

Procjena genetskih parametara mliječnih svojstava istarske ovce

Tešija, Toni

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:498976>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-25**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**PROCJENA GENETSKIH PARAMETARA MLIJEČNIH
SVOJSTAVA ISTARSKJE OVCE**

DIPLOMSKI RAD

Toni Tešija

Zagreb, rujana 2017.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:
Genetika i oplemenjivanje životinja

**PROCJENA GENETSKIH PARAMETARA MLIJEČNIH
SVOJSTAVA ISTARSKJE OVCE**
DIPLOMSKI RAD

Toni Tešija

Mentor: prof. dr. sc. Alen Džidić
Neposredni voditelj: doc. dr. sc. Dragica Šalamon

Zagreb, rujan 2017.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Toni Tešija**, JMBAG 0178089556, rođen dana 23.02.1993. u Splitu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

PROCJENA GENETSKIH PARAMETARA MLIJEČNIH SVOJSTAVA ISTARSKE OVCE

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Tonija Tešije**, JMBAG 0178089556, naslova

PROCJENA GENETSKIH PARAMETARA MLIJEČNIH SVOJSTAVA ISTARSKE OVCE

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|------------------------------|---------------------|-------|
| 1. | Prof. dr. sc. Alen Džidić | mentor | _____ |
| | Doc. dr. sc. Dragica Šalamon | neposredni voditelj | _____ |
| 2. | Prof. dr. sc. Miroslav Kapš | član | _____ |
| 3. | Prof. dr. sc. Ino Čurik | član | _____ |

Zahvala

Hvala mom mentoru prof. dr. sc. Alenu Džidiću na ostvarivanju ovog diplomskog rada.

Veliko i iskreno hvala mojoj neposrednoj voditeljici dr. sc. Dragici Šalamon na velikoj pomoći i volji koju je pružila. Od srca zahvaljujem za sve savjete i vodstvo tijekom izrade ovog rada.

Želim se zahvaliti i mojoj obitelji na vjeri i podršci kada mi je to bilo najpotrebije.

Veliko hvala i mojoj Barbari koja mi je pružala bezuvjetnu podršku i vjeru, ne samo tijekom izrade rade, nego tijekom cijelog studiranja.

Najljepše hvala mojoj kolegici i prijateljici Petri na velikoj upornosti kao i na bezbroj uspomena koje smo imali tijekom studiranja, i bez koje studij ne bi prošao tako zabavno.

Hvala svim mojim prijateljima i kolegama na podršci.

Sadržaj

1.	Uvod	1
1.1.	Cilj rada	1
2.	Istarska ovca	2
2.1.	Povijest i izgled pasmine	2
2.2.	Istraživanja istarske ovce	2
2.3.	Morfologija vimena	3
2.4.	Mliječnost istarske ovce	5
2.5.	Izbor i korištenje rasplodnih ovnova	7
2.5.1.	Progeni test za mliječnost	7
3.	Mješoviti model	9
3.1.	Uzgojna vrijednost	9
3.2.	„Animal“ model	10
3.3.	Fiksni i slučajni efekti	11
3.4.	Mješoviti model s ponavljajućim mjerenjima	12
4.	Materijali i metode	14
4.1.	Prikupljanje podataka	14
4.2.	Korekcija zapisa i čišćenje podataka u rodoslovlju	14
4.3.	Mjereni podaci	16
4.3.1.	Zavisne varijable	17
4.3.2.	Detekcija ekstremnih vrijednosti	18
4.4.	Opis mjerenih varijabli	23
4.5.	Modeli za analizu podataka	28
5.	Rezultati i rasprava	30
6.	Zaključak	38

7. Literatura.....	39
Životopis.....	42

Sažetak

Diplomskog rada studenta **Tonija Tešije**, naslova

PROCJENA GENETSKIH PARAMETARA MLIJEČNIH SVOJSTAVA ISTARSKE OVCE

Istarska ovca je autohtona pasmina koja u Hrvatskoj proizvodi najveću količinu mlijeka. U ovom radu bilo je potrebno identificirati najbolje ovnove istarske pasmine prema procjenama uzgojnih vrijednosti za svojstva mliječnosti korištenjem procedure MIXED u programu SAS. Uzgojne vrijednosti procijenjivane su pomoću „animal“ modela. Parametri koji su mjereni odnose se na postotni udio mliječnih proteina te postotni udio mliječne masti u mlijeku tijekom različitih perioda laktacije. Prije same procjene, bilo je potrebno analizirati adekvatnost podataka. Procijenjene su uzgojne vrijednosti za sve ovnove temeljeno na mjerenjima ovnovskih kćeri. Prosječne procijenjene uzgojne vrijednosti za najbolje ovnove iznosila je oko 0.5 za postotni udio mliječne masti i oko 0.2 za postotni udio mliječnih proteina. Većina ovnova koji su ostvarili najbolje rezultate za mliječnu mast nisu bili u dvadeset najboljih za proteine. Ukupno je bilo 9 ovnova koju su ostvarili najbolje rezultate za obje varijable.

Ključne riječi: uzgojna vrijednost, animal model, genetski parametri

Summary

Of the master's thesis – student **Toni Tešija**, entitled

EVALUATION OF GENETIC PARAMETERS FOR THE MILK PROPERTIES OF ISTRIAN SHEEP

Istrian sheep is autochthonous breed in Croatia with highest milk production. In this thesis the aim was necessary to identify the best rams of the Istrian breed according to the estimation of breeding values for the milk quality using the MIXED procedure in the SAS program. Breeding values were estimated using an „animal“ model. Parameters that are measured refer to the percentage of milk protein and milk fat in milk during different lactation periods. Before the evaluation, it was necessary to analyze the quality of data. Breeding values were estimated for all the rams based on their daughters' measurements. The average estimated breeding values for the best rams were about 0.5 for milk fat and about 0.2 for milk proteins. Most of the rams that were best for milk fat were not position in the top twenty rams for milk proteins. There were nine rams in total that achieved the best results for both variables.

Keywords: breeding value, animal model, genetic parameters

1. Uvod

Mlijeko domaćih pasmina ovaca stoljećima se koristi u proizvodnji budući da igra veliku ulogu u prehrambenoj industriji gdje se dalje plasira u gotov proizvod. Sastav mlijeka uvelike utječe na proizvodnju, a proizvodnja na potražnju proizvoda na tržištu. Stoga se na ovcama niz godina vrše istraživanja kako bi se unaprijedila svojstva mlijeka i očuvala genetika pasmina.

Autohtona pasmina koja u Hrvatskoj proizvodi najveću količinu mlijeka je istarska ovca. U ovom radu korišteni su i obrađeni podaci o mliječnosti pasmine istarske ovce. U selekcijskim programima prioritet je najbolje jединke pariti s najboljima. Prema tome, jedinkama se procjenjuju uzgojna vrijednost koja zapravo predstavlja dio genetske vrijednosti koja nam je nepoznata i koju trebamo procijeniti kako bi je mogli koristiti za daljnje formiranje populacija.

Uzgojna vrijednost (UV) predstavlja aditivni genetski utjecaj životinje, dio je ukupne genetske vrijednosti neke jedinke koji se prenosi na potomstvo. Uzgojna vrijednost predstavlja odstupanje od prosjeka, odnosno ukazuje jesu li neke životinje ostvarile bolje ili lošije rezultate od prosjeka. Prosjek se uzima kao srednja vrijednost za usporedne grupe. Usporedne grupe predstavljaju dovoljno veliku skupinu životinja koje su rođene u istoj godini (čak i u istoj sezoni) te koje žive u približno jednakim uvjetima.

Uzgojne vrijednosti procjenjuju se "animal" modelom, koji zahtjeva poznavanje srodnosti životinja i korektno procijenjene vrijednosti genetskih parametara kao što su aditivne i okolišne varijance. U kvantitativnoj genetskoj analizi populacije istarske ovce u Hrvatskoj koriste se podaci iz komercijalne proizvodnje. Za procjenu uzgojnih vrijednosti koristila se BLUP (*eng. Best linear unbiased prediction*) metoda koja omogućuje razlaganje genetskih i okolišnih utjecaja. BLUP (Best linear unbiased prediction) pruža mogućnost uspoređivanja ovaca s različitih farmi. Prije same procjene potrebno je analizirati adekvatnost podataka i iz daljnje analize isključiti "loše" i neuobičajeno ekstremne podatke.

1.1. Cilj rada

Identificirati najbolje ovnove istarske pasmine prema procjenama uzgojnih vrijednosti za svojstva mliječnosti primjenom "animal" modela te korištenjem procedure MIXED u programskom paketu SAS. Prije procjene analizirat će se numeričkim i grafičkim metodama opisne statistike adekvatnosti podataka.

2. Istarska ovca

2.1. Povijest i izgled pasmine

Istarska ovca je pasmina koja je nastala na području Istre oko 1771. godine kao posljedica oplemenjivanja tadašnjih istarskih ovaca koje su bile slabih proizvodnih svojstava. Ovce su bile križane s ovnovima inozemnih pasminama, najčešće su to bile pasmine Gentile di Puglia, Southdown, Merinolandschaf, Bergamo, Merino i dr. (Putinja, 2005).

Prema starijim zapisima iz sredine prošlog stoljeća, istarske ovce su bile držane u manjim stadima veličine do 40 jedinki i bile su uzgajane ekstenzivnim stočarstvom, tipom uzgoja koji se bazirao na ispaši uz dodatno prihranjivanje. Također, prema ovom autoru, istarske ovce su u laktaciji trajanja između 6 i 8 mjeseci prozvodile između 135 i 145 litara mlijeka uključujući i mlijeko koje bi posisala janjad (Rako, 1957).

Istarske ovce su visoke pasmine, dobro razvijenog prednjeg dijela trupa, osobito prsa s vidljivo izraženim grebenom i dugim nogama. Prema usporedbi s odraslim ovcima, istarski ovnovi su znatno razvijenijeg (većeg) tjelesnog okvira, odnosno imaju za 6,19% veću visinu grebena, za 7,41% veću dužinu te za 13,85% veću prosječnu tjelesnu masu. Na temelju ovih podataka, istarska ovca se može smatrati srednje krupnom pasminom ovce (Mioč i sur., 2012).

Glava istarske ovce prepoznatljiva je po konveksnoj izbočini. Veličina glave, oblik i profinjenost, pokazatelj je proizvodnog tipa, čudi, konstitucije, temperamenta i ranozrelosti pasmine. Izbočena nosna kost izražena je u muških i ženskih grla, a osobito je uočljiva kod starijih ovnova. Boja glave varira najčešće u kombinaciji crnih i bijelih mrlja, a u rijetkim slučajevima isključivo je crne ili bijele boje. Na glavi se kod većine grla, i muških i ženskih jedinki, mogu vidjeti veliki spirali rogovi koji su karakteristični za ovu pasminu. Međutim, postoje i šute jedinke tj. jedinke koje ne posjeduju rogove (Mioč i sur., 2007).

2.2. Istraživanja istarske ovce

Tijekom 2005. i 2006. godine, u sklopu VIP projekta „Istarska ovca – janjetina i sir“ na istarskim ovcima radila su se istraživanja o njihovim proizvodnim odlikama i vanjštini. U istraživanje je bilo uključeno ukupno 1 146 jedinki koje su bile različitog spola, dobi i uzrasta. U usporedbi s tjelesno potpuno razvijenom jedinkom, radila su se mjerenja na šilježicama koje su ostvarile 98,31% visine grebena, 97,57% dužine trupa, 93,46% širine prsa, 93,27% dubine prsa, 94,76% obujma prsa i 85,57% tjelesne mase odraslih, tjelesno potpuno razvijenih

istarskih ovaca (Mikulec i sur., 2007). Prema ovim istraživanjima može se zaključiti da istarske ovce ne spadaju u kasnozrele pasmine ovaca.

U istraživanju kvantitativne genetike „Genetski i okolišni utjecaji na muznost i morfologiju vimena ovaca“ u sklopu projekta Ministarstva znanosti, okoliša i športa (voditelj projekta: prof. dr. sc. Alen Džidić, 2008–2014) glavni cilj je bio odrediti promjenu karakteristika mužnje ovisno o stadiju laktacije, udjelu krvi pojedine pasmine te frakciji mlijeka tijekom strojne mužnje. Također, jedan od ciljeva je bio odrediti anatomske i morfološke karakteristike autohtonih pasmina i njihovih križanaca, njihov utjecaj na svojstva muznosti i ukupan broj somatskih stanica. U istraživanju ukupno je bilo uključeno preko 21 600 jedinki s 30 različitih fami gdje su se provodila mjerenja na količini i sastavu mlijeka. Također, preko 750 jedinki s 11 farmi bilo je uključeno u istraživanju za morfometriju vimena u kojima su se uspoređivale farme koje koriste strojnu mužnju i farme na kojima se provodi ručna mužnja.

Prema uzgojnim ciljevima ovaca i koza u Republici Hrvatskoj (Mioč i sur., 2011), selekcija ovaca vrlo je zahtjevan i kompleksan proces i ne smije biti podložan isključivo količini proizvedenog mlijeka. Ukoliko se selekcija svodi isključivo na količinu proizvedenog mlijeka, dolazi do velikih razlika u sastavu mlijeka, posebno mliječne masti. Selekciju je potrebno provoditi na način da se obuhvate sve temeljne osobine mliječnosti: količina mlijeka (kg), količina mliječne masti (kg), količina bjelančevina (kg) i morfološke odlike vimena te plodnost i veličina legla. Također, posljednjih par godina zdravlje i morfologija vimena igraju veliku ulogu u selekcijskim programima.

Uzgojem istarske ovce većinom se bave obiteljska gospodarstva kao dio višestoljetne obiteljske tradicije, no najčešće se ovčarstvo vodi kao sekundarna djelatnost. Što znači da se obitelji osim uzgojem ovaca, bave i nekom drugom granom gospodarstva. Krajnji proizvod je istarska janjetina i istarski sir koji su usko povezani s povijesnom i kulturnom tradicijom. Prema podacima Hrvatske poljoprivredne agencije (2012), prosječno stado istarske pasmine broji između 50 i 60 odraslih grla.

2.3. Morfologija vimena

Mliječna žlijezda ili vime je organ koji nakon rođenja preuzima funkciju othranjivanja mladunčeta. Vime se razlikuje kod domaćih životinja u veličini, poziciji kao i po broju žlijezdanih cisterni. Prema tome, vime ovaca se sastoji od dvije žlijezdane cisterne od koje svaka ima jednu sisu.

Mlijeko koje luče sekrecijske stanice nalazi se u vimenu u alveolarnom i u cisternalnom dijelu. U velikim kanalima i u cisternalnom dijelu nalazi se cisternalno mlijeko koje se može odmah izmusti, dok se mlijeko koje nastaje alveolarnom frakcijom nalazi u alveolama i mliječnim kanalima. Alveolarna frakcija mlijeka je vezana u sekretornim alveolama te je potrebna oksitocinska sekrecija mlijeka da bi se alveolarna frakcija mlijeka istisnula u cisternu mliječne žlijezde kako bi bila spremna za mužnju (Džidić, 2013. prema Bruckmaier i sur. 1994;1997). Cisternalna frakcija mlijeka kod većine pasmina zauzima udio veći od 50% ukupnog mlijeka u vimenu, omjer između cisternalnog i alveolarnog mlijeka kod nekih primjerice pasmine manchega je 59:41, pasmine lacuna 77:23 (Rovai i sur., 2008), pasmina sarda 82:18 (Nudda i sur., 2000) ili kod pasmine istočno-frizijske omjer 47:53 (McKusick, 2002).

Za razliku od koza, položaj sisa kod visokoselektiranih ovaca s velikim cisternama nije okomit, odnosno cisterna mliječne žlijezde se ne nalazi odmah iznad sisnog otvora. Stoga se dio cisternalnog mlijeka, koje se nalazi ispod sisnog otvora može pomesti jedino tijekom izmuzivanja, kada izmuzivač podigne vime prema gore kako bio zaostali dio cisternalnog mlijeka bio pomužen (Džidić, 2013).

Vime ovaca visoke mliječnosti koje se uvode u strojnu mužnju mora biti velikog obujma, dobro pričvršćeno i povezano s trbuhom, imati osrednju dubinu i ne prelaziti visinu skočnog zgloba, imati srednje velike sise koju su postavljene vertikalno, imati mekano i elastično tkivo s dobro opipljivim cisternama (Caja i sur., 2000).

Istarska ovca u pravilu ima dobro razvijeno vime s mekanim i elastičnim žlijezdama te na opip dobro razvijene cisterne. Boja vimena varira, i često je pigmentirano s kombinacijama smeđe, crne, sive i bijele boje te je slabo do umjereno prekriveno s dlačicama (Prpić i sur., 2008, Prpić, 2011).

Šalomon i sur. (2014) tvrde kako su razlike u obliku vimena pronađene kod istarskih ovaca na farmama gdje se vrši strojna mužnja i kod onih gdje se mužnja obavlja ručno. Ovce uključene u strojnu mužnju imaju visoko vime, sise koje su postavljene vertikalno te niži cisternalni dio vimena koji se nalazi ispod otvora sisnog kanala. Također, ove ovce imaju vime s manjim cisternalnim dijelom koje je manje visine u početku laktacije i šire prema kraju laktacije što ukazuju na moguću selekciju ovaca na vime koje bi se bolje prilagodilo strojnoj mužnji.

Džidić i sur. (2004) proučavali su u svojim istraživanjima prilagodljivost na strojnu mužnju križanaca istarske ovce i drugih mliječnih pasminama te zaključili kako volumen vimena

pozitivno utječe na sve karakteristike mliječnosti. Međutim, prosječan kut sise negativno utječe na trajanje mužnje i prinos mlijeka dok nema nikakvih utjecaja na sami protok mlijeka. Budući da se pokazalo kako protok mlijeka i morfologija vimena imaju utjecaj na učinkovitost mužnje i indirektno na prijenos mlijeka ta svojstva bi se trebala uzimati u obzir prilikom osmišljavanja uzgojnog programa.

Šalamon i sur. (2010) tvrde kako bi povećanje proizvodnosti i efektivnosti proizvodnje uvođenjem strojne mužnje, kao i dodatna, proširenija istraživanja potakla uzgajivače na držanje istarske ovce na farmama što bi pridonijelo boljem očuvanju ove pasmine.

2.4. Mliječnost istarske ovce

Istarska ovca izvorno pripada u skupinu ovaca kombiniranih odlika (mlijeko-meso-vuna), ali s obzirom na proizvodne odlike, proizvodnoj namjeni i uzgojnim ciljevima, istarska se ovca može svrstati i u skupinu tipičnih mliječnih pasmina ovaca. Odnosno, istarska je ovca najmliječnija izvorna hrvatska pasmina ovce. Ipak, u populaciji istarske ovce postoji velika varijabilnost u količini proizvedenog mlijeka i njegovom kemijskom sastavu. U istraživanju istarskih ovaca (Šalamon, 2013) pokazalo se kako istarske ovce imaju povoljniju proizvodnju mlijeka. Prosjek za dnevnu proizvodnju mlijeka kod istarske ovce iznosio je 1.68 kg s 7.04% masti, 5,56% proteina te 4.94% laktoze.

Rako (1957) je prvi opisivao proizvodne odlike ove pasmine te je ustanovio da laktacija traje oko 210 dana u kojima se količina proizvedenog mlijeka kreće između 135 do 145 kg. Ukoliko usporedimo tadašnje mjere mliječnosti istarske ovce s današnjim, možemo zaključiti da su bile znatno skromnijih proizvodnih odlika. Uzgojno valjane istarske ovce imaju laktaciju u periodu od 179 dana u kojima ovce u prosjeku proizvedu oko 194 kg mlijeka. (HPA, 2012) Iz ovih podataka, može se zaključiti kako se mliječnost istarskih ovaca u posljednjih pedesetak godina promjenila. Proizvodnja mlijeka povećala se za 30% s tim da se nisu provodile značajne sustavne selekcije što ukazuje da je ostvaren godišnji napredak od oko 1 kg mlijeka. Također, ustanovljeno je kako 100 ovaca od ukupno 1 397 koje su obuhvaćene kontrolom mliječnosti proizvele više od 300 kg mlijeka u jednoj laktaciji što ukazuje kako u samoj populaciji postoji mogućnost značajnog selekcijskog napretka i poboljšanja odlika mliječnosti pasmine u globalu. Također, tvrdnju koja je napisana u prethodnom paragrafu potvrđuju podaci Hrvatske poljoprivredne agencije (HPA), koji ukazuju kako prosječna laktacija najboljih 100 jedinki tijekom 2015. godine bila 452 kg (Tablica 2.1.).

Tablica 2.1 Pregled zaključenih laktacija istarske ovce u 2015. godini

Redni broj laktacije Lactation number	Broj zaključenih laktacija* Number of recorded lactations	Dužina laktacije (dana) Lactation length (days)	Dužina razdoblja sisanja (dana) Length of suckling period (days)	Dužina razdoblja mužnje (dana) Length of milking period (days)	Ukupna proizvodnja mlijeka u laktaciji (kg) Total milk yield in lactation (kg)	Količina posisanog mlijeka (kg) Milk yield in suckling period (kg)	Razdoblje mužnje / Milking period					
							Količina mlijeka (kg) Milk yield (kg)	Dnevna proizvodnja mlijeka (kg/dan) Milk yield/day (kg/day)	Mast (%) Fat (%)	Mast (kg) Fat (kg)	Bjelančevine (%) Proteins (%)	Bjelančevine (kg) Proteins (kg)
1.	125	192	42	150	184,63	41,68	142,95	0,95	6,91	9,95	5,86	8,38
2.	138	197	40	157	221,66	43,81	177,85	1,11	6,91	12,42	5,81	10,30
3.	120	202	43	159	234,94	49,58	185,36	1,13	6,85	12,53	5,91	10,80
4.	129	191	40	151	203,09	43,12	159,97	1,03	6,97	11,10	5,88	9,37
5. i više	233	201	44	157	203,98	45,03	158,95	0,99	7,17	11,45	5,96	9,44
Prosjeck / Average		197	42	155	208,83	44,64	164,19	1,03	6,99	11,49	5,89	9,63

Izvor: Hrvatska poljoprivredna agencija (2015)

Tablica 2.1. prikazuje kontrolu mliječnosti koju je provela Hrvatska poljoprivredna agencija u 2015. godini. Prema ovim podacima, možemo se zaključiti kako su starija grla istarske ovce proizvela veću količinu mlijeka u usporedbi s mladim jedinkama.

Tablica 2.2 Pregled zaključenih laktacija istarske ovce u 2011. godini

Redni broj laktacije Lactation number	Broj zaključenih laktacija* Number of recorded lactations	Dužina laktacije (dana) Lactation length (days)	Dužina razdoblja sisanja (dana) Length of suckling period (days)	Dužina razdoblja mužnje (dana) Length of milking period (days)	Ukupna proizvodnja mlijeka u laktaciji (kg) Total milk yield in lactation (kg)	Količina posisanog mlijeka (kg) Milk yield in suckling period (kg)	Razdoblje mužnje / Milking period					
							Količina mlijeka (kg) Milk yield (kg)	Dnevna proizvodnja mlijeka (kg/dan) Milk yield/day (kg/day)	Mast (%) Fat (%)	Mast (kg) Fat (kg)	Bjelančevine (%) Proteins (%)	Bjelančevine (kg) Proteins (kg)
1.	198	165	50	115	188,11	62,20	125,91	1,09	6,99	8,66	5,94	7,49
2.	290	169	52	117	186,62	61,82	124,80	1,05	6,73	8,19	5,87	7,30
3.	287	182	60	122	203,55	73,10	130,45	1,06	7,13	9,03	5,86	7,65
4.	193	188	60	128	213,60	71,72	141,88	1,10	7,10	9,77	5,82	8,27
5. i više	429	185	61	124	185,92	65,92	120,00	0,96	7,55	8,56	5,90	7,05
Prosjeck / Average		179	58	121	193,82	66,82	127,00	1,04	7,15	8,76	5,88	7,46

Izvor: Hrvatska poljoprivredna agencija (2011)

Tablica 2.2. prikazuje kontrolu mliječnosti koju je provela Hrvatska poljoprivredna agencija u 2011. Prema ovim podacima, također se može zaključiti kako su starija grla istarske ovce proizvela veću količinu mlijeka u usporedbi s mladim jedinkama. Međutim, prosječna proizvodnja mlijeka bila je manja u usporedbi s podacima iz tablice 2.1. za 2015. godinu što ukazuje kako istarska populacija iz godine u godinu ostvaruje porast broja ovaca pod selekcijskim obuhvatom gdje se za provedbu uzgojnog programa uključena sva grla. No, kontrolu mliječnosti istarske ovce znatno otežava dugi period u kojem janjad sisaju (i do 60 dana), što dovodi do manjeg broja kontrola po ovcu, odnosno često se ne ostvari minimalni broj od tri kontrole koji je potreban za računanje laktacijske proizvodnje (HPA, 2011).

Sevi i sur. (2000) tvrde kako se s povećanjem dobi ovaca razvija žlijezdano tkivo vimena, a to utječe na povećanu sintezu određenih kemijskih sastojaka u mlijeku. Komprej i sur. (2004.) u svojim su istraživanjima uspoređivali vrijednost mlijeka istarske ovce sa slovenskim pasminama (karsolina i bovška ovca) te zaključili kako istarska ovca ima najveći postotni udio masti u mlijeku (7,23%) kao i najveći postotni udio proteina (5,65%).

2.5. Izbor i korištenje rasplodnih ovnova

Općenito u svim ovčarskim sustavima, velika pažnja se pridodaje odabiru očeva kao i njihovom korištenju unutar pojedinog stada. Ovnovi koji se biraju za rasplod moraju imati poznato podrijetlo kako ne bi došlo do nekontroliranog parenja. Osim toga, za rasplod se koriste ovnovi visoke genetske vrijednosti. Prilikom pripusta ovnova u pojedinom stadu, bitno je obratiti pažnju na iskoristivost ovnova. U pravilu jedan ovan može osjementiti četiri ovce u jednom danu. Međutim, bitno je pripaziti da se to ne događa svaki dan. Također, u kontroliranom uzgoju preporuča se pojedinačno parenje zbog bolje kontrole. Osim toga, kod ovakvog načina pripusta, biraju se roditeljski parovi (Mioč i sur, 2011).

Biranjem natprosječnog rasplodnjaka najbrže se ostvaruje genetski napredak budući da jedan ovan ima puno više potomaka u usporedbi s ovcama koje se koriste za rasplod. Prema tome, genetski napredak najbrže se očituje i prati linijom otac-sin i majka-sin zbog čega se vrši detaljno praćenje genetski vrijednih ovnova. Nadalje, takvi ovnovi se testiraju (progeni test) za mliječne osobine.

U populacijama istarske ovce procjena UV ovnova i ovaca za osobine mliječnosti izračunavat će se primjenom BLUP „animal“ modela za osobine: količinu mlijeka, količinu mliječne masti i bjelančevina, sadržaj mliječne masti, bjelančevina i laktoze te broj somatskih stanica u mlijeku tijekom laktacije za sva grla u stadima obuhvaćenim provedbom uzgojnog programa (Mioč i sur, 2011).

2.5.1. Progeni test za mliječnost

Prilikom provedbe uzgojnog cilja na farmama gdje je primarna proizvodnja ovčjeg mlijeka obavezna je provedba progenog testa za mliječna svojstva. Progeni test ovnova se provodi slično kao kod bikova i jarčeva. U obzir se uzimaju najvrijedniji ovnovi koji su pokazali najbolje rezultate na performance i biološkom testu. Progeni test temelji se na podacima o mliječnim odlikama kćeri rasplodnjaka koji su testirani, a podrazumijeva osobine proizvodnje mlijeka i njegove kakvoće (sastava). Na temelju ovih osobina, mogu se dobiti

pouzdani podaci o UV ovnova koji se kasnije procjenjuju primjenom BLUP animal modela (Mioč i sur, 2011).

Prema uzgojnim programima za ovce i koze (Mioč i sur, 2011) u BLUP modelu, koriste se podaci za količinu mlijeka, količinu i sadržaj mliječnih proteina i masti, laktoze te broja somatskih stanica. Mioč i sur. (2011) tvrde kako se UV računaju pomoću indeksa mliječnih proteina (bjelančevina) i masti (IBM) gdje je ekonomska težina za količinu proteina dvostruko veća u usporedbi s mliječnom masti kako je i prikazano u izrazu (1)

$$IBM = 2 \times UV_{bjelančevine} + 1 \times UV_{mast} \quad (1)$$

Selekcija ovaca godinama je bila usmjerena na povećanje mliječnosti. Prema tome, uzgajivačima je bilo u cilju zadržati grla koja imaju najveću mliječnost, a grla male mliječnosti su često bila izlučena iz uzgoja. Uz malu količinu proizvedenog mlijeka, veliki broj somatskih stanica je također bio jedan od faktora zbog kojeg su se grla izlučivala. Međutim, posljednjih godina, velika pažnja se posvećuje samoj morfologiji vimena kao i ostalim čimbenicima koji utječu na varijabilnost morfologije vimena. Druga stavka na koju se obraća pažnja je zdravlje vimena kao i zdravlje te životni vijek jedinki (Barillet, 2007).

Prema uzgojnim programima (Mioč i sur., 2011) predviđeno je izračunavanje UV rasplodnih grla za pojedine funkcionalne osobine vimena. Uzgojni bi se ciljevi fokusirali na zdravlje i morfologiju vimena i prilagodbi strojnoj mužnji kako bi se poboljšala kvaliteta i povećala higijena same proizvodnje. Uz navedeno, nastoji se poboljšati primjena umjetnog osmjemenjivanja, prvenstveno za elitne rasplodnjake kako bi se ubrzao sveukupni proces kontrole. Uzgajivači kao i krovne organizacije susreću se s problemom malih populacija. Odnosno, kako bi se UV očeva mogla procijeniti s određenom točnošću, za jednog ovna potrebno je testirati barem 20 kćeri.

3. Mješoviti model

U populacijama domaćih životinja uvijek su bile uočene razlike, bilo da se radi o vanjskom izgledu, proizvodnim odlikama ili nekim drugim karakteristikama. Na ove karakteristike utječu u velikoj mjeri geni, okolišni uvjeti kao i kombinacija gena i okoliša. Procjenu takvih gena i njihove kretnje kroz generacije je gotovo nemoguće pratiti. Zbog toga su razvijeni različiti matematički modeli kojima se procjenjuju genetski parametri kako bi se lakše opisali utjecaji gena.

Starija istraživanja koja su se bavila procjenom genetskih parametara za svojstva mliječnosti bila su temeljena na procjenama laktacijskih krivulja mliječnosti za ovce i druge vrste domaćih životinja. Međutim, ovakva istraživanja nisu uvijek pružala točne rezultate i bila su kompliciranija za provedbu zbog toga što se UV procjenivala na temelju jednog mjerenja po životinji u jednoj laktaciji i nije se uzimao utjecaj okoliša u obzir (Kompreg i sur., 2009).

Danas je uvriježeno koristiti model s ponavljajućim mjerenjima koji ima prednost u primjeni za odgovarajuća mjerenja. Štoviše, točnost UV je veća s obzirom na veliki broj mjerenja po jednici. Nije potrebno čekati vrijeme laktacije za procjenu određenih svojstava što omogućuje biranje životinja prije sezone parenja a samim time, brži je generacijski interval kao i veća točnost genetske procjene (Kompreg i sur., 2009).

3.1. Uzgojna vrijednost

Kako je prethodno napisano, uzgojna vrijednost (UV) predstavlja aditivni genetski utjecaj životinje koji se prenosi na potomstvo. UV je slučajna varijabla i kada govorimo o procjeni, zapravo govorimo o predviđanju slučajne varijable. Točnost procjene UV ovisi o količini podataka neke životinje.

UV se najjednostavnije može procjeniti unutar neke populacije ili grupe koje žive u gotovo jednakim uvjetima. U istraživanjima gdje se procjenjuje UV životinja, cilj je smanjiti utjecaje okoliša. To se provodi kako bi se dobivene razlike u vrijednostima mogle tumačiti kao posljedica različitih aditivnih vrijednosti. Odnosno, nastoji se dokazati da je neka životinja bolja zbog njene aditivne vrijednosti. U procjenama UV se uz smanjenje utjecaja okoliša nastoji dobiti što veći broj mjerenja na što većem broju životinja koje žive u što sličnijim uvjetima kako bi se povećala točnost procjene (Mrode, 2005).

Kada se razvija model za procjenu UV, potrebno je izraditi adekvatan model koji će koristiti informacije o proizvodnji, porijeklu (rodoslovlju), proizvodnji srodnika te o okolini (uvijeti, vrijeme i mjesto kada su mjerenja provedena).

3.2. „Animal“ model

„Animal“ model oblik je mješovitog modela koji procjenjuje uzgojne vrijednosti jedinki koristeći njihova mjerenja, informacije o porijeklu, vrijednosti genetskih parametara te razlike u okolišnim uvjetima. Ovim modelom moguće je procjeniti uzgojnu vrijednost svih životinja, uključujući one jedinke koje su bez mjerenja uz pretpostavku da svaka jedinka ima poznate srodnike. „Animal“ modelom se povećava točnost procjene te se mogu odvojiti pojedini efekti koji utječu na UV životinja. U ovom modelu slučajni je utjecaj sama životinja, a genetska veza između životinja definira se prema postojećem rodoslovlju. Također model se koristi u raznim studijama budući da se fenotipska varijanca može rastaviti na različite genetske i okolišne čimbenike te omogućuje lakšu procjenu genetskih parametara.

Može se reći kako je „animal“ model zapravo linearni mješoviti model u kojem UV smatramo slučajnim utjecajem. Varijabilnost na koju utječu okolišni uvjeti i drugi neizravni genetički utjecaji, mogu se također procjeniti pomoću ovog modela ukoliko su dostupni fenotipski zapisi i rodoslovlje neke populacije. Iako je „animal“ model dovoljno fleksibilan i može se nositi s varijablama i s velikom količinom podataka koji su nepotpuni, u nekim slučajevima može se smanjiti preciznost i točnost same analize te može uzrokovati pristranosti (Wilson i sur. 2010).

„Animal“ model je dobio ime zbog toga što procjenjuje UV za svaku životinju. UV jedinki uključene su u model kao opisne varijable za promatrano svojstvo fenotipa (Werf, 2002).

Prema tome, jednostavni oblik ovog modela zapisuje se prema formuli (2)

$$y_i = \mu + a_i + e_i, \quad (2)$$

gdje je y_i fenotipska vrijednost jedinke i , μ prosjek populacije, a_i je aditivna genetska vrijednost jedinke i i e_i predstavlja slučajnu grešku. Kod svih mješovitih modela, za svaki slučajni efekt pretpostavlja se da potječe od posebne raspodjele s prosjekom populacije 0 i s nepoznatim varijancama. Za slučajni efekt a_i pretpostavlja se da je varijanca jednaka σ_A^2 , a za efekt greške, varijanca će biti jednaka σ_R^2 . Ukupna fenotipska varijanca za y će biti $\sigma_A^2 + \sigma_R^2$ (Meyer, 1989).

Matrični zapis „animal“ modela dan je formulom (3)

$$y = X\beta + Zu + e, \quad (3)$$

gdje je y vektor observacija za sve jedinke, β predstavlja vektor fiksnih utjecaja, X je matrica (sastoji od nula i jedinica) koja povezuje odgovarajuće fiksne efekte sa svakom jedinkom, Z je matrica odgovarajućih slučajnih efekata za svaku jedinku i e predstavlja vektor greške (Meyer, 1989).

Procjena fenotipske varijance V_p za određeno svojstvo rezultat je razlike između jedinki. U ovom slučaju, misli se na genotipsku razliku između jedinki sastavljenu od aditivne varijance V_A , zatim varijance dominantnosti V_D te varijance interakcije ili epistaze V_I . Budući da se procjena dominantnosti i interakcije teško postiže u neeksperimentalnim uvjetima, procjene se temelje na mjerenju aditivne varijance putem procjene fenotipske sličnosti srodnika. U jednostavnijim slučajevima, fenotipska varijanca se rasčlanjuje na aditivnu varijancu i varijancu okoliša (V_R) koja se tumači kao posljedica utjecaja okoliša uz pretpostavku da varijanca dominantnosti i interakcije čine zanemariv utjecaj na fenotipsku varijancu. Zbog toga heritabilitet u užem smislu h^2 definiran je kao omjer aditivne u fenotipskoj varijanci te opisuje stupanj sličnosti (Falconer i sur., 1996).

3.3. Fiksni i slučajni efekti

„Animal“ model u svojim izračunima koristi se konceptom „*maximum likelihood*“ te uključuje kombinaciju fiksnih i slučajnih utjecaja. Utjecaj je definiran kao fiksni ukoliko postoji malen (konačan) broj razina. Razine predstavljaju populacije, a svaka populacija ima svoj prosjek. Varijabilnost između razina nije objašnjena nekom teoretskom raspodjelom. Slučajni utjecaj je definiran kada postoji velik (beskonačan) broj razina koje predstavljaju slučajani uzorak izvučen iz populacije. Utjecaj ili prosjek pojedine razine je slučajna varijabla s nekom teoretskom raspodjelom (Werf, 2002).

Za definiranje fiksnih i slučajnih utjecaja ne postoji opće načelo, ali postoje pravila kako su efekti s malim brojem razina definirani kao fiksni a utjecaji s velikim brojem razina definirani su kao slučajni utjecaji (Da, 2015).

BLUP ili „Best linear unbiased prediction“ (Najbolje linearno nepristrano predviđanje) je statistička metoda koja se koristi za procjenu UV na način da koristi nepristranu procjenu slučajnih utjecaja u mješovitom modelu u kojem istovremeno procjenjuje fiksne (često

okolišne uvjete npr. sezona, godina, farma i sl.) i slučajne utjecaje (količina mlijeka, visina, težina, veličina legla i sl.) koji utječu na varijabilnost određenog svojstva koje se promatra. BLUP procjenjuje nepoznate prosjeke nepoznatih vrijednosti fenotipova koristeći „*Least Square*“ procjenitelje ili metodu najmanjih kvadrata, zatim procjenjuje genetske vrijednosti koristeći se fenotipskim vrijednostima (Henderson, 1984).

3.4. Mješoviti model s ponavljajućim mjerenjima

Ukoliko su se vršila višestruka (ponovljena) mjerenja za jedno svojstvo neke jedinice (npr. količina mlijeka, težina koja se mjeri više godina zaredom) tada se priča o mješovitom „animal“ modelu s ponavljajućim mjerenjima. Kod takvih modela varijanca između jedinica dijelom je genetska, a dijelom uzrokovana istim okolišnim uvjetima zbog istih okolišnih uvjeta. Utjecaj okoliša e u ovom se modelu dijeli na stalan i promjenjiv okoliš ($e = e_{pe} + e_p$). Prema tome, fenotipska se varijanca sastoji od genetske (aditivne i ne-aditivne) varijance, varijance stalnog okoliša i varijance promjenjivog okoliša. Fenotipska korelacija između mjerenja je jednaka ponovljivosti, a genetska korelacija između mjerenja jednaka je 1. Ponovljivost predstavlja proporciju varijabilnosti utjecaja kojih djeluju stalno na životinju u odnosu na ukupnu varijabilnost (Mrode, 2005).

Prema tome, ponovljivost (Bland i sur., 1986) se može prikazati formulom (4)

$$r = \frac{Var(g) + Var(e_p)}{Var(y)} = \frac{Var(g) + Var(e_p)}{Var(g) + Var(e_{pe}) + Var(e_p)} \quad (4)$$

Gdje je r korelacija između ponovljenih mjerenja na istoj životinji.

Henderson (1975) je opisao model s ponavljajućim mjerenjima formulom (5)

$$y = X\beta + Za + Wpe + \varepsilon \quad (5)$$

Gdje je y vektor opažanja, b vektor za fiksne efekte, a vektor za slučajne efekte, pe vektor utjecaja stalnog okoliša i e predstavlja vektor promjenjivog okoliša. X , Z i W predstavljaju matricu za gore navedene efekte. Prema ovoj formuli može se vidjeti kako samo vektor a definira slučajni aditivni utjecaj životinje, dok su ne-aditivni utjecaji uključeni u vektor pe .

Ukupna varijanca fenotipa je zapisana formulom (6)

$$\text{var}(y) = ZAZ'\sigma_a^2 + WI\sigma_{pe}^2W' + R. \quad (6)$$

Matrični zapis mješovitnog modela za BLUE (funkcija za procjenu b) i BLUP (funkcija za procjenu a i pe) dan je formulom (7)

$$\begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \\ \widehat{pe} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha_1 & Z'W \\ W'X & W'Z & W'W + I\alpha_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \end{bmatrix} \quad (7)$$

4. Materijali i metode

4.1. Prikupljanje podataka

Istarske ovce se uzgajaju na farmama na kojima postoje velike razlike u uvjetima. Tijekom zimskih mjeseci, većinom se primjenjuje držanje ovaca u štali do pojave prve vegetacije početkom ožujka, nakon koje se ovce napasuju na livadama do listopada/studenoga. Proizvodnja mlijeka je sezonska budući da su ovce sezonski poliestrične životinje. Janjenje se najčešće odvija tijekom druge polovice prosinca, dok neki uzgajivači preferiraju početak janjenja s početkom rasta vegetacije u ožujku. Zapisi janjenja istarske ovce se kreću u periodu od kraja rujna do početka svibnja (najveći broj janjenja odvio se u prosincu i siječnju). Razdoblje sisanja (ovisno o namjeni) traje između 30 i 60 dana, a nekada i duže ukoliko se janjad ne koristi isključivo za proizvodnju mesa. Nakon odbića (u dobi između 30 i 60 dana) istarske se ovce muzu dva puta dnevno ručnom ili strojnom mužnjom i mužnja traje do sredine kolovoza, ovisno o dostupnosti vode tijekom ljeta. Uz ispašu, na farmama se ovce tijekom mužnje prihranjuju dodanim krmivima kao što su zob, ječam, kukuruz i sl. (Šalamon, 2013).

Podaci koji su se koristili u ovom diplomskom radu i koji se odnose na rodoslovlje jedinki ustupila je Hrvatska poljoprivredna agencija. Podaci su se prikupljali u vremenskom periodu od 2005. – 2012. godine, a odnose se na mliječnost istarskih ovaca. Podaci za udio mliječne masti (u postocima) i udio mliječnih proteina (u postocima) dobiveni su nakon mjerenja vrijednosti mlijeka koristeći ICAR (International Committee for Animal Recording) propise (ICAR, 2003) na ukupnoj populaciji istarske ovce u Hrvatskoj. Ukupno je bilo 24 290 zapisa mjerenih na 8 375 jedinki u različitim populacijama istarske ovce.

4.2. Korekcija zapisa i čišćenje podataka u rodoslovlju

Datoteka s rodoslovljem uobičajeno je posložena na način da se linija koja specificira roditelje neke jedinke pojavljuje prije druge linije u kojoj ta ista jedinka predstavlja drugoj jedinki jednog od roditelja. Datoteke s rodoslovljem slažu se prema starosti od najstarije jedinke do najnovije generacije potomaka. Sve bi jedinke trebale imati zapis u datoteci s rodoslovljem ali samo one s fenotipskom vrijednosti ili zapisom bi trebali biti u datoteci s mjerenjima (Wilson i sur., 2010).

Rodoslovlje istarske ovce koje je ustupila HPA sadrži zapise od početka bilježenja 1989. do 2012. godine. Ukupan broj životinja u rodoslovlju bio je 24 219. Budući da se radi o

velikom broju podataka, svi zapisi koji su nelogični uklonjeni su iz rodoslovlja kako ne bi imali utjecaj na ukupnu procjenu budući da su genetske veze između životinja od bitne važnosti. Iz rodoslovlja su uklonjene životinje koje imaju duple zapise, životinje za koje je zapisano stoji da su rođene prije svojih roditelja te ovnovi koji su kodirani kao majke i ovce koje su kodirane kao očevi.

Tablica 4.1. Prikaz broja jedinki po generacijama u rodoslovlju

Generacija	Frekvencija jedinki u originalnom rodoslovlju	Frekvencija jedinki u reduciranom rodoslovlju
0	1710	767
1	2781	462
2	3438	541
3	2886	477
4	3310	464
5	3408	685
6	2647	2647
7	1236	1236
8	201	201
9	11	11
UKUPNO	21628	7491

Tablica 4.1. prikazuje broj generacija s ukupnim brojem frekvencija tj. brojem jedinki po svakoj generaciji. Podaci su prikazani za dva rodoslovlja. U originalnom rodoslovlju od ukupnog broja od 24 219 jedinki, bilo je isključeno 9% zapisa koji su bili nelogični. Zatim smo dobili rodoslovlje koji sadrži 21 628 jedinki prikazano u tablici 4.1. Zbog velike količine podataka, rodoslovlje je bilo potrebno smanjiti. Prema tome, rodoslovlje koje će se kasnije koristiti za izgradnju mješovitog modela rezano je na posljednje četiri generacije i sadrži ukupno 7 491 jedinke.

U tablici 4.2. prikazane su karakteristike očišćenog i reduciranog rodoslovlja. Omjer spolova u rodoslovlju je nesrazmjernan gdje ukupno ima 22.98% ovnova i 77.02% ovaca. Od ukupnog broja od 7 491 životinja, njih 51.78% ih je imalo potomke dok je njih 48.22% bilo bez potomaka. Od ukupnog broja jedinki koje su imale potomke, bilo je ukupno 8.40% (326)

ovnova i 91.60% (3 553) ovaca. Broj zasnivača (eng. *foundera*) u ovom rodoslovlju iznosi 767, a od tog broja ukupno je 7.69% ovnova i 92.31% ovaca.

Od ukupno 1 722 ovnova njih svega 18.93% (326) ima potomke. Na broj ovnova s potomstvom, njih 18.10% su zasnivači rodoslovlja i imaju ukupno 717 potomaka, dok na ovnove koji nisu zasnivači rodoslovlja otpada ukupno 81.90% i oni imaju 5 851 potomaka.

Tablica 3.2. Karakteristike rodoslovlja istarske ovce

	Broj jedinki u rodoslovlju	Zasnivači	Jedinke s potomstvom	Jedinke bez potomaka
Broj ovnova	1722	59	326	1396
Broj ovaca	5769	708	3553	2216
Ukupno	7491	767	3879	3612

4.3. Mjereni podaci

S obzirom da su se mjerenja vršila u više navrata na određeni broj ovaca, logično je da postoje mjerenja s greškom. Kako ta mjerenja ne bi utjecala na cjelokupnu analizu, bilo je potrebno očistiti podatke, odnosno ukloniti vrijednosti koje previše odstupaju od prosjeka kao i ukloniti jedinke koje nemaju vrijednosti za svaku varijablu.

Ukupan broj zapisa prije obrade podataka bio 24 290 mjerenih u više različitih stada ukupnog broja 8 375 jedinki. Podatke je bilo potrebno korigirati kako bi ih se moglo statistički obraditi. Od ukupnog broja ovaca 8 375, iz podataka su se uklonile jedinke koje nisu imale zapise za večernju mužnju te je broj ovaca tada iznosio 8 148. Zatim su se uklonile jedinke koje nisu imali podatke za redoslijed laktacije (ostalo 7 088 ovaca). Slijedeći korak je bio ukloniti sve jedinke koje su imale manje od tri mjerenja po laktaciji (ostalo 3 870 ovaca). Zatim se broj ovaca korigirao prema početku kontrole laktacije nakon čega je bilo 2 837 ovaca koje sadrže 17 723 zabilježenih mjerenja (s datumom početka laktacije). Zatim su se opažanja spojila i usporedila s rodoslovljem nakon čega je ostalo 2 639 ovaca s ukupno 17 723 zapisa. Potom su se radile korekcije na varijablama gdje su ovce za svaku varijablu trebale imati minimalno tri zapisa. Također, u obzir su uzete farme i laktacije koje su imale minimalno 50 zapisa. Nakon ovih korekcija ukupni broj ovaca koje su mjerene iznosio je 1 412 (8 830 mjerenja) za mast i 1 408 (8811 mjerenja) za proteine. Broj ovaca koje su u rodoslovlju iznosio je 7 491.

Mjerenja s vrijednostima višim od jednog i pola interkvartilnog razmaka od vrijednosti trećeg kvartila te mjerenja s vrijednostima nižim od jednog i pola interkvartilnog razmaka od

vrijednosti prvog kvartila, također su izbačene iz seta podataka, te ponovno zapisi životinja u određenoj laktaciji s brojem opažanja manjim od 3.

4.3.1. Zavisne varijable

Varijable koje će u modelu biti definirane kao zavisne, odnose se na mliječnost ovaca, to su postotni udio masti te postotni udio proteina u mlijeku s obzirom na napomenu programa uzgoja ovaca u Hrvatskoj koji navodi važnost provedbe kontrole sadržaja mliječne masti i bjelančevina u mlijeku ovnovskih kćeri uz praćenje ukupno proizvedenog mlijeka u laktaciji, dužine laktacije i broja somatskih stanica u mlijeku (Mioč i sur., 2011). Odabirom postotnih udjela za analizu, u odnosu na količinu proteina i količinu mliječne masti, izbjegava se potencijalna pogreška uzorka u mjerenju proteina i masti ukoliko je sama količina mlijeka mjera koja je izmjerena s greškom, jer se postotak izračunava na temelju volumena uzorka za kemijsku analizu, a ne na temelju ukupne količine pomuzenog mlijeka u određenom mjerenju. Velike su razlike u varijabilnosti u njihovim mjerenjima, dijelom zbog genetske a dijelom zbog okolišne različitosti. Na dio varijabilnosti koja je uzrokovana okolišnim uvjetima utječe nekoliko bitnih faktora, a to su: farma, redni broj laktacije, godina mjerenja, mjesec mjerenja te mjesec u kojem su se janjile ovce u vremenu kada su vršena mjerenja.

Tablica 4.3. Osnovna statistika za varijable

Varijabla	N	Prosjek	Std. Devijacija	Minimum	Maximum
Mast (%)	8830	7.32	1.53	2.08	12.75
Proteini (%)	8811	5.97	0.64	3.94	8.17
Dol (proteini)	8811	117.17	45.07	11	248
Dol (mast)	8830	118.44	45.18	11	249

U tablici 4.3. prikazane su osnovne statističke informacije za varijable koje će se kasnije koristiti u izgradnji modela. Također u tablici je prikazana varijabla (Dol) koja predstavlja dan u laktaciji kada su vršena mjerenja.

Prema tablici 4.3 vidljivo je kako je ukupni prosjek za postotni udio masti u mlijeku bio 7.32%. Postotni udio mliječne masti mjeren je na 25 farmi na ukupno 1 412 jedinki s 8 830 opažanja. Najveći ostvareni postotni udio masti iznosio je 12.75%. Najmanji broj opažanja po

farmama bio je 46 dok je najveći broj opažanja iznosio 1 204. Najmanji prosjek na farmi iznosio je 6.51% g dok je najveći iznosio 7.85%.

Za postotni udio proteina u mlijeku, ukupni prosjek bio je 5.97% a najveći postotni udio proteina bio je 8.17% što je vidljivo iz tablice 5. Ukupno je bilo 8 811 mjerenja za 1 408 jedinki. Najveći prosjek za postotni udio proteina u mlijeku bio je 6.35% i to na farmi koja je imala 853 mjerenja. Najmanji prosjek za postotni udio proteina iznosio je 5.64% s ukupno 97 mjerenja.

4.3.2. Detekcija ekstremnih vrijednosti

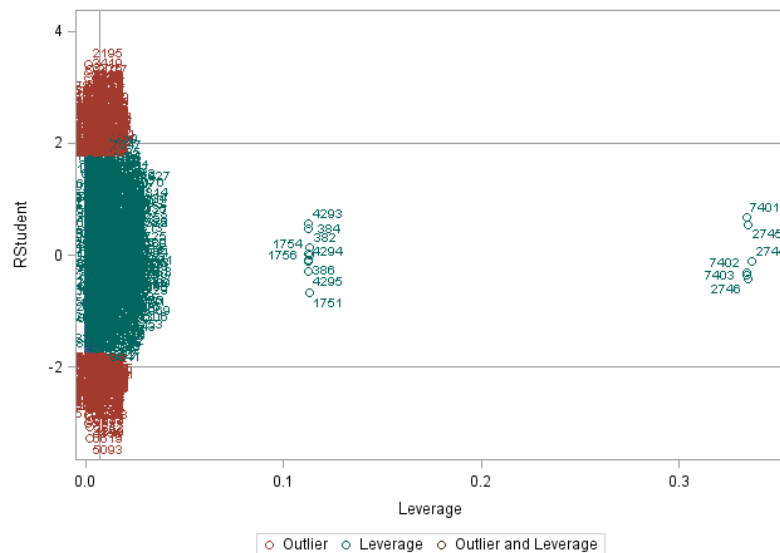
Prilikom obrade podataka i provođenja statistike za određeni skup podataka, potrebno je detektirati i ukloniti ekstremne vrijednosti podataka. Ovakvi zapisi često znaju biti posljedica greške prilikom mjerenja i upisa podataka, odnosno mogu ukazivati na pogrešku u eksperimentu ili u samoj proceduri. Često se prikazuju kao granične vrijednosti za dani skup podataka. Potrebno ih je analizirati i detektirati definiranjem fiksnih utjecaja na blokove i tretmane. Ekstremne vrijednosti detektirane su pomoću procedura u programu SAS (2011.) i to sljedećim procedurama: proc transreg, proc reg, proc univariate te proc means. Navedene procedure provedene su za zavisne varijable postotnog udijela masti i proteina u mlijeku. U obzir su se uzele nezavisne (blok) varijable koje predstavljaju godinu u kojoj su odrađena mjerenja, redni broj laktacije, mjesec janjenja te mjesec uzorkovanja. Podaci su se analizirali opisnom statistikom koristeći numeričke i grafičke metode. Opažanja koja su u većoj mjeri odstupala od prosjeka za navedene zavisne varijable, uklonjena su iz skupova podataka koji će se dalje koristiti za izgradnju modela. Procedurama su procijenjeni koeficijenti regresije kao i standardne greške za zavisne varijable. Osim toga, očitale su se ekstremne vrijednosti pomoću procjene Rstudent i Cook.

Za zavisnu varijablu postotni udio masti ukupno je bio 8 830 opažanja dok za varijablu postotnog udijela proteina, ukupno je bilo 8 811 opažanja. Opažanja za obje varijable mjerena su na ukupno 1 522 životinja. Podaci su bili analizirani pomoću programa za statističku obradu podataka SAS s kojim se detektirao određeni broj ekstremnih vrijednosti. Nakon toga, opažanja koju su pokazala velika odstupanja uklonjena su iz skupa podataka.

Na slikama (4.1, i 4.2.) netipične vrijednosti opažanja (*eng. outliers*) za dvije zavisne varijable su naznačene narančastom bojom i može se zaključiti kako se sve ekstremne vrijednosti nalaze izvan normalnih granica dobivenih vrijednosti. Ukoliko bi se povukao

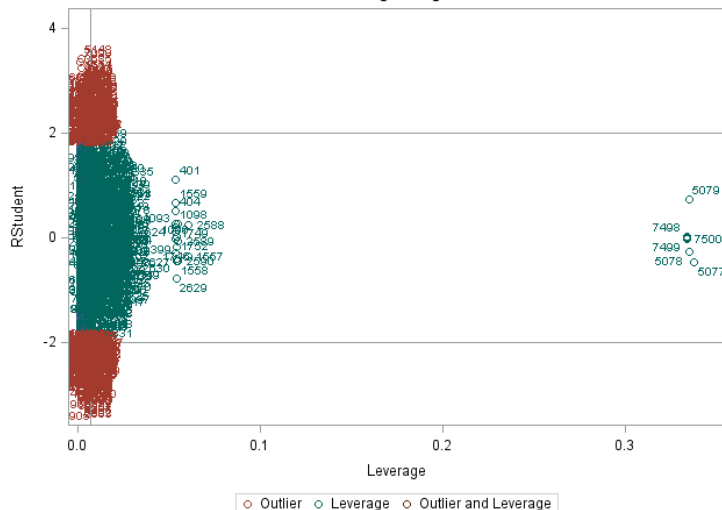
imaginarni pravac kroz zadani skup podataka, narančaste točke ekstremnih vrijednosti bile bi na određenoj udaljenosti od tog pravca, upravo ta udaljenost naziva se ostatak. Točke označene zelenom bojom predstavljaju potencijalne vrijednosti prevage (eng. *leverage*) i također utječu na regresijski pravac jer se njihova vrijednost po x osi nalazi van danog intervala. Smeđe točke predstavljaju opažanja koja su predstavljaju i netipične vrijednosti i potencijalne vrijednosti prevage. Općenito, opažanja koja se nakon čišćenja i dalje predstavljaju kao ekstremne vrijednosti nisu uklonjene iz skupa podataka budući da nemaju značajan utjecaj na pravac.

Za varijablu postotni udio proteina u mlijeku raspored ekstremnih vrijednosti vidljiv je na slici 4.1. Ukupno je uklonjeno 17.98% opažanja, odnosno 1 584 opažanja te je ostalo 8 811 mjerenja. Raspon unutar grafa za ovu varijablu na y osi iznosi od -2 do 4 dok na x osi raspon ima vrijednost između 0 i 0.3.



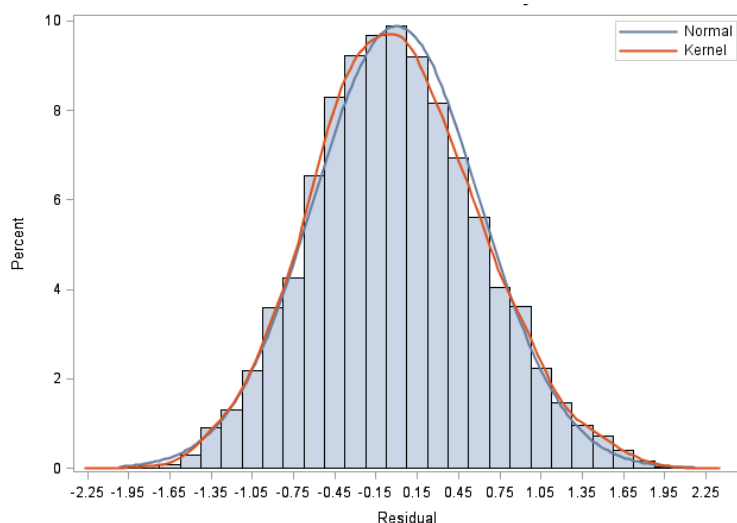
Slika 4.1. Dijagnostika ekstremnih vrijednosti za postotni udio proteina. Crvene oznake predstavljaju netipične vrijednosti, zelene oznake predstavljaju potencijalne vrijednosti prevage, a smeđe oznake predstavljaju kombinaciju prethodno navedenih vrijednosti. Y os označava R studentovu procjenu dok X os označava stupanj pristranosti.

Za varijablu postotni udio mliječne masti raspored ekstremnih vrijednosti prikazane su na slici 4.2. Uklonjeno je 17.72% , odnosno 1 565 opažanja te je ostalo 8 830 opažanja. Raspon unutar grafa za ovu varijablu na y osi iznosi od -2 do 4 dok na x osi raspon ima vrijednost između 0 i 0.3.

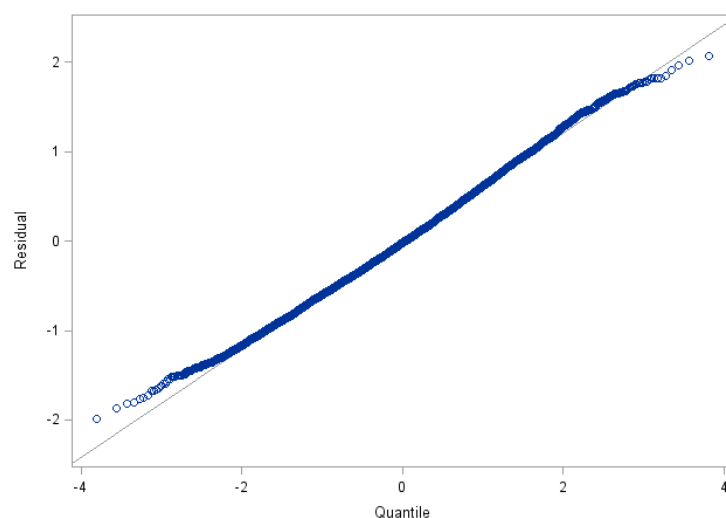


Slika 4.2. Dijagnostika ekstremnih vrijednosti za postotni udio proteina. Crvene oznake predstavljaju netipične vrijednosti, zelene oznake predstavljaju potencijalne vrijednosti prevage, a smeđe oznake predstavljaju kombinaciju prethodno navedenih vrijednosti. Y os označava R studentovu procjenu dok X os označava stupanj pristranosti.

Na slici 4.3. prikazana je distribucija ostataka za varijablu postotni udio proteina u mlijeku. Na grafu prikazane su normalna i empirijska krivulja. Empirijska krivulja za ovu varijablu poklapa se s normalnom krivuljom, što znači da je distribucija ostataka normalna. Na slici 4.4. prikazan je QQ graf za istu varijablu koji predstavlja ostatke za postotni udio proteina. Prema ovom grafu može se zaključiti kako se većina točkica nalazi na pravcu ili dovoljno blizu pravca što nam ukazuje na dobru distribuciju ostataka.

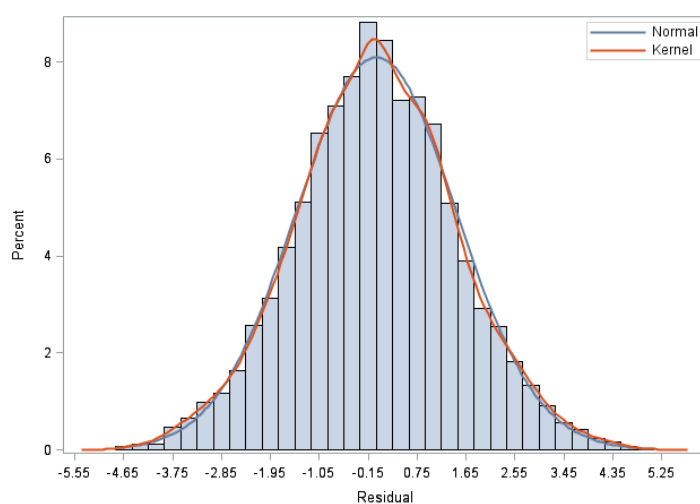


Slika 4.3. Prikaz raspodjele ostataka za varijablu postotni udio proteina u mlijeku. Uz histogram, prikazane su normalna (plava) i empirijska krivulja (crvena). X os označava ostatke, Y os označava postotke.

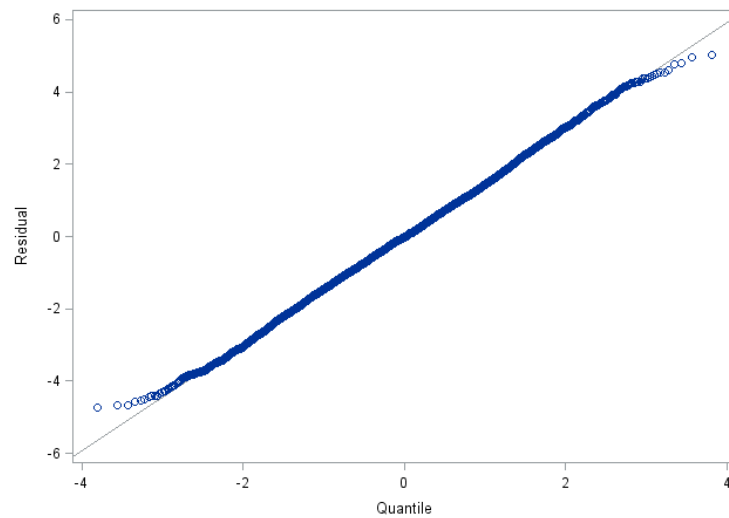


Slika 4.4. Prikaz QQ grafa za ostatke za postotni udio proteina. Na grafu su prikazani pravac i točke koje predstavljaju distribuciju ostataka. X os označava kvanitle, Y os označava distribuciju ostataka.

Na slici 4.5. prikazana je distribucija ostataka za varijablu postotni udio mliječne masti u mlijeku. Na grafu su prikazana normalna i empirijska krivulja. Empirijska krivulja za ovu varijablu poklapa se s normalnom krivuljom, što znači da je distribucija ostataka normalna. Na slici 4.6. prikazan je QQ graf za istu varijablu koji predstavlja ostatke za postotni udio mliječne masti. Prema ovom grafu može se zaključiti kako se većina točaka nalazi na pravcu ili dovoljno blizu pravca što nam ukazuje na dobru distribuciju ostataka.



Slika 4.5. Prikaz raspodjele ostataka za varijablu prinos mlijeka. Uz histogram, prikazane su normalna (plava) i empirijska krivulja (crvena). X os označava ostatke, Y os označava postotke.

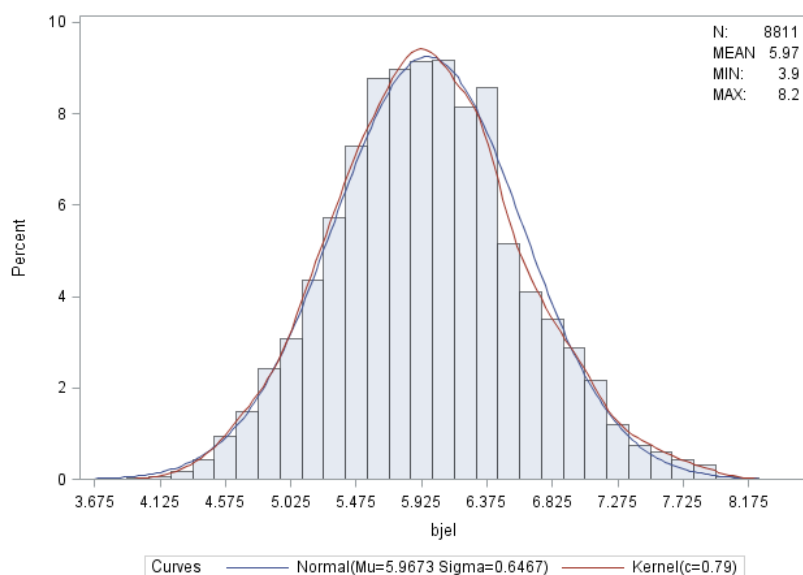


Slika 4.6. Prikaz QQ grafa za ostatke za postotni udio mliječne masti. Na grafu su prikazani pravac i točke koje predstavljaju distribuciju ostataka. X os označava kvanitle, Y os označava distribuciju ostataka.

4.4. Opis mjerenih varijabli

Nakon dijagnostike ekstremnih vrijednosti i opisa podataka, zavisne varijable uvedene su u procedure kojima su dobivene osnovne statističke analize kao što su prosjek, granične vrijednosti, standardne devijacije, vrijednosti opažanja po kvantilima te histograme s normalnim i empirijskim raspodjelama za dani skup podataka. Jedinice vremena u ovim podacima su godine (8 godina), mjeseci uzorkovanja (8 mjeseci) te mjeseci janjenja (8 mjeseci). Također, u obzir se uzeo redni brojevi laktacije, budući da ovce daju različitu količinu mlijeka (različitog sastava) u različitom stadiju laktacije.

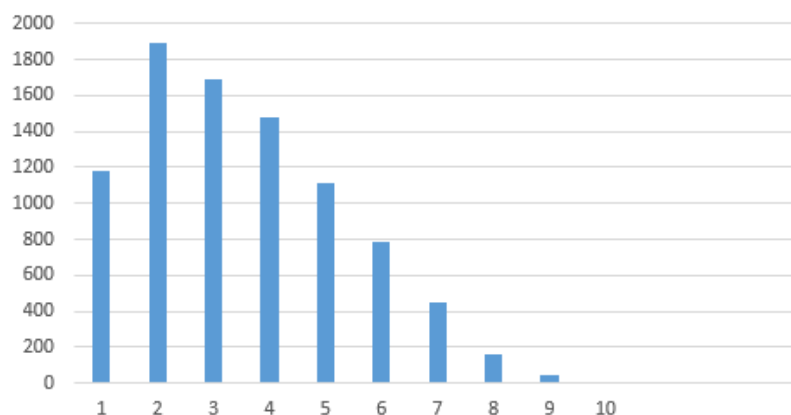
Slika 4.7. prikazuje distribuciju varijable za postotni udio proteina u mlijeku. Podaci za ovu varijablu imaju normalnu raspodjelu što dokazuje i poklapanje normalne i empirijske krivulje. Prosjek od 5.97% poklapa se s najučestalijim vrijednostima za ovu varijablu u cijeloj populaciji. Najveći ostvareni postotni udio proteina iznosio je 8.2% dok je minimalni postotni udio iznosi 3.9%.



Slika 4.7. Raspodjela varijable postotni udio proteina. *N*: broj opažanja; *MEAN*: prosječna vrijednost; *MIN*: najmanja vrijednost opažanja; *MAX*: najveća vrijednost opažanja. Na slici su uz histogram prikazane empirijska (crvena) i normalna (plava) krivulja. *X* os označava vrijednosti za postotni udio proteina, *Y* varijabla označa postotak koje vrijednosti imaju u skupu podataka.

Na slici 4.8. prikazan je graf koje prikazuju broj opažanja za varijablu postotni udio proteina prema rednom broju laktacije. Najveći je broj opažanja bio u 2. laktaciji (21.54%) mjerenja, dok je najmanji broj opažanja bio u 10. laktaciji (0.1%). Najveći prosjek za postotni udio proteina ostvaren je u 10. laktaciji i iznosio je 6.17%. dok je najmanji prosjek ostvaren u

8. laktaciji gdje je iznosio 5.88%. Maksimalni postotni udio proteina iznosio je 8.2% i ostvaren je u 4. laktaciji.

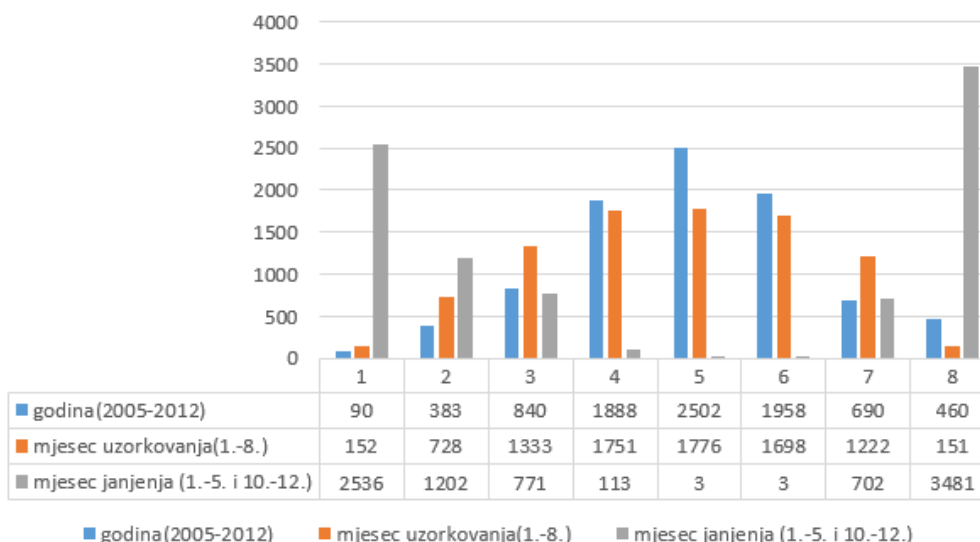


Slika 4.8. Broj opažanja za postotni udio proteina prema rednom broju laktacije. *X* os označava redni broj laktacije, *Y* os prikazuje broj opažanja.

Nezavisne varijable koje predstavljaju vremenske varijable prikazane su u slici 4.9. Svaka varijabla ima 8 razina. Prva varijabla predstavlja godinu. Kako su mjerenja prikupljena u periodu od 2005. do 2012. godine, varijabli su dodijeljene razine, njih ukupno 8. Prema slici 14. može se zaključiti kako je najviše mjerenja (28.4%) izvršeno u 2009. godini (5. razina), a najmanje (1.02%) u 2005. godini (1. razina). Ukoliko uspoređujemo prosjeke za postotni udio proteina po godinama, najveći prosjek bio je u 5. godini (2009.) i iznosio je 8.2%, dok je najmanji prosjek iznosio 3.9% zabilježen u 4. godini (2008.).

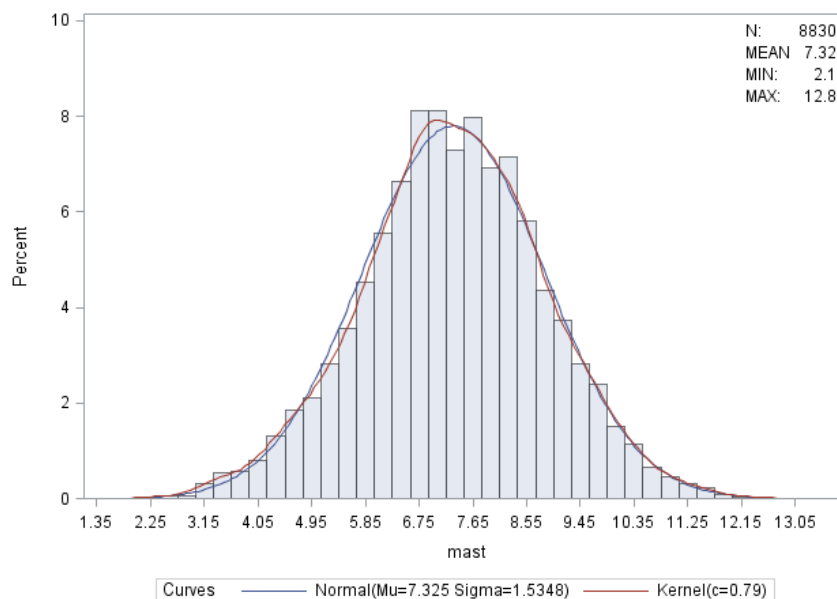
Druga varijabla predstavlja mjesec uzorkovanja u godini. Mjeseci uzorkovanja imaju raspon od 1. do 8. mjeseca, odnosno od siječnja do kolovoza. Najveći broj opažanja je bio u 5. mjesecu (20.15%) dok je najmanji bio u 8. mjesecu (1.71%). Najveći prosjek za postotni udio proteina ostvaren je u 8. mjesecu i iznosio je 6.62% dok je najmanji prosjek iznosio 5.81% zabilježen u 4. mjesecu.

Zadnja varijabla predstavlja mjesec u kojem su se janjile ovce u vremenu kada su vršena mjerenja. Raspon je uvjetovan činjenicom kako su ovce sezonski poliestrične životinje i kreće se od siječnja do svibnja (1.-5.), te od listopada do prosinca (5.-8.). Najveći broj opažanja ostvaren je u prosincu (39.51%) budući da se u tom periodu ovce najčešće janje, dok je najmanji broj opažanja ostvaren u svibnju i u listopadu (0.03%). Najveći prosjek za postotni udio masti ostvaren je u siječnju i iznosio je 8.1% dok je najmanji prosjek iznosio 3.9% također ostvaren u siječnju.



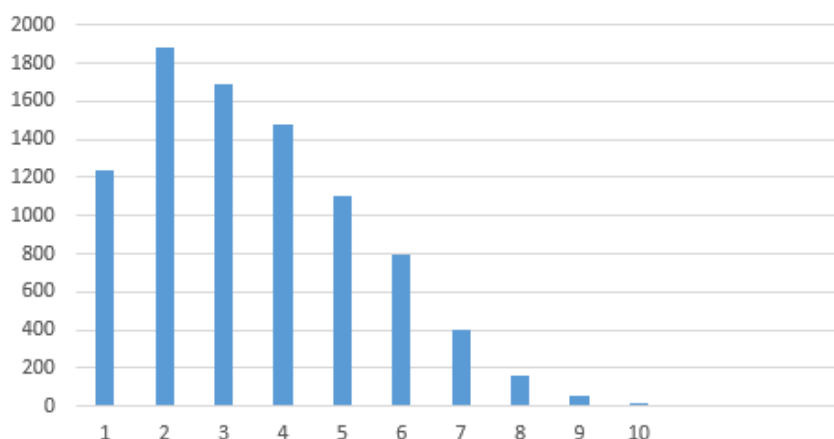
Slika 4.9..Broj opažanja za postotni udio proteina po godini, (8 razina, 2005.-2012. godine), po mjesecu mjerenja (8 razina, 1.-8. mjeseca) i po mjesecu janjenja (8 razina, 1.-5. i od 10.-12. mjeseca). X os predstavlja vremenske varijable od kojih svaka ima 8 razina. Y os predstavlja broj opažanja za svaku varijablu. Plavom bojom označen je broj opažanja po godinama, narančastom bojom označen je broj opažanja po mjesecima uzorkovanja i sivom bojom označen je broj opažanja u mjesecima kada su se ovce janjile.

Slika 4.10. prikazuje distribuciju varijable za postotni udio masti u mlijeku. Podaci za ovu varijablu imaju normalnu raspodjelu. Prosjek od 7.32% poklapa se s najučestalijim vrijednostima za ovu varijablu u cijeloj populaciji. Ova varijabla prolazi većinu testova normalnosti kada se analizira po faktorima. Najveći ostvareni postotni udio proteina iznosio je 12.8% dok je minimalni iznosio 2.1%.



Slika 4.10. Raspodjela varijable postotni udio mliječne masti. broj opažanja; MEAN: prosječna vrijednost; MIN: najmanja vrijednost opažanja; MAX: najveća vrijednost opažanja. Na slici su uz histogram prikazane empirijska (crvena) i normalna krivulja (plava). X os označava vrijednosti za postotni udio mliječne masti, Y varijabla označa postotak koje vrijednosti imaju u skupu podataka.

Na slici 4.11. prikazan je graf koje prikazuju broj opažanja za varijablu postotni udio masti prema rednom broju laktacije. Najveći je broj opažanja bio u 2. laktaciji (21.3%) mjerenja, dok je najmanji broj opažanja bio u 10. laktaciji (0.21%). Najveći prosjek za postotni udio masti ostvaren je u 5. laktaciji i iznosio je 7.43% dok je najmanji prosjek ostvaren u 10. laktaciji gdje je iznosio 7.01%. Maksimalni postotni udio proteina iznosio je 12.8% i ostvaren je u 3. laktaciji.

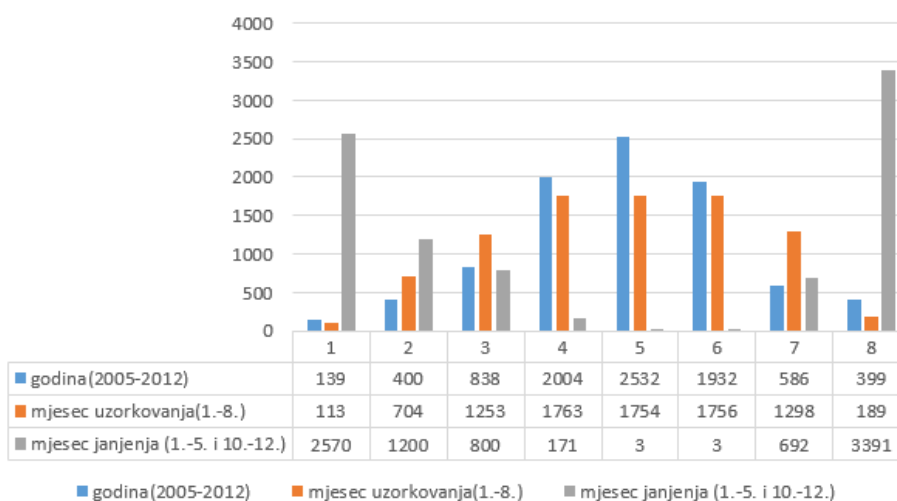


Slika 4.11. Broj opažanja za postotni udio masti prema rednom broju laktacije. X os označava redni broj laktacije, Y os prikazuje broj opažanja.

Nezavisne varijable koje predstavljaju vremenske varijable prikazane su u slici 4.12. Svaka varijabla ima 8 razina. Prva varijabla predstavlja godinu. Kako su mjerenja rađena u periodu od 2005. do 2012. godine, varijabli su dodijeljene razine, njih ukupno 8. Prema slici 17. može se zaključiti kako je najviše mjerenja (28.67%) izvršeno u 2009. godini (5. razina), a najmanje (1.57%) u 2005. godini (1. razina). Ukoliko uspoređujemo prosjeke za postotni udio masti po godinama, najveći prosjek bio je u 2. godini (2006.) i iznosio je 7.92%, dok je najmanji prosjek iznosio 6.87% zabilježen u 1. godini (2005.).

Druga varijabla predstavlja mjesec uzorkovanja u godini. Mjeseci uzorkovanja imaju raspon od 1. do 8. mjeseca, odnosno od siječnja do kolovoza. Najveći broj opažanja je bio u 4. mjesecu (19.97%) dok je najmanji bio u 1. mjesecu (1.28%). Najveći prosjek za postotni udio masti ostvaren je u 7. mjesecu i iznosio je 7.77% dok je najmanji prosjek iznosio 6.71% zabilježen u 1. mjesecu.

Zadnja varijabla predstavlja mjesec u kojem su se janjile ovce u vremenu kada su vršena mjerenja. Raspon je uvjetovan činjenicom kako su ovce sezonski poliestrične životinje i kreće se od siječnja do svibnja (1.-5.), te od listopada do prosinca (5.-8.). Najveći broj opažanja ostvaren je u prosincu (38.40%) budući da se u tom periodu ovce najčešće janje, dok je najmanji broj opažanja ostvaren u svibnju i u listopadu (0.03%). Najveći prosjek za postotni udio masti ostvaren je u veljači i iznosio je 8.48% dok je najmanji prosjek iznosio 7.26% ostvaren u prosincu.



Slika 4.12. Broj opažanja za postotni udio masti po godini, (8 razina, 2005.-2012. godine), po mjesecu mjerenja (8 razina, 1.-8. mjeseca) i po mjesecu janjenja (8 razina, 1.-5. i od 10.-12. mjeseca). X os predstavlja vremenske varijable od kojih svaka ima 8 razina. Y os predstavlja broj opažanja za svaku varijablu. Plavom bojom označen je broj opažanja po godinama, narančastom bojom označen je broj opažanja po mjesecima uzorkovanja i sivom bojom označen je broj opažanja u mjesecima kada su se ovce janjile.

4.5. Modeli za analizu podataka

"Animal" modelom u statističkom programu SAS 9.4 (SAS, 2013) izvršit će se procjena genetskih parametara i uzgojnih vrijednosti proizvodnje i sastava mlijeka istarske ovce. Model koji se koristi za procjenu potrebno je prilagoditi definiranjem fiksnih utjecaja. Fiksni utjecaji definirat će se u SAS programu pomoću procedure MIXED. Mjerit će ukupan utjecaj fiksnih varijabli na zavisne varijable postotni udio masti i proteina u mlijeku. Opažanje (y) predstavlja medijan od postotnih mjerenja za svaku ovcu u određenoj godini.

Modeliranje će se temeljiti na određivanju fiksnih utjecaja farme, godine i mjeseca janjenja, broja laktacije. Rezultati modela neće biti precizni ukoliko se unutar kategorija fiksnih utjecaja nalazi mali broj opažanja. Ujedno, točnost rezultata modela uvjetovana je kvalitetnim definiranjem kategorija za pojedine fiksne utjecaje. Prema tome, pojedine kategorije unutar fiksnog utjecaja koji imaju približno jednake prosjeke, bilo je potrebno staviti u iste kategorije. Osim toga, mjerenja su odrađena kroz duži period nekoliko puta i kod takvih modela varijanca između jedinki dijelom je genetska, a dijelom zbog istih okolišnih uvjeta. Aditivna genetska vrijednost ovce biti će slučajan utjecaj u mješovitom modelu. Za obje zavisne varijable, računao se izraz za mješoviti model kroz prve tri laktacije.

U formuli (8) prikazani su izrazi mješovitih modela za zavisne varijable postotnog udijela mliječne masti i postotnog udijela mliječnih proteina u mlijeku.

$$y_{fjmn} = \mu + J_m * V_f * M_j + a_n + e_{fjmn} \quad (8)$$

Gdje je:

Y_{fjmn} = godišnji procijenjeni postotni udio mliječne masti/mliječnih proteina

J_m = fiksni utjecaj za godinu u kojoj su se vršila mjerenja ($m = 1 - 7$; klaster godina kada su vršena mjerenja)

V_f = fiksni utjecaj za farmu ($f = 1 - 13$; klaster farmi)

M_j = fiksni utjecaj za mjesec janjenja ($j = 1 - 3$; klaster mjeseci janjenja)

a_n = slučajni aditivni utjecaj životinje ($n = 7491$)

e_{fjmn} = ostatak

Matrični zapis modela prikazan je izrazom (9)

$$y = X\beta + Za + Wpe + \varepsilon \quad (9)$$

Gdje je:

y = vektor opažanja

β = vektor parametara za fiksne utjecaje

a = vektor parametara za aditivni utjecaj životinje

pe = vektor parametara za slučajni utjecaj okoliša

X = matrica za fiksne utjecaje

W = matrica za aditivne utjecaje i za slučajne utjecaje okoliša

Aditivna matrica koje se koristila u izračunima modela dobivena je u prethodnim izračunima rodoslovlja istarske ovce u SAS programu procedurom inbreed koja je u sebi brojala ukupno 7 491 jedinki i odnosi se isključivo na životinje za koje postoje zapisi mjerenja. Procjena uzgojne vrijednosti vršila se za sve jedinke.

5. Rezultati i rasprava

Uzgojne vrijednosti procijenjene su za zavisne varijable za tri perioda laktacije. U obzir su se uzimale UV istarskih ovnova s ciljem procjene i odabira najboljih rasplodnjaka za ovu pasminu. Procjene UV za rasplodnjake dobivene su na temelju informacija ovnovskih kćeri na kojima su se vršile kontrole mliječnosti. Prema korištenom rodoslovlju, ukupno je bilo 326 ovnova s potomstvom.

Za zavisnu varijablu postotni udio proteina u mlijeku izračunate su UV za sve ovnove s potomstvom tijekom tri laktacije. U obzir se uzimala sezona janjenja kada ovce započinju svoju laktaciju. Budući da se ovce u pravilu janje između listopada i veljače, zadnji mjeseci u godini (listopad, studeni i prosinac) definirani su kao sljedeća godina. Odnosno, jedna sezona obuhvaća period između listopada do travnja sljedeće godine. UV za ovnove izračunate su za tri različite sezone i za svaki period prikazano je dvadeset ovnova kojima je procijenjena najviša UV u sezoni temeljeno na mjerenjima njihovih kćeri.

U tablici 5.1. prikazano je 20 ovnova kojima je procijenjena najviša UV za svaku laktaciju za varijablu postotni udio mliječnih proteina. U tablici je prikazano ukupno 60 ovnova koji su poredani po veličini s obzirom na procijenjenu UV. Također, jasno se može uočiti kako se neki ovnovi koji su ostvarili najbolje rezultate u 1. laktaciji uopće ne nalaze u dvadeset najboljih za 2. ili 3. laktaciju. Rezultati veoma variraju. Pa tako neki ovnovi kojima je procijenjena visoka UV za 1. laktaciju, u 2. se nalaze negdje u sredinu dok se u trećoj nalaze pri dnu. Takav rezultat može biti posljedica samog genotipa ovce jer bez obzira na UV rasplodnjaka, postotni udio proteina ovisi o pasmini. Povećanjem količine mlijeka kroz laktacije mijenjaju se i postotni udijeli mliječne masti i proteina u mlijeku. Kako proizvodnja mlijeka počinje opadati krajem laktacije, prosječna količina mliječnih proteina raste u odnosu na početak laktacije. Također, s kasnijim laktacijama postotni udio mliječnih proteina prati porast u usporedbi s prethodnim, početnim laktacijskim razdobljima. U tablici 5.1. su prikazani ovnovi koji se pojavljuju u dvije laktacije i označeni su istom bojom. Odnosno, jedna boja predstavlja ovna koji se pojavljuje u više laktacija čija je UV uvrštena u prvih dvadeset. Dakle, na ovaj način označeni su ovnovi kojima je procijenjena visoka UV za dvije laktacije. Prema tablici se može zaključiti kako takvih ovnova ima jako malo. Ni jedan ovan nije bio među najboljima za sve tri laktacije. Osim prethodno navedenih razloga, razlike UV ovnova po laktacijama mogu biti i posljedica okoliša u kojem su ovce živjele kao i hrana koju su konzumirale tijekom kontrola. Također, možda se neki fiksni utjecaji nisu uzeli u obzir. Također, razlog tome može biti i manjak mjerenja za pojedina razdoblja laktacija u kojima se

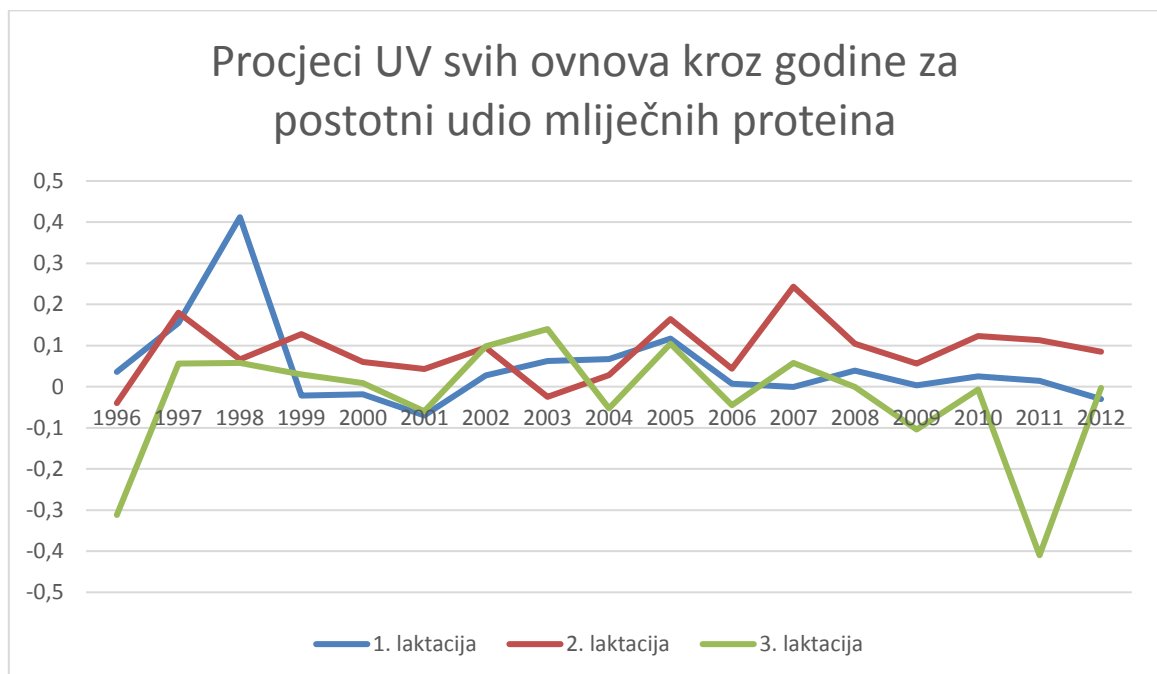
nije ostvario dovoljno velik broj mjerenja. Ukoliko se uspoređuju UV po laktacijama, može se zaključiti kako se prosječna procjena UV kreće oko 0.2. Za varijablu postotni udio proteina ukupno je bilo 7 ovnova koji su se nalazili u 20 najboljih za dvije laktacije.

Tablica 5.1. Prikaz dvadeset najboljih ovnova za zavisnu varijablu postotni udio mliječnih proteina u mlijeku kroz tri laktacije

1. laktacija					2. laktacija					3. laktacija				
	ID ovna	Procjenjena UV	Stand. greška	Sezona		ID ovna	Procjenjena UV	Stand. greška	Sezona		ID ovna	Procjenjena UV	Stand. greška	Sezona
1.	1701	0.4183	0.2102	2006	1.	1741	0.2531	0.2143	2006	1.	912	0.2972	0.1826	2002
2.	352	0.3384	0.2052	1999	2.	224	0.2413	0.1868	1998	2.	984	0.2416	0.1959	2002
3.	712	0.2931	0.2196	2001	3.	2396	0.2372	0.2063	2009	3.	791	0.2309	0.1703	2004
4.	739	0.2379	0.2157	2004	4.	478	0.2190	0.2008	2001	4.	1108	0.2285	0.2125	2004
5.	1627	0.2346	0.2217	2006	5.	1615	0.2180	0.2225	2007	5.	1692	0.1759	0.1887	2007
6.	912	0.2310	0.2162	2002	6.	1086	0.2130	0.2287	2006	6.	1067	0.1751	0.2015	2003
7.	1698	0.2310	0.1936	2006	7.	969	0.2032	0.2149	2003	7.	2170	0.1723	0.2198	2007
8.	1469	0.2190	0.2337	2005	8.	791	0.2009	0.1818	2004	8.	1006	0.1717	0.2038	2005
9.	3198	0.2171	0.2425	2010	9.	3253	0.1918	0.2263	2011	9.	260	0.1564	0.1990	2000
10.	2396	0.1890	0.2313	2009	10.	295	0.1722	0.2236	1999	10.	1548	0.1534	0.2037	2005
11.	2947	0.1834	0.2386	2009	11.	1493	0.1649	0.1931	2005	11.	1993	0.1457	0.1924	2006
12.	1457	0.1828	0.2120	2005	12.	471	0.1647	0.2132	2001	12.	2610	0.1267	0.2223	2011
13.	1835	0.1806	0.2185	2007	13.	1587	0.1647	0.2259	2006	13.	395	0.1228	0.1760	2000
14.	3785	0.1699	0.2347	2011	14.	910	0.1630	0.2322	2002	14.	2076	0.1178	0.2311	2008
15.	224	0.1691	0.2097	1998	15.	1993	0.1603	0.1924	2006	15.	586	0.1109	0.1911	2000
16.	1517	0.1686	0.2263	2007	16.	2437	0.1451	0.2460	2009	16.	478	0.1101	0.1823	2001
17.	1493	0.1674	0.2090	2005	17.	540	0.1445	0.2291	2001	17.	1687	0.1053	0.2360	2005
18.	990	0.1645	0.2325	2003	18.	3787	0.1389	0.2237	2010	18.	113	0.1029	0.2236	1997
19.	3609	0.1638	0.2424	2010	19.	2991	0.1365	0.2218	2010	19.	456	0.1015	0.1816	1999
20.	1031	0.1559	0.2426	2003	20.	257	0.1330	0.2186	1998	20.	2648	0.1015	0.2288	2010

Rednim brojevima označeni su ovnovi kojima je procijenjena najveća UV po laktacijskim razdobljima. Polja koja su obojena predstavljaju prisutnost ovna u prvih dvadeset mjesta za dvije laktacije.

Slika 5.1. prikazuje raspodjelu prosječnih UV za postotni udio mliječnih proteina svih ovnova s potomcima po godišnjim sezonama. Na slici je prikazano kako se kretao genetski trend kroz godine, odnosno prikazani su prosjeci UV za sve ovnove (362) kroz razoblje od 17 godina. Vidljivo je kako su prosječne UV najpovoljniji za drugu laktaciju koja je u svim godinama bila pozitivna i prema kraju imala je blagi porast. S druge strane, krivulja prosječnih UV za treću laktaciju krenula je iz negativne u devedesetima te je imala pozitivnu vrijednost do 2010. godine kada naglo pala. To može biti posljedica lošije sezone ili malog broja mjerenja za to razdoblje. Međutim, u obzir se treba uzeti činjenica kako su u tom razdoblju farmeri počeli sami vršiti mjerenja na svojim farmama što bi također moglo imati utjecaja na kvalitetu podataka. S druge strane, krivulja za 1. laktaciju je na početku imala visoku vrijednost te je pala krajem devedesetih i ponovno imala blagi porast.



Slika 5.1. Prikaz prosjeka uzgojnih vrijednosti za 326 ovnova kroz godine za postotni udio mliječnih proteina. Y os prikazuje prosječnu vrijednost, X os prikazuje godine (sezona janjenja). Plavom, crvenom i zelenom bojom označeni su trendovi za različita razdoblja laktacije (ukupno 3 laktacije).

Za zavisnu varijablu postotni udio mliječne masti u mlijeku izračunate su UV za sve ovnove s potomstvom tijekom tri laktacije. Kao i za proteine, u obzir se uzimala sezona janjenja kada ovce započinju svoju laktaciju koja je obuhvaćala period između listopada do travnja sljedeće godine. UV za ovnove izračunate su za tri različite sezone i za svaki period prikazano je dvadeset ovnova kojima je procijenjena najviša UV u sezoni temeljeno na mjerenjima njihovih kćeri.

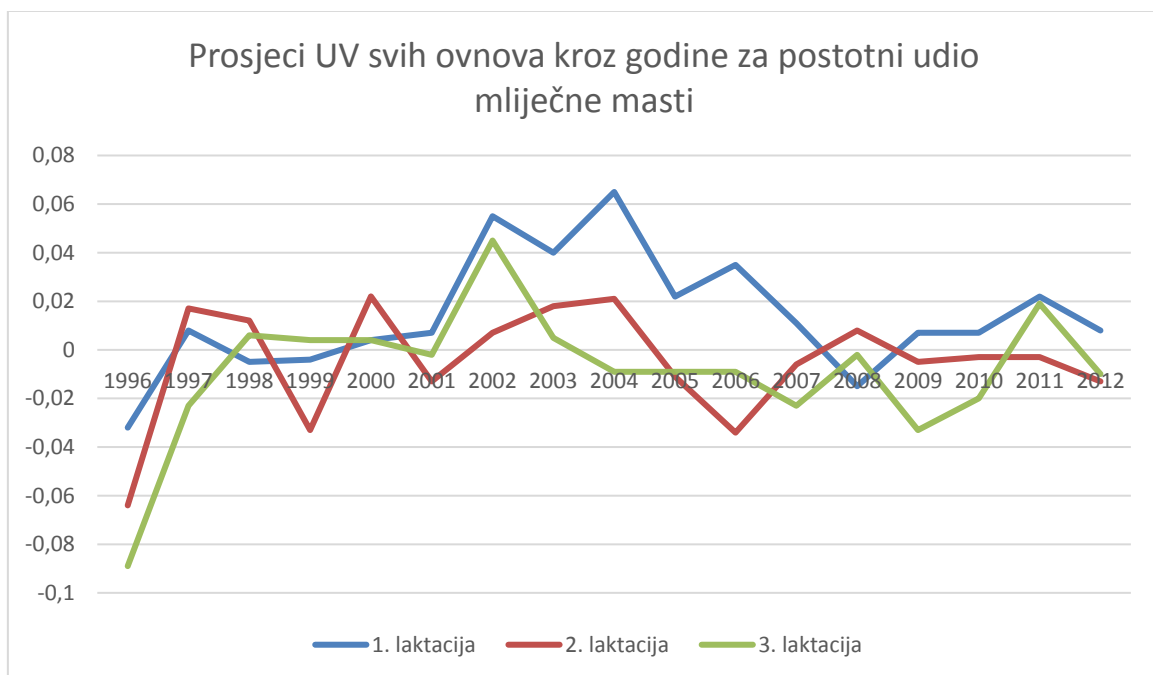
U tablica 5.2. prikazano je 20 ovnova kojima je procijenjena najviša UV za svaku laktaciju za varijablu postotni udio mliječne masti. Ukupno je prikazano 60 ovnova koji su ostvarili najvišu procijenjenu UV za prethodno navedeno svojstvo. Kao i kod procjene UV za proteine, procjene UV za mliječnu mast variraju po laktacijama, odnosno neki se ovnovi koji su ostvarili najbolje rezultate u 1. laktaciji nisu nalazili u dvadeset najboljih za 2. ili 3. laktaciju. Kako je već spomenuto, posljedica toga može biti različita količina mlijeka koje ovce daju sa svakom novom laktacijom. Povećanjem količine mlijeka kroz laktacije, mijenjaju se i postotni udijeli mliječne masti i proteina u mlijeku. Proizvodnja mlijeka počinje opadati krajem laktacije dok prosječna količina mliječnih proteina raste u odnosu na početak laktacije. U tablici 5.2. su prikazani ovnovi koji se pojavljuju u dvije laktacije označeni istom bojom. Odnosno, jedna boja predstavlja ovna koji se pojavljuje u više laktacija čija je UV uvrštena u prvih dvadeset. Također, i u ovom slučaju može se zaključiti kako je takvih ovnova jako malo. Razlike u procjenama proizlaze iz prethodno navedenih činjenica koje su spomenute za varijablu postotni udio proteina (okoliša u kojem su ovce živjele, hrana koju su ovce konzumirale, nedovoljno velik broj mjerenja). Za varijablu postotni udio masti ukupno je bilo 9 ovnova koji su se nalazili u 20 najboljih što ukazuje kako su procijenjene UV sličnije između 1. i 2. laktaciju za razliku od 3. laktacije u kojoj se pojavljuje samo 2 ovna koji su bili u prvih 20 u drugoj laktaciji. Prema tablici, može se zaključiti kako je UV za postotni udio masti puno veća u odnosu na postotni udio proteina. Tako se prosječna procijenjena UV kreće između 0.4 i 0.6.

Tablica 5.2. Prikaz dvadeset najboljih ovnova za zavisnu varijablu postotni udio mliječne masti u mlijeku kroz tri razdoblja laktacije

1. laktacija					2. laktacija					3. laktacija				
	ID ovna	Procjenjena UV	Stand. greška	Sezona		ID ovna	Procjenjena UV	Stand. greška	Sezona		ID ovna	Procjenjena UV	Stand. greška	Sezona
1.	310	0.6331	0.5234	1998	1.	554	1.0135	0.3499	2001	1.	984	0.7045	0.4504	2002
2.	739	0.6318	0.4839	2004	2.	739	0.7928	0.4114	2004	2.	1067	0.6791	0.4369	2003
3.	2213	0.5499	0.5306	2008	3.	1360	0.7487	0.4927	2008	3.	1692	0.6301	0.4343	2007
4.	352	0.5271	0.4799	1999	4.	1706	0.7308	0.4469	2007	4.	1698	0.6106	0.4314	2006
5.	1086	0.4932	0.5563	2006	5.	310	0.6910	0.4969	1998	5.	791	0.5989	0.3969	2004
6.	2928	0.4685	0.5404	2010	6.	1494	0.6872	0.4384	2007	6.	260	0.5374	0.4683	2000
7.	3198	0.4388	0.5696	2010	7.	1493	0.6672	0.4570	2005	7.	1834	0.5304	0.4969	2007
8.	1627	0.4345	0.5186	2006	8.	2396	0.6562	0.4983	2009	8.	2647	0.5304	0.5096	2010
9.	2396	0.4284	0.5509	2009	9.	352	0.6545	0.4206	1999	9.	1182	0.4748	0.4448	2005
10.	1493	0.4126	0.4928	2005	10.	2928	0.6122	0.5151	2010	10.	903	0.4668	0.4509	2002
11.	1469	0.4072	0.5475	2005	11.	1692	0.6074	0.3993	2007	11.	456	0.4484	0.4294	1999
12.	4876	0.4069	0.5857	2012	12.	2947	0.5714	0.5255	2009	12.	2610	0.4465	0.5050	2011
13.	3447	0.3897	0.5534	2011	13.	273	0.5622	0.5080	1999	13.	2076	0.4060	0.5312	2008
14.	3423	0.3871	0.5649	2011	14.	1469	0.5451	0.5168	2005	14.	44	0.3816	0.5170	1998
15.	3143	0.3679	0.5439	2010	15.	2354	0.5333	0.5290	2008	15.	2417	0.3780	0.5355	2008
16.	2533	0.3634	0.5427	2008	16.	260	0.5274	0.4671	2000	16.	716	0.3776	0.5230	2001
17.	2327	0.3596	0.4956	2009	17.	2103	0.5049	0.5134	2009	17.	2668	0.3698	0.4987	2009
18.	1457	0.3456	0.4798	2005	18.	4876	0.5005	0.5455	2012	18.	632	0.3301	0.5168	2000
19.	2041	0.3447	0.4849	2007	19.	3609	0.4878	0.5358	2010	19.	2235	0.3152	0.5192	2009
20.	2779	0.3299	0.5693	2009	20.	3198	0.4875	0.5465	2010	20.	1548	0.3143	0.4879	2005

Rednim brojevima označeni su ovnovi kojima je procijenjena najveća UV po laktacijskim razdobljima. Polja koja su obojena predstavljaju prisutnost ovna u prvih dvadeset mjesta za dvije laktacije.

Slika 5.2. prikazuje raspodjelu prosječnih UV za postotni udio mliječne masti svih ovnova s potomcima po godišnjim sezonama. Na slici je prikazano kako se kretao genetski trend kroz godine, odnosno prikazani su prosjeci UV za sve 362 ovna kroz razoblje od 17 godina. Jasno se može zaključiti kako je genetski trend sredinom devedesetih rastao budući da se u to vrijeme počela davati pažnja genetski pasmina i ukupnj proizvodnji. Trend raste do 2004. godine nakon čega počinje opadati. Razlog tome može biti posljedica lošijih sezone ili mali broj mjerenja za to razdoblje. I ovdje se u obzir treba uzeti činjenica da su farmeri u 2010. godine počeli samostalno mjeriti svoje ovce. Također, prosječne procijenjene vrijednosti najviše su bile u prvoj laktaciji.



Slika 5.2. Prikaz prosjeka uzgojnih vrijednosti za 326 ovnova kroz godine za postotni udio mliječne masti. Y os prikazuje prosječnu vrijednost, X os prikazuje godine (sezona janjenja). Plavom, crvenom i zelenom bojom označeni su trendovi za različita razdoblja laktacije (ukupno 3 laktacije).

Tablica 5.3. Ovnovi koji su za minimalno tri varijable bili u prvih dvadeset prema procijenjenoj uzgojnoj vrijednosti

ID ovna	Redni broj ovna u poretku 20 najboljih za postotni udio mliječnih proteina			Redni broj ovna u poretku 20 najboljih za postotni udio mliječne masti		
	1. laktacija (UV)	2. laktacija (UV)	3. laktacija (UV)	1. laktacija (UV)	2. laktacija (UV)	3. laktacija (UV)
739	4. (0.2379)			2. (0.6318)	2. (0.7928)	
1469	8. (0.2190)			11. (0.4072)	14. (0.5451)	
3198	9. (0.2171)			7. (0.4388)	20. (0.4875)	
2396	10. (0.1890)	3. (0.2372)		9. (0.4284)	8. (0.6562)	
1493	17. (0.1674)	11. (0.1649)		10. (0.4126)	7. (0.6672)	
791		8. (0.2009)	3. (0.2309)			5. (0.5989)
1692			5. (0.1759)		11. (0.6074)	3. (0.6301)
260			9. (0.1564)		16. (0.5274)	6. (0.5374)

U tablici 5.3. prikazani su ovnovi koji su ostvarili najbolje rezultate za minimalno tri varijable. Prema procijenjenoj UV, ovi ovnovi su bili u prvih dvadeset ovnova za barem tri varijable. Prema tablici može se zaključiti kako su ovnovi za prvu laktaciju za obje zavisne varijable, mast i proteini, postigli najbolje rezultate. Također, može se uočiti kako se u trećoj laktaciji za oba svojstva nalaze tri ovna čija se procjene UV nalazila među dvadest najboljih.

6. Zaključak

Procijenjena uzgojna vrijednost za varijable postotni udio mliječne masti i mliječnih proteina prikazala je popis ovnova koji su ostvarili najbolje rezultate za ova dva svojstva. Za procjenu UV u obzir su se uzeli fiksni utjecaji godine, farme, mjeseca janjenja i rednog broja laktacije. Skup podataka koji su imali zapise mjerenja u početku je bio iznimo velik. Međutim, podaci su čišćeni na nelogičnosti i uklonjena su sva mjerenja koja nisu zadovoljavala potrebe modela. Provedbom „animal“ modela u kojem su bili definirani fiksni i slučajni utjecaji izračunate su UV za sve ovnove koji su prema rodoslovlju istarske ovce imali potomke. Na temelju mjerenja ovnovskih kćeri predviđene su UV ovnova. UV dobivene su za svaku varijablu kroz tri laktacije gdje se prosječne UV najboljih ovnova za mliječnu mast kreću između 0.4 i 0.6 te za varijablu postotni udio proteina prosjek je iznosio oko 0.2. Većina ovnova koji su ostvarili najbolje rezultate za mliječnu mast nisu bili u dvadeset najboljih za proteine. Ukupno je bilo 9 ovnova koju su ostvarili najbolje rezultate za obje varijable. Velike razlike u UV mogu se tumačiti kao posljedica genetske predispozicije pasmine ili s druge strane posljedica promijenjivih, nestabilnih uvjeta u proizvodnji koji utječu na samu procjenu.

Istarske ovce imaju dobre genetske predispozicije za veliki postotni udio proteina i mliječne masti u mlijeku. Međutim, okolišni uvjeti igraju veliku ulogu u uzgoju. Pod tim se smatra konzumacija i kvaliteta hrane, držanje i higijena, dobrobit životinja te korištenje suvremenih tehnologija prilikom proizvodnje kao i poboljšano praćenje podataka. Ispunjavanje ovih uvjeta, uvelike bi pridonijelo poboljšanju uzgoja ove pasmine.

7. Literatura

1. Barillet F. (2007). Genetic improvement for dairy production in sheep and goats. *Small Ruminant Research*. [online] 70(1), 60-75, <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448807000090>>. Pristupljeno 1. lipnja 2017.
2. Bland J. M., Douglas G. A. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods. *The Lancet*. [online] 327(8476), 307-310 <[http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS01406736\(86\)908378/abstract](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS01406736(86)908378/abstract)>. Pristupljeno 2. lipnja 2017.
3. Bruckmaier R. M., Rothenanger E., Blum J. W. (1994). Measurement of mammary gland cistern size and determination of the cisternal milk fraction in dairy cows. *Milchwissenschaft*. 49, 543-546.
4. Bruckmaier R. M., Paul G., Mayer H., Schams D. (1997). Machine milking of Ostfriesian and Lacaune dairy sheep: Udder anatomy, milk ejection and milking characteristics. *Journal of Dairy Research*. 64(2), 163-172.
5. Caja G., Such X., Rovai M. (2000). Udder morphology and machine milking ability in dairy sheep. *Proceedings of the 6th Great Lakes Dairy Sheep Symposium*, Guelph, Canada.
6. Da Y. (2015). *Mixed Model Methods for Genomic Selection*, Department of Animal Science, University of Minnesota.
7. Džidić A. (2013). *Laktacija i strojna mužnja*. Hrvatska mlijekarska udruga, Zagreb, Hrvatska
8. Džidić A., Kapš M., Bruckmaier R. M. (2004). Machine milking of Istrian dairy crossbreed ewes: udder morphology and milking characteristics. *Small Ruminant Research*. 55(1-3), 183-189.
9. Henderson C. (1975). Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics*. 31(2), 423-447.
10. Hrvatska poljoprivredna agencija (2011). *Godišnje izvješće za 2011. godinu*, Zagreb. Ovčarstvo, kozarstvo i male životinje. [online] <http://www.hpa.hr/godisnja-izvjesca/>. Pristupljeno 23. svibnja 2017.
11. Hrvatska poljoprivredna agencija (2012). *Godišnje izvješće za 2012. godinu*, Zagreb. Ovčarstvo, kozarstvo i male životinje. [online] <http://www.hpa.hr/godisnja-izvjesca/>. Pristupljeno 24. svibnja 2017.
12. Hrvatska poljoprivredna agencija (2015). *Godišnje izvješće za 2015. godinu*, Zagreb.

Ovčarstvo, kozarstvo i male životinje, Zagreb. [online] <http://www.hpa.hr/godisnja-izvjesca/>. Pristupljeno 23. svibnja 2017.

13. International Committee for Animal Recording (2003). ICAR guidelines for approved by the general assembly held in Interlaken. Rome, Italy.
14. Komprej A., Gorjanc G., Kompan D., Kovač M. (2009). Covariance components by a repeatability model in Slovenian dairy sheep using test day records. *Czech Journal of Animal Science*. 54(9), 426-434.
15. Komprej A., Gorjanc G., Malovrh Š., Kompan D., Kovač M. (2004). Genetic parameters with test-day model in Slovenian dairy sheep. *Stočarstvo*. 58(1), 47-54.
16. McKusick B. C., Thomas D. L., Berger Y. M., Marnet, P. G. (2002). Effect of milking intervals on alveolar versus cisternal milk accumulation and milk production and composition in dairy ewes. *Journal of Dairy Science*. 85(9), 2197-2206.
17. Meyer K., Graser H. U., Hammond K. (1989). Estimation of genetic parameters for first lactation test day production of Australian black and white cows. *Livestock Production Science*. 21(3), 177-199.
18. Mikulec D., Mioč B., Pavić V., Prpić Z., Vnučec I., Barać Z., Sušić V., Mikulec K. (2007). Odlike vanjštine različitih kategorija istarskih ovaca. *Stočarstvo* 61(1), 13-22.
19. Ministarstvo znanosti, okoliša i športa (voditelj projekt: izv. prof. dr. sc. Alen Džidić, 2008.-2014.). Genetski i okolišni utjecaji na muznost i morfologiju vimena ovaca.
20. Mioč B., Pavić V., Prpić Z., Vnučec I., Barać Z., Sušić V. (2007). Vanjština istarske ovce. 42. hrvatski i 2. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, 13.-16. veljače. *Zbornik radova*, 552.-555.
21. Mioč B., Pavić V., Barać Z., Vnučec I., Prpić I., Mulc D., Špehar M. (2011). Program uzgoja ovaca u Republici Hrvatskoj, Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza. [online] <http://www.hpa.hr/sektori/sektor-za-razvoj-stocarske-proizvodnje/odjel-za-ovcarstvo-i-kozarstvo/uzgojni-programi-ovcarstvo/>. Pristupljeno 1. srpnja 2017.
22. Mioč B., Prpić I., Barać Z., Vnučec I. (2012). Istarska ovca hrvatska izvorna pasmina. Zagreb, Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza. Zagreb, Hrvatska.
23. Mrode R. A. (2005). *Linear Models for the Prediction of Animal Breeding Values*, 2th Edition. CABI Publishing. Ujedinjeno Kraljevstvo
24. Prpić Z. (2011). Povezanost pasmine s mliječnošću, morfologijom i zdravljem vimena ovaca. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Voditelj: Mioč Boro.

25. Prpić Z., Pavić V., Mioč B. Sušić, V. (2008). Morfološke odlike vimena istarskih ovaca. *Stočarstvo* 62(1), 11-18.
26. Putinja F. (2005). Ovčarstvo. U: *Istarska enciklopedija* (ur, Bertosa, M., Matijašić, R.). Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb.
27. Rako A. (1957). Istarska mliječna ovca. *Stočarstvo* 11(1), 423-429.
28. Rovai M., Caja G., Such X. (2008). Evaluation of Udder Cisterns and Effects on Milk Yield of Dairy Ewes. *Journal of Dairy Science*. 91(12), 4622-4629.
29. SAS Institute Inc. 2013. *SAS 9.3 System Options: Reference, Second Edition*. Cary, NC:SAS Institute Inc., USA.
30. Sevi A., Taibi L., Albenzio M., Muscio A., Annicchiarico G. (2000). Effect of parity on milk yield, composition, somatic cell count, renneting parameters and bacteria counts of Comisana ewes. *Small Ruminant Research*. 37(1-2). 99-107.
31. Šalamon D. (2013). *Oblik vimena, muznost i genetička raznolikost istarske ovce*. Doktorska disertacija. Zagreb : Agronomski fakultet, Voditelj: Džidić Alen.
32. Šalamon D. (2010) *Muzne karakteristike autohtone istarske ovce u Hrvatkoj pri strojnoj mužnji*. Zborni sažetak 2. konferencije o izvornim pasminama i sortama kao dijelu prirodne i kulturne baštine s međunarodnim sudjelovanjem. Zagreb: Državni zavod za zaštitu prirode. 91-91.
33. Šalamon D., Džidić A. (2014). Preferences of Istrian sheep udder shape type on farms that apply machine milking. *Acta agraria Kaposvariensis*. 18 Supplement 1, 166-172.
34. Werf J. (2002). *Mixed models for Genetic Analysis*, University of New England Armidale, NSM Australia.
35. Wilson A. J., Reale D., Clements M. N., Morrissey M. M., Postma E., Walling C. A., Kruuk L. E. B., Nussey D. H. (2010). An ecologist's guide to the animal model. *Journal of Animal Ecology*. 79, 13-26.

Životopis

Toni Tešija rođen je 23.02.1993. godine u Splitu. Osnovnu i srednju školu je završio u Kninu, smjer tehničar za računalstvo. 2011. godine upisao je preddiplomski smjer Animalne znanosti na Agronomskom fakultetu u Zagrebu te 2014. godine stekao akademski naziv univ.bacc.ing.agr Animalnih znanosti. Iste godine je upisao diplomski smjer Genetika i oplemenjivanje životinja na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. U 2014. godini radio je kao demonstrator na modulu „Jahanje“. U 2005. godini počeo je volontirati u udruzi za terapijsko i rekreacijsko jahanje Grabarije – Knin gdje je 2008. godine stekao licencu za voditelja terapijskog jahanja. Osim toga, bio je koordinator volontera za istu udruhu gdje je stekao znanja u radu s konjima. Dolaskom u Zagreb, radio je kao voditelj terapijskog jahanja u nekoliko udruga u Zagrebu. 2012. godine započinje svoj rad u Zoološkom vrtu grada Zagreba kao edukator gdje je usavršio rad s ljudima i djecom te savladao znanja iz zoologije. Od 2013. godine, član je akademskog zbora Filozofskog fakulteta Concordia discors koji je ostvario zavidne rezultate na državnim i međunarodnim pjevačkim natjecanjima. Svi članovi zbora dobili su posebnu rektorovu nagradu za izvođenje Mozartove mise u C-molu, KV 427 u Zagrebačkoj katedrali 27.4.2014.