

Dvodimenzionalne analize digitalnih fotografija morfologije vimena ovaca

Tokić, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:204:726229>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-24**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**Dvodimenzionalne analize digitalnih fotografija
morfologije vimena ovaca**

DIPLOMSKI RAD

Ivana Tokić

Zagreb, rujan, 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Genetika i oplemenjivanje životinja

**Dvodimenzionalne analize digitalnih fotografija
morfologije vimena ovaca**
DIPLOMSKI RAD

Ivana Tokić

Mentor:
prof. dr. sc. Alen Džidić

Zagreb, rujan, 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Ivana Tokić**, JMBAG 0131085441, rođena 21.06.1997. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

DVODIMENZIONALNE ANALIZE DIGITALNIH FOTOGRAFIJA MORFOLOGIJE

VIMENA OVCE

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/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 upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Ivane Tokić**, JMBAG 0131085441, naslova

DVODIMENZIONALNE ANALIZE DIGITALNIH FOTOGRAFIJA MORFOLOGIJE

VIMENA OVCE

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|------------------------------------|--------|-------|
| 1. | prof. dr. sc. Alen Džidić | mentor | _____ |
| 2. | izv. prof. dr. sc. Dragica Šalamon | član | _____ |
| 3. | izv. prof. dr. sc. Zvonimir Prpić | član | _____ |

Sadržaj:

1. Uvod.....	1
2. Cilj.....	2
3. Pregled literature.....	3
3.1. Anatomija Ovis Aries.....	3
3.1.1. Anatomija vimena Ovis Aries.....	3
3.2. Anatomija Istarske ovce.....	4
3.3. Glavni parametri morfologije vimena Ovis Aries	6
3.3.1. Modeli za izračun morfologije vimena i mliječnosti	7
3.3.2. Model za obradu slike morfologije vimena i mliječnosti	7
3.4. Metoda linearnog bodovanja i selekcija na mliječnost	11
3.4.1. Linearna skala	12
3.5. Utjecaj morfologije vimena ovce kod selekcije na mliječnost	13
4. Materijali i metode istraživanja	14
4.1. Digitalna analiza morfologije vimena u R-u	16
4.1.1. Postavljanje uzoraka za analizu u R-u	18
4.1.2. Skaliranje uzoraka vimena Istarske ovce.....	20
5. Rezultati i rasprava	22
6. Zaključak.....	25
7. Literatura.....	26
Popis tablica.....	28
Životopis.....	29

Sažetak

Diplomskog rada studentice Ivane Tokić, naslova

DIMENZIONALNE ANALIZE DIGITALNIH FOTOGRAFIJA MORFOLOGIJE VIMENA OVCE

Cilj ovog rada bio je usporediti standardne i nove metode za mjeru morfometrijskih obilježja vimena pomoću procesa analize digitalne fotografije. Morfologija vimena analizirana je usporedbom točnosti između izmjera pomične mjerke s onima u ImageJ i R programu. Uspoređivana morfološka obilježja su širina i visina vimena na četrdeset digitalnih fotografija vimena istarske ovce. Nadalje, dobiveni rezultati ukazuju na visoku ponovljivost ($r= 0.90$ do 0.95) za ImageJ i nešto nižu ponovljivost za R ($r= 0.35$ do 0.37). Sukladno navedenom, potvrđena je mogućnost korištenja ImageJ digitalne analize fotografije u procjeni obilježja širine i dubine vimena. S druge strane, nove metode analize fotografija u R-Studio pokazale su se manje točnim te vremenski zahtjevnijim za obradu.

Ključne riječi: morfologija vimena, Istarska ovca, ImageJ

Summary

Of the master's thesis – student **Ivana Tokić**, entitled

TWO-DIMENSIONAL ANALYSIS OF SHEEP UDDER MORPHOLOGY

This study aimed to compare standard and new methods of measuring udder morphometric characteristics using the process of digital photo analysis. The morphology of the udder was analyzed by comparing the accuracy of the slide rule measurements with the measurements in the ImageJ and R software. The morphological features compared are the width and depth of the udder on forty digital photographs of the udder of the Istrian sheep. Furthermore, the results indicate high repeatability ($r= 0.90$ to 0.95) for ImageJ and somewhat lower repeatability for R ($r= 0.35$ to 0.37). Following the above, the possibility of using ImageJ digital photo analysis to assess udder width and depth features was confirmed. On the other hand, new photo analysis methods in R-Studio proved less accurate and more time-consuming to process.

Keywords: udder morphology, Istrian sheep, ImageJ

1. Uvod

Jedna od najvažnijih grana ovčarske proizvodnje je proizvodnja mlijeka i mliječnih prerađevina. Ovce su se kroz povijest najviše koristile zbog vune i mesa, mlijeko je bilo sekundarno te je kravlje mlijeko kako i tada, tako i danas, raširenije. Međutim kako su se trendovi mijenjali tako je i potreba za ovčjim mlijeko rasla. Jedan od glavnih razloga tomu je popularnost ovčjeg sira od kojih se većina smatra pravim specijalitetima. Potrebe u mliječnoj proizvodnji potaknule su primjenu novih znanstvenih otkrića kako bi se poboljšala selekcija u ovčarstvu posebice mliječnih obilježja. Selekcija je poboljšanje jednog, ili više različitih svojstava na životinji. Cilj je da potomak bude bolji od roditelja, a kako vi selekcija bila uspješna važno je poznavanje svojstava koji utječu na mliječnost te osim onih unutarnjih, potrebno je prepoznati i vanjske indikatore. Sve više sredstava se ulaže u analizu različitih vanjskih faktora koji utječu na proizvodnost mlijeka kako bi ih mogli ukomponirati u proces selekcije. Jedno od obilježja koje utječu na mliječnost u ovčarskoj proizvodnji je morfologija vimena ovce. Morfologija je znanstvena disciplina koja proučava formu i strukturu biljnih i životinjskih organizama. U početku je morfologija bila opisna znanost. Znanstvenici su proučavali i opisivali razne strukture organizama. Međutim kako su otkrića u znanosti rasla tako se i sama morfologija proširila, odnosno došlo je do razvoja komparativne morfologije koja je osim proučavanja strukture organizama, tražila razlike i podudarnosti među istima.

Nadalje, u stočarstvu, posebice mliječnoj proizvodnji važna je morfologija vimena, odnosno širinu, visinu i dubinu samog vimena koja je povezana s laktacijom životinje. Osim na ukupnu proizvodnost mlijeka, morfologija utječe i na strojnu mužnju i lakoću s kojom sisa prijanjaju uz muzni stroj. Prema svemu tome, selekcija na mliječnost rastuća je grana u industriji proizvodnje mlijeka, što je selekcija na mliječnost točnija to su ukupni rezultati bolji. Drugim riječima, ako se kontinuirano ulaže u selekciju mliječnih životinja u nekom stadu, tada se kroz generacije proizvodnja mlijeka povećava. Morfologija vimena kao takva od iznimne je važnosti zbog toga se sve veći naponi stavljaju u što bržu i točniju procjenu oblika vimena, kao i prikupljanju i analiziranju istih podataka

2. Cilj

Cilj ovog rada je usporediti standardne i nove metode za mjeru morfometrijskih obilježja vimena pomoću procesa analize digitalne fotografije. Morfološka obilježja koja se uspoređuju su širina i visina vimena.

3. Pregled literature

3.1. Anatomija *Ovis Aries*

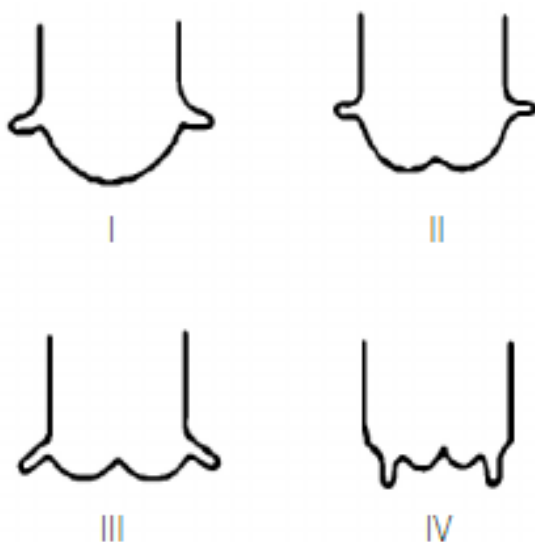
Općenito, ovce (*Ovis Aries*) potječu od divljeg pretka muflona te su pripitomljene već nešto više od 9000 godina. Ovce su danas domaće životinje koje se nalaze unutar roda *Ovis*, a porodice *Bovidae*. Ovce spadaju u skupinu preživača i kao kod ostalih preživača (goveda, koza) krasi je karakteristike izdržljivosti, otpornosti i sposobnosti konzumiranja nisko kvalitetnog voluminoznog krmiva koje pretvaraju u visokokvalitetne proizvode. Ljudi su od davnina koristili ovce za vunu, mlijeko i meso. Neke od poznatijih pasmina ovaca su: merino ovca, pramenka, Suffolk ovca, Romanovska ovca i još mnoge druge. Njezina izdržljivost se između ostalog može pripisati građi i obliku tijela o čemu ćemo pisati u nastavku ovog poglavlja.

Nadalje, ovce su četveronožni sisavci srednje građe. Ove životinje imaju zaokruženu glavu sa šiljastom njuškom i dva uha koja se mogu kretati neovisno jedno o drugom. Jedno oko im je smješteno sa svake strane glave, što im omogućuje dobar pregled okoline. Na glavi su im smještena usta unutar kojih umjesto gornjih sjekutića imaju zubni jastučić, a u donjoj čeljusti nalaze se oštri sjekutići koje koriste u ispaši. Vrat im je kratak i čvrst kako bi mogao poduprijeti njihovu tešku glavu, a debeli sloj vune pomaže im u regulaciji tjelesne temperature.

3.1.1. Anatomija vimena *Ovis Aries*

Vime je naziv za mliječnu žlijezdu koja je u potpunosti formirana kod ženskih životinja, dok je kod muških životinja zakržljala. Vime se kod ovaca i koza sastoji od dvije žlijezde, koje su anatomski odvojene. U ingvinalnoj regiji, donji dio trbuha, smješteno je vime s po jednom žlijezdom sa svake strane. Kao organ vime pripada u kožnu žlijezdu, dok je prema histološkoj građi tubulo alveolarna žlijezda. Sukladno tome, parenhim koji je sekretorni dio žlijezde, sastoji se od alveolarnog i tubularnog sustava. Mlijeko se proizvodi u alveolama te se zatim istiskuje kroz kanalni sustav do cisterni, a u cisterni je se mlijeko pohranjuje do trenutka mužnje.

Također, morfologija vimena utječe na lakoću mužnje. Prva praktična klasifikacija ovčjeg vimena provedena je na temelju prikladnosti vimena za strojnu mužnju u četiri osnovna tipa, odnosno oblika te su zaključili da je odnos između oblika vimen i proizvodnje mlijeka, kao i kemijskog sastava, vrlo varijabilan i ovisan o genotipu (Vrdoljak i sur., 2020.).



Slika 3.1.1.1. Prikaz četiri oblika vimena (Vrdoljak i sur., 2020.)

3.2. Proizvodne i eksterijerne odlike Istarske ovce

Mlijeko je jedno od najvažnijih proizvoda ovaca, posebice u području Sredozemlja. Ovčje mlijeko se većinski prerađuje u ovčji sir te po sastavu spada u kazeinska mlijeka, sadrži oko 75% kazeina. U proizvodnji mlijeka najviše se koriste visoko mliječne pasmine ovaca poput istočno frizijske ovce, sardinijske ovce, Lacaune i Awassi pasmine. Mliječne pasmine ovaca odlikuju se po raznim morfološkim i fiziološkim karakteristikama, neke od njih imaju dobro razvijen stražnji dio tijela i izraženo vime. Prosječno vrijeme trajanja laktacije kod mliječnih pasmina je 200 dana, a proizvedena količina mlijeka varira između 500 – 600 litara mlijeka.

Za razliku od navedenih pasmina ovaca, Istarska ovca spada u skupinu kombiniranih pasmina, odnosno koristi se za proizvodnju mlijeka, mesa i vune. Međutim, najviše se koristi za proizvodnju mlijeka, posebice sira te ju ovdašnji ljudi svrstavaju u mliječne pasmine. Nadalje, Istarska ovca pripada skupini dugorepih pasmina ovaca i po vanjštini se razlikuje od Hrvatskih izvornih pasmina ovaca. Ovu ovcu krasi većinom crne noge, ispupčen profil nosne kosti, trbuh i donji dijelovi nogu im nisu obrasli vunom, a runo im je najčešće poluzatvoreno do otvoreno. Boja runa Istarske ovce koje je crno s bijelim pjegama ili bijela s crnim, sivim ili smeđim pjegama koje mogu biti raznih oblika i veličina. Proizvodnja mlijeka, odnosno laktacija Istarske ovce traje između 178 do 193 dana, za to vrijeme proizvedu između 178 do 214 litara mlijeka (Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza, 2023.).

Tablica 3.2.1. Poželjne tjelesne mjere i proizvodne odlike Istarske ovce

<i>Osobina</i>	<i>Ovce</i>	<i>Ovnovi</i>
<i>Visia grebena (cm)</i>	76 - 80	82 - 88
<i>Tjelesna masa (kg)</i>	60 - 70	80 - 100
<i>Plodnost (%)</i>	130 - 150	
<i>Proizvodnja mlijeka (L)</i>	220 - 350	
<i>Tjelesna masa janjadi dob 45-60 dana (kg)</i>	18 - 22	
<i>Vuna (μm)</i>	32 - 36	
<i>Vuna (kg)</i>	1.5 - 2.0	2.5 - 3.5

Izvor: <http://www.ovce-koze.hr/ovcarstvo-kozarstvo/ovcarstvo-i-kozarstvo-u-rh/ovcarstvo-i-kozarstvo-u-rh/pasmine-ovaca/istarska-ovca/> - pristup [7. Srpnja, 2023.]

3.3. Glavni parametri morfologije vimena *Ovis Aries*

Morfologija vimena ima veliku ulogu u proizvodnosti mlijeka u laktacijskom razdoblju. Odabir parametara za mjerenje ovise o individualnom istraživanju, načinu mjerenja i tehnologijama koje se koriste. Karakteristike koje se najčešće koriste su širine, opsega i duljine vimena te udaljenost između sisa kao i promjer i duljina istih. Također, osim karakteristika vezanih uz vime, kod istraživanja se za procjenu uzima i laktacija, vrhunac mliječnosti i ukupna proizvodnja mlijeka.

U primjeru jednog istraživanja (Marie-Etancelin i sur., 2022.) na dvjema pasminama (Sardinijska i Lacaunee pasmina) koristila se metoda bodovanja vimena koja se sastojala od subjektivne procjene važnih karakteristika vimena na temelju linearnog mjerenja kojim se dodjeljivalo do 9 bodova po svojstvu.

Tablice za ocjenjivanje razvijene su u dvije zemlje te su vrlo slične. U navedenom primjeru ocjenjivala su se četiri glavna svojstva, a to su: dubina vimena, pozicija sisa, rascjep vimena i vezanost vimena za abdomen.

- a. Dubina vimena (UD) – udaljenost između trbušne stijenke i rascjepa vimena kod talijanske skale, ili dna vimena kod Francuske skale. Referenca je bila visina skočnih zglobova.
- b. Pozicija sisa (TP) – pokazatelj prosječne visina cisterne kod talijanske skale, ili desni kut sisa u odnosu na vertikalni kod francuske skale.
- c. Rascjep vimena (UC) – stupanj razdvojenosti dvije polovice, predstavljen kao kut rascjepa kod talijanske, i kao kombinacija kuta i visine rascjepa u francuskoj skali. Također se gleda ekspresija snage suspenzornog ligamenta.
- d. Vezanost vimena (UA) – odnos između širine i dubine vimena.

Nadalje, modeli za izračun mogu biti različiti i ovise o parametrima koji se uzimaju kao i pasmini ovaca. Osim toga, kod procjene proizvodnje mlijeka na osnovu morfoloških karakteristika veliki se naglasak stavlja na skupljanje podatka o mliječnosti, tu onda u model ulaze podatci o laktaciji i vremenu uzimanja. Tako su se za spomenuto istraživanje na pasminama (Sardinijska i Lacaunee pasmina) koristila dva modela za izračun.

3.3.1. Modeli za izračun morfologije vimena i mliječnosti

Prvi sastavljeni model (Sardinijska i Lacaune pasmina) $y = P*LG*D*M + C*D + I + I(D) + I(P) + e$

Ovu jednadžbu možemo razlomiti na više dijelova. Prema tome $P*LG*D*M$ odnosi se na paritet (P), razdoblje janjenja (lg), datum bodovanja (D) i vrijeme bodovanja (M). $C*D$ predstavlja efekt interakcije datuma dok su I, I(D), i I(P) pojedinci unutar datuma i pojedinci unutar laktacije, slučajnog efekta.

A, drugi sastavljeni model (Lacaune): $y = P*D + C*D + L + N + I + D*I + P*I + e$

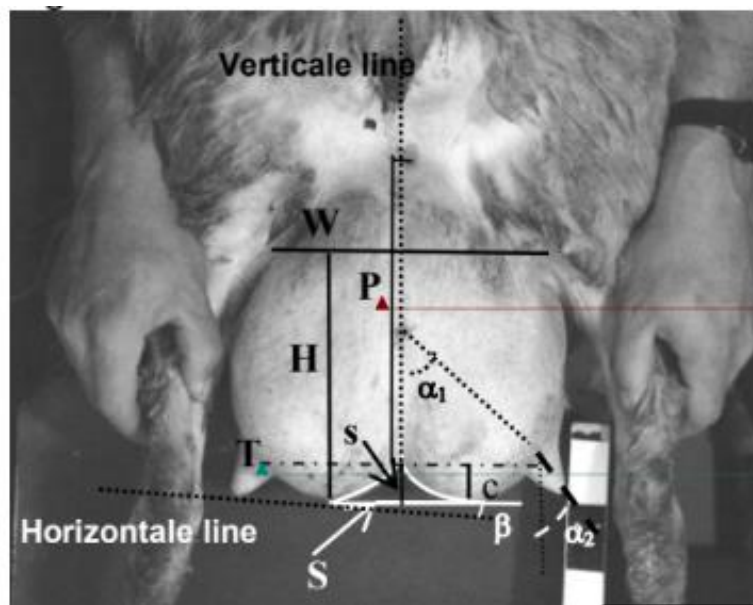
Također, i ova se jednadžba može rastaviti. Ovdje su fiksirani učinci bili interakcija razdoblja nakon janjenja i datuma izračuna, odnosno bodovanja ($P*D$), interakcija klasifikatora i datuma bodovanja ($C*D$) kao i linije ovaca (L) i broj janjadi koja sisa (N). Za oba modela vrijednost $V(I) + V(I(D)) + V(I(P))$ predstavlja kovarijancu između rezultata dobivenih na istoj životinji s različitim klasifikatorima uzetih u istom vremenu te omjer prema ukupnoj varijanci (R^2) koji daje procjenu relevantnosti (Marie-Etancelin i sur., 2022.)

3.3.2. Model za obradu slike morfologije vimena i mliječnosti

U provedenom istraživanju (Marie-Etancelin i sur., 2022.) slike vimena ovce uzete su u intervalima od godinu dana između 2000. i 2001. godine. Za produciranje digitalne slike bilo je potrebno dosta pripreme kao i radna snaga kako bi točnost bila što bolja. Ovce su u pokretu te ih treba pridržati kako bi se mogla dobiti dobra slika, osim pokreta potrebno je paziti i na osvjetljenje i blizinu objektiva kako bi se vime dobro vidjelo na slikama. Također, mjerenja su prilagođena vremenu snimanja fotografije i genetskoj liniji kako bi se napravila korelacija s ocjenom vimena koju je ovca dobila linearnim skaliranjem. Implementacija analize digitalne slike za izmjere morfologije vimena moguća je zahvaljujući nekolicini mikronaredbi koje je razvila INRA za Optimas 6.5. software. Razvijene mikronaredbe omogućuju izdvajanje i izračunavanje određenih parametara morfologije vimena putem digitalne slike.

Naziv softvera „Optimas“ proizlazi iz engleske kratice za „Optical Measurement and Image Analysis Software“, što označava softver za „Optičko mjerenje i analizu slike“. Softverski paket INRA Optimas prvenstveno je dizajniran kako bi analizirao i obradio slike u svrhu znanstvenih istraživanja u biologiji i agrikulturi. Također, pruža razne alate i funkcionalnosti programa kako bi obrada podataka bila što jezgrovitija, osobito u kontekstu fenotipizacije biljaka, analize rasta i procjene morfologije.

U spomenutom istraživanju o novim tehnologijama za procjenu morfologije vimena obrađene su tri slike putem softverskog paketa, INRA Optimas. Za navedene slike vimena analizirani su prednji i bočni pregled cijelog vimena te poseban prikaz desne sisne polovice (slika 3.3.2.1.)



Slika 3.3.2.1. Prednji pregled vimena (Marie-Etancelin i sur., 2022.)

Za analizu prednjeg dijela vimena obrađuju se sljedeće varijable:

W = širina vezanosti vimena za tijelo

H = visina vezanosti vimena

C = visina desne cisterne

S = površina rascjepa

s = visina rascjepa

T = razmak između grudi

P = točka razmaka od rascjepa vimena do zgloba

α_1 = kut sise

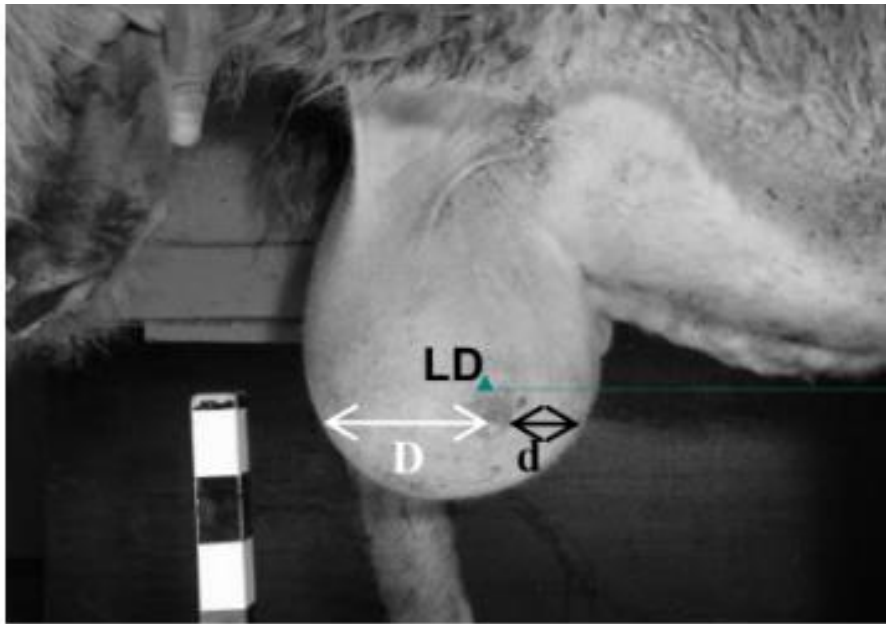
α_2 = smjer sise

Dok, kod analize bočnog dijela vimena obrađuju se parametri:

LD = prikaz dubine bočno

D = razmak između prednje udaljenosti vimena i grudi

d = razmak između leđa vimena i sise



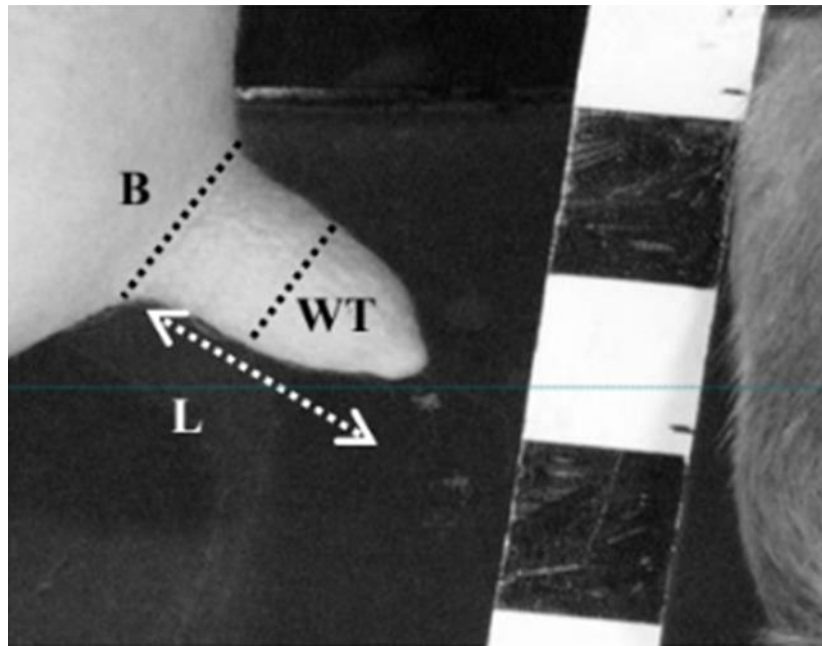
Slika 3.3.2.2. Pregled bočnog dijela vimena (Marie-Etancelin i sur., 2022.)

A, za analize pojedinačne sise analiziraju varijable:

B = širina baze sise

WT = širina sredine sise

L = duljina sise



Slika 3.3.2.3. Pregled sisnog kanala (Marie-Etancelin i sur., 2022.)

3.4. Metoda linearnog bodovanja i selekcija na mliječnost

U širem smislu linearno skaliranje sastoji se od dodjeljivanja bodova određenim svojstvima temeljem linearne skale, koja je unaprijed određena. To je jednostavan pristup koji uključuje dodjeljivanje vrijednosti na kontinuiran i ravnomjerno raspoređen način te su bodovi dodijeljeni određenom svojstvu proporcionalni njezinom položaju na ljestvici. Također, iako je linearno skaliranje jednostavna metoda, ono ne može u cijelosti obuhvatiti kompleksnost određenih svojstava, kako ni razne situacije koje dovode do razlike u bodovanju. Nastavno navedenom, ponekad se umjesto linearnog skaliranja koristi težinsko ili ne linearno skaliranje.

Morfologija vimena ima veliki utjecaj na uspješnost strojne mužnje te uzgajivači diljem svijeta sve više uzimaju u obzir karakteristike dobrog vimena. Tijekom ručne mužnje lakša je prilagodljivost obliku vimena, dok kod strojne mužnje morfologija ima veliku ulogu. Kada se gleda uspješnost strojne mužnje u obzir se uzima broj potrebnih intervencija za izmuzivanje mlijeka. Sama morfologija bitna je radi položaja cisterni, dubine vimena te same raspoređenosti polovica vimena, a sve to utječe na učinkovitost strojne mužnje. Prema tome, procjena morfologije vimena važna je u stočarstvu.

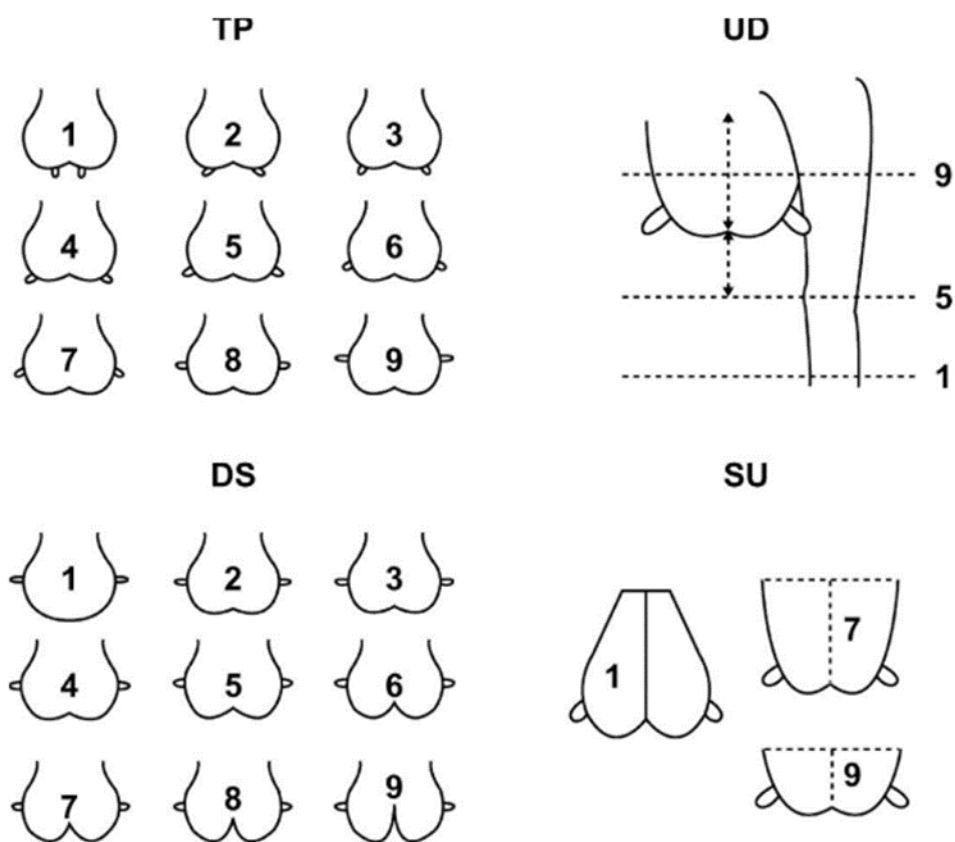
Za procjenu osobina vimena vrlo često se koristi linearno skaliranje i u tu svrhu razvijene su linearne skale s devet glavnih točaka, odnosno parametara. Tako je u jednoj studiji (De la Fuente i sur., 1996.) linearna metoda procjene svojstava korištena za pasminu churra, i bodovano je pet parametara: dubina vimena, pričvršćenost vimena, položaj sisa, veličina sisa i oblik vimena na linearnoj skali od devet stupnjeva te je objektivnost metode bila dobra. Najčešće korišteni parametri su pozicija cisterne, povezanost vimena, dubina vimena i stupanj razdvojenosti dvije polovice vimena koji se još naziva i rascjep vimena.

U samoj procjeni kod linearnog skaliranja morfologije vimena u obzir se uzima ponovljivost (R) navedenih svojstava tijekom i nakon laktacije. Ponovljivosti (R) je mjera koja ukazuje na sposobnost određene metode da generira slične rezultate za više mjerenja istog uzorka. Ponovljivosti (R) se često koristi za opisivanje varijacije u uzastopnim mjerenjima iste varijable pod istim uvjetima u kratkom razdoblju.

3.4.1. Linearna skala

Linearna skala najčešće ima devet točaka gdje svaka označava određeni parametar. Primjer jednog od parametara je pozicija cisterne (TP) koja označava prosječnu visina cisterne, odnosno vanjsku visinu koja je zapravo udaljenost između cisterne i najnižeg dijela vimena.

Za vrijeme ocjenjivanja gleda se najbolja i najgora ocjena. Ako je cisterna postavljena na najniži dio vimena tada dobiva najbolju ocjenu (1), a ako se nalazi iznad područja s najvećim radijusom zakrivljenosti tada dobiva najgoru ocjenu (9) (Casu i sur., 2006.).



Slika 3.4.2.1. Prikaz linearne skale za svojstva procjene morfologije vimena: TP – pozicija cisterne, UD – dubina vimena, DS – rascjep vimena i SU – vežanost vimena (Casu i sur., 2006.).

3.5. Utjecaj morfologije vimena ovce kod selekcije na mliječnost

Važnost morfologije za prinos mlijeka tijekom laktacijskog perioda može se analizirati i mogućnost selekcije na temelju istog. Definicija selekcije je odabir, izdvajanje jedinki iz populacije s najboljim osobinama željenog svojstva u svrhu daljnje reprodukcije i poboljšanja samog prosjeka populacije. Jedinke koje se odabiru moraju biti bolje od prosjeka populacije kako bi se moglo doći do poželjnih rezultata.

Postupak selekcije nije jednostavan te u njega ulazi pomno istraživanje, a najvažnije je odrediti na koje svojstvo će se vršiti selekcija te što sve utječe na nju. Potrebno je utvrditi koja svojstva imaju pozitivan učinak na druga svojstva, ili negativan kako ne bi došlo do nepovoljne korelacije gdje s poboljšanjem jednog željenog svojstva dolazi do smanjenja drugog željenog svojstva.

Zbog toga je važno poznavanje formule po kojoj se može izračunati genetski napredak te koje komponente ulaze u sam izračun. Genetski napredak (ΔG) označava umnožak heritabiliteta (h^2) i selekcijskog diferencijala (S_d), a formula glasi: $\Delta G = h^2 \times S_d$.

Genetski napredak još možemo i nazvati rezultat selekcije te je jednak umnošku heritabiliteta u užem smislu i selekcijskom diferencijala. Seleksijski diferencijal je razlika između srednje vrijednosti selekcioniranih jedinki i prosjeka populacije, dok heritabilitet predstavlja stupanj nasljednosti željenog svojstva. Vrijednost heritabiliteta kreće se od 0 do 1 ili od 0 do 100 %.

U jednoj znanstvenoj studiji (Casu i sur., 2006.) korištenjem analize glavnih komponentni identificirana je linearna kombinacija ključnih svojstva vimena, koja pokazuje visoku stopu ponovljivosti tijekom laktacije. Navedeno ukazuje da jednostavno rano bodovanje, može omogućiti dobru procjenu životinje. U navedenom radu (Casu i sur., 2006.) proučavana je izvedivost metode linearnog bodovanja morfologije vimena u svrhu selekcijske Sardinjske ovce. Između ostalog korišteni su genetički parametri za svojstva vimena od modela oca čiji je heritabilitet u rasponu od 0,19 do 0,31. Također, korišteni su i modeli s nasumičnim grupnim učinkom te je u tom slučaju heritabilitet bio veći kao i korelacija između procijenjenih uzgojnih vrijednosti bikova i prosječnih rezultata kćeri.

Nadalje, genetske korelacije između svojstava vimena bile su općenito povoljne, što ukazuje na to da bi odabir jedne osobine za selekciju pozitivno utjecao na morfologiju vimena. Također, stupanj povezanosti vimena ukazuje na visoku korelaciju s dubinom vimena.

Korištenjem animalnog modela procijenjeni su genetski trendovi, a samo je dubina vimena pokazala stalni negativni genetski trend.

Zaključak provedene studije je da je genetsko poboljšanje morfologije vimena Sardinijskih ovaca moguće. Veliki naglasak stavljen je na položaj cisterni i vezanost vimena, budući da su navedena svojstva pokazala najveći heritabilitet kao i nisku stopu negativne genetske korelacije na prinos mlijeka (Casu i sur., 2006.).

4. Materijali i metode istraživanja

Za potrebe istraživanja usporedbe točnosti ručnog i digitalnog mjerenja korištene su fotografije Istarske ovce. Iz galerije je izabrano četrdeset fotografija. Iz priloženih slika vidljivo je kako su sudionici istraživanja vime mjerili pomičnom mjerkom. Također, kako bi fotografije bile što preciznije, posebna pažnja posvetila se poziciji same ovce. Na svakom uzorku ovci su noge sa stražnje strane tijela položene u raskorak, odnosno runo je odmaknuto kako bi vidljivost vimena bila što bolja. Vidljivost samog vimena od velike je važnosti za daljnje analize, kao i samu preciznost ručnog te digitalnog mjerenja. Provedena pomična mjerenja pohranjena su u odgovarajuću tablicu kako bi bila što bolje usporediva s rezultatima digitalne obrade.

Također, ovcama koje su izabrane za ovaj rad dodijeljena je ID oznaka te je uz svaku oznaku priložen rezultat ručnog mjerenja pomičnom mjerkom. Karakteristike koje se najčešće koriste u morfološkim procjenama su širina, visina i opseg vimena te udaljenost između sisnih kanala. Odabrane karakteristike korištene u ovoj analizi su visina vimena i to po principu francuske skale kod koje se gleda udaljenost između trbušne stijenke i dna vimena te širina vimena. Kako je cilj ovog rada usporediti točnost dobivenih rezultat mjerenja te uvidjeti razne mogućnosti korištenja softvera za obradu istih, nisu uspoređivane ostale karakteristike koje zahtijevaju jači 3D model kao i bolje fotografije.

Za digitalnu obradu fotografija odabran je računalni program R te softvere ImageJ. Analiza je provedena tako da su svi odabrani uzorci obrađeni u svakom program pojedinačno.

Svi uzorci raspoređeni su u tablice uz pomoć Excel-a u kojem su izračunate razlike dobivene mjerenjem kao i korelacije. U svakoj od tablica nalaze se dvije glavne kolone, R i ImageJ te treća kolona s vrijednostima pomične mjerke. U ostale kolone smještene su odabrane ovce (ID) te njihova svojstva usporedbe, visina i širina, koja su dobivena u mjerenju pomičnom mjerkom.

Nadalje, ImageJ (Rasband, 1997.) je besplatan software za procesiranje i analizu fotografija, a unutar samo programa postoje različite varijable i mogućnosti obrade uzoraka. Za obradu uzoraka Istarske ovce postavljena je skala unutar koje se nalazi vrijednost jednog centimetra. Kalibriranje duljine jednog centimetra svojstvo je koje omogućava precizno mjerenje u ImageJ programu.

Za razliku od ImageJ, R-studio (The R Project for Statistical Computing, 2023.) je integrirano razvojno sučelje za korištenje R-a, odnosno za pružanje dodatnih funkcionalnosti programu. R je besplatni softver, programski jezik za statističku i grafičku obradu podataka te je uvelike korišten za razvoj statističkih i analitičkih rješenja. Nastavno navedenom, u svrhu obrade uzorka Istarske ovce unutar R-studija postavljen je radni direktorij te zatim proveden računalni kod namijenjen skaliranju vimena ovce. Unutar samog R-a postoji više mogućnosti, odnosno načina za provesti skaliranje na osnovu fotografije. Međutim, za ovaj rad korištena je naredba „locator“. Prilikom aktivacije „locatora“ korisnik dobiva oznaku kojom može označiti od koje do koje točke želi da se proteže skala. Nakon završetka procesa dobiva se broj u pixelima koji se zatim treba preračunava u centimetre.

Locator funkcija sastoji se od dva argumenta:

locator (n = 512, type = "n",..)

n – označava maksimalan broj točki koje želimo tj. možemo označiti na određenoj slici.

Type – jedna od točaka je ucrtana ako su određene točke povezane linijama.

.. – dodatni parametri koji se mogu dodati

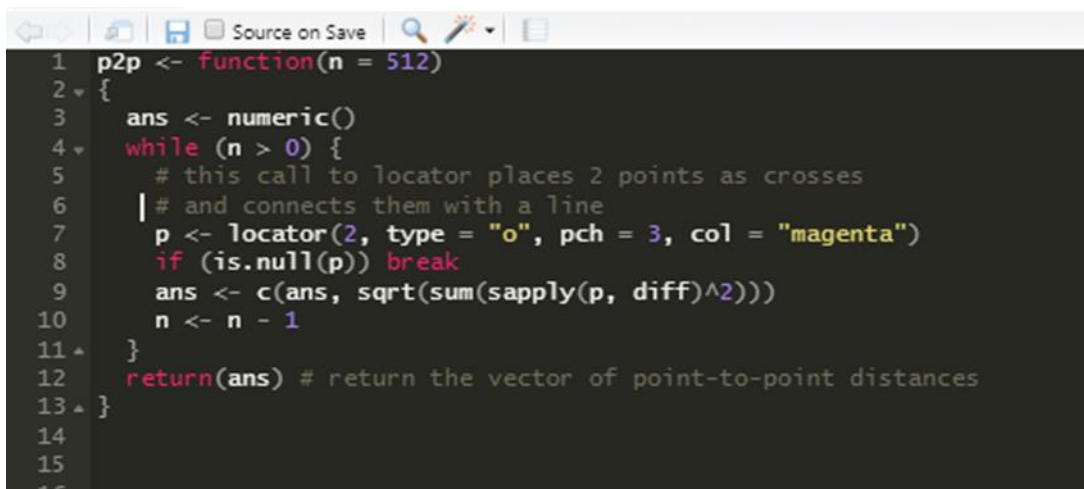
Osim locatora, korištena je funkcija plot kao i paket „imager“ (Barthelme i sur., 2023.)

4.1. Digitalna analiza morfologije vimena u R-u

Kao što je spomenuto u prethodnom poglavlju, za potrebe skaliranja fotografija korištena je funkcija „locator“. Glavni cilj bio je pronaći način na koji se mogu izmjeriti dvije distance na jednoj fotografiji. Upravo to je glavni atribut za korištenje ove naredbe. U našem primjeru „locator“ se koristi unutar pomoćne funkciji za mjerenje dijagonalnih udaljenosti između dvije točke. Prva je označena dubina vimena od vrha skale do rascjepa te druga kao širina vimena od desne prema lijevoj strani prateći položaj metra na određenoj fotografiji. Nakon pokretanja naredbe i označavanja željene distance, funkcija se zatvara odabirom opcije „finish“ ili pritiskom na gumb „esc“.

Rezultati dobiveni ovom naredbom su u mjernoj jedinici pixela, a jedan pixel ima 0.0264583333 centimetara. S obzirom na to da su usporedna mjerenja u centimetrima, potrebno je dobiveni rezultat pretvoriti u traženu mjernu jedinicu kako bi dobiveni rezultat bio precizan.

Na prikazanoj slici (slika 4.1.1.) nalazi se računalni kod (StackOverflow, 2019), koji je korišten za potrebe ovog istraživanja, navedeni računalni kod je modificiran prema potrebama.



```
1 p2p <- function(n = 512)
2 {
3   ans <- numeric()
4   while (n > 0) {
5     # this call to locator places 2 points as crosses
6     # and connects them with a line
7     p <- locator(2, type = "o", pch = 3, col = "magenta")
8     if (is.null(p)) break
9     ans <- c(ans, sqrt(sum(sapply(p, diff)^2)))
10    n <- n - 1
11  }
12  return(ans) # return the vector of point-to-point distances
13 }
```

Slika 4.1.1. Prikaz naredbe za izračun distance u sučelju R-studia

Prilikom aktivacije „locator“ funkcije dodane su određene izmjene, a završni računalni kod je sljedećeg oblika:

```

dir()
vime_1 <- function(n = 512)
{
  ans <- numeric()
  while (n > 0) {
    p <- locator(2, type = "o", pch = 3, col = "magenta")
    if (is.null(p)) break
    ans <- c(ans, sqrt(sum(sapply(p, diff)^2)))
    n <- n - 1
  }
  return(ans)
}
gc()
library(imager)
image <- load.image("radosevic-udder morphology 030604 ujutro 023- ovca 556.jpg")
plot(image)
gc()
vime_1 <- function(n = 512)
{
  ans <- numeric()
  while (n > 0) {
    p <- locator(2, type = "o", pch = 3, col = "magenta")
    if (is.null(p)) break
    ans <- c(ans, sqrt(sum(sapply(p, diff)^2)))
    n <- n - 1
  }
  return (ans)
}
rezultat <- vime_1()
round (rezultat, 1)

```

Radi boljeg snalaženja i funkcionalnosti, funkcija je pokrenuta, odnosno postavljena pod ime vektora „vime_1“. Nakon pokretanja funkcije, naredbom library (imager) pokrenut je paket uz pomoću kojeg će se učitati slika za obradu, koja se zatim „plota“ te se tada pokreće sam „locator“. Na kraju se unutar vektora „rezultat“ pozvani rezultati mjerenja, a funkcijom „round“ isti su zaokruženi na decimalne brojeve.

4.1.1. Postavljanje uzoraka za analizu u R-u

Nadalje, kako bi određivanje distance bilo moguće potrebno je postaviti odabrane uzorke slike u povoljan prostor u R-u.

Prema tome, za prikaz slike korištena je funkcija plot () s pomoću koje je slika prikazana unutar grafičkog prozora te se tada otvara mogućnost interakcije slike s ostalim argumentima, odnosno funkcijama. Sama funkcija plot () jedna je od najčešće korištenih funkcija u R-u. To je generička funkcija koja se često koristi za izradu grafova, a vrsta grafa ovisi o klasi prvog argumenta.

Argumenti koji se nalaze unutar funkcije su:

plot(x, y, ...)

x – označava koordinatne točke određenog grafa

y – označava koordinatnu točku na dijagramu

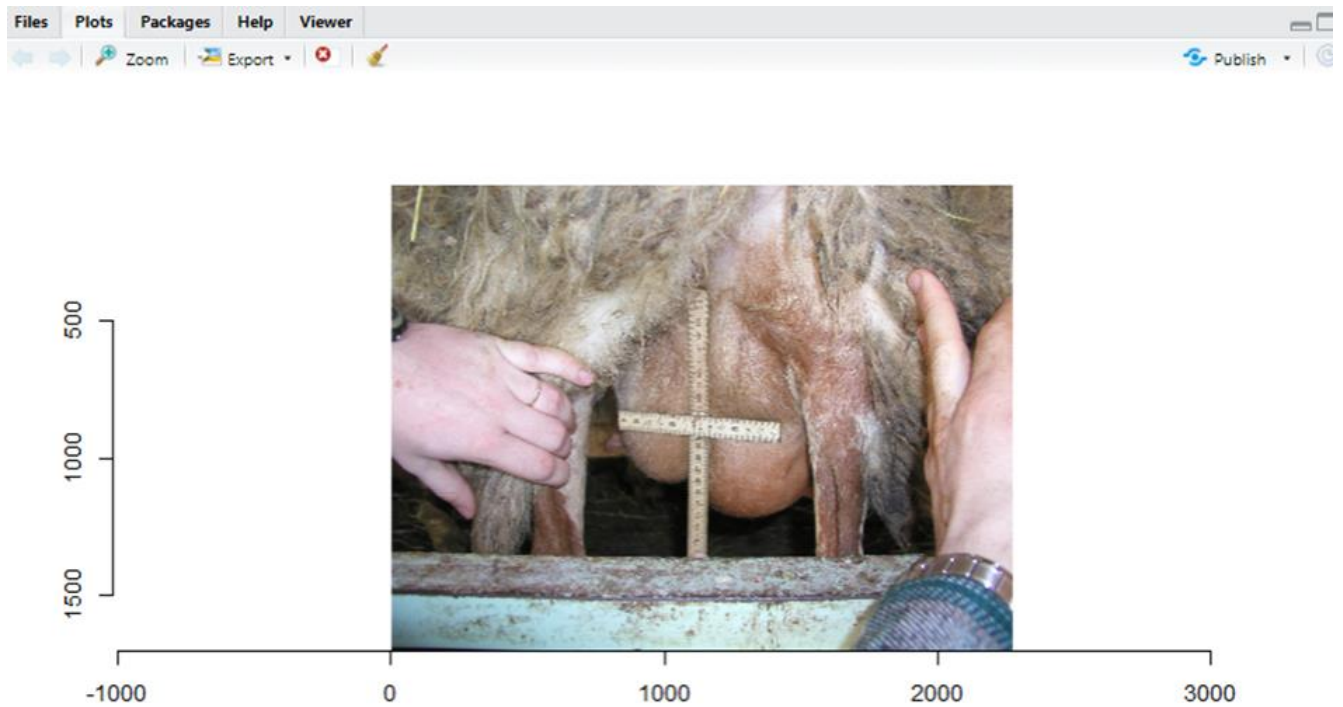
... - ostali argumenti koje korisnik može dodati u ovisnosti o vrsti grafa.

Za potrebe ovog rada funkcija plot () korištena je samo u svrhu „plotanja“ slike. Tako da se uz pomoć paketa „Imager“ uveze slika te stavi pod određeni objekt koji je zatim dodan unutar same plot () funkcije.

```
library(imager)
```

```
image <- load.image("radoševic-udder morphology 030604 ujutro 023- ovca 556.jpg")
```

```
plot(image)
```



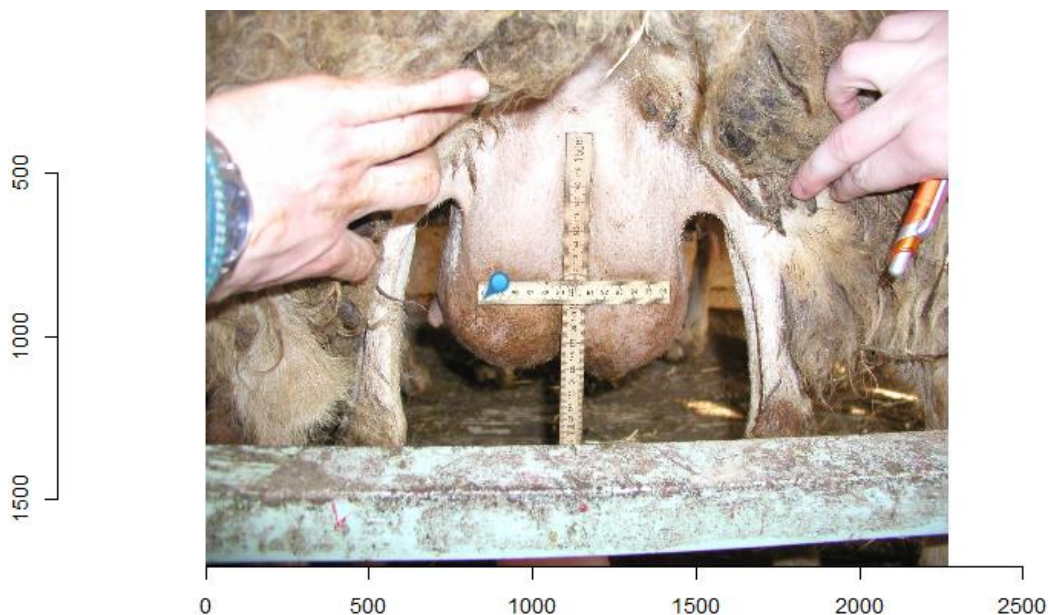
Slika 4.1.1.1. Prikaz sučelja nakon provedene naredbe `plot(image)`

4.1.2. Skaliranje uzoraka vimena Istarske ovce

Nakon prikaza u grafičkom prozoru pomoću `plot()` funkcije, slike su interaktivne. Pokretanjem zadane pomoćne funkcije unutar koje je `locator()`, dolazi do pokretanja same naredbe i otvara se dodatni prozor te kursor koji služi za označavanje točke A i točke B. Označavanje uzorka mora biti što preciznije kako bi slučajna pogreška bila što manja. Nakon svakog skaliranja pojavljuje se skica učinjenog kursora iz koje se može iščitati povlačenje linija. Također, kao što je navedeno svako mjerenje vraćeno je u vrijednosti pixela te se kao takvo treba konvertirati u željenu mjernu jedinicu.

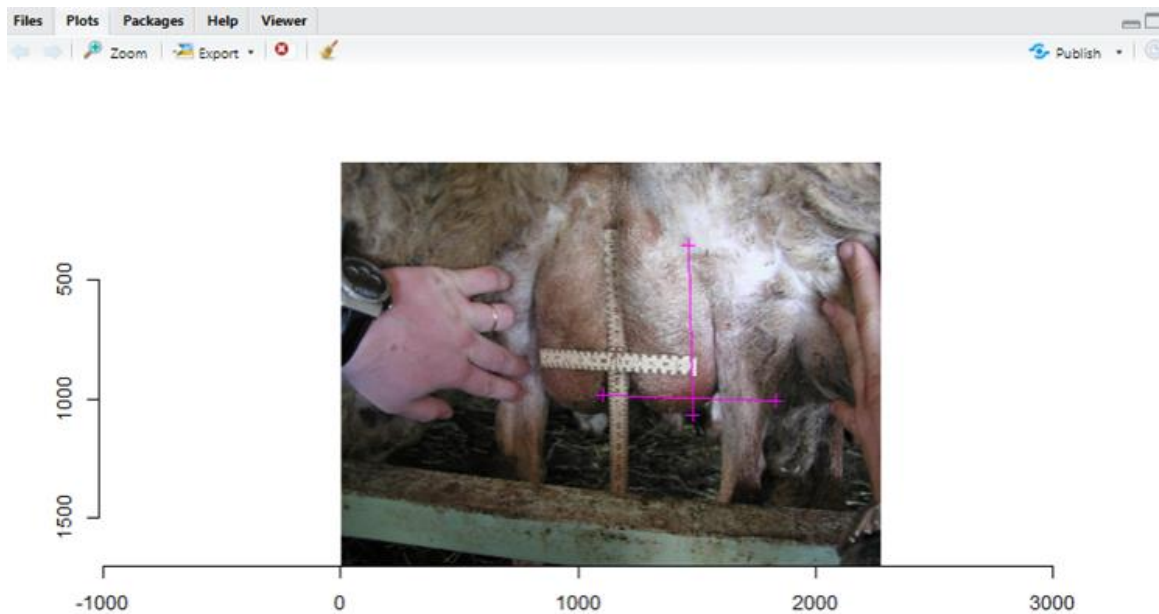
Unutar samog programa postoji još mnogo načina na koje se može manipulirati s dobivenim podatcima. Jedan od njih je traženje srednje vrijednosti sa za svaki dobiveni uzorak, isto je moguće s funkcijom `mean()`.

Osim toga, prije uvoza slika u sam R, fotografije je potrebno urediti kako bi bile u što boljoj rezoluciji za pregled prilikom označavanja određene točke. Jedna od važnosti je i pravilno označavanje (ID) kako ne bi došlo do neispravno evidentiranih rezultata samog mjerenja.



Slika 4.1.2.1. Prikaz kursora nakon aktivacije locatora

Aktivacijom „locatora“ pojavljuje se kursor s kojim se označava željeni parametar za mjerenje, u svrhu procjene morfologije vimena ovce. Jedan od nedostataka je što se sama skica označenih parametara ne vidi, drugim riječima ne prikazuje se linija od točke A do točke B prilikom njihova označavanja. Linija se prikaže nakon izvršene radnje i odabira opcije „finish“ ili pritiskom na gumb „esc“. Tada se otvara mogućnost pregleda označenih točaka. Također, sve željene točke za mjerenje mogu se označiti u jednom procesu označavanja, nakon jedne aktivacije „locatora“.



Slika 4.1.2.2. Prikaz skice nakon procesa označavanja kursorom

5. Rezultati i rasprava

Odabrane morfološke statistike za računalnu analizu su širina i visina vimena Istarske ovce. Navedena svojstva analizirana su u ImageJ i R programu te su dobiveni rezultati prikazani u tablicama u kojim je obrađena statistička analiza rezultata.

Tablica 5.1. Prikaz rezultata analize širine vimena Istarske ovce u ImageJ

	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	<i>MD</i>	<i>S²</i>	<i>sd</i>
<i>ImageJ</i>	14.90	15.09	1.05	1.61	1.27
<i>Pomična mjerka</i>	15.02	15.21	1.07	1.68	1.30
<i>Korelacija</i>					0.95
<i>Ponovljivost</i>					90 %

*MD = srednje odstupanje

*S² = varijanica

*sd = standardna devijacija

Tablica 5.2. Prikaz rezultata analize širine vimena Istarske ovce u R-u

	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	<i>MD</i>	<i>S²</i>	<i>Sd</i>	<i>r</i>
<i>R</i>	15.91	15.91	1.31	2.52	1.59	
<i>Pomična mjerka</i>	15.02	15.21	1.07	1.68	1.30	
<i>Korelacija</i>						0.32
<i>Ponovljivost</i>						35.61 %

*MD = srednje odstupanje

*S² = varijanica

*sd = standardna devijacija

U statističkoj analizi širine vimena izračunati su prosjek, median, srednje odstupanje, varijanica, standardna devijacija te korelacija i ponovljivost mjerenja. Statističkom obradom pruža se detaljniji uvid u rezultate i usporedbu između dvije metode mjerenja. Uvidom u rezultate ustanovljena je mala razlika između metode mjerenja pomičnom mjerkom i ImageJ. S druge strane, ustanovljena je velika razlika između metode mjerenja pomičnom mjerkom i R programom. Značajna razlika između ovih metoda ukazuje na veću točnost ImageJ programa.

Prema navedenom, srednja vrijednost širine vimena u ImageJ iznosi 14,90, a za pomičnu mjerku rezultata je 15,02, dok je srednja vrijednost za R 15,91, što ukazuje na nižu razliku između pomične mjerke i R programa. Međutim detaljnim uvidom u rezultate primjerima je veća razlika kod varijance gdje je razlika za ImageJ 0,07, a za R 0,84. Varijanca je mjera disperzije i predstavlja koliko je skup brojeva daleko od njihove prosječne vrijednosti. Međutim najbolji pokazatelj vjerodostojnosti metoda mjerenja je ponovljivost koja prikazuje blizinu podudaranja između rezultata uzastopnih mjerenja koja se provode u istim uvjetima. Ponovljivost u ImageJ je visokih 90% dok je za R ponovljivost 35,61 %.

Nadalje, u tablici 5.3. prikazani su rezultati obrade podataka za visinu vimena analizirani u ImageJ software, a u tablici 5.4. nalaze rezultati analize visine vimena iz R programa.

Tablica 5.3. Prikaz rezultata analize visine vimena Istarske ovce u ImageJ

	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	<i>MD</i>	<i>S²</i>	<i>Sd</i>	<i>R</i>
<i>ImageJ</i>	16.11	16.12	1.25	2.43	1.56	
<i>Pomična mjerka</i>	17.43	16.00	1.59	3.56	1.89	
<i>Korelacija</i>						0.92
<i>Ponovljivost</i>						95 %

*MD = srednje odstupanje

* S2 = varijanca

*sd = standardna devijacija

Tablica 5.4. Prikaz rezultata analize visine vimena Istarske ovce u R-u

	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	<i>MD</i>	<i>S²</i>	<i>sd</i>	<i>R</i>
<i>R</i>	19.32	17.87	2.08	6.65	2.58	
<i>Pomična mjerka</i>	17.43	16.00	1.59	3.56	1.89	
<i>Korelacija</i>						0.39
<i>Ponovljivost</i>						36.42 %

*MD = srednje odstupanje

* S2 = varijanca

*sd = standardna devijacija

U statistički obrađenim rezultatima visine vimena Istarske ovce također su izračunati prosjek, median, srednje odstupanje, varijanca, standardna devijacija te korelacija i ponovljivost. Iz priloženih rezultata ustanovljeno je da se i kod parametra dubine vimena isto nalazi značajna razlika između metoda mjerenja. Za dubinu vimena srednja vrijednost kod pomične mjerke je 17,43 , za ImageJ 16,11 te R 19,32. Također, varijanca R programa je značajnija od iste u ImageJ software. Prema navedenom, kao i kod parametra širine vimena ustanovljena je značajnija točnost kod metode mjerenja s ImageJ. Na to ukazuje i ponovljivost koja je čak 95% za ImageJ te 36,42 % za R. Zanimljiva je i razlika između obrađenih parametara, visina vimena koja se mjeri od početka vimena do rascjepa vimena, ima višu ponovljivost od širine vimena mjerene istom metodom i u istim uvjetima. Navedeno ukazuje na veću točnost kod mjerenja dubine vimena u slučaju ImageJ i R-a.

Naposljetku, obrađeni rezultati mjerenja mogu se usporediti s rezultatima iz rada koji obrađuje statističku analizu pokazatelja muznosti i morfologije vimena kod strojne mužnje ovaca (Džidić i sur., 2009). U navedenom radu obrađena su mjerenja u svrhu muznosti te je isto korišten ImageJ softver. Statističkom analizom utvrđene su srednje vrijednosti morfoloških parametara vimena te je zaključeno da razlike u srednjim vrijednostima širine vimena mjerene pomičnom mjerkom i slikanjem nije bilo (Džidić i sur., 2009).

Suprotno tome, između mjerenja visine vimena pomičnom mjerkom i slikanjem razlike postoje ($P < .0001$) (Džidić i sur., 2009). Uvidom u rezultate navedenog rada potvrđuje se značajnost točnosti mjerenja s ImageJ.

6.Zaključak

U ovom radu utvrđivana je razlika između metoda mjerenja morfoloških varijabli vimena. Uspoređivane su novije metode obrade digitalne fotografije sa starijim metodama.

Usporedbom metoda digitalne obrade fotografije potvrđena je točnost i preciznost ImageJ programa, ponovljivost je za navedenu metodu bila oko 90% za širinu i visinu vimena. Za razliku od ImageJ, R program imao je nešto nižu ponovljivost od oko 35 % za širinu i visinu vimena.

Uvidom u dobivene rezultate vidljiv je visok postotak točnosti kod digitalne obrade fotografije vimena, što ukazuje na to da bi nove tehnologije trebalo sve više koristiti u stočarstvu te da postoji prostor za napredak i dodatna istraživanja.

7. Literatura

a.) Znanstveni rad:

1. Casu, S., Pernazza, I., Carta, I. (2006.) Feasibility of a Linear Scoring Method of Udder Morphology for the Selection Scheme of Sardinian Sheep. *American Dairy Science Association* 89:2200–2209
2. De la Fuente, L.F., Fernandez, G., San Primitivo, F. (1996). A linear evaluation system for udder traits in ewe. *Livestock Production Science*. 45: 171-178.
3. Dzidic, A., Salamon, D., Kaic, A., Salajpal, K., Kaps, M. (2009). Relationship between udder and milking traits during lactation in Istrain dairy crossbreed ewes. *Italian Journal of Animal Science*. 8: 154-156.
4. Marie-Etancelin, C., Casu, S., Aurel, M.R., Barillet, F., Carta, A., Deiana, S., Jacquin, M., Pailler, F., Porte, D., Tolu, S. (2022) New tools to appraise udder morphology and milkability in dairy sheep. Conference: Meeting FAO/CIHEAM DOI: 10.13140/2.1.4432.8961
5. Marie-Etancelin, C., Casu, S., Aurel, M.R., Barillet, F., Carta, A., Deiana, S., Jacquin, M., Pailler, F., Porte, D., Tolu, S. (2022) New tools to appraise udder morphology and milkability in dairy sheep. Conference: Meeting FAO/CIHEAM DOI: 10.13140/2.1.4432.8961
6. Vrdoljak, J., Prpić, Z., Samaržija, D., Vnučec, I., Konjačić, M., Kelava Ugarković, N. (2020). Udder morphology, milk production and udder health in small ruminants. *Mljekarstvo*. 70: 75-84

b.) Knjige – više autora:

1. Barthelme, S., Tschumperle, D., Wijffels, J., Assemblal, H.E., Ochi, S., Robotham, A., Tobar, R. (2023) Image Processing Library Based on 'CImg'

c.) Izvori s internetskih stranica:

1. Hrvatski savez uzgajivača ovaca i koza (2023.) Istarska ovca. Dostupno na: <https://www.ovce-koze.hr/ovcarstvo-kozarstvo/ovcarstvo-i-kozarstvo-u-rh/ovcarstvo-i-kozarstvo-u-rh/pasmine-ovaca/istarska-ovca/> [7. srpnja 2023.]
2. Rasband, W.S. (1997-2015) ImageJ. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA. Dostupno na: <http://imagej.nih.gov/ij/> [10. rujna 2023.]
3. Stack Overflow (2008) How can I measure the distance of two features within an image in R. R Language Collective. Dostupno na: <https://stackoverflow.com/questions/58754670/how-can-i-measure-the-distance-of-two-features-within-an-image-in-r> [8. lipnja 2023.]
4. The R Project for Statistical Computing. Dostupno na: <https://www.r-project.org/> [7. srpnja 2023.]

Popis tablica

Tablica 1. Poželjne tjelesne mjere i proizvodne odlike Istarske ovce.....	5
Tablica 2. Prikaz rezultata analize širine vimena Istarske ovce u ImageJ.....	22
Tablica 3. Prikaz rezultata analize širine vimena Istarske ovce u R-u.....	22
Tablica 4. Prikaz rezultata analize visine vimena Istarske ovce u ImageJ.....	23
Tablica 5. Prikaz rezultata analize visine vimena Istarske ovce u R-u.....	23

Životopis

Ivana Tokić je rođena 21. lipnja 1997. godine u Zagrebu, Hrvatska. Nakon završenog preddiplomskog smjera Animalnih znanosti, upisuje diplomski studij Genetike i oplemenjivanja životinja na Agronomskom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu. Za vrijeme studija obavlja stručnu praksu na Institutu Ruđera Boškovića, na zavod za evolucijsku genetiku gdje se pobliže upoznaje s postupcima rada u laboratorijima. Posljednje dvije godine glavni studentski posao joj je bio u podršci korisnicima obrazovnog sustava, u CARNET-u, a prije toga je radila održavajući Web stranicu turističke agencije. Vještine stečene tijekom studija i rada su na području komunikacije, korištenja programskih paketa za obradu podataka kao i detaljna obrada i analiza istih. U slobodno vrijeme voli čitati, sudjelovati na kvizovima znanja te je pohađala radionicu dramskog pisanja. Od jezika odlično koristi engleski. Ima vozačku dozvolu B kategorije.