

## KRANIOMETRIJSKA ANALIZA I UTVRĐIVANJE SPOLNOG DIMORFIZMA U SMEĐEG MEDVJEDA (*Ursus arctos* L.) U HRVATSKOJ

### CRANIOMETRICAL ANALYSIS AND DETERMINATION OF SEXUAL DIMORPHISM IN BROWN BEAR (*Ursus arctos* L.) FROM CROATIA

Vladimir FARKAŠ<sup>1</sup>, Tomislav GOMERČIĆ<sup>2</sup>, Magda SINDIČIĆ<sup>3</sup>, Vedran SLIJEPČEVIĆ<sup>4</sup>,  
Đuro HUBER<sup>2</sup>, Alojzije FRKOVIĆ<sup>5</sup>, Sanja MODRIĆ<sup>6</sup>

**SAŽETAK:** Porodica medvjeda (Ursidae) sposobna je pod utjecajem okoliša i načina prehrane ispoljavati znatne razlike morfoloških obilježja. Cilj ovog rada bio je napraviti kraniometrijsku analizu populacije smeđeg medvjeda (*Ursus arctos* L.) u Hrvatskoj, kako bi se odredile kraniometrijske karakteristike populacije te utvrdile razlike među spolovima. Istraživanjem su bile obuhvaćene ukupno 34 lubanje smeđeg medvjeda, od čega je 13 (38,24 %) pripadalo životinjama ženskog spola, 20 (58,83 %) životinjama muškog spola, dok za jednu (2,93 %) lubanju nisu postojali podaci o spolu. Na svakoj je lubanji izmjereno ukupno 49 mjera. Osim nekih kraniometrijskih obilježja, obradom mjera je određeno i 16 graničnih vrijednosti koje mogu poslužiti za determinaciju spola. Određivanjem korelacije između ukupne duljine lubanje i zigomatične širine izračunata je jednadžba regresije za te dvije mjere. Pri usporedbi kraniometrijskih značajki medvjeda iz Hrvatske s medvjedima iz Slovačke, zaključujemo da su mužjaci u Hrvatskoj i Slovačkoj približno jednaki, dok su ženke u Hrvatskoj manje nego one u Slovačkoj. Medvjedi iz Hrvatske manji su od onih iz Rumunjske, s time da je između mužjaka manja razlika, dok je između ženki zabilježena statistički značajna razlika.

**Cljučne riječi:** smeđi medvjed, *Ursus arctos*, kraniometrija, spolni dimorfizam, lubanja, Hrvatska

#### UVOD – Introduction

Medvjeda, kao malo koju drugu vrstu odlikuje velika sposobnost da veličinom i vanjskim izgledom reagira na prilike u staništu te se prilagodi okolišu (Huber 2002; 2004). Tijelo medvjeda ima obilježja zvijeri – što znači da je prilagođeno hvatanju i savladavanju plijena. U Hrvatskoj odrasle ženke imaju prosječno 100 kg, a mužjaci 150 kg, s time da poneki primjerci prijeđu i 300 kg (Frković 2002). Zubalo se sastoji od 42 zuba, iako

medvjed ima snažne očnjake i kratki probavni sustav tipičan za mesoždere, preko 80 % hrane u prirodi čine biljke (Brown 1993; Clevenger i dr. 1992; Cienjak i dr. 1987).

Kraniometrijske značajke lubanje i zubala smeđeg medvjeda, kao jednog od bitnijih ekoloških značajki vrste, istraživao je čitav niz autora (Korkhaus 1969; Suenaga 1972a; Suenaga 1972b; Suenaga 1973;

<sup>1</sup> Vladimir Farkaš, Kralja Zvonimira 12, 31404 Vladislavci, vfarkas@vef.hr

<sup>2</sup> dr. sc. Tomislav Gomerčić dr. vet. med., prof. dr. sc. Đuro Huber: Zavod za biologiju, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Heinzelova 55, 10 000 Zagreb, tomislav.gomercic@vef.hr, huber@vef.hr

<sup>3</sup> Magda Sindičić dr. vet. med., Zavod za biologiju, patologiju i uzgoj divljači, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Heinzelova 55, 10 000 Zagreb, magda.sindicic@vef.hr

<sup>4</sup> Vedran Slijepčević, Matije Peraka 8, 44250 Petrinja, vedran.slijepcevic@gmail.com

<sup>5</sup> Alojzije Frković dipl. ing. šum., Kvarnerska 43, 51 000 Rijeka, alojzije.frkovic@ri.htnet.hr

<sup>6</sup> dr. sc. Sanja Modrić, dr. vet. med., Food and Drug Administration, Center for Veterinary Medicine, 7500 Standish Place, Rockville, MD 20855, SAD, sanja.modric@fda.hhs.gov

Sladek 1991a; Wenker i dr. 1998; Chestin i Mi-keshina 1998; Wenker i dr. 1999; Korablev i dr. 2000; Loy i dr. 2008). Praktičnu primjenu ovih znanstvenih podataka istaknuo je Farkaš (2008). U Hrvatskoj je do sada provedeno malo istraživanja značajki lubanja smeđeg medvjeda. Morić (1990) je istraživala utjecaj spola na morfometrijske osobitosti lubanje smeđeg medvjeda, ali bez osvrta na opća kraniometrijska obilježja. Gužvića i dr. (1996) istraživali su uporabu kraniometrije u razlikovanju smeđeg i špiljskog medvjeda.

Derocher i dr. (2005) spolni su dimorfizam polarnog medvjeda (*Ursus maritimus*) određivali razlikom u tjelesnoj masi, duljini tijela, duljini i širini glave te razlikom u duljini kičice dlaka na nozi. Sladek (1991b, 1992) je istraživao spolni dimorfizam smeđeg medvjeda na temelju promjena koje tijekom rasta nastaju na lubanji, te na temelju karakteristika zubala. Spolni dimorfizam i ontogenetske varijacije na spilj-

skom medvjedu (*Ursus spelaeus*) istraživali su Grandal-d'Anglade i López-González (2005) te zaključili da je spolni dimorfizam najizraženiji u veličini, ali i obliku glave. Moguća je spolna determinacija i pomoću mjera na zubima, ali Baryshnikov i dr. (2003) navode kako kod smeđeg medvjeda razlika nije toliko izražena kao kod špiljskog medvjeda.

Cilj ovog istraživanja bilo je kraniometrijski opisati populaciju smeđeg medvjeda u Hrvatskoj, utvrditi što pouzdaniju metodu razlikovanja spolova na temelju kraniometrijskih mjera, te utvrditi pravce regresije za izračunavanje najveće zigomatične širine pomoću ukupne duljine lubanje u svrhu određivanja trofejne vrijednosti lubanje smeđeg medvjeda u slučaju oštećenja zigomatičnog luka. U ovom smo radu također usporedili kraniometrijska obilježja hrvatske populacije medvjeda s obilježjima drugih populacija smeđeg medvjeda koje su opisane u literaturi.

## MATERIJALI I METODE – Materials and methods

Radom su obuhvaćene ukupno 34 lubanje smeđeg medvjeda (*Ursus arctos L.*) iz Republike Hrvatske, od čega dvije lubanje potječu s područja Like, a sve ostale iz Gorskog kotara. Ukupno 13 lubanja (38,24 %) pripadalo je životinjama ženskog spola, 20 (58,83 %) životinjama muškog spola, dok za lubanju označenu kao Ua16 (2,93 %) nisu postojali podaci o spolu. U sklopu ovog istraživanja izmjereno je 16 lubanja (oznake od Ua01 do Ua16) dok su mjere ostalih 18 lubanja (oznake od Ua18 do Ua34) preuzete iz Morić (1990). Zbog razlike u broju i izboru mjera ovog i istraživanja koje je provela Morić (1990), u ovom radu korišteno je deset mjera lubanja oznaka od Ua18 do Ua34. Lubanje Ua13, Ua14 i Ua16 bile su bez donje čeljusti. Izvor lubanja su privatne zbirke lovaca (N = 26), Zavod za biologiju Veterinarskog fakulteta (N = 4), dok su ostale pronađene u prirodi (N = 4). Za ukupno 15 lubanja iz privatnih zbirki iz podataka o odstrjelju poznato je da pripadaju odraslim životinjama. Dob ukupno 19 životinja čije su lubanje

korištene u ovom istraživanju određena je na osnovi tamnih linija u zubnom cementu korijena prvog pretkutnjaka (Stonenberg i Jonkel, 1966). Dob životinja kretala se u rasponu od 3 do 20 godina, s time da je prosječna dob iznosila 8,4 godina. Medvjedi u Hrvatskoj dostižu spolnu zrelost u dobi od 3–4 godine (Huber 2004), stoga sve lubanje uključene u ovo istraživanje potječu od spolno zrelih jedinki.

Korištene mjere primjenjive su za rodove *Ursus* i *Canis*, a preuzete su od Von Den Driesch (1976). Na svakoj su lubanji izmjerene 44 mjere (Tablica 1, Slika 1), od čega su mjere broj 13, 14, 15, 16 i 30 izmjerene bilateralno, tako da je ukupan broj mjera 49. Od toga je na samoj lubanji izmjereno 37 mjera, a na donjoj čeljusti 12. Sve mjere na donjoj čeljusti mjerene su na lijevoj strani. Mjere su uzimane s pomičnom mjerkom Scala<sup>®</sup> na točnost od 0.1 mm. Neke mjere bilo je nemoguće izmjeriti ili zbog oštećenja lubanje ili zbog sraštavanja pojedinih kostiju.

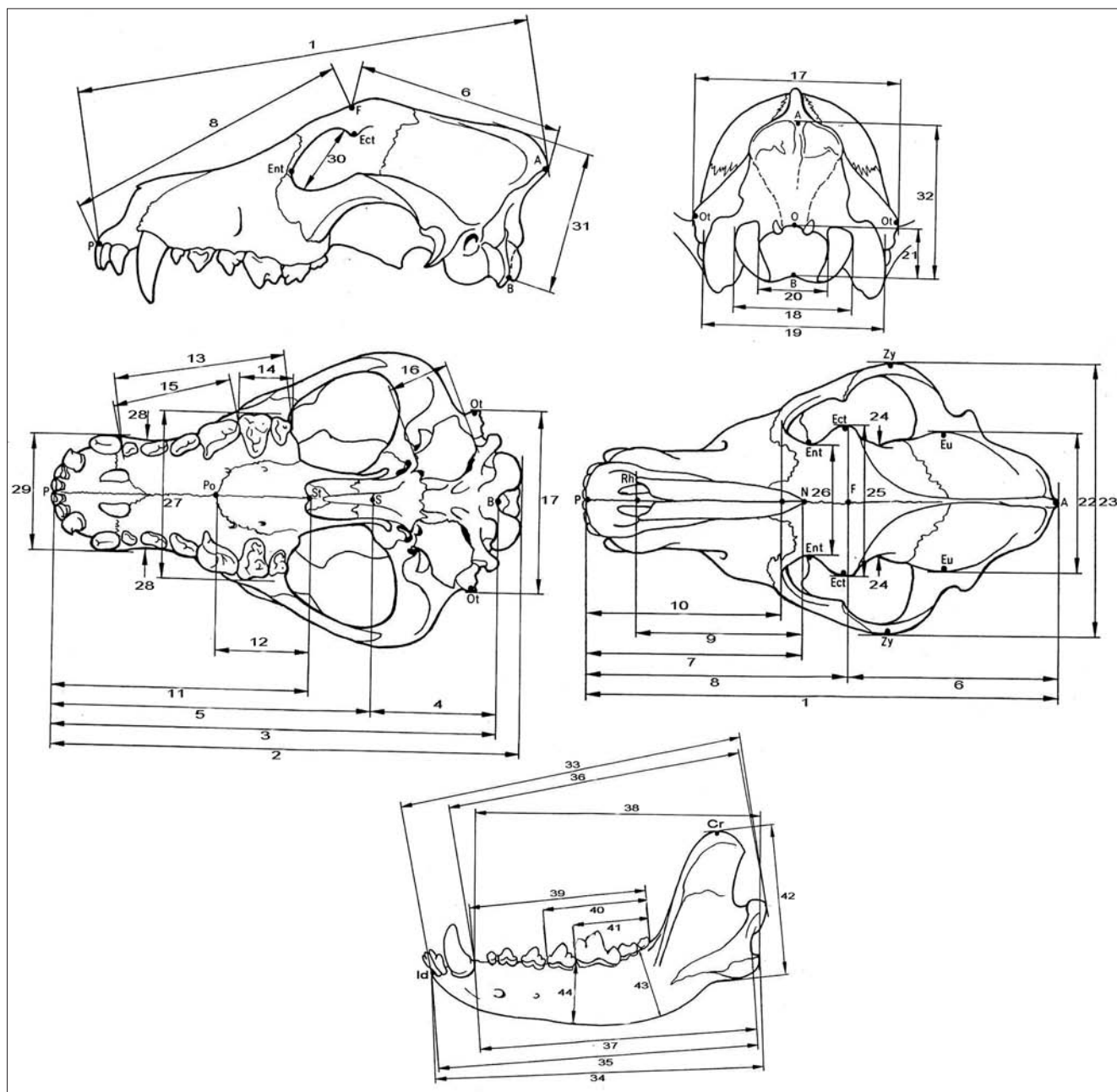
Tablica 1. Popis mjera korištenih u ovom istraživanju

Table 1. Parameters used in this study

Mjera – Parameter : Opis – Description

1.	Ukupna duljina: od točke A do točke P
2.	Kondilobazalna duljina: od kaudalne granice zatiljnih kondila do točke P
3.	Bazalna duljina: od točke B do točke P
4.	Bazokranijalna osovina: od točke S do točke B
5.	Bazofacijalna osovina: od točke S do točke P
6.	Gornja duljina neurokraniuma: od točke A do točke F
7.	Duljina viscerokraniuma: od točke N do točke P
8.	Duljina lica: od točke F do točke P

9. Najveća nosna duljina: od točke N do točke Rh
10. Duljina njuške: od medijane točke pravca koji spaja rostralne rubove orbita do točke P
11. Medijana nepčana duljina: od točke St do točke P
12. Duljina vodoravnog dijela nepčane kosti: od točke St do točke Po
13. Duljina reda zubi mjerena s bukalne strane: od kaudalnog ruba zadnjeg kutnjaka do rostralnog ruba prvog pretkutnjaka
14. Duljina reda kutnjaka mjerena s bukalne strane
15. Duljina reda pretkutnjaka mjerena s bukalne strane
16. Najveći promjer bubnjišnog mjehura
17. Najveća mastoidna duljina: Od točke Ot jedne strane do točke Ot druge strane
18. Najveća širina zatiljnih kondila
19. Najveća širina između parakondilarnih nastavaka
20. Najveća širina velikog zatiljnog otvora
21. Visina velikog zatiljnog otvora: od točke B do točke O
22. Najveća širina neurokraniuma: od točke Eu jedne strane do točke Eu druge strane
23. Zigomatična širina: od točke Zy jedne strane do točke Zy druge strane
24. Najmanja širina lubanje: najmanja širina kaudalno od jagodičnog izdanka čeone kosti
25. Čeona širina: od točke Ect jedne strane do točke Ect druge strane
26. Najmanja širina između orbita: od točke Ent jedne strane do točke Ent druge strane
27. Najveća nepčana širina: mjerena između najlateralnijih (bukalnih) granica alveola
28. Najmanja nepčana širina: mjerena iza očnjaka
29. Širina između očnjaka: mjerena s bukalne strane
30. Najveća unutarnja visina orbita
31. Visina lubanje: udaljenost između najventralnije točke velikog zatiljnog otvora na medijanoj ravnini (točka B) i najviše točke sagitalnog grebena
32. Visina zatiljnog trokuta: od točke A do točke B
33. Ukupna duljina: duljina od kondilarnog izdanka do točke Id
34. Duljina od kutnog izdanka do točke Id
35. Duljina od udubljenja između kondilarnog izdanka i kutnog izdanka do točke Id
36. Duljina od kondilarnog izdanka do kaudalne granice alveole očnjaka
37. Duljina od udubljenja između kondilarnog izdanka i kutnog izdanka do kaudalne granice alveole očnjaka
38. Duljina od kutnog izdanka do kaudalne granice alveole očnjaka
39. Duljina od kaudalne granice alveole $M_3$ do kaudalne granice alveole očnjaka
40. Duljina reda zubi od $P_4$ do $M_3$ , mjerena duž alveola
41. Duljina reda kutnjaka, mjerena duž alveola
42. Visina vertikalnog kraka donje čeljusti od bazalne točke kutnog izdanka do točke Cr
43. Visina donje čeljusti iza $M_2$ , mjerena s bukalne strane
44. Visina donje čeljusti između $P_4$ i $M_1$ , mjerena s bukalne strane



Slika 1. Mjere lubanje smeđeg medvjeda (Driesch 1976), opis je dan u Tablici 1.

Figure 1 Measurements of the skull of brown bear (Driesch 1976), description is in Table 1.

## REZULTATI – Results

Kraniometrijskom analizom obuhvaćene su 34 lubanje spolno zrelih jedinki smeđeg medvjeda. Ukupan broj mjera izmjeren na lubanjama poznatog spola za potrebe ovog istraživanja je 659, dok je od Morić (1990) preuzeto 170 izmjerenih mjera, znači ukupno je statistički obrađeno 829 mjera (Tablica 2). U Tablici 2. su uz svaku mjeru, a odvojeno po spolovima, prikazani: najmanja, najveća i srednja aritmetička vrijednost sa standardnom devijacijom (SD). U zadnjoj koloni Tablice 2. prikazana je vrijednost  $p$  dobivena uporabom  $t$ -testa koja pokazuje statističku značajnost ( $p < 0,05$ ) razlike između muških i ženskih jedinki. Statistički značajna razlika između spo-

lova uočena je u 42 (85,72 %) kraniometrijske mjere (u svih osim 12, 15L, 16D, 16L, 20, 21, 22). Kod ukupno 16 (32,65 %) mjera (1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 19, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 41 i 44) uočeno je da su mužjaci apsolutno veći od ženki, što znači da su najmanji mužjaci veći od najvećih ženki. Granične vrijednosti za razlikovanje spolova (Tablica 3) određene su izračunavanjem aritmetičke sredine između iznosa mjere najveće ženke i najmanjeg mužjaka za istu mjeru ( $x = (\min. m + \max. ž) / 2$ ) kod onih mjera koje su pokazale da su najmanji mužjaci veći od najvećih ženki (mjere 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 19, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 41, i 44).

Tablica 2. Opisna statistika (srednja vrijednost±standardna devijacija (min-max) N) kraniometrijskih mjera smeđeg medvjeda (*Ursus arctos*) odvojeno po spolovima (\* - statistički značajna razlika između spolova,  $p < 0.05$ )

Table 2 Descriptive statistic (mean±standard deviation (min-max) N) analysis of brown bear (*Ursus arctos*) craniometrical measurements, divided by sex (\* - statistically significant difference between sexes,  $p < 0.05$ )

Mjera Parameter	Mušjaci (cm) – Males (cm)	Ženke (cm) – Females (cm)	p
1	338,8±15,8 (310,9-362,5) N=20	287,0±13,3 (260,0-305,3) N=13	<0,0000*
2	314,9±13,8 (296,7-334,7) N=12	274,6±11,3 (251,9-285,4) N=12	<0,0000*
3	291,1±12,3 (278,7-307,9) N=7	260,2±8,3 (246,0-267,5) N=6	0,0003*
4	81,6±6,2 (75,0-87,2) N=3	73,1±2,5 (70,0-76,5) N=6	0,0174*
5	212,6±10,2 (203,6-227,2) N=4	190,0±7,1 (178,0-196,3) N=7	0,0019*
6	186,4±12,3 (167,0-206,5) N=20	155,4±9,1 (137,7-167,0) N=13	<0,0000*
7	142,7±6,5 (135,8-153,6) N=7	125,2±6,6 (117,6-129,2) N=3	0,0045*
8	172,0±6,6 (159,0-182,2) N=20	149,5±7,3 (135,6-158,5) N=13	0,0000*
9	86,7±5,7 (79,9-95,1) N=8	75,5±2,8 (73,2-78,6) N=3	0,0110
10	129,4±7,1 (121,6-140,5) N=8	115,7±7,1 (105,2-125,2) N=7	0,0025*
11	163,0±7,3 (154,3-174,7) N=8	148,3±6,7 (137,3-155,8) N=7	0,0015*
12	82,6±2,7 (79,0-87,6) N=7	76,6±6,0 (69,8-81,0) N=3	0,0528
13D	93,5±2,9 (89,0-98,8) N=8	82,6±9,1 (63,5-88,7) N=7	0,0066*
13L	93,5±4,4 (87,4-101,0) N=8	83,2±8,5 (65,3-89,8) N=7	0,0102*
14D	52,1±2,0 (49,2-54,3) N=8	48,7±2,7 (45,0-52,8) N=7	0,0135*
14L	52,0±1,5 (49,7-54,3) N=8	48,9±2,0 (46,0-51,9) N=7	0,0048*
15D	41,3±4,2 (35,0-47,9) N=8	36,6±3,1 (32,0-39,6) N=6	0,0380*
15L	41,0±3,8 (36,1-47,0) N=8	37,0±2,7 (32,9-40,5) N=6	0,0502
16D	32,2±3,1 (27,9-38,4) N=7	29,5±2,6 (25,9-32,1) N=6	0,1167
16L	32,6±4,1 (28,9-40,5) N=6	29,7±2,8 (24,9-32,4) N=6	0,1764
17	159,3±16,1 (130,7-184,2) N=17	126,0±7,6 (113,6-134,8) N=13	<0,0000*
18	65,7±3,0 (62,2-70,3) N=7	61,8±3,1 (56,5-64,6) N=6	0,0389*
19	110,5±8,2 (100,8-119,9) N=7	95,4±3,8 (88,6-99,0) N=6	0,0016*
20	29,8±4,1 (22,0-33,6) N=7	30,4±2,2 (26,9-33,5) N=6	0,7726
21	23,6±2,5 (20,5-26,3) N=7	20,7±2,7 (17,7-24,4) N=6	0,0711
22	93,1±3,4 (88,0-98,0) N=8	89,2±3,8 (82,6-93,0) N=7	0,0543
23	204,4±17,0 (176,7-232,0) N=19	164,8±12,8 (148,5-184,3) N=12	<0,0000*
24	73,2±3,6 (67,5-80,6) N=20	67,8±3,6 (62,0-77,5) N=13	0,0002*
25	109,9±9,5 (94,9-127,3) N=20	90,4±15,7 (72,7-127,3) N=13	0,0001*
26	77,0±6,0 (68,1-86,7) N=8	69,5±6,0 (61,9-80,3) N=7	0,0317*
27	83,4±3,6 (78,3-88,1) N=8	77,5±2,3 (75,0-80,9) N=7	0,0025*
28	57,8±2,3 (54,5-62,0) N=8	52,9±4,7 (47,2-61,8) N=7	0,0221*
29	74,1±5,2 (68,2-81,9) N=8	66,9±5,9 (60,8-77,6) N=6	0,0341*
30D	46,9±2,4 (44,6-52,1) N=8	41,7±2,3 (38,0-44,6) N=7	0,0009*
30L	47,3±3,2 (44,3-54,7) N=8	41,9±2,2 (39,3-44,9) N=7	0,0025*
31	88,7±9,0 (80,2-103,6) N=6	78,6±5,1 (72,5-86,5) N=6	0,0382*
32	77,1±6,7 (68,6-87,5) N=7	66,8±5,1 (61,9-76,2) N=6	0,0106*
33	222,6±8,9 (213,8-238,5) N=7	201,3±6,2 (190,7-208,4) N=6	0,0005*

34	233,0±10,1 (215,9-249,5) N=19	201,4±8,5 (187,0-212,7) N=12	<0,0000*
35	213,1±10,2 (204,8-230,0) N=7	191,2±6,4 (181,4-198,2) N=6	0,0008*
36	191,9±7,3 (183,5-203,0) N=7	172,3±4,1 (165,5-176,0) N=6	0,0001*
37	182,3±7,9 (174,0-194,7) N=7	161,8±4,9 (154,9-166,7) N=6	0,0002*
38	198,2±8,7 (187,6-209,5) N=7	175,1±6,5 (167,7-183,6) N=6	0,0002*
39	114,1±4,5 (107,8-120,9) N=7	104,3±2,8 (100,0-108,0) N=6	0,0007*
40	78,6±3,7 (74,0-84,0) N=7	72,9±2,2 (70,3-76,1) N=6	0,0077*
41	65,0±2,1 (63,1-68,4) N=7	60,2±1,9 (57,5-62,8) N=6	0,0013*
42	96,8±7,3 (82,0-107,4) N=17	80,0±5,1 (73,0-89,5) N=12	<0,0000*
43	44,8±4,7 (38,7-51,4) N=7	37,7±1,6 (35,8-39,7) N=5	0,0096*
44	45,2±3,4 (41,2-49,9) N=7	39,7±1,3 (38,0-41,1) N=5	0,0074*

Tablica 3. Granične vrijednosti za pojedine mjere na lubanji s prikazom najvećih mjera kod ženki i najmanjih mjera kod mužjaka

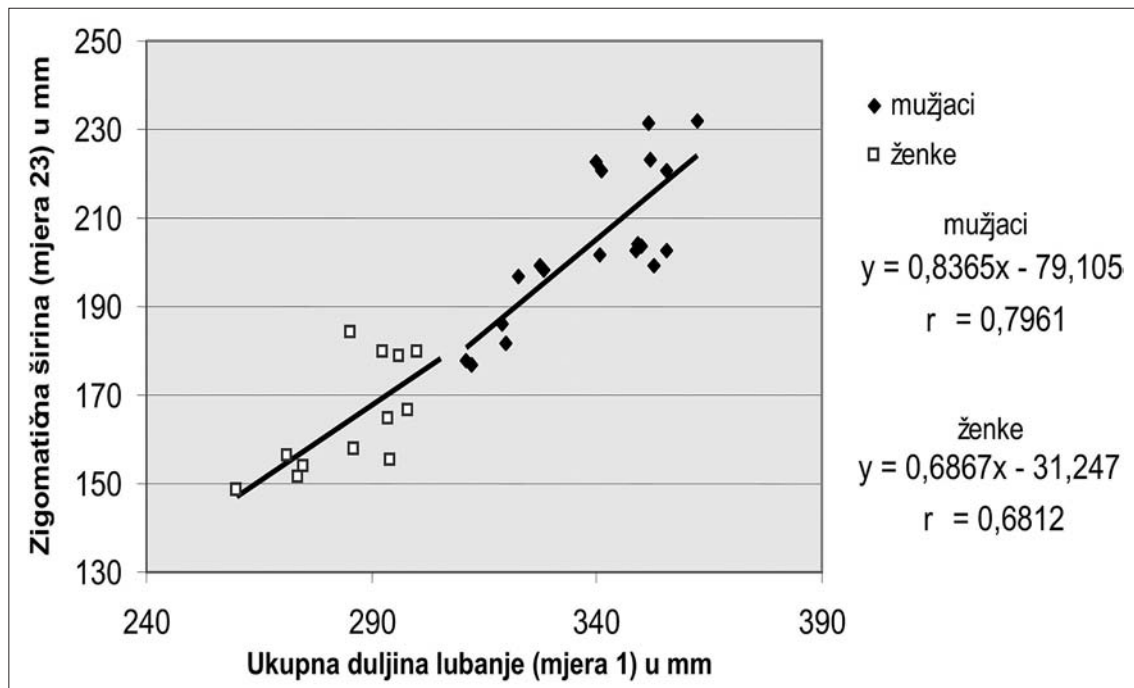
Table 3. Cut-off values for individual skull measurements and list of largest female and smallest male values

Mjera <i>Parameter</i>	Najveća vrijednost kod ženki (mm) <i>Maximum value in females</i>	Najmanja vrijednost kod mužjaka (mm) <i>Minimum value in males</i>	Granična vrijednost za razlikovanje spola <i>Cut-off value for distinguishing gender</i>
1.	305,3	310,9	308,1
2.	285,4	296,7	291,05
3.	267,5	278,8	273,15
5.	196,3	203,6	199,95
6.	167,0	167,0	167,0
8.	158,5	159,0	158,8
9.	78,6	79,9	79,25
19.	99,0	100,8	99,9
33.	208,4	99,9	211,1
34.	212,7	215,9	214,3
35.	198,2	204,8	201,5
36.	176,0	183,5	179,75
37.	166,7	174,0	170,35
38.	183,6	187,6	185,6
41.	62,8	63,1	62,95
44.	41,1	41,2	41,15

Ocjnjivanje trofejne vrijednosti lubanje medvjeda (Frković 1987) sastoji se od mjerenja i zbrajanja dviju mjera, a to su ukupna duljina lubanje i najveća širina između dviju okomica koje idu paralelno s medijanom ravninom lubanje (zigomatična širina, mjera 23.). Kako zigomatični luk može biti oštećen i na taj način onemogućiti ocjenjivanje trofejne vrijednosti lubanje, izračunati su koeficijenti korelacije ( $r$ ) mjere 23 s mjerom 1 te regresijske formule (Slika 2.) kako bi se pomoću mjere 1 mogao procijeniti iznos mjere 23. Koeficijenti korelacije izračunati su odvojeno po spolovima, a iznose  $r = 0,7961$  za mužjake te  $r = 0,6812$  za

ženke. Pravci regresije za izračunavanje mjere najveće zigomatične širine (mjera 23) pomoću ukupne duljine (mjera 1) lubanje su sljedeće:

- za mužjake: zigomatična širina (23) = 0,8365 ukupna duljina lubanje (1) - 79,105
- za ženke: zigomatična širina (23) = 0,6867 ukupna duljina lubanje (1) - 31,247.



Slika 2. Odnos ukupne duljine lubanje i zigomatične širine s pravcima regresije ( $y$  – najvjerojatniji rezultat mjere 23 (u mm) za određeni iznos mjere 1 (u mm);  $r$  – koeficijent korelacije)

Figure 2 Relationship between total skull length ( $x$ -axis) and zygomatic width, with regression line ( $y$  – the most probable value of measurement 23 (in mm) when value of measurement 1 is available (in mm);  $r$  – correlation coefficient)

## RASPRAVA – Discussion

Statistički značajna razlika između spolova uočena je u 42 (85,72 %) kranimetrijske mjere, od čega su u 16 (32,65 %) mjera najmanji mužjaci veći od najvećih ženki. U području neurokraniuma, odnosno u širini kostiju lubanje koje okružuju mozak te dimenzijama velikog zatiljnog otvora, nema statistički značajne razlike između mužjaka i ženki, što zaključuju i Grandal-D'Anglade i López-González (2005) kod spiljskog medvjeda. Nadalje, statistički značajne razlike između mužjaka i ženki nema ni u dimenzijama očnih duplji te u duljini vodoravnog dijela nepčane kosti. Iako vanjski tjemeni greben nije obrađen niti jednom mjerom, valja naglasiti da je on puno razvijeniji u muških jedinki smeđeg medvjeda. Ovu karakteristiku primjećuju i istraživači koji su izučavali lubanje risa iz Hrvatske (Gomerčić (2005; Gomerčić i dr. 2008). Zbrajajući sve srednje vrijednosti mjera lubanje mužjaka i stavljajući ih u omjer sa zbrojem svih srednjih vrijednosti mjera ženki ( $\sum$  srednja vrijednost m /  $\sum$  srednja vrijednost ž) dobiveno je da su mužjaci od ženki prosječno veći za 13,42 %.

Za razliku od Morić (1990) koja je stavljajući u omjer dimenzije koje su izrazito veće za muški spol, s onima kod kojih je razlika između muškog i ženskog spola što manja, pokušala naći matematičku formulu putem koje bi se mogao odrediti spol svake jedinke, u ovom je radu određen spol pomoću graničnih vrijednosti mjera za koje su mužjaci apsolutno veći od ženki.

Sve one lubanje odraslih jedinki čije mjere prelaze graničnu vrijednost za pojedinu mjeru trebale bi pripadati mužjacima (85,71 % vjerojatnost), a one koje su ispod granične vrijednosti ženkama.

Na lubanji životinje nepoznatog spola (oznaka Ua16) moguće je bilo izmjeriti i usporediti samo 7 mjera. Mjere 33, 34, 35, 36, 37, 38, 41 i 44 nisu se mogle izmjeriti, jer lubanja nema mandibulu, a mjeru 9 nije se moglo izmjeriti zbog sraštanja šavova nosnih i čeone kosti. Iako je uspoređeno samo 43,75 % mjera (7 od 16), ukupno 85,71 % mjera (6 od 7) na lubanji Ua16 bilo je manje od graničnih vrijednosti. Na temeljem toga zaključeno je da je lubanja oznake Ua16 pripadala jedinki ženskog spola.

Kao što je prije naglašeno, korelacija između mjera 1 i 23, odnosno ukupne duljine lubanje i najveće zigomatične širine, te njihova regresijska jednadžba izračunata je da bi se mogla ocijeniti trofejna vrijednost lubanje i u slučaju kada je oštećen zigomatični luk. Iz rezultata (Slika 2) je vidljivo da su mjere 1 i 23 visoko povezane u mužjaka i značajno povezane u ženki, jer prema Petz (2002) gruba aproksimacija visine povezanosti za koeficijente korelacije od  $\pm 0,40$  do  $\pm 0,70$  predstavlja značajno povezane varijable, a za koeficijente korelacije od  $\pm 0,70$  do  $\pm 1,0$  predstavlja visoko ili vrlo visoko povezane varijable. Kod izračunavanja najveće zigomatične širine, odnosno varijable  $y$  u formulama pravca regresije, bitno je naglasiti da kao mjeru 1, odnosno varijablu

x, treba uzeti ukupnu duljinu lubanje definirane u ovome radu, a ne ukupnu duljinu izmjerenu od ocjenjivača trofejne vrijednosti, jer se pri trofejnom ocjenjivanju lubanja kao početna točka uzima rostralni rub sjekutića, koji se nalazi rostralnije nego točka P korištena kao početna točka za ukupnu duljinu u ovom radu.

Ukupno 5 mjera (1, 2, 3, 5 i 23) korištenih u ovom istraživanju podudaralo se s mjerama korištenim u lite-

raturi, tako da smo na temelju tih 5 mjera usporedili kranimetrijska obilježja smeđih medvjeda iz Hrvatske s medvjedima iz Slovačke (Sladek, 1991a) i Rumunjske (Almasan i Vasiliu 1967; Kohl i Stugren 1983) (Tablica 4).

Tablica 4. Usporedba kranimetrijskih mjera (srednja vrijednost $\pm$ SD (min-max) N) smeđih medvjeda iz Hrvatske s medvjedima iz Slovačke i Rumunjske

Table 4. Comparison of craniometrical measurements (mean $\pm$ SD (min-max) N) of brown bears from Croatia with bears from Slovakia and Romania

Mjera Parameter	Spol Sex	Farkaš i sur. Hrvatska (Croatia)	Sladek (1991) Slovačka (Slovakia)	Almasan-Vasiliu (1967) Rumunjska (Romania)	Kohl-Stugren (1983) Rumunjska (Romania)
1	M	338 $\pm$ 15,8 (310,9-362,5) N=20	338,7 $\pm$ 21,45 (286-385) N=176	348 (296 $\pm$ 378) N=40 *	354 (272 $\pm$ 401) N=49 **
	F	287 $\pm$ 13,3 (260-305,3) N=13	300,2 $\pm$ 12,4 (272-324) N=61 **	317 (290 $\pm$ 354) N=12 **	304,6 (257 $\pm$ 355) N=23 **
2	M	314,9 $\pm$ 13,8 (296,7-334,7) N=12	320,5 $\pm$ 16,41 (278-353) N=174	319 (291 $\pm$ 353) N=32	326,4 (260 $\pm$ 366) N=74 *
	F	274,6 $\pm$ 11,3 (251,9-285,4) N=12	286,7 $\pm$ 9,6 (265-304) N=61 **	295 (272 $\pm$ 323) N=11 **	283,4 (240 $\pm$ 335) N=35 *
3	M	291,1 $\pm$ 12,3 (278,7-307,9) N=7	295,4 $\pm$ 15,63 (256-332) N=159	290 (256 $\pm$ 331) N=36	323,5 (257 $\pm$ 360) N=49 **
	F	260,2 $\pm$ 8,3 (246-267,5) N=6	264,4 $\pm$ 9,52 (245-285) N=57	274 (248 $\pm$ 294) N=11 *	281,8 (260 $\pm$ 328) N=19 **
23	M	204,4 $\pm$ 17 (176,7-232) N=19	193,9 $\pm$ 20,18 (155-246) N=176 *	209 (159 $\pm$ 236) N=40	203,2 (155 $\pm$ 253) N=74
	F	164,8 $\pm$ 12,8 (148,5-184,3) N=12	173,4 $\pm$ 12,68 (147-199) N=61	181 (156 $\pm$ 198) N=13 **	171,6 (133 $\pm$ 203) N=39

\* -  $p < 0,05$  (svjetlo siva); \*\* -  $p < 0,005$  (tamno siva)

M – mužjaci, *males*; F – ženke, *females*

Uspoređujući mjere populacije smeđeg medvjeda iz Hrvatske s populacijom smeđeg medvjeda sa zapadnih Karpata u Slovačkoj (Sladek 1991a) dolazimo do zaključaka da između mužjaka postoji statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) samo u mjeri 23, odnosno u širini lubanje dok razlike u drugim mjerama nemaju statističku značajnost. Statistički značajne razlike iz-

među ženki iz Hrvatske i Slovačke su u mjerama 1 i 2 ( $p < 0,005$ ) i mjeri 23 ( $p < 0,05$ ). Uspoređujući kranimetrijske mjere hrvatskih medvjeda s medvjedima iz Rumunjske iz dva istraživanja (Almasan i Vasiliu 1967; Kohl i Stugren 1983) zaključujemo da su razlike između mužjaka puno manje nego u ženki u kojih su razlike uglavnom statistički značajne s  $p < 0,005$ .



## ZAKLJUČCI – Conclusions

1. Mjere lubanja mužjaka istraživanih u ovom radu prosječno su 13,42 % veće od mjera ženki.
2. Utvrđeno je 16 graničnih kraniometrijskih vrijednosti koje mogu poslužiti za određivanje spola, kod kojih mužjaci imaju vrijednosti veće od graničnih, a ženke manje od graničnih.
3. Najveća duljina lubanje i najveća zigomatična širina imaju visoku povezanost u mužjaka ( $r = 0,7961$ ) i značajnu povezanost u ženki ( $r = 0,6812$ ).
4. Najveća širina zigomatičnog luka (mjera 23) može se procijeniti pomoću ukupne duljine lubanje (mjera 1) i to formulama:
  - za mužjake: zigomatična širina (23) = 0,8365 ukupna duljina lubanje (1) – 79,105
  - za ženke: zigomatična širina (23) = 0,6867 ukupna duljina lubanje (1) – 31,247
5. Pri usporedbi kraniometrijskih značajki medvjeda iz Hrvatske i medvjeda iz Slovačke, zaključujemo da su mužjaci u Hrvatskoj i Slovačkoj približno jednaki, dok su ženke u Hrvatskoj manje nego one u Slovačkoj.
6. Pri usporedbi kraniometrijskih značajki medvjeda iz Hrvatske i medvjeda iz Rumunjske, populacija u Hrvatskoj je manja, s tim da je između mužjaka manja razlika, dok je između ženki zabilježena statistički značajna razlika ( $p < 0,005$ ).

## ZAHVALA – Acknowledgment

Zahvaljujemo svim pojedincima koji su nam ljubavno ustupili lubanje iz svojih privatnih zbirki.

## LITERATURA – References

- Almasan, H. A., D. Vasiliu, 1967: Zur Kenntnis des rumanischen Karpatenbären, *Acta Theriologica*, 12 (4): 47–66, Białowieża.
- Baryshnikov, G., M. Germonpre, M. Sablin, 2003: Sexual dimorphism and morphometric variability of cheek teeth of the cave bear (*Ursus spelaeus*), *Belgian Journal of Zoology* 133 (2): 111–119, Antwerp.
- Brown, G., 1993: The great bear almanac, Lyons & Burford, 72 str., New York.
- Chestin, I. E., N. G. Mikeshina, 1998: Variation in Skull Morphology of Brown Bears (*Ursus arctos*) from Caucasus, *Journal of Mammalogy* 79 (1): 118–130.
- Clevenger, A. P., F. J. Purroy, M. R. Pelton, 1992: Food habits of brown bears (*Ursus arctos*) in the Cantabrian Mountains, Spain. *Journal of Mammalogy* 73 (12): 2216–2222.
- Cicnjak, L., Đ. Huber, H. U. Roth, R. L. Ruff, Z. Vinovrski, 1987: Food habits of brown bears in Plitvice lakes national park, Yugoslavia, U: Int. Conference on Bear research and management 7: 221–226.
- Dečak, Đ., A. Frković, M. Grubešić, Đ. Huber, B. Iviček, B. Kulić, D. Sertić, Ž. Štahan, 2005: Plan gospodarenja smedim medvjedom u Republici Hrvatskoj, Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodnog gospodarstva, Uprava za lovstvo; Ministarstvo kulture, Uprava za zaštitu prirode, 92 str., Zagreb.
- Derocher, A. E., Andersen, M., Wiig, O., 2005: Sexual dimorphism of polar bears, *Journal of Mammalogy* 86: 895–901.
- Farkaš, V., 2008: Kraniometrija u lovstvu, *Lorist* 30 (3): 24–25, Beograd.
- Frković, A., 1987: Priručnik za ocjenjivanje lovačkih trofeja, Lovački savez Hrvatske, 53–54, Zagreb.
- Frković, A., 2002: Smeđi medvjed u Primorskoj-goranskoj županiji. Upravni odjel za gospodarski razvoj Primorsko-goranske županije, Lovački savez Primorsko županije, 60 str., Rijeka.
- Gomerčić, T., 2005: Kraniometrijske i druge značajke populacije euroazijskog risa *Lynx lynx L.* u Hrvatskoj, Disertacija (Magisterij), Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Gomerčić, T., G. Gužvica, M. Đuras Gomerčić, A. Frković, D. Pavlović, J. Kusak, M. Sindičić, Đ. Huber, 2008: Variation in teeth number, teeth and skull disorders in Eurasian lynx, *Lynx lynx* from Croatia, *Folia Zoologica* 58, 57–65, Brno.
- Grandal-D'Anglade, A., F. López-González, 2005: Sexual dimorphism and ontogenetic variation in the skull of the cave bear (*Ursus spelaeus* Rosenmüller) of the European Upper Pleistocene, *Geobios* 38, 325–337, Lyon.
- Gužvica, G., Đ. Huber, S. Modrić, B. Radanović-Gužvica, 1996: Use of craniometry in discrimination of brown and cave bears, *Veterinarski Arhiv*. 66: 251–257, Zagreb.

- Huber, Đ., 2002: Smeđi medvjed, Merdijani 70 – XI: 26–37, Zagreb.
- Huber, Đ., 2004: Smeđi medvjed (*Ursus arctos*, L.). U: Lovostvo (Z. Mustapić, urednik), Hrvatski lovački savez, 92–96, Zagreb.
- Huber, Đ., Z. Jakšić, A. Frković, Ž. Štahan, J. Kusak, D. Majnarić, M. Grubešić, B. Kulić, M. Sindičić, A. Majić Skrbinišek, V. Lay, M. Ljuština, D. Zec, 2008a: Plan gospodarenja smeđim medvjedom u Republici Hrvatskoj, Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva, Uprava za lovstvo, 89 str., Zagreb.
- Huber, Đ., J. Kusak, A. Majić Skrbinišek, D. Majnarić, M. Sindičić, 2008b: A multidimensional approach to managing the European brown bear in Croatia, *Ursus* 19 (1): 22–32.
- Kohl, S., B. Stugren, 1983: Kranio-metrische Untersuchungen an Braunbären (*Ursus arctos* L.) aus Rumänien, *Zool. Abh. Staatl. Mus. F. Tierk.* 38 (10):183–191.
- Korablev, P. N., E. Chapman, V. S. Pazhetnov, V. V. Bologov, 2000: Odontological characteristics of European Brown Bear from the Central Forest Biosphere Nature Reserve, *Russian Journal of Ecology* 31 (3): 198–202, Yekaterinburg.
- Korkhaus, G., 1969: Interesting findings on the skull and dentition of the brown bear (*Ursus arctos* L.), *SSO Schweiz Monatschr Zahnheilkd* 79 (3): 386–405.
- Loy, A., P. Genov, M. Galfo, M. G. Jacobone, A. Vigna Taglianti, 2008: Cranial morphometrics of the Apennine brown bear (*Ursus arctos marsicanus*) and preliminary notes on the relationships with other southern European populations, *Italian Journal of Zoology* 75 (1): 67–75, Lecce.
- Morić, S., 1990: Utjecaj spola na morfometrijske osobitosti lubanje mrkog medvjeda, Diplomski rad, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Petz, B., 2002: Osnovne statističke metode za nematematičare, 4. izdanje, Naklada Slap, 127.
- Sladek, J., 1991a: Craniometrical characteristics of the western Carpathian population of the brown bear (*Ursus arctos*) and notes on its subspecific status, *Folia Zoologica* 40: (3) 215–229, Brno.
- Sladek, J., 1991b: Growth-induced changes in cranial dimensions of brown bear (*Ursus arctos*) and their possible use in sexing and ageing [Wachstumsbedingte Veraenderungen kranio-logischer Masse des Braunbaeren (*Ursus arctos*) und Moeglichkeiten ihrer Verwendung zur Bestimmung von Alter und Geschlecht], *Folia Zoologica* 40: (4) 333–342, Brno
- Sladek, J., 1992: Possibilities for distinguishing sex and age of the brown bear by crane and teeth characters, *Folia Venatoria* 22: 175–190, Bratislava.
- Stonenberg, R. P., C. J. Jonkel, 1966: Age determination of black bears by cementum layers, *The Journal of Wildlife Management* 30: 411–414, Bethesda.
- Suenaga, Y., 1972a: Morphological studies on the skull of the Yezo brown bear. 1. Growth of the skull size, *Nippon Juigaku Zasshi* 34 (1):17–28.
- Suenaga, Y., 1972b: Morphological studies of the skull of Yezo brown bear (*Ursus arctos yezoensis* Lyd.). 2. Obliteration patterns of the suture and synchondroses of the skull, *Nippon Juigaku Zasshi* 34 (2):71–78.
- Suenaga, Y., 1973: Morphological studies of the skull of Yezo brown bear (*Ursus arctos yezoensis* Lyd.). 3. Abrasion patterns of the teeth and their allometric values in relation to the skull size (basilar skull length), *Nippon Juigaku Zasshi* 35 (5): 377–87.
- Von Den Driesch, A., 1976: A guide to measurement of animal bones from archaeological sites. Peabody Museum of Archaeology and Ethnology – Harvard University. Cambridge.
- Wenker, C.J., M. Müller, M. Berger, S. Heini-ger, G. Neiger-Aeschbacher, P. Schawwalder, A. Lussi, 1998: Dental health status and endodontic treatment of captive brown bears (*Ursus arctos* spp.) living in the Bernese bear pit, *Journal of veterinary dentistry* 15 (1): 27–34.
- Wenker, C. J., H. Stich, M. Muller, A. Lussi, 1999: A retrospective study of dental conditions of captive brown bears (*Ursus arctos* spp.) compared with free-ranging Alaskan grizzlies (*Ursus arctos horribilis*), *Journal of ZOO and Wildlife Medicine* 30 (2): 208–21.

*SUMMARY: Family of bears (Ursidae) have a potential to exhibit various characteristics under the influence of environment and nutrition. The goal of this paper was to analyze craniometrical measurements of brown bear (Ursus arctos L.) population from Croatia with objectives to define them, as well as to determinate differences between sexes. A total of 34 skulls have been*

*studied, out of which 13 (38,24 %) belonged to female animals, 20 (58,83 %) to males, while sex was not identified for one (2,93 %) skull. All skulls belonged to adult animals, with the average age of 8,4 years (range 3 to 20 years). A total of 49 measurements were taken on each skull with the 0,1 mm precision, so totally 829 craniometrical measurements have been statistically analyzed. Statistically significant difference between the sexes has been observed in 42 (85,72 %) craniometrical measurements, while for totally 16 (32,65 %) measurements it has been observed that males are absolutely bigger than the female bears (meaning that the smallest males were bigger than the biggest females). For those 16 measures we have defined border values that could help in sex determination. Correlation and equation of regression were calculated for total length of skull and zygomatic breadth. Correlation was  $r = 0,7961$  for male bears and  $r = 0,6812$  for females, while equation of regression for calculation of zygomatic width using total skull length was: for males - zygomatic width =  $0,8365$  total skull length -  $79,105$ ; for females - zygomatic width =  $0,6867$  total skull length -  $31,247$ . In comparison of skull features of bears from Croatia with the ones from Slovakia we have found that male bears were almost the same while Croatian females were smaller. Bears in Croatia were smaller than the ones in Romania but the differences among males were smaller, while the females were significantly larger in Romania.*

*Key words: brown bear, Ursus arctos, craniometry, sex dimorphism, skull, Croatia*