

ENAČBE ZA OCENJEVANJE DELEŽA MESA V TRUPIH PRAŠIČEV NA LINIJI KLANJA

Špela MALOVRH^{a)}, Milena KOVAČ^{b)}, Marjeta ČANDEK POTOKAR^{c)}, Silvester ŽGUR^{d)}
in Blaž ŠEGULA^{e)}

^{a)} Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za zootehniko, Groblje 3, SI-1230 Domžale, Slovenija, as.

^{b)} Isti naslov kot ^{a)}, izr. prof., dr.

^{c)} Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, dr.

^{d)} Isti naslov kot ^{a)}, doc., dr.

^{e)} Isti naslov kot ^{c)}, mag.

Delo je prispelo 09. novembra 2001, sprejeto 20. novembra 2001.

Received November 09, 2001, accepted November 20, 2001.

IZVLEČEK

Ocenjevanje mesnatosti prašičev na liniji temelji na meritvah pojasnjevalnih spremenljivk in predhodno določene enačbe za odstotek mesa, v katero vstavimo meritve. Enačbo določimo na podlagi predhodnega razseka zadostnega števila klavnih trupov. Prilagojeno zakonodaji EU smo se pri izračunu nove enačbe poslužili kombinacije EU-referenčnega in delnega razseka, pri statistični obdelavi pa uporabili dvojno regresijo. Izvedli smo popolni razsek na 61 in samo delni razsek na 130 klavnih trupih prašičev. Določali smo enačbi za ocenjevanje odstotka mesa za metodo z aparatom Hennessy Grading Probe (HGP) in za ročno dvotočkovno metodo. Enačba za aparat HGP je zadostila potrebnemu standardnemu odklonu ostanka (RSD) pod 2,5 (2,43) in je primerna za uvedbo metode HGP na linijo klanja. Nadomestna ročna metoda se ni približala vrednosti 2,5 za RSD, pač pa še vedno zadovoljivo ocenjuje mesnatost sedanja enačba DM5. Pred uvedbo nove metode z aparatom HGP je potrebna še preveritev na liniji klanja.

Ključne besede: prašiči / mesnatost / dvojna regresija / Slovenija

EQUATIONS FOR ASSESSMENT OF LEAN MEAT CONTENT IN PIG CARCASSES ON SLAUGHTER LINE

ABSTRACT

Assessment of meatiness on slaughter line based upon measurements of explanatory variables and equation for lean meat content in which measurements are entered. Equation is evaluated using data from preceding dissection of sufficient number of carcasses. Considering EU legislation for computation of new formula, EU-reference and partial dissection were used, as well as double-regression as a statistical method. Sixty-one carcasses were dissected according to EU-reference method, and the sample for partial dissection included 130 carcasses. Equations for lean meat content for method with apparatus Hennessy Grading Probe (HGP) and two-point method were computed. Equation for HGP met criterion for residual standard deviation (RSD) of 2.5 (2.43), so it is convenient for introduction of HGP method on the slaughter line. Substitutive two-point method did not reach 2.5 for RSD. Nevertheless, current equation DM5 for two-point method still sufficiently estimate the lean meat content. Prior to the introduction of the new method for HGP on slaughter line, verification is needed.

Key words: pigs / lean meat content / double-regression / Slovenia

UVOD

Ocenjevanje deleža mesa v trupu prašičev na liniji klanja je postopek, pri katerem na podlagi meritev lastnosti, pojasnjevalnih spremenljivk, s pomočjo predhodno določene enačbe izračunamo odstotek mesa v klavnem trupu. Enačba mora biti izračunana na osnovi predhodnega razseka zadostnega števila trupov. Pri tem zakonodaja EU postavlja pogoje glede velikosti vzorca in točnosti ocene (Commission Regulation ..., 1985; Commission Regulation ..., 1994). Ob uporabi klasičnih statističnih metod predpisuje vzorec najmanj 120 popolnih razsekov po referenčni metodi EU. Pri uporabi dvojne regresije (Conniffe in Moran, 1972) je potrebnih najmanj 50 popolnih in ustrezno velik vzorec delnih razsekov. Standardni odklon za ostanek mora biti v obeh primerih manjši od 2,5. Metoda za ocenjevanje deleža mesa v trupih prašičev DM5 (Kovač in sod., 1995a), ki jo uporabljamo v Sloveniji od leta 1995 (UL RS 68/95), je bila že takrat pripravljena v skladu s težnjo prilagajanja zakonodaji EU. Od uvedbe metode se je mesnatost prašičev izboljšala za blizu 4 %, kar pomeni, da je sedanjo metodo DM5 potrebno preveriti (Kovač in sod., 1995b). Točnost meritev in s tem točnost ocene je pri ročni metodi pri relativno visoki pogostnosti zakolov lahko problematična, zato bi bila za večje klavnice v Sloveniji priporočljiva uvedba metode z aparatom. Sočasno z uvajanjem metode v Sloveniji so v EU izvedli spremembe pri izračunavanju enačb za ocenjevanje mesnatosti (Commission Regulation ..., 1994), ki omogočajo cenejše in hitrejše preverjanje enačb. Metoda dvojne regresije ima glede na literaturne podatke dvojno prednost, z njo zmanjšamo stroške disekcije ter povečamo točnost ocene (Engel in Walstra, 1991a; Engel in Walstra, 1991b).

Cilj tega prispevka je bil pripraviti nove enačbe za ocenjevanje mesnatosti prašičev na liniji klanja, pri čemer je bila pri ročni dvomestni metodi DM5 mišljena prenovitev enačbe ter vpeljava metode z aparatom na linijo klanja, za katero je bil izbran aparat Hennessy Grading Probe (HGP).

MATERIAL IN METODE

Poskus smo izvedli v dveh fazah. Najprej smo 61 trupov razsekali po EU-referenčni metodi (Commission Regulation ..., 1994; Walstra in Merkus, 1995) v šolski klavnici in razsekovalnici Odd. za zootehniko Biotehniške fak. Na podlagi statistične analize prvega dela poskusa (Malovrh in sod., 2001) smo določili potrebno velikost vzorca za delni razsek (130 klavnih polovic) in klavne dele (stegno, plečka, file in hrbet) kot pomožne spremenljivke. Drugi del poskusa smo izvedli v treh večjih slovenskih klavnica: Mesna industrija Pomurka v Murski Soboti, Košaki v Mariboru in Mesnine dežele Kranjske v Zalogu.

V obeh delih poskusa smo trupe prašičev na liniji klanja odbirali glede na meritvi debeline hrbtnne slanine (S_{DM}) in hrbtnne mišice (M_{DM}) tako, da bi pokrili čim širši razpon pojasnjevalnih spremenljivk. Meritev S_{DM} predstavlja najtanjšo debelino podkožnega maščobnega tkiva s kožo na klavni polovici nad srednjo zadnjično mišico (*M. glutaesus medius*), meritev M_{DM} pa najkrajšo razdaljo med prednjim koncem srednje zadnjične mišice in zgornjim (dorzalnim) robom hrbtničnega kanala (UL RS 68/95, 1995). Pri vzorčenju smo želeli zajeti reprezentativen vzorec populacije slovenskih prašičev glede na izvor in spol. V vzorec smo zajeli 77 % trupov iz farmske reje (Ihan, Kočevje, Krško, Ljutomer, Nemščak, Podgrad, Ptuj) in 23 % prašičev iz tržne kmečke prireje iz štirih kmetijskih zadrug z območja Pomurja in Ptuja (pregl. 1). Svinjke (49,2 %) in kastrati (50,8 %) so bili tako pri referenčnem kot pri delnem razseku enakomerno zastopani (pregl. 1). V preglednici 1 predstavljamo strukturo vzorca v prvem (referenčni razsek) in drugem delu raziskave (delni razsek) glede na izvor, spol ter ročno opravljene meritvi S_{DM} in M_{DM} z linije klanja.

Preglednica 1. Struktura vzorca v prvem (EU-referenčni razsek) in drugem delu (delni razsek) raziskave glede na izvor, spol ter meritvi SDM in MDM

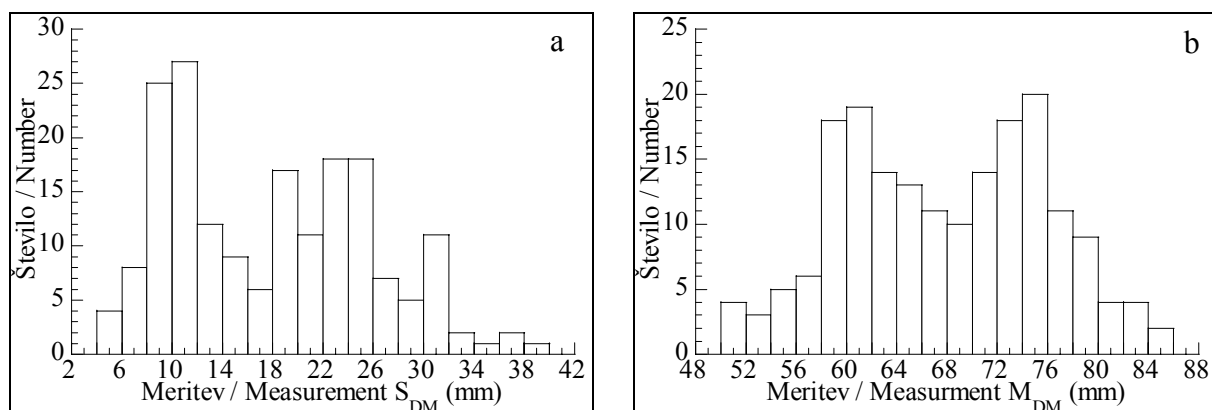
Table 1. Sample structure in EU-referential (first phase) and partial dissection (second phase) by origin, sex and measurements SDM and MDM

	Referenčni razsek Reference dissection		Delni razsek Partial dissection		Skupaj / Total	
	n	%	N – n	%	N	%
Št. trupov / No. of carcasses	61		130		191	
Izvor / Origin						
Farmska reja / Industrial units	48	78,7	99	76,2	147	77,0
Tržna kmeč. reja / Family farms	13	22,3	31	23,8	44	23,0
Spol / Sex						
Svinjke / Gilts	30	49,2	64	49,2	94	49,2
Kastrati / Barrows	31	50,8	66	50,8	97	50,8
Meritev / Measurement S_{DM} , mm						
< 11	19	31,2	33	25,4	52	27,2
11–18	14	22,9	34	26,2	48	25,1
19–24	14	22,9	31	23,8	45	23,6
> 24	14	22,9	32	24,6	46	24,1
Meritev / Measurement M_{DM} , mm						
< 60	15	24,6	22	16,9	37	19,4
60–66	17	27,9	39	30,0	56	29,3
67–75	17	27,9	51	39,2	68	35,6
> 75	12	19,7	18	13,9	30	15,7

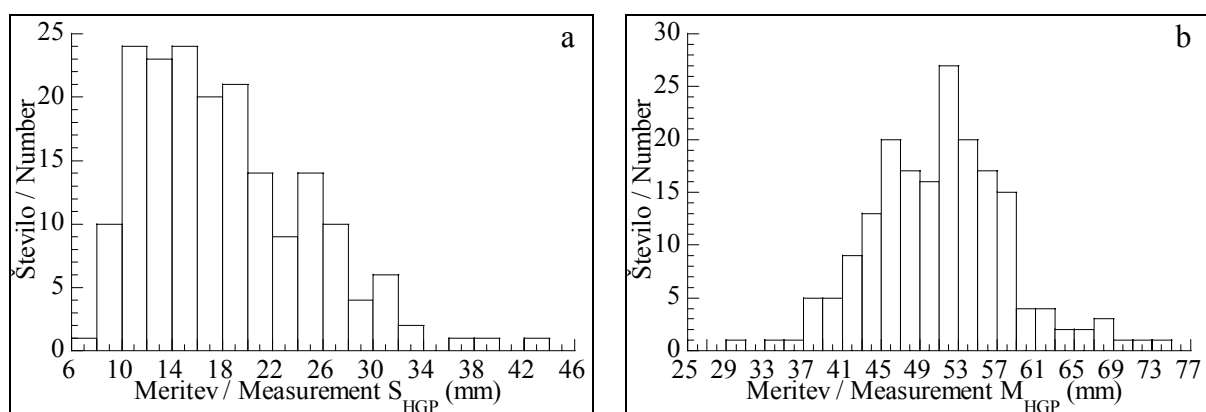
Zaželena zastopanost pojasnjevalnih spremenljivk v vzorcu naj bi bila 40 : 20 : 40 za majhne, srednje in velike vrednosti (Walstra, 2000). Takšno zastopanost je pri manjših vzorcih težje doseči, sploh če moramo vzorčiti po več spremenljivkah. Porazdelitev za ročno meritev S_{DM} (graf. 1a) ima izrazit vrh pri 10 do 11 mm in nekoliko nižjega pri 24 mm, medtem ko je porazdelitev za ročno meritev M_{DM} (graf. 1b) bimodalna z vrhovoma pri okoli 60 in 75 mm. Pojasnjevalni spremenljivki S_{HGP} in M_{HGP} , izmerjeni z aparatom HGP (meritvi HGP) prav tako predstavljata meritvi debelin podkožne maščobe hrbta s kožo in hrbtne mišice, le mesto merjenja je povsem drugo. Obe meritvi sta bili izmerjeni na klavnem trupu na enem mestu med drugim in tretjim zadnjim rebrom sedem centimetrov od centralne linije. Meritvi S_{HGP} in M_{HGP} imata desno asimetrično (graf. 2a) oz. približno normalno porazdelitev (graf. 2b). Normalni porazdelitvi pripada tudi masa toplih klavnih polovic (graf. 3a). Kljub načrtnemu vzorčenju glede na pojasnjevalne spremenljivke, ki so korelirane z mesnatostjo, vzorec 61 klavnih trupov pri odstotku mesa po EU-referenčni metodi razseka (graf. 3b) ohranja normalno porazdelitev.

Pri dvojni regresiji imamo tri skupine spremenljivk: klasične pojasnjevalne (neodvisne) ali cenilke, klasične odvisne ter tretjo skupino t.i. pomožnih ali nadomestnih, ki nam na večjem vzorcu nadomeščajo odvisne. Dva niza pojasnjevalnih spremenljivk so v opisanem poskusu predstavljale meritve S_{DM} in M_{DM} , ki jih uporablja sedanja enačba za ocenjevanje mesnatosti z ročno dvotočkovno metodo DM5 ter S_{HGP} in M_{HGP} z metodo HGP. Masa toplih polovic kot pojasnjevalna spremenljivka je v enačbi za oceno mesnatosti nezaželena, ker aparati za meritve debelin navadno nimajo povezave s tehtnico, po drugi strani pa tehtanje na liniji klanja ni natančno in bi bila tako napaka dvojna. Pojasnjevalne spremenljivke smo zaradi enostavnosti povezave z odvisno oz. pomožnimi spremenljivkami uporabili kot linearne člene (polinome prve stopnje). Odvisna spremenljivka je bila samo ena – odstotek mesa v klavnem trupu po razseku. Kot pomožne spremenljivke smo izbrali maso mišic, medmišične maščobe in kosti v štirih večvrednih delih: stegno (S), hrbet (H), pleče (P) in file (F) in podkožno maščobo hrbta s kožo

(H-PM), izražene kot delež v masi hladne klavne polovice. Možne nadomestne spremenljivke, kot so odstotek mesa v klavnih delih ali kar mase posameznih večvrednih klavnih delov, so se pri predhodnih analizah slabše obnesle.



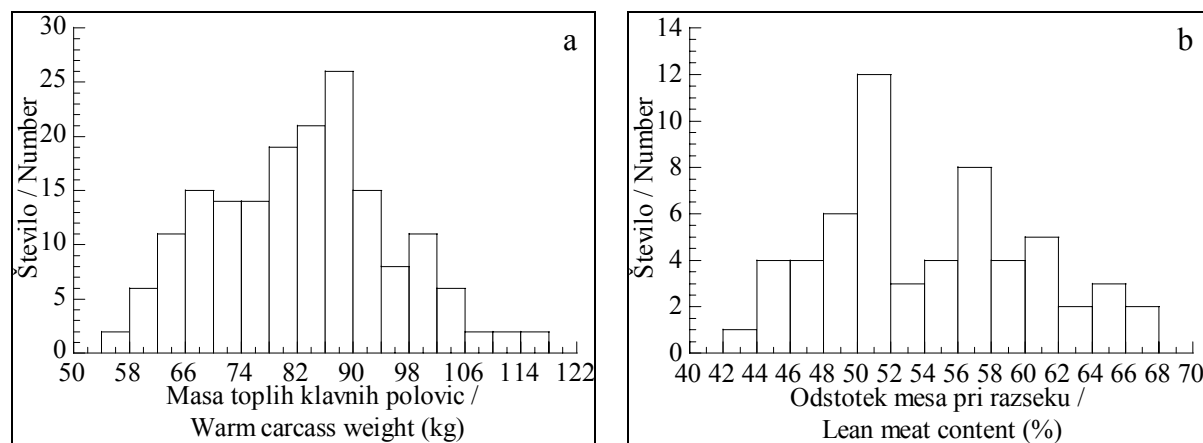
Grafikon 1a, b. Porazdelitev za meritvi S_{DM} (levo) in M_{DM} (desno), $N = 191$.
Graph 1a, b. Distribution of measurements S_{DM} (left) and M_{DM} (right), $N = 191$.



Grafikon 2a, b. Porazdelitev za meritev S_{HGP} (levo) in M_{HGP} (desno), $N = 191$.
Graph 2a, b. Distribution of measurements S_{HGP} (left) and M_{HGP} (right), $N = 191$.

Srednje vrednosti pri ročnih in meritvah HGP za podkožno maščobno tkivo s kožo S_{DM} in S_{HGP} so si v vzorcih EU-referenčnega in delnega razseka precej podobne (pregl. 2) ter zavzemajo vrednosti med 17,9 mm in 18,3 mm. Meritve slanine HGP imajo manjši standardni odklon (6,75 mm) v primerjavi z ročnimi meritvami (8,26 mm). Ročna meritev debeline hrbtne mišice M_{DM} (67,3 mm) ima v primerjavi z meritvijo M_{HGP} (51,2 mm) večje srednje vrednosti za okoli 17 mm (pregl. 2). Med vzorcema pri referenčnem in delnem razseku pa pri obeh meritvah ni razlik. Tudi pri meritvi debeline hrbtne mišice M_{HGP} je standardni odklon za spoznanje manjši kot pri ročni meritvi. Pri referenčnem razseku so bili klavni trupi v povprečju lažji za približno 4 kg.

Mišičnina, medmišična maščoba in kosti stegna predstavljajo okoli 19,30 % mase hladne klavne polovice (pregl. 3), omenjena tkiva pri hrbtu pomenijo 11,84 % oz. 9,73 % pri plečetu. Delež fileja v klavni polovici znaša 1,46 %, medtem ko predstavlja podkožno maščobno tkivo hrbta s kožo nekaj pod 5 %. Srednje vrednosti vseh pomožnih spremenljivk so pri delnem razseku za spoznanje manjše kot pri referenčnem razseku. Pri standardnih odklonih pa razlik ni (pregl. 3), čeprav bi jih zaradi različne velikosti vzorcev pričakovali.



Grafikon 3a, b. Porazdelitev za maso toplih klavnih polovic (levo, N = 191) in odstotek mesa pri EU-referenčnem razseku (desno, n = 61).

Graph 3a, b. Distribution of warm carcass weight (left, N = 191) and lean meat content at EU-reference dissection (right, n = 61).

Pri metodi dvojne regresije uporabimo metodo dvojnega vzorčenja (Conniffe in Moran, 1972). Dvojno vzorčenje je kombinacija točnih toda dragih meritev in manj točnih vendar cenejših opazovanj t.i. pomožnih spremenljivk. Na manjšem vzorcu naredimo popolni razsek, s čimer dobimo zanesljivo oceno odstotka pustega mesa v trupu. Na večjem vzorcu pa s pomočjo cenejšega delnega razseka pridobimo meritve t.i. pomožnih spremenljivk, ki so dobro korelirane z odstotkom mesa pri razseku trupa. V živinorejo sta metodo vpeljala Conniffe in Moran (1972) prav pri dragih disekcijskih poskusih. Cook in sod. (1983) so metodo uporabili pri določitvi najboljših izmed več pomožnih spremenljivk. Engel in Walstra (1991a) sta razvila dvojno regresijo kot statistično metodo z eno pomožno spremenljivko, medtem ko je Causeur (1998) razširil dvojno regresijo z vključitvijo več pomožnih spremenljivk. Causeur in Dhorne (1998) pa sta razvila statistično metodo, s katero je mogoče primerjati rezultate dvojne regresije z rezultati direktne regresije zaradi manjših stroškov poskusa.

Preglednica 2. Opisna statistika za pojasnjevalne spremenljivke in odstotek mesa v vzorcih klavnih trupov

Table 2. Descriptive statistics for explanatory and response variables in samples of carcasses

Vzorec / Sample		S _{DM} , mm	M _{DM} , mm	S _{HGP} , mm	M _{HGP} , mm	MTP, kg	DM, %
Referenčni razsek Reference dissection, n = 61	\bar{x}	17,9	66,9	18,3	50,0	80,1	54,0
	SD	8,61	9,30	6,86	8,05	14,44	6,26
Delni razsek Partial dissection, N – n = 130	\bar{x}	17,9	67,4	17,9	51,8	83,9	-
	SD	8,12	7,33	6,72	7,42	12,44	-
Skupaj / Total, N = 191	\bar{x}	17,9	67,3	18,0	51,2	82,6	-
	SD	8,26	7,99	6,75	7,65	13,24	-

MTP = Masa toplih klavnih polovic / Warm carcass weight; DM = Odstotek pustega mesa po razseku / Lean meat content at dissection; \bar{x} = srednja vrednost / mean; SD = Standardni odklon / Standard deviation

Preglednica 3. Opisna statistika za pomožne spremenljivke v vzorcih
Table 3. Descriptive statistics for concomitant variables in samples

		Stegno Ham, %	Hrbet Loin, %	Pleče Shoulder, %	File Filet, %	Hrbet-slanina Loin backfat, %
Ref. razsek Reference dissection, n = 61	\bar{x}	19,50	12,39	10,26	1,58	5,11
	SD	2,15	1,30	1,15	0,23	1,78
Delni razsek Partial dissection, N - n = 130	\bar{x}	19,21	11,58	9,47	1,41	4,58
	SD	2,09	1,31	1,14	0,21	1,75
Skupaj / Total, N = 191	\bar{x}	19,30	11,84	9,73	1,46	4,75
	SD	2,11	1,36	1,20	0,23	1,77

\bar{x} =- srednja vrednost / mean; SD = standardni odklon / standard deviation

Statistična analiza pri dvojni regresiji poteka v treh korakih. Na podvzorcju poskušamo pojasniti čim večji del variabilnosti odstotka mesa (y_i) s pomočjo p pojasnjevalnih (x_{ji}) in q pomožnih spremenljivk (w_{ki} , model [1]). Na celotnem vzorcju nam pomožne spremenljivke (w_{ki}) predstavljajo odvisne, ki jih želimo pojasniti s pomočjo pojasnjevalnih spremenljivk [2]. V tretjem koraku pa ocene parametrov [3] iz prvih dveh korakov sestavimo v preprosto enačbo [4], ki je uporabna na liniji klanja.

$$y_i = \beta'_0 + \sum_{k=1}^q \alpha_k w_{ki} + \sum_{j=1}^p \beta'_j x_{ji} + e'_i, \text{ var}(e'_i) = \sigma'^2 \quad [1]$$

$$w_{ki} = \sum_{j=1}^p \gamma_j x_{ij} + \eta_{ki}, \text{ var}(\eta'_{ki}) = \rho_k^2 \quad [2]$$

Ocenjeni regresijski koeficienti:

$$\hat{\beta}'_0 = \hat{\beta}'_0 + \sum_{k=1}^q \gamma_{0k}, \hat{\beta}'_j = \hat{\beta}'_j + \sum_{k=1}^q \alpha_k \gamma_j \quad [3]$$

Kombinacija modelov [1] in [2]:

$$y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ji} + e_i, \text{ var}(e_i) = \sigma^2 \quad [4]$$

Spremeni pa se tudi postopek računanja standardnega odklona za ostanek (Causeur, 1998; Causeur in Dhorne, 1998):

$$\left\{ \hat{\sigma}_{y/x}^2 \right\}^{(n,N)} = \left[1 - \frac{q}{N-p-1} * \frac{N-p-q-2}{n-p-q-2} \right] \left\{ \hat{\sigma}_{y/w}^2 \right\}^{(n)} + \left[\hat{\gamma}_{y/w}^{(n)} \right] \left[\hat{\Sigma}_w^{(N)} \right] \left[\hat{\gamma}_{y/w}^{(n)} \right] \quad [4]$$

kjer je n velikost vzorca pri referenčnem razseku, N je število trupov pri referenčnem in delnem razseku skupaj, p in q sta števili parametrov v modelu zaradi vključenih pojasnjevalnih in pomožnih spremenljivk. Ocenjena varianca ostanka $\left\{ \hat{\sigma}_{y/x}^2 \right\}^{(n,N)}$ za formulo za ocenjevanje mesnatosti je odvisna od ocenjene variance ostanka $\left\{ \hat{\sigma}_{y/w}^2 \right\}^{(n)}$ na vzorcju referenčnega razseka, ko

so v modelu pomožne spremenljivke, ocenjenih regresijskih parametrov iz tega modela $\hat{\gamma}_{y/w}^{(n)}$, ocenjenih varianc in kovarianc ostankov med pomožnimi spremenljivkami $\hat{\Sigma}_w^{(N)}$.

Pri obdelavi podatkov smo uporabili statistična paketa SAS/STAT (SAS User's Guide, 1989) in SAS/IML (SAS/IML Software, 1989). Na podlagi predhodnih analiz ostankov in potencialnih osamelcev smo iz vzorcev referenčnega in delnega razseka izločili po tri prašiče pri metodi HGP, medtem ko smo pri ročni metodi izločili iz vzorca referenčnega razseka prav tako tri trupe, pri delnem razseku pa štiri.

REZULTATI IN RAZPRAVA

Metoda HGP

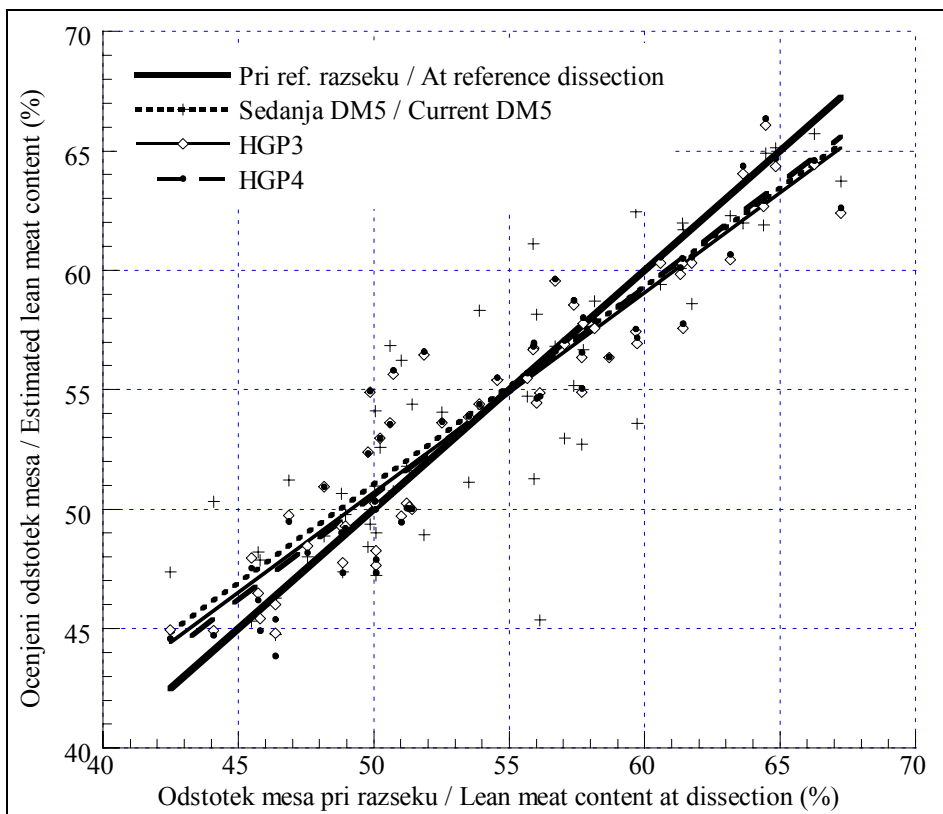
V model za oceno deleža mesa v klavnih trupih prašičev smo kot pomožne spremenljivke vključili stegno, hrbet, pleče in file (enačbi z oznakama HGP1 in HGP3, pregl. 4), ali pa dodali še podkožno maščobo hrbta s kožo (enačbi HGP2 in HGP4). Meritev M_{HGP} je v vseh štirih prikazanih enačbah vključena kot linearni člen, medtem ko je meritev S_{HGP} vključena kot polinom prve (HGP1 in HGP2) ali druge stopnje (HGP3 in HGP4).

Preglednica 4. Sestavljeni modeli pri meritvah z aparatom Hennessy Grading Probe
Table 4. Combined models for measurements with apparatus Hennessy Grading Probe

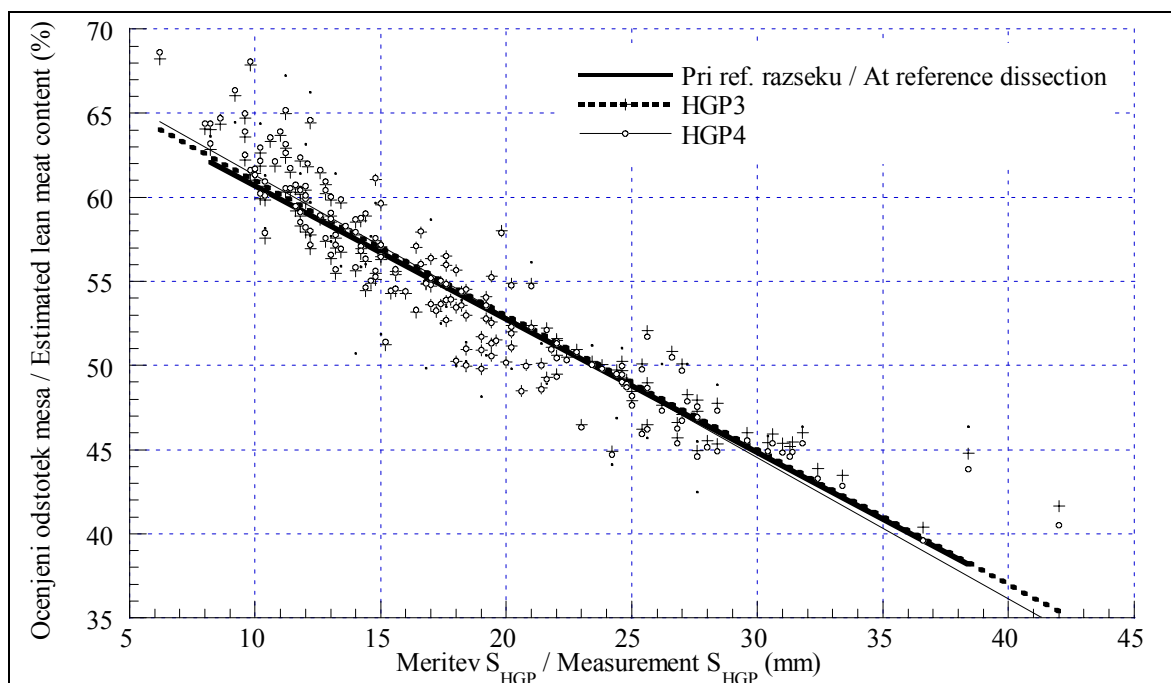
Oznaka Label	Enačba za odstotek mesa / Equation for lean meat content	σ_e
HGP1	$y = 54,9487 - 0,81895 S_{HGP} + 0,2464 M_{HGP}$	2,84
HGP2	$y = 51,8198 - 0,8593 S_{HGP} + 0,2437 M_{HGP}$	2,75
HGP3	$y = 62,5563 - 1,6487 S_{HGP} + 0,01995 S_{HGP}^2 + 0,2491 M_{HGP}$	2,51
HGP4	$y = 59,3238 - 1,6690 S_{HGP} + 0,01947 S_{HGP}^2 + 0,2464 M_{HGP}$	2,43
DM5 *	$y = 6,9360 + 66,7270 Z_1 + 9,7281 Z_2 + 33,2966 Z_3 - 19,8084 Z_4 - 0,1082 T$	-

y = odstotek mesa po EU-referenčnem razseku / lean meat content by EU-reference dissection; S_{HGP} = meritev debeline hrbtne slanine s kožo z aparatom HGP med drugim in tretjim zadnjim rebrom / measurement of backfat thickness between second and third last rib with HGP; M_{HGP} = meritev debeline hrbtne mišice z aparatom HGP med drugim in tretjim zadnjim rebrom / measurement of loin muscle depth between second and third last rib with HGP; $Z_1 = S_{DM} / M_{DM}$; $Z_2 = (M_{DM})^{0.5}$; $Z_3 = \log_{10}(S_{DM})$; $Z_4 = (S_{DM})^{0.5}$; T = masa toplih polovic / warm carcass weight; * = Kovač in sod / *et al.* (1995a)

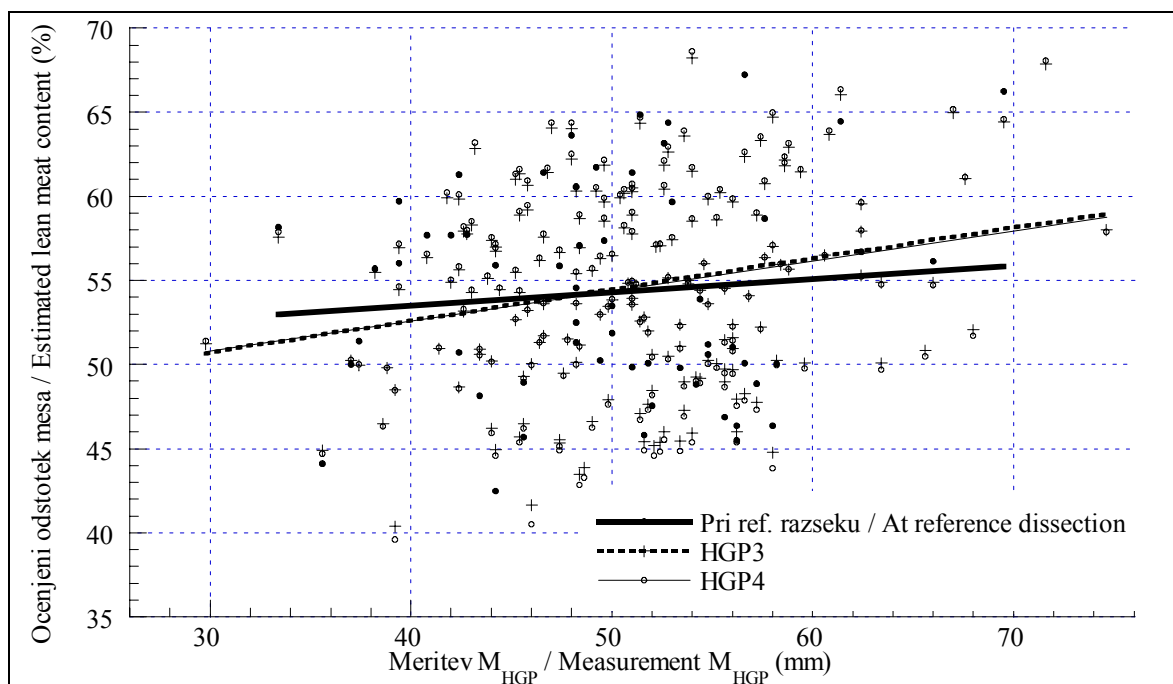
Od prikazanih enačb (pregl. 4) samo HGP4 dosega zahtevani kriterij za standardni odklon za ostanek pod 2,5 (2,43), HGP3 nekoliko presega kriterij (2,51). Enačbi HGP1 in HGP2, ki vključujeta meritev S_{HGP} kot linearno regresijo, imata standardni odklon za ostanek 2,84 oz. 2,75 (pregl. 4). Ocenjeni odstotki mesa v povezavi z merjenim odstotkom mesa pri razseku so prikazani na grafikonu 4. Enačbi HGP4 in HGP3 sta si pri ocenjevanju precej podobni. Bolj zamaščeni prašiči so nekoliko precenjeni, medtem ko so mesnati rahlo podcenjeni. S podobnim pojavom se srečujejo tudi v drugih državah (Branscheid in sod., 1989). Poleg omenjenih dveh enačb za meritve z aparatom Hennessy je prikazano tudi prileganje sedanje enačbe DM5 ročne dvotočkovne metode podatkom iz razseka po EU-referenčni metodi. Enačba DM5 se na pogled (graf. 4) nekoliko slabše obnese pri manj mesnatih prašičih, in sicer jih precenjuje, vendar pa v primerjavi z HGP4 odstopanje ni statistično značilno ($p = 0,6537$).



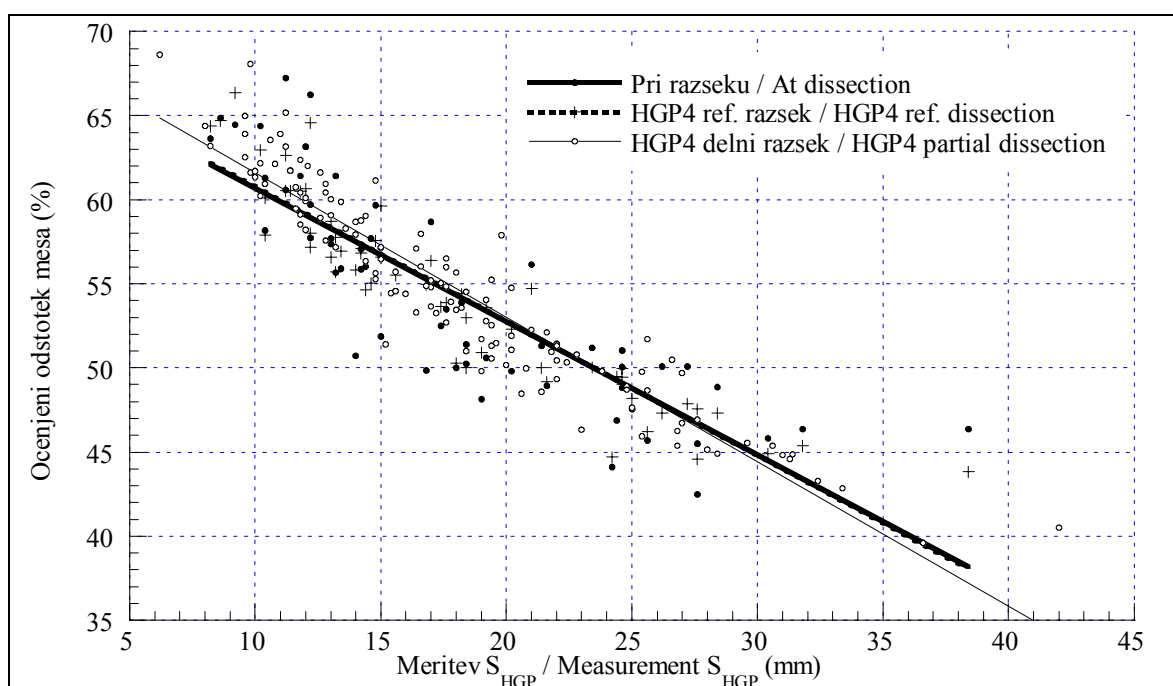
Grafikon 4. Primerjava merjenih in ocenjenih odstotkov mesa pri metodi HGP.
 Graph 4. Comparison of measured and estimated lean meat content with method HGP.



Grafikon 5. Primerjava merjenih in ocenjenih odstotkov mesa glede na meritev S_{HGP} .
 Graph 5. Comparison of measured and estimated lean meat content over measurement S_{HGP} .



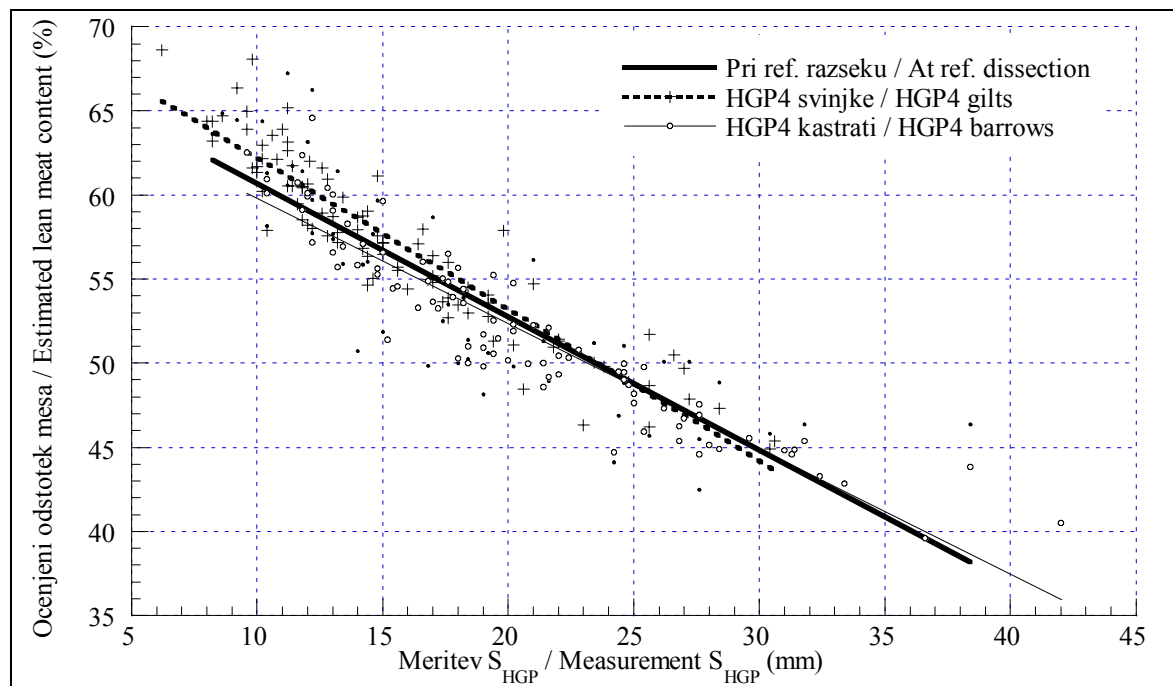
Grafikon 6. Primerjava merjenih in ocenjenih odstotkov mesa glede na meritev M_{HGP} .
Graph 6. Comparison of measured and estimated lean meat content over measurement M_{HGP} .



Grafikon 7. Primerjava merjenih in ocenjenih odstotkov mesa glede na meritev S_{HGP} za referenčni in delni razsek.
Graph 7. Comparison of measured and estimated lean meat content over measurement S_{HGP} for reference and partial dissection.

Povezave med merjenimi oz. ocenjenimi odstotki mesa in meritvama S_{HGP} in M_{HGP} so prikazane na grafikonih 5 in 6. Po enačbah HGP3 in HGP4 je ocenjeni odstotek mesa izračunan na celotnem vzorcu. Glede na meritev S_{HGP} enačbi dokaj dobro ocenjujeta odstotek mesa

(graf. 5), značilnih razlik med njima ni ($p = 0,2189$). Meritev debeline hrbtnne mišice malo prispeva k pojasnjeni varianci za mesnatost, kar vidimo tudi iz precej razpršenega oblaka točk (graf. 6). Poteka premic HGP3 in HGP4 izgledata nekoliko strmejša kot pri referenčnem razseku, vendar se pri razlikah med smernimi koeficienti kot odstopanje od referenčnega razseka kaže zgolj trend ($p = 0,0625$ in $p = 0,0907$). Vzrok je lahko v nekaj ocenah, ki nekoliko bolj odstopajo pri ekstremnih vrednostih M_{HGP} , ki so slabše zastopane.



Grafikon 8. Primerjava ocenjenega odstotka mesa glede na meritev S_{HGP} med spoloma.

Graph 8. Comparison of estimated lean meat content over measurement S_{HGP} between sexes.

Ocenjeni odstotek mesa po enačbi HGP4 na meritvah iz referenčnega razseka se dobro prilega merjenemu odstotku mesa (graf. 7), kar je pričakovano, saj je bila enačba izdelana iz teh podatkov. Dobro pa se prilegajo tudi ocene odstotka mesa iz delnega razseka. Manjše odstopanje na grafikonu 4, kjer naj bi bil odstotek mesa pri majhnih vrednostih S_{HGP} rahlo precenjen, pri velikih pa rahlo podcenjen, ni statistično značilno ($p = 0,2245$). Pri ocenjenem odstotku mesa obstaja značilna razlika v naklonu glede na S_{HGP} med svinjkami in kastrati ($p = 0,0013$, graf. 8), vendar pa je za preveritev te razlike na merjenem odstotku mesa vzorec pri referenčnem razseku premajhen.

Ročna dvotočkovna metoda

Pri iskanju najprimernejše enačbe smo meritvi S_{DM} in M_{DM} sprva poskusili vključiti v enačbe kot linearna člena ali kvečjemu še kvadratni člen za S_{DM} , saj je na podlagi analize podatkov iz referenčnega razseka kazalo, da ne bo težav pri doseganju vrednosti 2,5 za standardni odklon ostanka (Malovrh in sod., 2001). Kasneje se je med izvajanjem delnega razseka, ko smo opravljali vmesne analize, pokazala vse večja variabilnost vzorca. Meritvi S_{DM} in M_{DM} smo zato poskusili različno transformirati. Uporabili smo linearne, kvadratne in kubne polinome, kvadratni koren, logaritmirane in inverzne vrednosti ter razmerja. Pri tem smo pazili, da so bile kombinacije spremenljivk čim manj kolinearne.

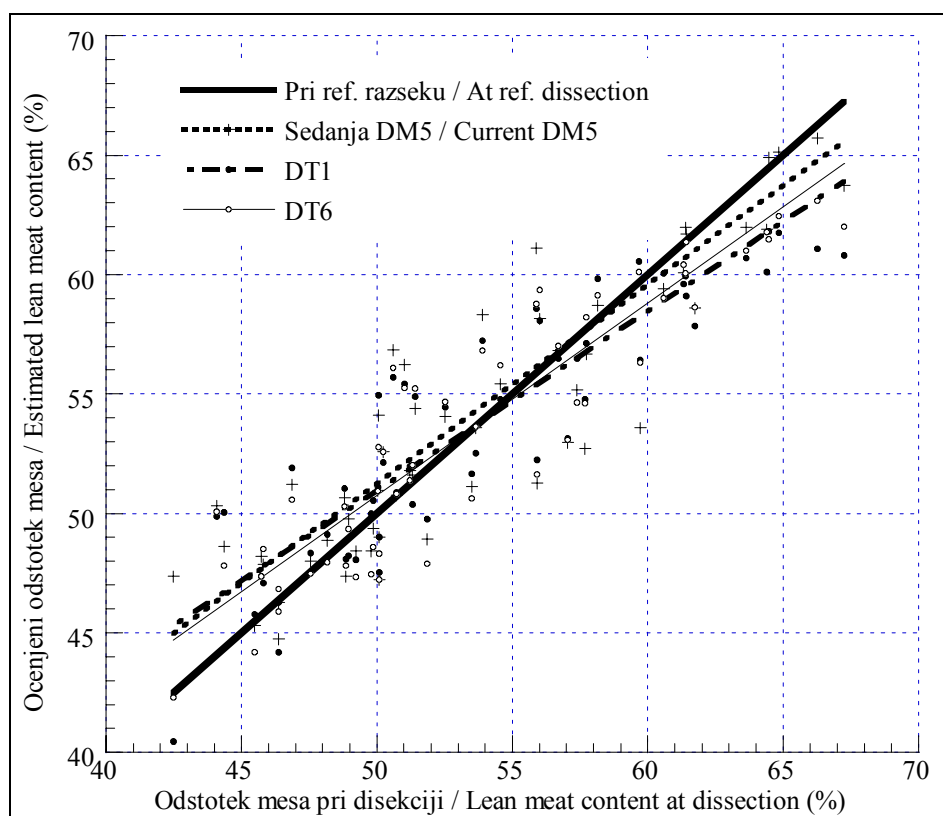
Prikazujemo sedem enačb za ocenjevanje odstotka mesa z oznakami DT1 do DT7 na osnovi dvojne regresije (pregl. 5), vendar pri nobeni od njih ne dosežemo dopustnega standardnega

odklona za ostanek. Med njimi se najslabše obnese enačba z meritvama S_{DM} in M_{DM} kot linearnima členoma s 3,29 (enačba DT1), medtem ko najboljša s transformiranimi S_{DM} in M_{DM} ter vključeno maso toplih klavnih polovic doseže 2,85 (enačba DT6). V primerjavi z novimi enačbami se sedanja DM5 boljše prilega podatkom iz referenčnega razseka (graf. 9), saj mesnatejše prašiče manj pristrano oceni, pri bolj zamaščenih pa med DM5 in novimi enačbami v pristranosti ni velikih razlik.

Preglednica 5. Sestavljeni modeli pri meritvah pri ročni dvotočkovni metodi
Table 5. Combined models for measurements from two-point method

Oznaka	Enačba za odstotek mesa	σ_e
DT1	$y = 53,6039 - 0,6039 S_{DM} + 0,1650 M_{DM}$	3,29
DT2	$y = 55,6639 - 0,8337 S_{DM} + 0,01995 S_{DM}^2 + 0,1613 M_{DM}$	3,27
DT3	$y = 53,2165 - 0,4271 S_{DM} + 0,3261 M_{DM} - 0,1697 T$	2,91
DT4	$y = 54,5316 - 0,5718 S_{DM} + 0,003622 S_{DM}^2 + 0,3204 M_{DM} - 0,1667 T$	2,91
DT5	$y = 115,003 + 0,151 M_{DM} - 65,176 Z_1 + 4,134 Z_2 - 139,102 Z_3$	3,20
DT6	$y = 107,310 + 0,302 M_{DM} - 58,759 Z_1 + 4,525 Z_2 - 127,448 Z_3 - 0,157 T$	2,85
DT7	$y = 54,750 - 0,236 S_{DM} + 0,285 M_{DM} + 7,773 Z_3 - 10,667 Z_4 - 0,168 T$	2,96
DM5 *	$y = 6,9360 + 66,7270 Z_4 + 9,7281 Z_5 + 33,2966 Z_1 - 19,8084 Z_2 - 0,1082 T$	-

y = odstotek mesa pri referenčnem razseku / lean meat content at ref. dissection; S_{DM} = meritev debeline hrbtne slanine / loin backfat thickness; M_{DM} = meritev debeline hrbtne mišice / loin muscle depth; $Z_1 = \log_{10}(S_{DM})$; $Z_2 = (S_{DM})^{0.5}$; $Z_3 = (S_{DM})^{-1}$; $Z_4 = S_{DM} / M_{DM}$; $Z_5 = (M_{DM})^{0.5}$; T = masa toplih polovic / warm carcass weight;
* = Kovač in sod. / *et al.*, 1995a



Grafikon 9. Primerjava merjenih in ocenjenih odstotkov mesa pri ročni dvotočkovni metodi.
Graph 9. Comparison of measured and estimated lean meat content by two-point method.

Preglednica 6. Variance (na diagonali) in kovariance (nad diagonalo) za ostanek pri večrazsežni analizi pomožnih spremenljivk

Table 6. Residual variances (diagonal) and covariances (above diagonal) after multi-trait analysis of concomitant variables

	Stegno / Ham	Hrbet / Loin	Pleče / Shoulder	File / Filet	H-PM
Referenčni razsek / Reference dissection					
Stegno / Ham	1,2845	0,2324	0,06014	0,06566	-0,4542
Hrbet / Loin		0,5364	-0,04280	0,01534	-0,04581
Pleče / Shoulder			0,7274	0,01348	-0,1751
File / Filet				0,02525	-0,03279
H-PM					0,5440
Delni razsek / Partial dissection					
Stegno / Ham	1,6208	0,3484	0,1464	0,09422	-0,5222
Hrbet / Loin		1,0057	0,2524	0,05402	0,1434
Pleče / Shoulder			0,6295	0,007050	-0,08690
File / Filet				0,02775	-0,04837
H-PM					0,6569
Skupaj / Total					
Stegno / Ham	1,5552	0,3734	0,1783405	0,0975956	-0,471298
Hrbet / Loin		0,9703	0,2810901	0,0657302	0,171009
Pleče / Shoulder			0,7787228	0,0343721	-0,021028
File / Filet				0,0316162	-0,026101
H-PM					0,695715

H-PM = podkožno maščobno tkivo hrbita s kožo / loin backfat with skin

Vzrok neuspešnosti novih enačb na osnovi meritev S_{DM} in M_{DM} verjetno tiči tako v variabilnosti samega vzorca kot v samem načinu razseka, namreč referenčni razsek je bil opravljen na enem mestu, delni razseki pa so bili izvedeni v drugačnih pogojih, v več klavnicah, pri čemer so razsek izvajali različni mesarji. Najbolj opazno povečanje variance ostanka je pri hrbitu (pregl. 6), kjer je pri delnem razseku varianca 1,0057, kar je skoraj dvakrat toliko kot pri referenčnem razseku (0,5364). Razlika je tudi pri stegnu, sprememba z 1,2845 pri referenčnem razseku na 1,6208 pri delnem, ter podkožni maščobi hrbita s kožo (0,5440 in 0,6569). Stegno in hrbet sta navadno klavna kosa, ki sta z odstotkom mesa oziroma mesnatostjo visoko korelirana. Predvidevamo, da je bila povezanost pri delnem razseku slabša. Zaradi povečanja variance bi pomožne spremenljivke iz referenčnega in delnega razseka lahko imeli celo kot različne lastnosti.

SKLEPI

Izvedli smo popolni razsek na 61 in delni razsek na 191 klavnih trupih prašičev. Z metodo dvojne regresije smo poskušali določiti enačbe za ocenjevanje mesnatosti prašičev na liniji klanja za metodo z aparatom Hennessy in za ročno dvotočkovno metodo.

Enačba za aparat Hennessy je primerna za uvedbo metode HGP na linijo klanja, saj standardni odklon ostanka zadosti kriterijem (2,43). Pri tem smo morali vključiti kvadratno regresijo za meritev S_{HGP} .

Nadomestna ročna dvotočkovna metoda se ni približala vrednosti 2,5 za standardni odklon ostanka. Pri najboljši enačbi smo dosegli standardni odklon za ostanek 2,85. Pri delnem razseku se je variabilnost pri pomožnih spremenljivkah povečala, kar lahko pomeni, da so pomožne spremenljivke druge in slabše korelirane z odstotkom mesa.

Pri preverjanju dosedanje ročne metode DM5 se je izkazalo, da le-ta še vedno zadovoljivo ocenjuje odstotek mesa v klavnih trupih prašičev, zato menimo, da se enačba DM5 za ročno dvotočkovno merjenje lahko uporablja še naprej.

Pred dokončno uvedbo nove enačbe za aparat Hennessy bo potrebno metodo preveriti še na liniji klanja na vzorcu 1000–2000 prašičev pitancev različnega izvora, zbranim v več klavnicah.

SUMMARY

Assessment of meatiness is a procedure on slaughter line where some estimators are measured and they are put in an equation for lean meat content. Equation is calculated using data from prior dissection of sufficient number of carcasses. Considering EU legislation for evaluation of new formula, EU-reference and partial dissection were used, as well as double-regression as a statistical method.

The dissection experiment was carried out in two phases. At first, sixty-one carcasses were dissected according to EU-reference method, where lean meat content was measured. On basis of the first sample, required number of carcasses and concomitant variables for partial dissection were determined. The second part of trial consisted of 130 carcasses with quick method of dissection of four primal cuts, ham, loin, shoulder, and filet.

Equations for method with optical probe Hennessy (HGP) and two-point method were calculated. Residual standard deviation (RSD) of the equation for apparatus HGP reached 2.43, and met EU legislation criterion for RSD below of 2.5. It was appropriate for introduction of instrumental method HGP in abattoirs with higher frequency of slaughtering. The substitutive two-point method did not reach 2.5 for RSD, the best equation had 2.85. Increased variability of concomitant variables in partial dissection was one of the possible reasons. Nevertheless, current equation DM5 for two-point method still sufficiently estimated the lean meat. Before introduction of equation and method HGP on slaughter line, verification with measurements on 1000–2000 pig carcasses is needed.

VIRI

- Branscheid, W./ Sack, E./ Gruendl, E./ Dempfle, L. Breed influences on the validity of grading results and the effect of the different systems on meat quality. V: Proceedings of the EAAP-symposium of the commission on pig production: New techniques in pig carcass evaluation. Helsinki, 1989-7-1. EAAP publication No. 41, 1989, 3–15.
- Causeur, D.J. Plan d'échantillonnage en plusieurs phases pour la réduction des coûts expérimentaux en régression linéaire. *Rev. Statistique Appliquée*, 56(1998)4, 59–73.
- Causeur, D.J./ Dhorne, T.J. Finite sample properties of a multivariate extension of double regression. *Biometrics*, 54(1998)4, 1591–1601.
- Commission Regulation (EC) No 3127/94 of 20 December 1994 amending Regulation (EC) No 2967/85 laying down detailed rules for the application of the Community scale for grading pig carcasses. 1994. *Official Journal of the European Communities*, NO. L 330, 21/12/1994, 43–44.
- Commission Regulation (EEC) No 2967/85 of 24 October 1985 laying down detailed rules for the application of the Community scale for grading pig carcasses. 1985. *Official Journal of the European Communities*, NO. L 285, 25/10/1985, 39–40.
- Conniffe, D./ Moran, M.A. Double sampling with regression comparative studies of carcass composition. *Biometrics*, 28(1972), 1011–1023.
- Cook, G.L./ Jones, D.W./ Kempster, A.J. A note on simple criterion for choosing among sample joints for use in double sampling. *Anim. Prod.*, 36(1983), 493–495.
- Engel, B./ Walstra, P. A simple method to increase precision or reduce expense in regression experiments to predict the proportion of the lean meat of carcasses. *Anim. Prod.*, 53(1991b), 353–359.
- Engel, B./ Walstra, P. Increasing precision or reducing expense in regression experiments by using information from a concomitant variable. *Biometrics*, 47(1991a), 13–20.

- Kovač, M./ Žgur, S./ Tavčar, J./ Šegula, B. Comparison of equations for carcass grading in swine. V: 3rd International symposium "Animal Science Days". Perspectives in the production of various kinds of meat, Bled, 1995-09-26/29. Zb. Bioteh. Fak. Univ. Ljubl., Kmet. Supl., 22(1995b), 143–148.
- Kovač, M./ Žgur, S./ Tavčar, J./ Šegula, B. Enačba za ocenjevanje mesnatosti prašičev. Sodobno kmetijstvo. Priloga: Slovenska prašičereja V, 28(1995a)7–8, 342–348.
- Malovrh, Š./ Kovač, M./ Čandek Potokar, M. Optimal experimental design for prediction of lean meat content by double-regression in pigs in Slovenia. V: 9th International symposium "Animal Science Days". Meat and milk production in the future, Radenci, 2001-10-03/05. Zb. Bioteh. Fak. Univ. Ljubl., Kmet. Supl., 31(2001), 309–315.
- Pravilnik o kakovosti zaklanih prašičev in kategorizaciji svinjskega mesa. Uradni list RS, (1995)68, 5221–5234.
- SAS/IML. Software: Usage and Reference. Version 6. 1st Edit. Cary, SAS Institute Inc., (1989), 501 s.
- SAS/STAT. User's Guide. Version 6. 4th Edit. Cary, SAS Institute Inc., 2(1989), 892–1686.
- Walstra, P. Pig carcass classification: History and main problems. 5th EU Framework Programme, Workshop EUPIGCLASS, 2000-05-22/23, Lelystad.
- Walstra, P./ Merkus, G.S.M. Procedure for assessment of the lean meat percentage as a consequence of the new EU reference dissection method in pig carcass classification. Zeist, DLO-Research Institute for Animal Science and Health (ID-DLO), Research Branch Zeist, 1995, 22 str.