        |
| 3        | hfgrupa | : | F | 1 | 5     | 1 | 5     | 22872 |        |
| 4        | god     | : | F | 1 | 26    | 1 | 26    | 22877 |        |
| 5        | sez     | : | F | 1 | 4     | 1 | 4     | 22903 |        |
| 6        | odst    | : | F | 1 | 9     | 1 | 9     | 22907 |        |
| 7        | uzrast  | : | F | 1 | 10    | 1 | 10    | 22916 |        |
| residual | :       | E | 1 | 1 | 2     | T |       |       |        |

---

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\*  
\* G E N E R A L I N F O R M A T I O N \*  
\*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

VCE was started on : at Mon Nov 09 22:16:43 2015 by:

Comments:

---

|  
|  
| \*\*\*\*\*  
| \* VCE-6 \*  
| \* version 6.0.2 \*  
| \* 01-Sep-2010 17:18:15 \*  
| \* MS-Windows Windows-x86\_64-gfor \*  
| \* written by \*  
| \* Milena Kovac, Eildert Groeneveld \*  
| \* and Alberto Garcia-Cortez \*  
| \*\*\*\*\*  
|  
| variance components for longevity  
|

---

Files involved

---

Current directory : C:\Users\Dragan  
S\Desktop\NLM\FINAL\VCE komponente varijanse  
Parameter file : var.par  
Data input file : LPL.data  
Pedigree input file : pedf.pedig  
Log list file : var.lst  
Covariances dumped into : var.cov-bin

----- VCE 6.0.2 -----

09.11.2015 22:16:43 var  
page 2

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\* DATA INFORMATION \*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

General statistics

| Variables Scaled | #rec. | min. | max. | avg. |
|------------------|-------|------|------|------|
| std.             |       |      |      |      |

|           |     |       |          |            |            |
|-----------|-----|-------|----------|------------|------------|
| lpl       | all | 16539 | 98.00000 | 3939.00000 | 1298.48352 |
| 763.16886 |     |       |          |            |            |

Pattern of traits

| Count | lpl |
|-------|-----|
| 16539 | x   |

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\* PEDIGREE INFORMATION \*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Inbreeding # of animals

|         |    |
|---------|----|
| 25 < 30 | 33 |
| 10 < 15 | 24 |

|        |       |
|--------|-------|
| 5 < 10 | 87    |
| 0 < 5  | 54    |
| 0      | 22666 |

Number of inbred animals : 198  
 Average inbreeding (inbred animals): 8.98  
 Maximum inbreeding : 25.00

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 \* C O V A R I A N C E M A T R I X I N F O R M A T I O  
 N \*

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

The following (co)variance matrices will be estimated (starting values):

----- Matrices: NATURAL -----  
 -----

Type: A Level: 1 animal No.:  
 22864 Pattern: T  
 291213.

Type: E Level: 1 residual No.:  
 16539 Pattern: T  
 291213.

----- Matrices: RATIOS -----  
 -----

Type: A Level: 1 animal  
 0.50000

Type: E Level: 1 residual  
 0.50000

Thus, optimization is in 2 dimensions.

----- VCE 6.0.2 -----  
 -----

09.11.2015 22:16:43  
page 3

var

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\* S E T T I N G U P M M E  
\*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

|                                  |   |                 |      |
|----------------------------------|---|-----------------|------|
| Non zero coefficients stored     | : | 50000, filled:  | 1.3% |
| hit rate: 1.0 at line:           |   | 4365            |      |
| Non zero coefficients stored     | : | 100000, filled: | 2.7% |
| hit rate: 1.0 at line:           |   | 12652           |      |
| Non zero coefficients stored     | : | 150000, filled: | 4.0% |
| hit rate: 1.0 at line:           |   | 29020           |      |
| All non zeros are loaded         | : | 178771, filled: | 4.8% |
| hit rate: 1.0                    |   |                 |      |
| Number of equations              | : | 22925           |      |
| IS - allocated for ordering with | : | 150000000       |      |
| Dimension of equation system     | : | 22925           |      |
| Rank of equation system          | : | 22920           |      |
| Time for solving MME (h:min:sec) | : | 0:00:02         |      |
| Time for inversion (h:min:sec)   | : | 0:00:02         |      |

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\* C O E F F I C I E N T M A T R I X I N F O R M A T I O  
N \*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Setting up mixed model equations

---

|                                    |   |              |
|------------------------------------|---|--------------|
| Machine precision (tolerance)      | : | 0.222045E-15 |
| Warning threshold on inv. (A-1A)-I | : | 0.100000E-06 |
| Traits transformed. See option     | : | all          |
| Number of equations                | : | 22925        |
| Rank of the system                 | : | 22920        |
| Equations set to zero              | : |              |
| hfgrupa                            | : | 3            |
| god                                | : | 12           |
| sez                                | : | 3            |
| odst                               | : | 5            |
| uzrast                             | : | 6            |
| # of nonzero coefficients (HS)     | : | 178771       |
| Fill of coefficient matrix         | : | 0.034        |

```

# of NZE in factor          :      275732
Total storage required      :      1464940
Total storage defined (total) :    150000000
CPU-time for solving (per rnd) :      0:00:02
CPU-time for inverting (per rnd) :      0:00:02
MFLOPs during factorization :      401.71

```

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

----- Matrices: NATURAL -----

```

-----
Type: A Level:    1  animal          No.:
22864 Pattern: T
      25467.2

```

```

Type: E Level:    1  residual        No.:
16539 Pattern: T
      383011.

```

----- Matrices: Phenotypic -----

-----  
408478.

----- Matrices: RATIOS -----

```

-----
Type: A Level:    1  animal
      0.062346

```

```

Type: E Level:    1  residual
      0.93765

```

----- Matrices: STD\_ERR of components -----

```

-----
Type: A Level:    1  animal
      4596.22

```

```

Type: E Level:    1  residual
      5494.73

```

----- Matrices: STD\_ERR of ratios -----

```

-----
Type: A Level:    1  animal
      0.011067

```

```

Type: E Level:    1  residual
      0.011067

```

----- Matrices: Phenotypic correlations -----

-----  
---

```
*****  
*****  
*                               Optimization finished with status :    1  
*  
*****  
*****  
  
Terminated with gradient small, components are probably optimal.  
  
*****  
*****  
*                               Thank you, for choosing VCE!  
*  
*****  
*****
```



## **8. Biografija kandidata**

Dragan Stanojević rođen je 11. oktobra 1985. godine u Loznici. Nakon završene osnovne škole, upisuje gimnaziju u Šapcu, prirodno-matematički smer, koju završava 2004. godine. Iste godine upisuje Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, Odsek za stočarstvo. Osnovne studije završava u februaru 2010. godine sa prosečnom ocenom 9,23. Doktorske studije u okviru studijskog programa Poljoprivredne nauke, modul Zootehnika na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu upisao je 2010. godine i do sada je položio sve ispite predviđene planom i programom ovog modula sa prosečnom ocenom 9,50.

Od 2011. godine radi kao saradnik u nastavi, a od 2012. kao asistent na katedri za Opšte stočarstvo i oplemenjivanje domaćih i gajenih životinja Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu, gde izvodi vežbe na većem broju predmeta na osnovnim i master studijama.

U svom naučno-istraživačkom radu najviše pažnje je posvetio genetskom unapređenju populacija mlečnih goveda, pre svega unapređenju osobina mlečnosti i plodnosti upotrebom linearnih modela. Takođe se bavio i proučavanjem funkcionalnih osobina u populacijama mlečnih goveda kao i korišćenjem savremenih biotehnoloških postupaka u stočarstvu. U toku dosadašnjeg rada kao autor i koautor publikovao je 38 naučnih radova, od čega su 4 publikovana u časopisima sa SCI liste. Kandidat je učestvovao u realizaciji jednog nacionalnog i tri međunarodna projekta. U toku dosadašnjeg rada kandidat je prošao veći broj stručnih usavršavanja iz oplemenjivanja mlečnih i tovnih goveda, reproduktivnih tehnologija i embriotransfera, kao iz bezbednosti stočarskih proizvoda.

*Izjava 1.*

## **Izjava o autorstvu**

Ime i prezime autora: Dragan Stanojević

Broj indeksa: 10/11

### **Izjavljujem**

da je doktorska disertacija pod naslovom:

Procena genetskih parametara osobina dugovečnosti goveda crno bele rase

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

**Potpis autora**

U Beogradu, 1. marta 2017.

---

*Izjava 2.*

## **Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada**

Ime i prezime autora: Dragan Stanojević

Broj indeksa: 10/11

Studijski program: Biotehničke nauke

Naslov rada: Procena genetskih parametara osobina dugovečnosti goveda crno bele rase

Mentor: Dr Radica Đedović, redovni profesor

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao radi pohranjenja u **Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

**Potpis autora**

U Beogradu, 1. marta 2017.

\_\_\_\_\_

### *Izjava 3.*

## **Izjava o korišćenju**

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

Procena genetskih parametara osobina dugovečnosti goveda crno bele rase koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo (CC BY)

[2.] Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)

3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)

4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)

5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)

6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

**Potpis autora**

U Beogradu, 1. marta 2017.

---

1. **Autorstvo.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.

[2.] **Autorstvo – nekomercijalno.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

3. **Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.

4. **Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.

5. **Autorstvo – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

6. **Autorstvo – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.