

# Linearna procjena tjelesne mase na temelju mjera svojstava vanjštine crnih slavonskih svinja

---

Oroz, Mihaela

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:420470>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Mihaela Oroz

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

**Linearna procjena tjelesne mase na temelju mjera svojstava  
vanjštine crnih slavonskih svinja**

Završni rad

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Mihaela Oroz

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

**Linearna procjena tjelesne mase na temelju mjera svojstava  
vanjštine crnih slavonskih svinja**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. Izv. prof. dr. sc. Nikola Raguž, predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Boris Lukić, mentor
3. Prof. dr. sc. Zoran Škrtić, član

Osijek, 2023.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku  
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Zootehnika  
Mihaela Oroz

Završni rad

### LINEARNA PROCJENA TJELESNE MASE NA TEMELJU MJERA SVOJSTAVA VANJŠTINE CRNIH SLAVONSKIH SVINJA

**Sažetak:** Cilj ovog istraživanja bio je razviti jednadžbu linearne regresije pomoću koje se jednostavno u svakodnevnoj praksi može procijeniti tjelesna masa crnih slavonskih svinja. S obzirom na malu populaciju od 2890 grla registriranih u 2020. godini, kao i činjenicu da mali broj uzgajivača posjeduje stočnu vagu, ovaj način procjene mase olakšao bi testiranje rasplodnih grla te uštedio vrijeme kontrolorima i uzgajivačima. U okviru ovog istraživanja prikupljeni su podaci o tjelesnim mjerama rasplodnih grla te je detaljnom analizom podataka utvrđeno da mjere opsega prsa i visina križa omogućuju najtočniju procjenu tjelesne mase, tj. razvijena je prediktivna jednadžba linearnom regresijom.

**Ključne riječi:** procjena, crna slavonska svinja, tjelesne mjere, masa, regresija

20 stranica, 4 tablica, 2 grafikona, 3 slika, 16 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
Undergraduate university study Agriculture, course Zootechnique  
Mihaela Oroz

BSc Thesis

### LINEAR ESTIMATION OF LIVE BODY WEIGHT BASED ON BODY MEASUREMENTS OF BLACK SLAVONIAN PIGS

**Summary:** The aim of this research was to develop a linear regression equation, which can be used to easily estimate body weight of Black Slavonian pigs in everyday practice. Given the small population of 2,890 animals, as well as the fact that a small number of breeders have livestock scales, this method of prediction of body weight could improve testing of breeding animals and save time for the controllers and breeders. In this research, data of body measurements was collected on breeding animals, while the analysis showed that heart girth and sacrum height are the most accurate predictors of body weight, which were finally used in linear regression equation.

**Key words:** estimation, Black Slavonian pig, live weight, body measurements, regression

20 pages, 4 tables, 2 graphs, 3 pictures, 16 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Datum obrane: 28.08.2023.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Crna slavonska svinja .....	1
1.2. Uzgojni program pasmine crna slavonska svinja .....	2
1.3. Linearna regresija .....	5
1.4. Znanstvena istraživanja .....	6
1.5. Cilj istraživanja.....	8
2. MATERIJAL I METODE .....	10
2.1. Prikupljanje podataka .....	10
2.2. Tjelesne mjere.....	10
2.3. Analiza podataka .....	11
3. REZULTATI I RASPRAVA.....	12
3.1. Korelacija.....	12
3.2. Jednadžba linearne regresije .....	16
4. ZAKLJUČAK.....	18
5. POPIS LITERATURE.....	19

# 1. UVOD

## 1.1. Crna slavonska svinja

Crna slavonska svinja autohtona je lokalna pasmina koja se uzgaja na području Republike Hrvatske, najviše u Slavoniji i Baranji (Slika 1.). Ova pasmina poznatija je pod imenom fajferica. Pasma je nastala sredinom 19. stoljeća. Barun Karlo Pfeiffer križao je lasastu mangulicu s nerastom berkšir pasmine s ciljem poboljšanja tovnih svojstava. Nakon 10 godina ženke dobivene navedenim križanjem, križao je s nerastom pasmine poland kina, koja ima veliki tjelesni okvir, veliko leglo i dobru mesnatost. Ovim križanjima nastala je unaprjeđena pasmina boljih tovnih svojstava te otpornosti, a zbog crne boje otpornija na sunce i na vanjske uvjete. Posljednji zapis križanja crne slavonske svinje zabilježen je sredinom 20. stoljeća s pasminom kornval, što je dalo dobre rezultate. Proizvodne sposobnosti crne slavonske svinje razlikuju se u ekstenzivnom i intenzivnom uzgoju. U ekstenzivnom načinu uzgoja nakon godinu dana tjelesna masa svinja je 70 - 80 kg, a završne mase tovljenika od 180 kg postižu se u dobi 18 i više mjeseci. U intenzivnom uzgoju masa od 100 kg postiže se u dobi 7 – 8 mjeseci, a završne mase od 180 – 200 kg u dobi 14 - 16 mjeseci. Prosječni dnevni prirasti u ekstenzivnom uzgoju su 300 – 500 grama dnevno, a u intenzivnom 500 – 700 grama dnevno. Ovu pasminu ističe udio mišićnog tkiva u polovici 30 – 47%. Osobito pasminsko svojstvo je visok sadržaj intramuskularne masti čak 6 – 8% (Lukić i sur., 2018.).

Eksterijerna svojstva crne slavonske svinje su sljedeća:

- crna slavonska svinja je manje do srednje velika svinja s tamnosivom bojom kože
- koža je obrasla srednje gustom dlakom ali i rijetkom crnom glatkom dlakom
- koža, dlaka i rilo su tamne boje bez bijelih oznaka
- glava je srednje duga s maloukleknutom profilnom linijom u razmjerno širokom čeonom dijelu, u nosnom dijelu ravna
- uši su srednje velike i poluuspravljene
- trup je katkada kratak, a traži se da bude dugačak i valjkast
- leđa ravna
- sapi malo oborene
- butovi dobro i pravilno građeni
- prsa su uska i plitka
- noge su pravilno građene, tanke, kratke i koščatije nego kod mesnih pasmina.

Unutar pasmine nepoželjne su bijele oznake. Tjelesna građa crne slavonske svinje bliža je mangulici, a fiziološko-ekonomska svojstva bliža su poland kini i berkširu. S obzirom da se po svojim svojstvima i karakteristikama nalazi u sredini tri pasmine od kojih je nastala, crna slavonska svinja smatra se srednje dozrelom svinjom, te spada u skupinu mesnato-masnih svinja (Hrasnica i sur., 1958.).



**Slika 1.** Crna slavonska svinja u ekstenzivnom uzgoju  
(Izvor: <https://www.tportal.hr/>)

Crna slavonska svinja uzgaja se na gospodarstvima ekstenzivnog tipa uzgoja i to najčešće u manjem broju u otvorenim ili poluotvorenim sustavima držanja. Takva mala gospodarstva na kakvim se uzgaja ova pasmina uglavnom su slabo opremljena, što znači da nemaju potrebnu zootehničku opremu pomoću koje bi pratili napredak i performanse svinja. Najčešće tim gospodarstvima nedostaju stočne vage, što prilikom odabira životinja za daljnji uzgoj te motrenje napretka uzgajivačima predstavlja veliki problem. Nedostatak stočne vage predstavlja problem i djelatnicima stručnih službi, odnosno kontrolorima koji na gospodarstvu provode testiranje rasplodnih grla i selekciju, sukladno uzgojnom program.

## **1.2. Uzgojni program pasmine crna slavonska svinja**

Temeljni dokument uzgoja kojemu je glavni cilj genetsko očuvanje te unaprjeđenje organiziranog uzgoja ove pasmine na području Republike Hrvatske je Uzgojni program autohtone hrvatske pasmine crne slavonske svinje.

Uzgojnim programom definirani su se:

- teorijski i praktični pristupi očuvanja genetske raznolikosti
- teorijski i praktični pristupi uzgoja crne slavonske svinje primjenom znanstveno-stručnih spoznaja u provedbi uzgojno-seleksijskog rada
- eksterijerna obilježja pasmine
- reproduktivna obilježja pasmine
- proizvodna obilježja pasmine
- geografsko područje uzgoja
- uzgojni ciljevi
- metode za selekciju uzgojno valjanih životinja
- provedba i vrednovanje uzgojnog programa
- postupci identifikacije i označavanja životinja
- postupci testiranja nerastića/nazimica
- vođenje matičnog knjigovodstva

Eksterijerna svojstva koja predstavljaju standard ove pasmine prikazani su u tablici 1 i 2.

**Tablica 1.** Eksterijerne odlike krmača i nazimica crne slavonske svinje

OSOBINA	Ženske kategorije	
	Nazimice	Krmače
Starost	10 mjeseci	15-18 mjeseci
Tjelesna masa	± 90kg	±115 kg
Visina grebena	61 cm	64 cm
Visina križa	68 cm	71 cm
Opseg prsa	104 cm	114 cm
Duljina tijela	117 cm	126 cm
Duljina trupa	74 cm	80 cm
Širina zdjelice	25 cm	27 cm
Duljina zdjelice	27 cm	29 cm
Duljina glave	25 cm	26 cm
Duljina ušiju	22 cm	23 cm
Dlaka- čekinje	Duga, ravna i gusta	Duga, ravna i gusta
Koža	Siva	Siva
Rep	28 cm	29 cm

(Izvor: Uzgojni program crne slavonske pasmine svinja)



**Tablica 2.** Eksterijerne odlike nerasta i nerastića crne slavonske svinje

OSOBIINA	Muške kategorije	
	Nerastići	Nerasti
Starost	10 mjeseci	15-18 mjeseci
Tjelesna masa	± 90kg	±115 kg
Visina grebena	61 cm	65 cm
Visina križa	69 cm	72 cm
Opseg prsa	105 cm	114 cm
Duljina tijela	120 cm	128 cm
Duljina trupa	75 cm	82 cm
Širina zdjelice	24 cm	26 cm
Duljina zdjelice	26 cm	28 cm
Duljina glave	26 cm	28 cm
Duljina ušiju	22 cm	23 cm
Dlaka- čekinje	Duga,ravna i gusta	Duga,ravna i gusta
Koža	Siva	Siva
Rep	28 cm	29 cm

(Izvor: Uzgojni program crne slavonske pasmine svinja)

Uzgojni ciljevi programa su sljedeći:

- očuvati genetske i fenotipske osobine pasmine odnosno očuvati ju u izvornom obliku sukladno tradicijskom načinu držanja (poluotvoreni i otvoreni sustavi)
- očuvati specifične proizvodne i funkcionalne osobine (otpornost, dugovječnost, prilagodba na vanjske uvjete)
- povećati populaciju uz očuvanje genetske raznolikosti i izbjegavanje visokog stupnja uzgoja u srodstvu
- unaprijediti uzgoj
- unaprijediti reprodukciju
- unaprijediti tehnološke postupke (uvjeti držanja i hranidba)

Cilj uzgoja je postići što kvalitetnije i ujednačenije (plodnost, točna, klaonička svojstva i svojstva kvalitete mesa) jedinke crnih slavonskih svinja u okviru pasminskih osobina i genetskog potencijala (Uzgojni program crne slavonske pasmine svinja).

Procjena svinja prema vanjštini koristi se kao pomoćno sredstvo pri čemu se posebna pozornost stavlja na građu pojedinih dijelova tijela. Prilikom prosuđivanja pojedinih dijelova tijela obavezno se obraća pozornost na standard pojedine pasmine (Kralik i sur., 2007.). U uzgoju svinja pasmine crna slavonska svinja, također se provodi obvezna ocjena nerastića i nazimica prije uvođenja u rasplod (prije umatičenja). Ocjena nerastića/nazimica se vrši temeljem fenotipskih osobina životinje s obzirom na oblik, okvir i izraženost pasminskih osobina. Provedba uzgojnog programa povjerena je Hrvatskoj agenciji za poljoprivredu i hranu (HAPIH). Kako bi se vrednovali uzgojni ciljevi, uzgojna organizacija je dužna analizirati fenotipske osobine, genetske parametre i uzgojne vrijednosti (rezultati testiranja nerastića i nazimica, reproduktivni pokazatelji) pasmine i to svake godine, također uzgojna organizacija je dužna analizirati populacijske parametre svake godine s naglaskom na stupanj uzgoja u srodstvu i analizirati provode li registrirani uzgajivači uzgoj crne slavonske svinje u skladu s Uzgojnim programom (Uzgojni program crne slavonske pasmine svinja).

Uzgajivačima je poznavanje tjelesne mase kod svinja važno, kako bi znali u kojem trenutku svinje zadovoljavaju uvjete za tržište. Kontrolorima je nošenje stočne vage nepraktično i previše komplicirano, stoga je pronalazak drugog praktičnog rješenja za određivanje mase životinja bez korištenja vage od velike važnosti. Razvojem jednostavne i praktične metode ovaj bi se problem mogao riješiti, kako bi se posljedično i olakšao posao djelatnicima stručnih službi na terenu.

### **1.3. Linearna regresija**

Linearna regresija je statistička metoda koja omogućava procjenu pojava ili svojstava te međusobnu zavisnost. Najčešće se koristi za donošenje zaključaka o nizu slučajnih varijabli koje ovise o nekoj nezavisnoj varijabli (Freedman, 2012.). Cilj regresijske analize je konstruirati matematičke modele koji opisuju ili objašnjavaju odnose koji mogu postojati između varijabli. Najjednostavniji je slučaj kada postoje dvije varijable na primjer visina i težina, temperatura i tlak određenog volumena, veličina populacije i vrijeme. Postoji i višestruka regresija kada se koristi više od dvije nezavisne varijable, kako bi se utvrdila vrijednost zavisne varijable. Ako se promatra određeni broj parova  $n$ , moguće je iscrtati raspršeni dijagram s nastojanjem da točke budu što bliže krivulji. Ne može se očekivati točno poklapanje jer čimbenici izvan modela mijenjaju utječu na

povezanost istih. Čak i ako postoji točan odnos između varijabli, fluktuacije bi se i dalje ponavljale zbog pogrešaka u mjerenju. U postavljanju matematičkih modela najčešće nas zanima zavisna varijabla, a želi se proučiti kako ona ovisi o skupu varijabli koje se nazivaju eksplanatorne varijable, to jest nezavisne varijable. U postavljanju regresijskog modela, neke od vrijednosti mogu biti neskladne s ostalim, takve točke upućuju na izvanredne vrijednosti (outlieri), a one mogu imati utjecaj na procjenu te zaključivanje pomoću propisanog regresijskog modela. Opće je prihvaćeno da procjena može biti pogrešna ili manje točna radi dodatnih utjecaja kao što su: greške pri mjerenju, iskazivanje vrijednosti varijabli u nedovoljno decimala ili greške pri kopiranju podataka (Seber i Lee, 2003.). Ideja za procjenu parametara u linearnom regresijskom modelu temelji se na jednostavnom zahtjevu da treba minimizirati sumu kvadrata odstupanja eksperimentalnih od teorijskih vrijednosti (Benšić i Šuvak, 2014.). U ovom regresijskom modelu svakako je važan koeficijent determinacije te regresijski koeficijent. Koeficijent determinacije  $R^2$  daje informaciju o tome u kolikoj mjeri je rasipanje eksperimentalnih vrijednosti zavisne varijable objašnjeno linearnom funkcijom, a u kolikoj se mjeri radi o takozvanom rezidualnom ili neobjašnjenom rasipanju. Velika vrijednost koeficijenta determinacije (slučaj kada je  $R^2$  blizu 1) ukazuje na to da linearan model objašnjava velik dio raspršenosti u eksperimentalnim vrijednostima zavisne varijable, to jest da je samo mali dio ostao neobjašnjen modelom i treba ga pripisati slučajnoj grešci. Modeli kod kojih je  $R^2$  nizak nisu informativni za opis varijable  $Y$  korištenjem neovisne varijable  $x$  (Benšić i Šuvak, 2013.). Regresijski koeficijent pokazuje koliko se u prosjeku linearno mijenja vrijednost zavisne varijable  $y$  za jedinični porast vrijednosti odgovarajuće nezavisne varijable.

#### **1.4. Znanstvena istraživanja**

U animalnim znanostima, regresija se svakodnevno koristi u rutinskim procjenama genetskih performansi budućih generacija rasplodnjaka i plotkinja odnosno uzgojnih vrijednosti, ali i brojnim drugim slučajevima. Prema tome, linearna regresija je vrlo raširena metoda u raznim znanstvenim područjima. Koristeći ovaj pristup, znanstvenici diljem svijeta proveli su brojna istraživanja kako bi uzgajivači mogli procijeniti tjelesnu ili živu masu životinja na farmama (Groesbeck i sur., 2002., Mutua i sur., 2010., Walugembe i sur., 2014., Sungirai i sur., 2014.).

Groesbeck i sur. (2002.) proveli su istraživanje na 100 svinja težine 23 – 124 kg. Životinje su izvagane, te im je izmjeren opseg prsa. Autori navode kako je prilikom mjerenja opsega prsa važno da svinje stoje mirno s glavom dolje, jer podizanje glave povećava opseg prsa. Ekstremno blatne svinje također mogu imati utjecaj na mjerenje. Korelacija između tjelesne mase i opsega prsa je potpuna, dok je koeficijent determinacije iznosio je:  $R^2 = 0,98$ . U ovom istraživanju interval pouzdanosti na razini od 95% za jednadžbu je  $\pm 4,54$  kg.

Mutua i sur. (2011.) proveli su istraživanje u zapadnoj Keniji. U istraživanje je bilo uključeno 288 gospodarstava na kojim se uzgajaju svinje. Uzorak su činile 1042 jedinke. Svinje su razvrstane u tri kategorije  $\leq 5$  mjeseci starost, 5,1 – 9,9 mjeseci starosti i  $\geq 10$  mjeseci starosti. Većina svinja je izvagana i izmjerene su im tjelesne mjere, izuzeta je prasad za prodaju i bređe krmače. Od ukupnog broja svinja korištenih u istraživanju duljina tijela, opseg prsa i tjelesna masa izmjerena je samo na 840 svinja. Od 840 svinja, 363 svinje (43%) pripadale su kategoriji  $\leq 5$  mjeseci starosti, 305 svinja (36%) pripadalo je kategoriji 5,1 – 9,9 mjeseci starosti i 172 svinje (21%) pripadale su kategoriji  $\geq 10$  mjeseci starosti. Tijekom istraživanja neki uzgajivači su odustali od suradnje pa je tako 449 svinja vagano samo jedanput, 146 svinja dva puta, a 33 svinje vagane su tri puta. Težina svinja povećavala se s odmakom dobi, što je utvrđeno na svinjama koje su se vagale više od jedan puta. Duljina tijela i opseg prsa objašnjavaju 88% - 91% ukupne varijacije u težini.

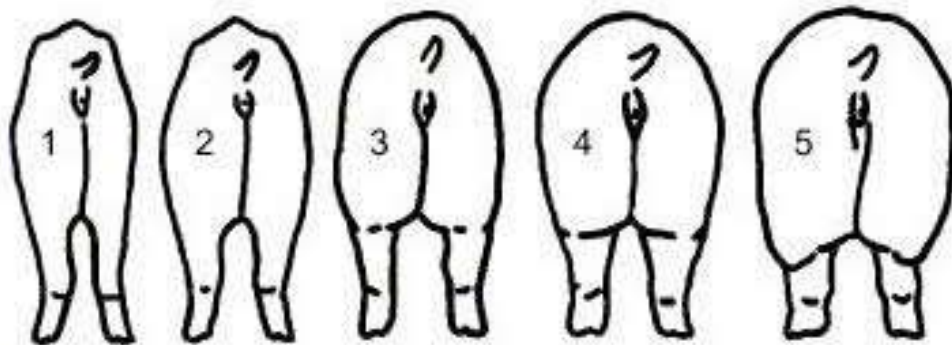
Sungirai i sur. (2014.) proveli su istraživanje na 360 svinja od toga je 180 bilo pasmine landras i 180 pasmine veliki jorkšir. Duljina tijela i opseg prsa mjereni su mjernom vrpcom. Tjelesna masa je mjerena s dva dinamometra, jedan za manje životinje i jedan za veće životinje. Nakon unošenja podataka u Microsoft Excel daljnja analiza izvršena je za 358 svinja. Tjelesna masa može se predvidjeti prema dobi životinja, praćeno duljinom tijela i opsegom prsa, zaključuju autori. Pasmina i spol nisu imali utjecaja na procjenu, ali dob, opseg prsa i duljina tijela jesu. Duljina tijela više je pridonijela varijaciji u usporedbi s opsegom prsa, što je u skladu s prethodnim istraživanjima koja navode da je opseg prsa pouzdaniji prediktor. Duljina tijela objašnjava 98% varijacija u odnosu između tjelesne dužine i žive mase u svinja, dok je opseg prsa objasnio 89% varijacija na isti odnos. U ovom istraživanju, korištenje sajle za obuzdavanje svinja je vjerojatno smanjilo jednostavnost mjerenja opsega prsa, što rezultira nižom korelacijom s težinom u usporedbi s onom koju navodi literatura.

Walugembe i sur. (2014.) proveli su istraživanje u Ugandi. Tjelesne mjere u cm i tjelesna masa u kg izmjerene su na svinjama. Masa svinja se kretala u rasponu 15 – 127 kg.

Izmjereno je pet tjelesnih mjera: duljina tijela, opseg prsa, visina grebena, širina tijela i širina zdjelice. S obzirom na to da se u Ugandi svinje za klanje prodaju s prosječno 40 kg, svinje su kategorizirane u dvije skupine, mlade svinje ili svinje ispod tržišne dobi < 40 kg i svinje tržišne težine to jest tržišne dobi s 40 kg. Od ukupnog broja testiranih jedinki 202 svinje pripadale su skupini mladih svinja, a 209 svinja pripadalo je skupini tržišnih svinja. Pasminska klasifikacija je sljedeća: 150 križanaca, 86 svinja pasmine veliki jorkšir, 79 svinja PIC camborough, 62 lokalne crne svinje i 34 svinje pasmine landras. Pasma i spol nisu bili značajni izvori varijacije pri određivanju tjelesne mase svinja u bilo kojoj kategoriji svinja. Opseg prsa najvažniji je prediktor za svinje ispod 40 kg ( $R^2 = 0,84$ ). Za svinje iznad 40 kg duljina tijela, opseg prsa, visina i širina tijela su snažni prediktori ( $R^2 = 0,92$ ).

Poznavanje mjera vanjštine važno je i za procjenu kondicije kod svinja. Poznavanje mjera vanjštine olakšava kreiranje sustava za ocjenu kondicije. Važno je kreirati pravilne sustave ocjenjivanja i procjene kondicije jer selekcija na vanjske osobine igra važnu ulogu kod svinja za rasplod (Steenbergen i sur. 1989.).

Cilj je u uzgoju crnih slavonskih svinja postići optimalnu kondiciju označenu brojem 3 na slici 2. (Lukić i sur., 2018.).



**Slika 2.** Ocjena kondicije  
(Izvor: <http://www.thepigsite.com>)

### 1.5. Cilj istraživanja

Iz rezultata navedenih autora vidljivo je da su tjelesne mjere, odnosno opseg prsa, visina križa i visina grebena primjereni prediktori tjelesne mase kod svinja, te da se razvojem linearnih jednadžbi masa može vrlo točno procijeniti s točnošću u rasponu od 84 do 98%. Također, rezultati istraživanja su pokazali da se masa može procijeniti i pomoću

drugih tjelesnih mjera, ovisno o njihovim razinama pouzdanosti. S obzirom na rezultate navedenih istraživanja, provedeno je istraživanje na pasmini crna slavonska svinja. U ovom istraživanju osim regresijske jednadžbe, utvrđena je i pouzdanost procjene na temelju različitih podataka, odnosno kolika je povezanost mase tijela s ostalim tjelesnim mjerama.

Cilj istraživanja bio je razviti linearnu jednadžbu pomoću koje bi kontrolori i uzgajivači na farmama, uzimanjem dvije tjelesne mjere mjernom vrpcom i mjernim štapom te unosom u računalo mogli odrediti tjelesnu masu svinja, te testirati njenu pouzdanost.

## **2. MATERIJAL I METODE**

### **2.1. Prikupljanje podataka**

Istraživanje je provedeno na 7 gospodarstava na kojima se uzgajaju crne slavonske svinje, diljem cijele Republike Hrvatske. Uzorak su činile 102 jedinice crnih slavonskih svinja, od kojih je bilo 81 nazimica/krmača i 21 nerast. Cilj je bio analizirati više nerastova s obzirom na njihov veći genetski doprinos u uzgoju. Obuhvaćeno je 8,7% nerastova, 21 analiziran u odnosu na 242 registriranih u RH, dok je odnos analiziranih nazimica/krmača iznosio 4,2%, što je 81 analiziranih u odnosu na 1930 registriranih u RH (HAPIH, 2020.).

### **2.2. Tjelesne mjere**

Svim životinjama izmjereno je 11 tjelesnih mjera:

- tjelesna masa,
- visina grebena,
- visina križa
- opseg prsa
- duljina tijela
- duljina trupa
- širina zdjelice
- duljina zdjelice
- duljina glave
- duljina ušiju
- duljina repa

Masa je izmjerena stočnom vagom na svakom gospodarstvu. Visina grebena, visina križa i širina zdjelice izmjerena je Lydtinovim (mjernim) štapom. Mjerni štap svakodnevno se koristi u praksi za praćenje performansa svinja i ostalih domaćih životinja. Zbog svoje čvrste konstrukcije, mjere visine (visina križa i visina grebena) uzimane mjernim štapom točnije su i pouzdanije od mjera visine mjerene mjernom vrpcom. Opseg prsa, duljina tijela, duljina trupa, duljina zdjelice, duljina glave, duljina ušiju i duljina repa izmjerena je mjernom vrpcom. Kod uzimanja mjera vanjštine mjernom vrpcom važno je obratiti pozornost na vrpcu. Korištenje jedne te iste mjerne vrpce predugo može uzrokovati

rastezanje vrpce, osobito ako se radi o jako elastičnim vrpcama. Dakle prije svakog mjerenja važno je provjeriti opremu s kojom se radi. U slučaju da je oprema neispravna ili ima neku manu, u tom slučaju dobivene mjere često mogu dosta odstupati od stvarnih mjera, što se kasnije odražava na rezultate analize i vjerodostojnost dobivenih podataka.

Svojstva vanjštine mjerena su na sljedeći način:

- visina grebena – visina okomito od tla, uz prednju nogu, do najviše točke grebena
- visina križa – visina okomito od tla, uz stražnju nogu, do najviše točke križa
- opseg prsa – mjereno je iza prednjih nogu
- duljina tijela – duljina od baze ušiju do baze repa
- duljina trupa – duljina od sredine lopatično-ramenog zgloba do sjedne kvrge (*Tuber ischiadicum*)
- širina zdjelice – širina između bočnih kvrga (*Tuber coxae*)
- duljina zdjelice – duljina od prednjeg ruba bočne kvrge (*Tuber coxae*) do zadnjeg ruba sjedne kvrge (*Tuber ischiadicum*)
- duljina glave – duljina od rila do vrha zatiljka
- duljina ušiju – duljina od korijena do vrha uha
- duljina repa – duljina od baze do vrha repa

### **2.3. Analiza podataka**

Svi podatci uneseni su u program Microsoft Excel, dok je statistička analiza izvršena u programima SAS 9.4 i Microsoft Excel. Analiza je zasebno izvršena za nazimice/krmače, a posebno za neraste kako bismo vidjeli postoje li razlike u rezultatima između spolova. Izračunate su varijance, standardne varijacije te koeficijenti korelacije za svako navedeno svojstvo. U daljnjoj analizi podataka za nazimice/krmače i nerastove određen je koeficijent regresije i koeficijent determinacije.



### 3. REZULTATI I RASPRAVA

Analize su izvršene odvojeno za nerastove i nazimice/krmače, kako bi se utvrdilo je li ista tjelesna mjera u većoj ili manjoj korelaciji s masom kod različitog spola, te kolike su standardne pogreške.

#### 3.1. Korelacija

Koeficijent korelacije jedna je numerička karakteristika dvodimenzionalnog slučajnog vektora koja može poslužiti za analizu zavisnosti među njegovim komponentama. Za procjenu koeficijenta korelacije možemo koristiti nekoliko procjenitelja. Treba spomenuti procjenitelja koji se zove Pearsonov korelacijski koeficijent i koristi se kod neprekidnih slučajnih varijabli (Benšić i Šuvak, 2013.). Koeficijent korelacije pokazuje kolika je povezanost između dva svojstva i koji je smjer korelacije, dakle je li smjer negativan ili pozitivan. Jačina koeficijenta korelacije mjeri se Roemer – Oraphalovom ljestvicom, prema njoj korelacije nema ako je vrijednost koeficijenta 0,00 - 0,10. Nadalje prema tablici korelacija može biti: jako slaba ( $r = 0,10 - 0,25$ ), slaba ( $r = 0,25 - 0,40$ ), srednja ( $r = 0,40 - 0,50$ ), jaka ( $r = 0,50 - 0,75$ ), vrlo jaka ( $r = 0,75 - 0,90$ ) i potpuna ( $r = 0,90 - 1,00$ ). Koeficijent korelacije može se opisati i kao odnos između dva svojstva koji je jasno pokazao koje je svojstvo u najvećoj povezanosti s masom (Freedman, 2012.). Također, u genetskim analizama, poznavanje genetskih korelacija u svinjogojstvu omogućava istovremenu selekciju na više poželjnih osobina (Kralik i sur., 2007.). Primjer pozitivne korelacije kod domaćih životinja bio bi odnos dob – tjelesna masa, s odmakom dobi životinje povećava se tjelesna masa. Primjer za negativnu korelaciju bio bi odnos između debljine leđne slanine i udjela mišićnog tkiva u polovicama. Povećanjem debljine leđne slanine smanjuje se udio mišićnog tkiva u polovicama.

Regresija pokazuje za koliko se mjernih jedinica promijeni zavisno svojstvo, ako se nezavisno promijeni za jednu jedinicu, stoga regresija kao takva omogućava predviđanje kretanja neke pojave ili zavisnosti. Koeficijent regresije ( $b$ ) iskazuje promjenu zavisnog svojstva. Ako je na primjer, u odnosu debljina leđne slanine i udio mišićnog tkiva, vrijednost koeficijenta regresije  $b = 0,15$ , znači da se povećanjem debljine leđne slanine za jednu jedinicu (mm), smanjuje udio mišićnog tkiva za 0,15 (%). Obratno ako se povećá udio mišićnog tkiva smanjit će se debljina leđne slanine.

U istraživanju Walugembe i sur. (2014.), tri su parametra korištena kao značajni izvori varijabilnosti u procjeni tjelesne mase, a to su duljina tijela, opseg prsa i širina tijela, te navode kako je opseg prsa bio najvažniji prediktor za procjenu mase ( $R^2 > 0,84$ ). Groesbeck i sur. (2002.), također navode da je opseg prsa u gotovo potpunoj korelaciji s tjelesnom masom ( $R^2 = 0,98$ ). U njihovom istraživanju interval pouzdanosti na razini od 95%, pokazao je procijenjenu masu od  $\pm 4,54$  kg od stvarne tjelesne mase. Također, tjelesna masa može se procijeniti na temelju dobi, opsega prsa i duljine tijela, navode Sungirai i sur. (2014.), no u tom je slučaju potrebno dizajnirati skupine ovisno o starosnim kategorijama, što je više prikladno za veće populacije.

U ovom istraživanju za oba spola, korelacije tjelesne mase i svih navedenih svojstava po smjeru su pozitivna. U tablici 3. prikazane su vrijednosti korelacija za sva svojstva za oba spola.

**Tablica 3.** Vrijednosti korelacija za svojstva vanjštine

SVOJSTVO	NERASTI	NAZIMICE/KRMAČE
visina grebena	$r = 0,90$	$r = 0,85$
visina križa	$r = 0,91$	$r = 0,86$
opseg prsa	$r = 0,97$	$r = 0,96$
duljina tijela	$r = 0,93$	$r = 0,92$
duljina trupa	$r = 0,93$	$r = 0,88$
širina zdjelice	$r = 0,95$	$r = 0,92$
duljina zdjelice	$r = 0,90$	$r = 0,77$
duljina glave	$r = 0,83$	$r = 0,49$
duljina ušiju	$r = 0,65$	$r = 0,53$
duljina repa	$r = 0,59$	$r = 0,31$

(Izvor: Mihaela Oroz)

Najniže korelacije s tjelesnom masom imaju duljina glave, duljina ušiju i duljina repa. Kod duljine glave između spolova je vidljiva razlika u korelacijama, tj. kod nerastova je iznosila  $r = 0,83$ , a kod nazimica/krmača  $r = 0,49$ .

Razlike u korelaciji kod glave svinja mogu se objasniti izraženosti sekundarnih spolnih karakteristika u analiziranom uzorku. Jedna od sekundarnih spolnih karakteristika

je duljina i oblik glave, naime neraste karakterizira kraća i šira glava, a nazimice/krmače manja duža i nježnija glava (Kralik i sur., 2007.).

Duljina ušiju kod oba spola u korelaciji s tjelesnom masom, kod krmača/nazimica iznosi  $r = 0,53$ , a kod nerastova  $r = 0,65$ , dok je za rep kod nerastova  $r = 0,59$ , a nazimica/krmača  $r = 0,31$ . Ove dvije tjelesne mjere (duljina ušiju i repa) ne bi se trebale koristiti za procjenu tjelesne mase kod svinja.

Kod svinja je česta pojava griženje repa i ušiju, a ovaj se poremećaj najčešće javlja zbog nemogućnosti izražavanja specifičnog ponašanja svojstvenog vrsti. Životinje u tom slučaju ponašanje preusmjeravaju na druge objekte, kao što su uši i rep drugih svinja. Ova je pojava često raširena u svinjogojskoj proizvodnji, a najmanje se javlja u ekološkoj proizvodnji svinja na otvorenom. Mogući uzroci ovog poremećaja su: poremećeno zdravstveno stanje životinja, neodgovarajući uvjeti držanja i nedostatna, odnosno nepravilna hranidba. Čimbenici koji se također spominju, a manje su važni jesu spol, stres, dosada i genetska predispozicija (Auslender Ujević i Mikuš, 2019.).

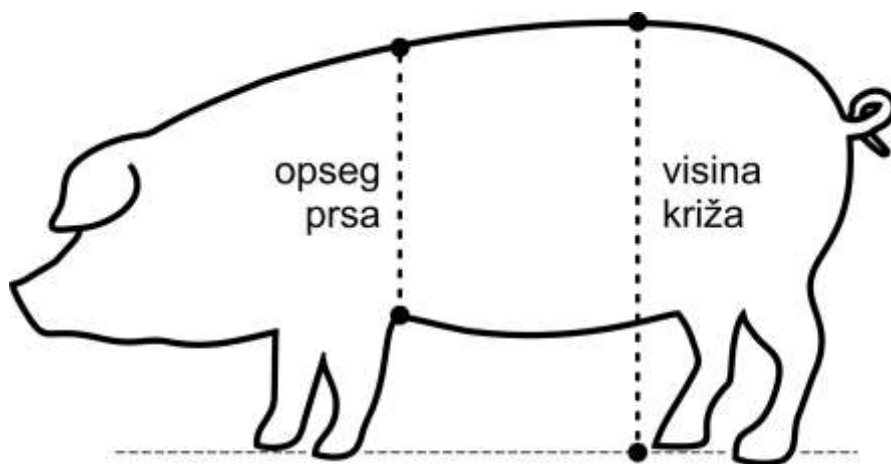
Ovo je i prilikom našeg istraživanja bilo dosta prisutno. Osim što su ove mjere (duljina ušiju i duljina repa) imale najnižu korelaciju, koeficijenti determinacije za ova svojstva također su bili najniži, a standardna pogreška najviša, te je iznosila 35 – 45 kg, stoga su ove mjere kao takve isključene iz analiza.

Sve ostale tjelesne mjere su u vrlo jakoj korelaciji s tjelesnom masom. Kod svih tjelesnih mjera postoji razlika u korelaciji između muških i ženskih svinja. Za svako svojstvo korelacije s tjelesnom masom utvrđene su manje vrijednosti kod nazimica/krmača u odnosu na nerastove, osim za svojstvo duljine glave. U slučaju ovog istraživanja ovo se može objasniti manjom varijabilnosti tjelesne mase kod nerastova u odnosu na nazimice/krmače. Prilikom odabiranja tjelesne mjere, na temelju koje bi se mogla procijeniti masa, promatrano je koja tjelesna mjera ima najveću korelaciju s tjelesnom masom i najmanju razliku između spola. Utvrđeno je da najveću korelaciju s tjelesnom masom ima opseg prsa čija vrijednost je iznosila 0,97 kod nerastova te 0,96 kod nazimica/krmača. Koeficijenti determinacije koji predstavljaju pouzdanost procjene u oba su spola iznosili 0,95. Pri tome je standardna pogreška relativno niska, od 10,4 kg do 11,73 kg, te se može reći da je tjelesnu masu na temelju opsega prsa moguće procijeniti relativno točno.

Druga mjera koja je u jako visokoj odnosno, nerastova potpunoj korelaciji je visina križa. Kod nerastova je utvrđena vrijednosti od 0,91 dok su nazimice/krmače imali

vrijednost korelacije 0,86, uz standardnu pogrešku od 19,48 kg i 24,69 kg. Pomoću mjere visine križa možemo također procijeniti masu, ali sa značajno nižom pouzdanosti.

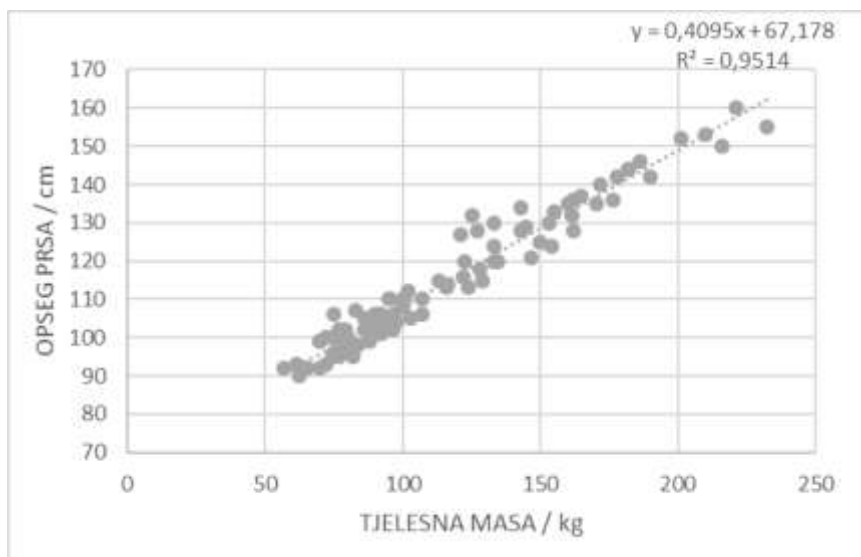
Duljina trupa imala je korelaciju 0,93 kod nerastova i 0,88 kod nazimica/krmača, dakle višu od visine križa, isto tako širina zdjelice je u potpunoj korelaciji s tjelesnom masom, kod nerastova koeficijent korelacije iznosi 0,95, a kod krmača/nazimica 0,92. Neke od tjelesnih mjera kao što su duljina zdjelice i visina grebena imaju manju standardnu pogrešku, ali i manju korelaciju, te je iz tog razloga naglasak stavljen na one mjere koje su u oba spola u najvećoj korelaciji. S obzirom na to da su opseg prsa i visina križa mjere koje se lakše mogu izmjeriti na životinji, one su odabrane za procjenu mase (Slika 3.). Rezultati mjerenja su precizni, a uzimanje ovih mjera je jednostavno za osobu koja je izvodi i nije toliko stresna za životinju.



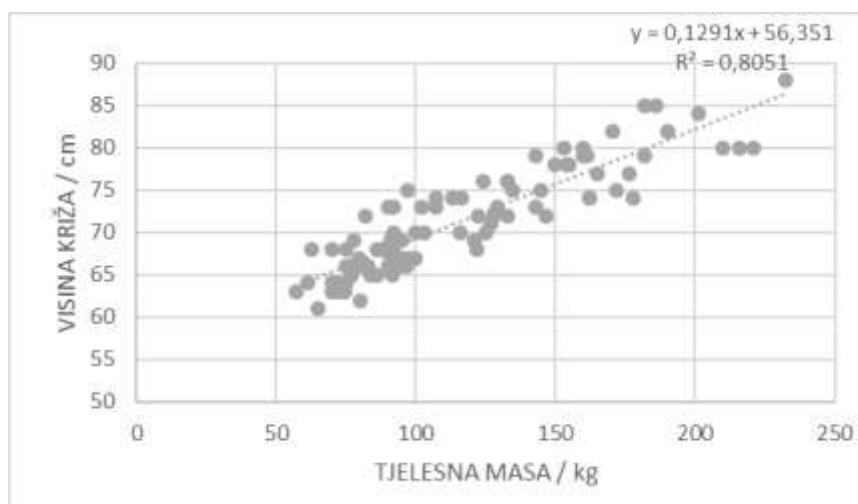
**Slika 3.** Shema tjelesnih mjera korištenih u linearnoj procjeni

(Izvor: Mihaela Oroz)

Nakon što je ustanovljeno koja mjere su najpogodnije za procjenu tjelesne mase kod crnih slavonskih svinja, daljnja analiza podatka izvršena je na skupnim podacima. Iz analize su isključene izvanredne vrijednosti (outlieri), koje mijenjaju fluktuaciju, a neće imati utjecaja na procjenu te zaključivanje pomoću propisanog regresijskog modela. Greška se pripisuje pogreškama u mjerenju, te pogreškama u kopiranju podataka. Grafikonima 1. i 2. prikazuju korelaciju između tjelesne mase i opsega prsa, te tjelesne mase i visine križa na skupnim podacima, nakon uklanjanja izvanrednih vrijednosti. Na grafikonima su prikazane i pojedinačne jednadžbe linearne regresije, te koeficijenti determinacije za navedena svojstva.



**Grafikon 1.** Korelacija između tjelesne mase i opsega prsa  
(Izvor: Mihaela Oroz)



**Grafikon 2.** Korelacija između tjelesne mase i visine križa  
(Izvor: Mihaela Oroz)

### 3.2. Jednadžba linearne regresije

Kako je utvrđeno da opseg prsa i visina križa imaju najvišu korelaciju, ove dvije mjere dodatno su razmatrane i kod nerastova i kod nazimica/krmača, te skupno.

Pojedinačne jednadžbe regresije su:

- visina križa kod nerastova:  $y = 0,1219x + 57,908$
- opseg prsa kod nerastova:  $y = 0,3681x + 71,386$
- visinu križa kod nazimica/krmača:  $y = 0,1204x + 57,072$
- opseg prsa kod nazimica/krmača :  $y = 0,3914x + 68,762$ .

Za visinu križa kod nerastova standardna pogreška procijenjenih vrijednosti je 19,48 kg, a kod nazimica/krmača 24,69 kg. Za opseg prsa kod nerastova standardna pogreška je 10,47 kg, a kod nazimica/krmača 11,74 kg. Uzimanjem samo jedne mjere kao prediktora omogućava se niža točnost procjene mase uz veće odstupanje. Iz tog razloga razvijena je višestruka regresijska jednadžba na skupnim podacima koja omogućava točniju procjenu tjelesne mase. Na skupnim podacima standardna pogreška za visinu križa je 23,83 kg, a za opseg prsa 11,45 kg. Razvijena linearna regresijska jednadžba, pomoću koje će se moći procijeniti tjelesna masa crnih slavonskih svinja prikazana je u tablici 4. Tablica prikazuje koeficijente determinacije i koeficijente korelacija za navedena svojstva na skupnim podacima.

**Tablica 4.** Povezanost između tjelesnih mjera i mase kod crnih slavonskih svinja

Komponenta	Jednadžba predviđanja	r	R <sup>2</sup>
Opseg prsa	$y = 0,4095x + 67,178$	0,98	0,95
Visina križa	$y = 0,1291x + 56,351$	0,90	0,81
Opseg prsa i visina križa	$y = 1,9073046x_1 + 1,3949949x_2 - 202,1761812278$	0,97	0,95

(Izvor: Mihaela Oroz)

Prema tome, detaljnom obradom podataka utvrđeno je da se najtočnija procjena mase uz najmanje odstupanje postiže analizom skupnih podataka (nerastovi i nazimice/krmače) višestrukom regresijom, gdje je broj promatranja viši. Ova jednadžba linearne regresije glasi:

$$\text{TJELESNA MASA} = 1,9073046 (\text{opseg prsa}) + 1,3949949 (\text{visina križa}) - 202,1761812$$

Uz pomoć jednadžbe višestruke linearne regresije, gdje su opseg prsa i visina križa nezavisne varijable, uspješno je procijenjena zavisna varijabla - tjelesna masa životinja. Korištenjem dvije nezavisne varijable u procjeni tjelesne mase standardna pogreška se smanjila na  $\pm 8,45$  kg.

## 4. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja pokazali su da se na temelju opsega prsa i visine križa može poprilično točno procijeniti tjelesna masa kod crnih slavonskih svinja. Analizom skupnih podataka koji uključuju nazimice/krmače i nerastove, najveću povezanost s masom imali su opseg prsa i visina križa, radi čega su ove dvije varijable korištene u procjeni tjelesne mase te su postignute najviše razine pouzdanosti. Pretpostavimo li da je u analizi bilo više nerastova, koeficijenti korelacije bili bi vjerojatno sličniji onima kod nazimica/krmača. Također, da je prikupljeni uzorak u ovom istraživanju bio viši, vjerojatno bi se postigle i više točnosti procjena. Zaključno, uzevši u obzir postignute procijenjene vrijednosti i pogreške u procjeni, rezultati ukazuju da se s ovakvim pristupom vrlo jednostavno i jeftino može procjenjivati tjelesna masa svinja u stvarnim uvjetima na farmi.

## 5. POPIS LITERATURE

1. Auslender Ujević V., Mikuš T. (2019.): Grizenje repova u svinja – multikauzalan poremećaj ponašanja. Veterinarska stanica 50 (3), 255-265.
2. Benšić M., Šuvak N. (2014.): Uvod u vjerojatnost i statistiku. Sveučilište J.J. Strossmayera, Odjel za matematiku. Osijek.
3. Benšić M., Šuvak N., (2013.): Primjenjena statistika. Sveučilište J.J. Strossmayera, Odjel za matematiku. Osijek.
4. Freedman D.A. (2012.): Statistical Models: Theory and Practice. p.26-36. New York, Cambridge University Press.
5. Groesbeck C.N., Goodband R.D., DeRouchey J. M., Tokach M. D., Dritz S.S., Nelssen J.L., Lawrence K. R., Young M. G. (2002.): Using heart girth to determine weight in finishing pigs. In *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*. Swine Day, p.166-168. Manhattan, Kansas, November 14, 2002.
6. Hrasnica F., Ilančić D., Pavlović S., Rako A., Šmalcelj I. (1958.): Specijalno stočarstvo. Poljoprivredni nakladni zavod – Zagreb. Zagreb.
7. Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu (2021.): Godišnje izvješće za 2020. Godinu. Glas Slavonije d.d. Osijek. Osijek.
8. Uzgojni program crne slavonske pasmine svinja. Udruga uzgajivača crne slavonske svinje “fajferica”. Drenovci.
9. Kralik G., Kušec G., Kralik D., Margeta V. (2007.): Svinjogojstvo – biološki i zootehnički principi. Grafika Osijek. Osijek.
10. Lukić B., Raguž N., Karolyi D., Kranjac D., Luković Z., Mahnet Ž., Steiner Z. (2018.): *Uzgoj crne slavonske svinje - Priručnik za uzgajivače i studente*. Osijek, Udruga uzgajivača crne slavonske svinje Slavonije, Baranje i zapadnog Srijema.
11. Mutua F.K., Dewey C.E., Arimi S.M., Schelling E., Ogara W.O. (2011.): Prediction of live body weight using length and girth measurements for pigs in rural Western Kenya. *J Swine Health Prod.* 2011; 19(1): 26–33.
12. SAS Institute Inc. (2013.): SAS® 9.4 Statements: Reference. Cary, NC: SAS Institute Inc.
13. Seber G.A.F., Lee A.J. (2003.): Linear Regression Analysis. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
14. Steenbergen E.J.V. (1989.): Description and Evaluation of a Linear Scoring System for Exterior Traits in Pigs. *Livestock Production Science*, 23 (1989) 163-181.



15. Sungirai M, Masaka L, Benhura T.M. (2014.): Validity of Weight Estimation Models in Pigs Reared under Different Management Conditions. *Veterinary Medicine International*. 2014, 1-5.
16. Walugembe M., Nadiope G., Stock J. D., Stalder K. J., Pezo D., Rothschild M. F. (2014.): Prediction of live body weight using various body measurements in Ugandan village pigs. *Livestock Research for Rural Development* 26 (5) 2014.