ISSN 1211-8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
XCVI (2011): 1, 87–110, 2011

MORFOMETRICKÁ ANALÝZA POPULACÍ LIŠEK Z POSLEDNÍHO GLACIÁLU MORAVY

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF FOX POPULATIONS FROM THE MORAVIAN LAST GLACIAL

HANA UHLÍŘOVÁ[1], MARTIN IVANOV[1], MIRIAM NÝVLTOVÁ FIŠÁKOVÁ[2]

Abstract

Uhlířová, H., Ivanov, M., Nývltová Fišáková, M. (2011): Morfometrická analýza populací lišek z posledního glaciálu Moravy. – Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., 96, 1, 87–110.

Morphometric analysis of fox populations from the Moravian Last Glacial

The contribution deals with the morphometrics of cranial and postcranial skeleton of the fossil populations of foxes (*Vulpes vulpes* and *Alopex lagopus*) from the Late Palaeolithic Gravettian and Magdalenian sites in Moravia, Czech Republic. Differences in morphometry between the recent and fossil red fox and arctic fox are discussed and results are confronted with foreign studies. Differences in osteometry of foxes are especially typical for the recent cranial skeleton and these variations are supported by their morphological comparison. Measurements of cranial skeleton are strongly restricted in fossil material because of the state of preservation; however, the detailed osteometry of selected elements of postcranial skeleton enables distinction of *Vulpes vulpes* from *Alopex lagopus*. Although there is overlapping in variation spread in the recent and fossil postcranial skeleton, the mean values are significantly different.

Osteometrical analysis shows that arctic foxes from Moravian Late Palaeolithic sites were somewhat larger than the recent *Alopex lagopus*. It seems probable that Last Glacial Central European populations of arctic fox did not migrate to the north but they became extinct at the end of the Pleistocene.

Key words: Vulpes vulpes, *Alopex lagopus*, Gravettian, Magdalenian, osteometric analysis, cranial and postcranial skeleton, Last glacial.

[1] Hana Uhlířová, Department of Geological Sciences, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37, Brno, Czech Republic, e-mail: hanka.uhl@gmail.com

[1] Martin Ivanov, Department of Geological Sciences, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37, Brno, Czech Republic, e-mail: mivanov@sci.muni.cz

[2] Miriam Nývltová Fišáková, Archaeological Institue, Czech Academy of Sciences, Královopolská 147, 612 00, Brno, Czech Republic, e-mail: miriam@iabrno.cz

1. Úvod

Lišky jsou skupinou fylogeneticky velmi mladou, čímž lze vysvětlit jejich značnou uniformitu. V rámci systematického postavení náleží do čeledi Canidae (Fischer de Waldheim, 1817), jejíž evoluce začala v eocénu před 37 mil. let v Severní Americe. Vývoj moderních forem nastal až koncem neogénu (Flynn, Galiano 1982; Flynn, Nedbal 1998; Agustí, Antón 2002). Psovití masožravci se vyvinuli z eocenní čeledi Miacidae Cope, 1880 v Jižní Americe (Macdonald 1985). Předka dnešní čeledi Canidae je možné hledat v okruhu rodu *Cynodictis* Bravard & Pomel, 1850.

Čeleď Canidae zahrnuje vymřelé podčeledě: Hesperocyoninae Tedford, 1978 a Borophaginae Simpson, 1945 a do recentu přežívající podčeleď Caninae Fischer de Wald-

HEIM, 1817. Některými autory (GROMOV, BARANOVA 1981) je vyčleňována ještě samostatná podčeleď Otocyoninae TROUESSART, 1885, do které se řadí rod *Otocyon* MÜLLER, 1836. Hesperocyoninae jsou fylogeneticky nejstarší skupinou, jejíž vymřelý zástupce *Hesperocyon* SCOTT, 1890 (svrchní eocén – střední miocén, Nebraska, USA) se považuje za výchozí formu podčeledí Borophaginae a Caninae (WANG 1994). Vývoj podčeledi Caninae začíná ve spodním oligocénu Severní Ameriky (orellan, 34–32 mil. let) rodem *Leptocyon* MATTHEW, 1918, velikostně odpovídajícímu menší lišce, a přetrvává do svrchního miocénu (clarendon, 12–9 mil. let). Od nejsvrchnějšího miocénu (hemphill, 9–5 mil. let) jsou jedinci podobni liškám hojně rozšířeni v Severní Americe. V této době (WANG 1994; WANG *et al.* 2004) se také objevuje pravá vývojová větev lišek, tribus Vulpini HEMPRICH & EHRENBERG, 1832, který zahrnuje dva recentní rody *Vulpes* FRISCH, 1775 a *Urocyon* BAIRD, 1857.

Vývoj rodu *Vulpes* v Evropě a distribuce recentních forem: Rod *Vulpes* je poprvé v Evropě zastoupen již ve spodním pliocénu (ruscin, MN 15) formami příbuznými druhu *Vulpes praecorsac* (KORMOS, 1932), výrazněji se začal rod *Vulpes* šířit v průběhu spodního pleistocénu (DIEDRICH 2005; GROMOV, BARANOVA 1981; SOTNIKOVA 2004; aj.). Během cromerského komplexu *Vulpes praecorsac* v Evropě vymřel (SABOL 2008).

Ze začátku svrchního pliocénu (MN 16) je např. ze španělské lokality Villaroya znám druh *Vulpes praeglacialis* (KORMOS, 1932). V průběhu saalského komplexu tento předek lišky polární pravděpodobně vyhynul (BONIFAY 1971; SABOL 2008).

V závěru spodního pleistocénu proniká do střední Evropy předek lišky obecné *Vulpes angustidens* (THENIUS, 1954) popsaný ze spodnokromerských sedimentů lokality Chlum u Srbska (FEJFAR 1961) nebo ze Stránské skály (MUSIL 1972). Koncem holsteinského interglaciálu druh pravděpodobně vyhynul (SABOL 2008).

Ve svrchním pleistocénu střední Evropy je doložen výskyt lišky stepní, *Vulpes corsac* (LINNAEUS, 1768), která je v současné době rozšířena v Asii, v Číně a Mongolsku (Gromov, BARANOVA 1981; POYARKOV, OVSYANIKOV 2004). Problematičtější nálezy jsou uváděny i z našeho území (např. jeskyně Švédův stůl; MUSIL 1962).

Recentní liška obecná, *Vulpes vulpes* (LINNAEUS, 1758) se pravděpodobně objevila koncem holsteinského interglaciálu nebo v průběhu saalského komplexu. Během eemského interglaciálu byl druh rozšířený především ve střední a západní Evropě (SABOL 2008), v průběhu posledního glaciálu se druh rozšířil po celé Evropě (MUSIL 1986). Současná distribuce lišky obecné se od pleistocenního rozšíření příliš neliší. *Vulpes vulpes* je znám z celé severní polokoule od polárního kruhu po severní Afriku, střední Ameriku, Severní Ameriku od Nového Mexika po Kalifornii, Indii a Čínu (BENEŠ 1975; MACDONALD, REYNOLDS 2004).

Nejstarší výskyt lišky polární, *Alopex lagopus* (LINNAEUS, 1758), je nejistě doložen z období saalského komplexu (SABOL 2008). Během svrchního pleistocénu byla liška polární rozšířena ve všech částech Evropy (AUDET *et al.* 2002). Dnes se vyznačuje cirkumpolární distribucí, která zahrnuje oblasti Severní Ameriky, Eurasie a Fenoskandinávie, výskyt druhu sahá od severního Grónska po jižní cíp Hudson Bay v Kanadě (HERSTEINSSON, MACDONALD 1992) a obývá i některé ostrovy v Severním ledovém oceánu, severním Atlantiku a severním Pacifiku (AUDET *et al.* 2002).

2. MATERIÁL

Ke studiu fosilního materiálu byly vybrány následující lokality (typ lokality, kultura, druhové zastoupení).

Dolní Věstonice I: sídliště, gravettien, *Alopex lagopus, Vulpes vulpes*
Milovice: sídliště, gravettien, *Vulpes vulpes*
Pavlov I: sídliště, gravettien, *Alopex lagopus, Vulpes vulpes*

Předmostí u Přerova: sídliště, gravettien, *Alopex lagopus, Vulpes vulpes*
Adlerova jeskyně: jeskyně, magdalénien, *Alopex lagopus*
Balcarova skála: jeskyně, magdalénien, *Alopex lagopus, Vulpes vulpes*
Pekárna: jeskyně, magdalénien, *Alopex lagopus, Vulpes vulpes*
Šipka: jeskyně, gravettien, magdalénien, *Alopex lagopus, Vulpes vulpes*

Analyzovaný osteologický materiál náleží druhům *Vulpes vulpes* (liška obecná), *Alopex lagopus* (liška polární) a *Vulpes corsac* (liška stepní). Liška stepní byla zastoupena pouze v recentním materiálu.

Recentní materiál pochází ze srovnávacích sbírek Ústavu Anthropos Moravského zemského muzea v Brně (ÚA, MZM Brno). Do studia bylo zahrnuto pět kompletních skeletů druhu *Vulpes vulpes* a jeden *Vulpes corsac*. Zbývající část materiálu tvořily volné kosterní elementy. Stav recentního materiálu je s výjimkou několika kusů velmi dobrý.

Fosilní materiál je taktéž uložen v depozitáři Ústavu Anthropos Moravského zemského muzea v Brně a dále na zámku v Budišově. Na rozdíl od recentního materiálu je však značně fragmentární. U gravettského materiálu byly u dlouhých kostí dochovány pouze proximální a distální konce. U kosti loketní to byla pouze proximální část. Kost stehenní měla na proximální epifýze zachovanou hlavici *(caput ossis femoris)*. Z nalezených lopatek se zachovala ve většině případů kloubní jamka *(cavitas glenoidalis)*, nadpažek *(acromion)* a krček lopatky *(collum scapulae)*. Na tělu spodní čelisti *(corpus mandibulae)* byla nejčastěji dochována stoličková část *(pars molaris)* s m1, m2 a méně m3. Výjimečně se objevuje větev dolní čelisti *(ramus mandibulae)* s koronoidním výběžkem *(processus coronoideus)*.

Zachovaných krčních obratlů bylo pouze několik. Převážná část atlasů měla poškozený příčný výběžek *(processus transversus)*. U druhého krčního obratle byl poškozen trnový výběžek *(processus spinosus)*. Z pánve se nejčastěji dochovalo tělo kyčelní kosti *(corpus ossis ilii)* a kloubní jamka *(acetabulum)*. Zánártní kosti – kost hlezenní a patní byly velmi hojné a dobře zachované.

Magdalénský materiál nebyl tak fragmentární, což umožnilo změření některých délkových parametrů, které u gravettského materiálu nebylo možné hodnotit.

Převážná část kosterních elementů fosilního materiálu náležela druhu *Alopex lagopus*. Celkem bylo zpracováno 722 recentních a 888 fosilních kostí.

3. METODIKA

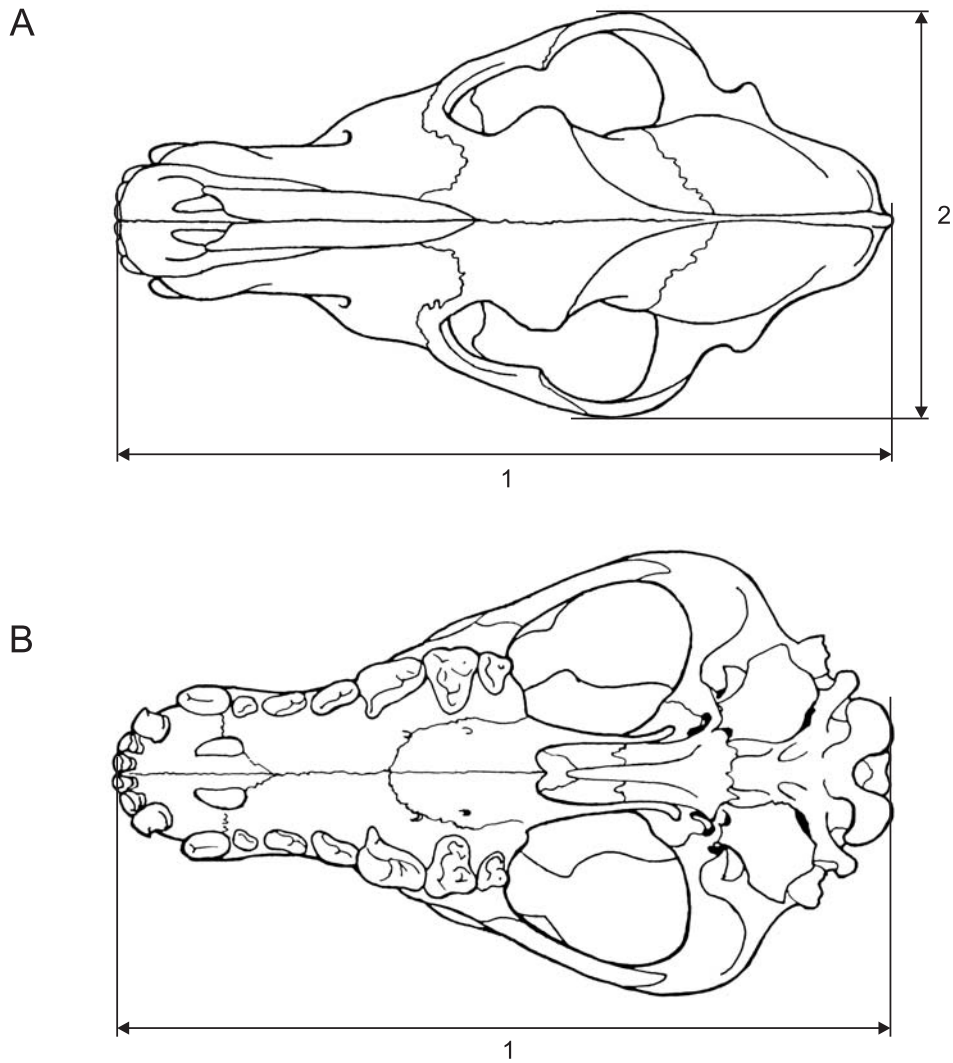
Metodika měření vycházela z publikace VON DEN DRIESCHOVÉ (1976; obr. 1–3). Morfologická terminologie byla přejata od ČERVENÉHO *et al.* (1999) a SCHMIDOVÉ (1972). V rámci studia byly vytvořeny v programu Microsoft Access 2007 databáze recentního a fosilního materiálu k evidenci získaných dat. Všechna měření byla prováděna za pomocí digitálního posuvného měřidla Kinex 150 mm/0,01 mm. Naměřené hodnoty jsou uváděny v mm.

Studium bylo zaměřeno na recentní i fosilní kraniální a postkraniální materiál. Výběr recentních postkraniálních elementů vycházel z poznatků o uchování jednotlivých fosilních kostí. Z toho důvodu nebyly do studia zahrnuty žebra, obratle (s výjimkou prvních dvou), kost hrudní a kosti metapodií a autopodií (s výjimkou kosti hlezenní a patní).

Morfometrie fosilního materiálu byla ztížena jeho rozsáhlou fragmentarizací. Z důvodů nedostatečného zachování lebečních kostí bylo studium zaměřeno pouze na metriku zubů a postkraniálního skeletu. I zde byla měření místy omezena.

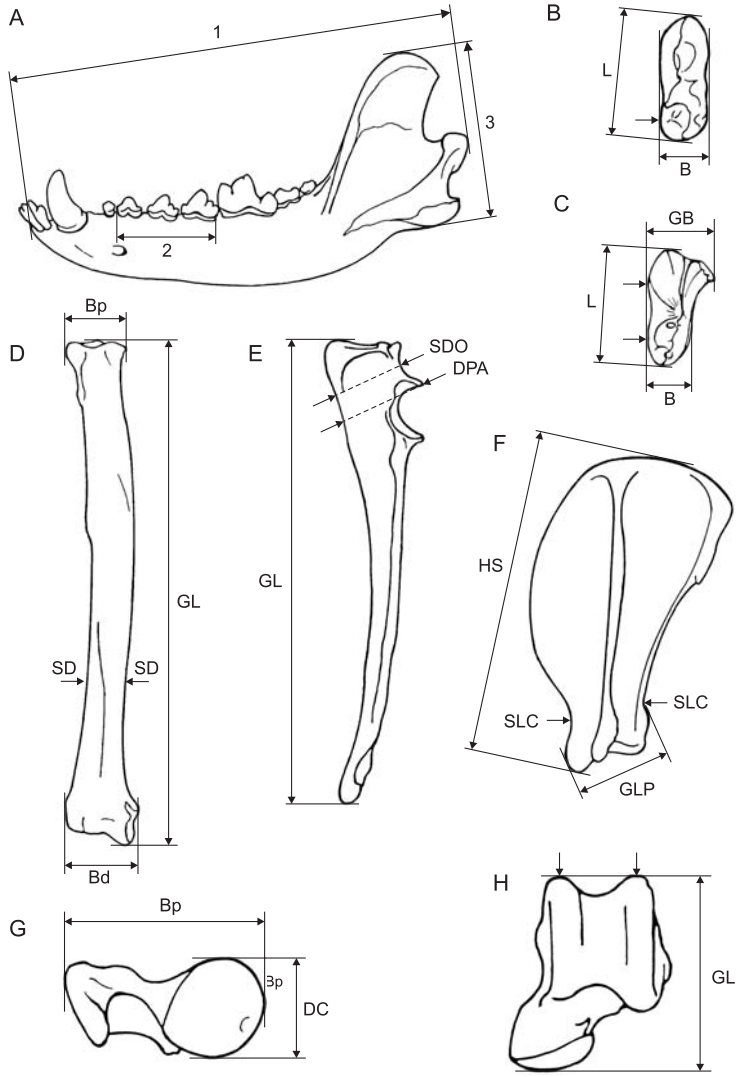
Celkem bylo do statistické analýzy zahrnuto 1 610 kostí recentního a fosilního materiálu, využit byl statistický software Statistica, NCSS a PASS. Při zpracování byl kladen důraz na stranové určení kosterních elementů. Pro testování normality veličin byl použit Shapiro – Wilkův test, pro testování rozdílů průměrů veličin byl použit Studentův t-test. Dále

byly vyhodnoceny základní statistické charakteristiky jednotlivých veličin studovaných druhů a jejich korelace. Histogramy s gaussovskou křivkou indikují normální rozložení dat. Níže jsou uvedená pouze grafická zpracování naměřených dat (krabicové a bodové grafy), odlehlé a extrémní hodnoty nebyly uvažovány.



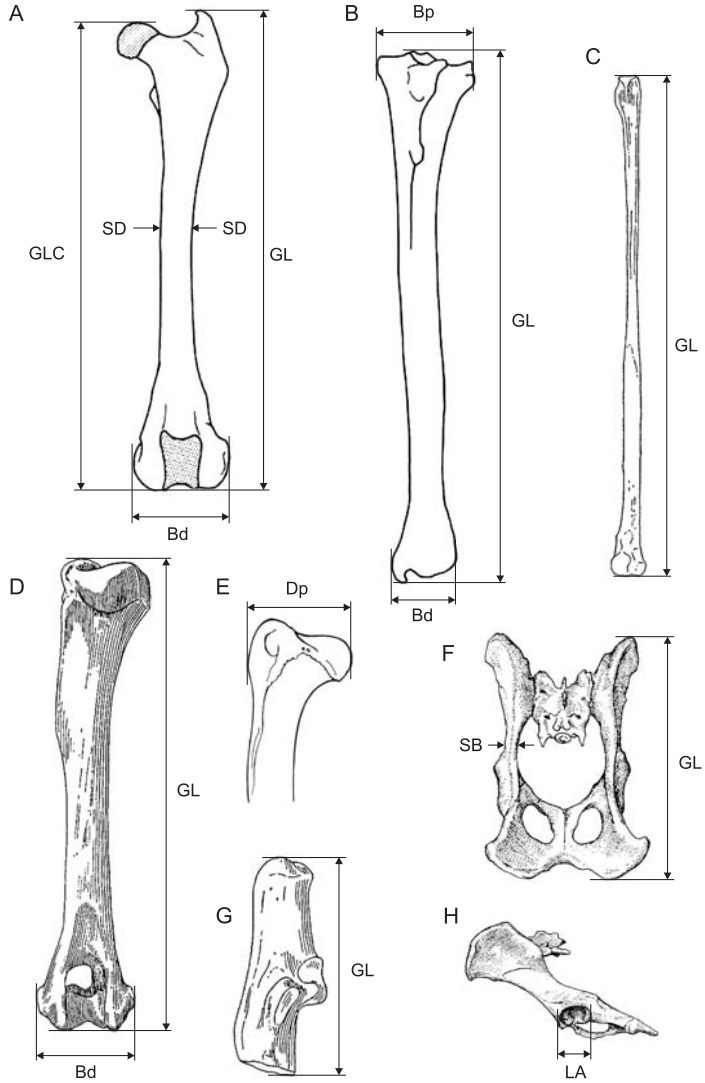
Obr. 1. A: Lebka: 1 – délka lebky; 2 – šířka lebky; B. Lebka: 1 – kondylobazální délka lebky. A, B – upraveno dle VON DEN DRIESCHOVÉ (1976).

Fig. 1. A: Skull: 1 – skull length; 2 – zygomatic breadth of the skull. B: Skull: 1 – condylobasal length of the skull. A, B – modified from VON DEN DRIESCH (1976).



Obr. 2. A. Spodní čelist: 1 – celková délka; 2 – délka řady p2 – p4; 3 – výška; B. m1: L – délka; B – šířka; C. P4: L – délka; B – šířka; GB – maximální šířka; D. Kost vřetenní: Bp – šířka proximální epifýzy; SD – šířka diafýzy; GL – maximální délka; Bd – šířka distální epifýzy; E. Kost loketní: SDO – minimální délka okovce; DPA – délka háčkovitého výběžku; GL – maximální délka; F. Lopatka: HS – výška; SLC – minimální délka krčku; GLP – maximální délka kloubního výběžku; G. Hlavice stehenní kosti: Bp – šířka proximální epifýzy; DC – délka hlavice; H. Kost hlezenní: GL – maximální délka. A – H – upraveno dle von den Drieschové (1976).

Fig. 2. A. Lower jaw: 1 – total length; 2 – length of the premolar row p2 – p4; 3 – height; B. m1: L – length; B – breadth; C. P4: L – length; B – breadth; GB – greatest breadth; D. Spindle bone: Bp – breadth of the proximal end; SD – smallest breadth of diaphysis; GL – greatest length; Bd – breadth of the distal end; E. Elbow bone: SDO – smallest depth of the *olecranon*; DPA – Depth across the *processus anconaeus*; GL – total length; F. Shoulder blade: HS – height; SLC – smallest length of the *collum scapulae*; GLP – greatest length of the *processus articularis*; G. Head of the thigh bone: Bp – breadth of the proximal end; DC – greatest length from *caput femoris*; H. Tal bone: GL – greatest length. A – H – modified from von den Driesch (1976).



Obr. 3. A. Kost stehenní: SD – šířka diafýzy; GL – maximální délka; GLC – maximální délka od hlavice stehenní kosti; Bd – šířka distální epifýzy; B. Kost loketní: Bp – šířka proximální epifýzy; GL – maximální délka; Bd – šířka distální epifýzy; C. Kost lýtková: GL – maximální délka; D. Kost pažní: GL – maximální délka; Bd – šířka distální epifýzy; E. Proximální epifýza pažní kosti: Dp – šířka proximální epifýzy; F. Pánev: LFo – vnitřní délka *foramen obturatum*; SB – šířka kyčelní kosti; GL – maximální délka; G. Kost patní: GL – maximální délka; H. Pánev: LA – délka kloubní jamky. A, B – Hillson (1999), C, D, G – Schmidová (1972), E – von den Drieschová (1976), F, H – Červený *et al*. (1999).

Fig. 3. A. Thigh bone: SD – smallest breadth of diaphysis; GL – greatest length; GLC – greatest length from *caput ossis femoris*; Bd – breadth of the distal end; B. Shin bone: Bp – breadth of the proximal end; GL – greatest length; Bd – breadth of the distal end; C. Limb bone: GL – greatest length; D. Arm bone: GL – greatest length; Bd – breadth of the distal end; E. Proximal end of the arm bone: Dp – breadth of the proximal end; F. Pelvic bone: LFo – inner length of the *foramen obturatum*; SB – smallest breadth of the shaft of ilium; GL – greatest length; G. Heel bone: GL – greatest length; H. Pelvic bone: LA – Length of *acetabulum* including the lip. A, B – according to Hillson (1999), C, D, G – Schmid (1972), E – von den Driesch (1976), F, H – Červený *et al.* (1999).

4. OSTEOMETRICKÁ ANALÝZA RECENTNÍHO A FOSILNÍHO MATERIÁLU

Počet jednotlivých studovaných kosterních elementů recentních a fosilních druhů byl následující:
Recentní materiál:
Vulpes vulpes: 12× astragalus; 6× atlas; 6× axis; 12× calcaneus; 25× cranium; 21× femur; 14× fibula; 22× humerus; 51× mandibula; 5× os sacrum; 6× patella; 17× pelvis; 17× radius; 19× scapula; 28× tibia; 26× ulna; 50× P4; 51× M1; 48× M2; 49× m1; 50× m2; 41× m3.
Alopex lagopus: 4× astragalus; 2× calcaneus; 2× cranium; 7× femur; 6× fibula; 9× humerus; 8× mandibula; 1× os sacrum; 6× pelvis; 7× radius; 6× scapula; 7× tibia; 7× ulna; 4× P4; 3× M1; 4× M2; 8× m1; 8× m2; 8× m3.
Vulpes corsac: 2× astragalus; 1× atlas; 1× axis; 2× calcaneus; 1× cranium; 2× femur; 2× fibula; 2× humerus; 2× mandibula; 1× os sacrum; 1× patella; 2× pelvis; 2× radius; 2× scapula; 2× tibia; 2× ulna; 2× P4; 2× M1; 2× M2; 2× m1; 2× m2; 2× m3.

Fosilní materiál:
***Vulpes vulpes* (gravettien):** 5× astragalus; 16× calcaneus; 8× femur; 6× humerus; 10× mandibula; 2× pelvis; 6× radius; 7× tibia; 4× ulna; 5× m1; 7× m2; 1× m3.
***Alopex lagopus* (gravettien):** 22× astragalus; 6× atlas; 3× axis; 32× calcaneus; 56× femur; 72× humerus; 63× mandibula; 1× os sacrum; 5× pelvis; 52× radius; 16× scapula; 33× tibia; 31× ulna; 36× m1; 16× m2; 1× m3.
***Vulpes vulpes* (magdalénien):** 4× astragalus; 1× atlas; 5× axis; 3× calcaneus; 4× humerus; 9× mandibula; 11× os sacrum; 1× patella; 3× pelvis; 4× radius; 2× scapula; 2× ulna; 3× P4; 4× M1; 2× M2; 7× m1; 3× m2.
***Alopex lagopus* (magdalénien):** 5× astragalus; 3× atlas; 3× axis; 14× calcaneus; 12× femur; 9× humerus; 88× mandibula; 21× pelvis; 12× radius; 7× tibia; 40× ulna; 3× P4; 2× M1; 1× M2; 42× m1; 33× m2; 1× m3.

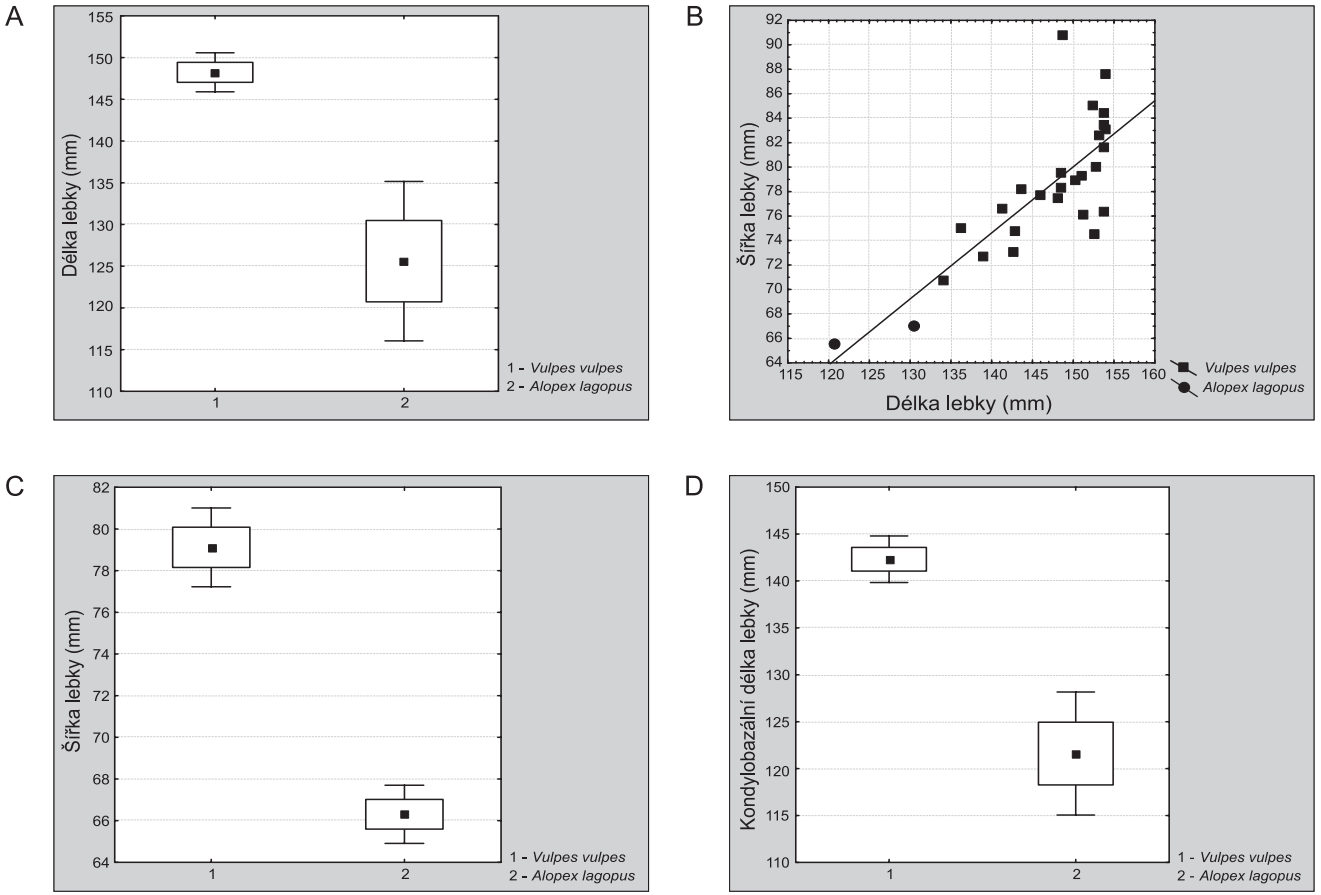
Přestože byla v rámci studie věnována pozornost i druhu *Vulpes corsac* (liška stepní), nejsou zde tato měření podrobněji diskutována, jelikož byl k dispozici pouze jeden kompletní skelet (viz kap. 5. Diskuze).

4.1. Kraniální skelet

Analyzováno bylo celkem 40 znaků na 28 kompletních lebkách recentních druhů. Délka lebky lišky obecné a lišky polární (obr. 4A; pozn. symboly *,**,*** se vztahují k počtu měření v daném souboru) byla korelována s šířkou lebky (obr. 4B). Šířku lebky zachycuje obr. 4C. Patrné jsou dvě jasně odlišené skupiny recentních lišek. U lišky obecné se délka lebky pohybovala v rozmezí hodnot 134,1–153,98 mm s průměrem 148,24 ± 5,96 mm, u lišky polární 120,73–130,47 mm (průměr 125,6 ± 6,89 mm). Šířkové rozměry lebky u druhu *Vulpes vulpes* kolísají mezi 70,76–90,78 mm s průměrem 79,12 ± 4,82 mm, u *Alopex lagopus* 65,6–67,02 mm (průměr 66,31 ± 1,0 mm). Kondylobazální délka lebky dosahovala u *Vulpes vulpes* průměrné hodnoty 142,32 ± 5,8 mm, u *Alopex lagopus* 121,61 ± 4,73 mm (obr. 4D, tab. 1).

Obdobným způsobem, jako výše uvedené lebeční parametry, byly hodnoceny i další znaky. U některých z nich dochází k překrývání variačních šíří – minimálních hodnot pro *Vulpes vulpes* s maximálními hodnotami pro *Alopex lagopus*. Průměrné hodnoty obou druhů jsou však výrazně odlišné. Vzhledem k velké fragmentárnosti fosilního materiálu nebylo možné provést metrická měření na kraniální části skeletu.

Oproti fosilnímu materiálu, kde bylo možné analyzovat pouze 15 zubů magdalénských lišek, poskytl soubor recentního materiálu celkem 166 zubů horní čelisti. Na obr. 5A je porovnávána délka P4 (tab. 2).



Obr. 4. A. Délka lebky; B. Šířka lebky vs. délka lebky; C. Šířka lebky; D. Kondylobazální délka lebky.
Fig. 4. A. Skull length; B. Zygomatic breadth of the skull vs. total length of the skull; C. Zygomatic breadth of the skull; D. Condylobasal length of the skull.

Dolní čelisti byly porovnávány v 17 znacích. Celková délka mandibuly *Vulpes vulpes* a *Alopex lagopus* (obr. 5B) byla porovnávána s její výškou (obr. 5C). Ve spodní části grafu je patrná skupina zachycující druh *Alopex lagopus*, ve vyšších částech je to *Vulpes vulpes* (tab. 3). Odlehlejší bod, znázorňující lišku obecnou, může náležet juvenilnímu jedinci. Tyto parametry nebylo možné konfrontovat s fosilním materiálem.

Tabulka 1. Metrika lebky lišky obecné a lišky polární (mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – recent, gvt – gravettien, mgd – magdalénien, 1. – variační šíře, 2. – průměr ± SD (směrodatná odchylka).

Table 1. Metrical data on the skull of the red fox and arctic fox (in mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – Recent, gvt – Gravettian, mgd – Magdalenian, 1. – observed range, 2. – mean ± SD (standard deviation).

Cranium	**VVrec (n=25)**		**Alrec (n=2)**		**VVgvt (n=0)**		**ALgvt (n=0)**		**VVmgd (n=0)**		**Almgd (n=0)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
délka lebky	134,1–153,98	148,24±5,96	120,73–130,48	125,6±6,89	–	–	–	–	–	–	–	–
šířka lebky	70,76–90,78	79,12±4,82	65,6–67,02	66,31±1,0	–	–	–	–	–	–	–	–
kondylobazální délka	129,7–151,9	142,32±5,8	118,26–124,95	121,61±4,73	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabulka 2. Metrika P4 lišky obecné a lišky polární (mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – recent, gvt – gravettien, mgd – magdalénien, 1. – variační šíře, 2. – průměr ± SD (směrodatná odchylka).

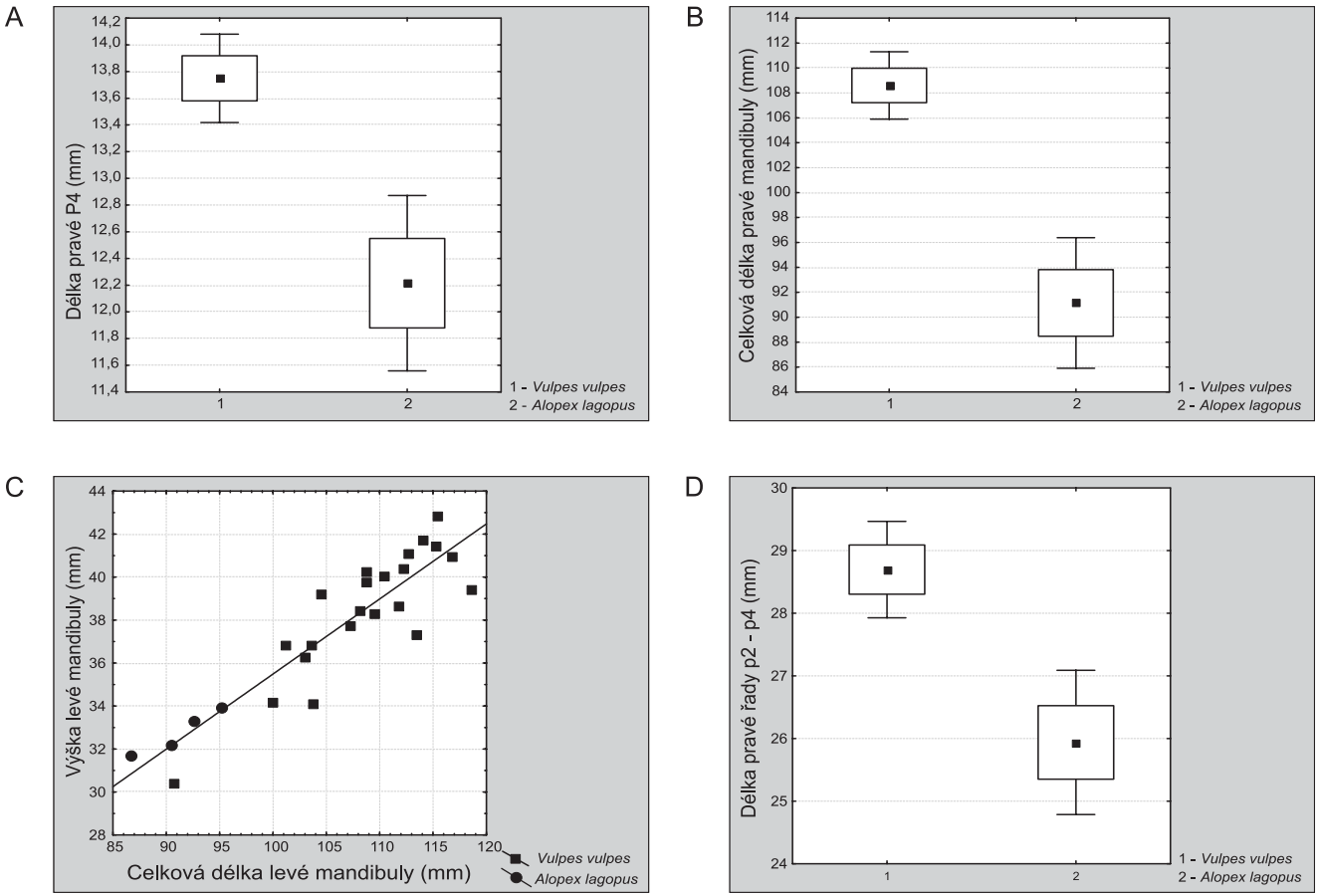
Table 2. Metrical data on P4 of the red fox and arctic fox (in mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – Recent, gvt – Gravettian, mgd – Magdalenian, 1. – observed range, 2. – mean ± SD (standard deviation).

P4 dext.	**VVrec (n=24*,23**)**		**ALrec (n=2)**		**VVgvt (n=0)**		**ALgvt (n=0)**		**VVmgd (n=1)**		**ALmgd (n=2)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
maximál. šířka	6,36–8,54*	7,47±0,55	6,92–7,2	7,06±0,2	–	–	–	–	–	6,84	6,48–6,49	6,49±0,01
délka	11,77–15,36**	13,75±0,81	11,88–12,55	12,22±0,47	–	–	–	–	–	15,8	13,74–14,0	13,87±0,18
šířka	4,76–6,3*	5,37±0,48	4,92–5,62	5,27±0,49	–	–	–	–	–	5,26	4,85–5,43	5,14±0,41
P4 sin.	**VVrec (n=25*,26**)**		**ALrec (n=2)**		**VVgvt (n=0)**		**ALgvt (n=0)**		**VVmgd (n=3*,1**)**		**ALmgd (n=2*,1**)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
maximál. šířka	6,03–8,53*	7,3±0,65	6,68–7,08	6,88±0,28	–	–	–	–	6,83–8,68	7,88±0,95*	6,47–8,2*	7,34±1,22
délka	11,46–15,4**	13,56±0,88	11,8–12,85	12,33±0,74	–	–	–	–	–	–	11,72–13,23*	12,47±1,07
šířka	4,43–6,45**	5,28±0,53	4,87–5,56	5,22±0,49	–	–	–	–	–	5,09**	–	5,88*

Tabulka 3. Metrika spodní čelisti lišky obecné a lišky polární (mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – recent, gvt – gravettien, mgd – magdalénien, 1. – variační šíře, 2. – průměr ± SD (směrodatná odchylka).

Table 3. Metrical data on the lower jaw of the red fox and arctic fox (in mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – Recent, gvt – Gravettian, mgd – Magdalenian, 1. – observed range, 2. – mean ± SD (standard deviation).

Mandibula dext.	**VVrec (n=22*,26**,25***)**		**ALrec (n=3)**		**VVgvt (n=1*,2**)**		**ALgvt (n=11*, 7**)**		**VVmgd (n=0)**		**ALmgd (n=5*,3**)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
celková délka	91,04–117,73*	108,56±6,48	86,02–95,02	91,15±4,63	–	–	–	–	–	–	–	–
výška	30,06–42,49**	38,17	31,56–33,78	32,8	–	38,47*	31,56–35,35*	33,28±1,36	–	–	32,4–35,01	33,57±0,9
délka řady p2–p4	23,89–32,1***	28,7±1,96	24,77–26,65*	25,94±1,02	29,38–30,42**	29,9±0,74	25,02–26,32**	25,61±0,55	–	–	23,66–26,45**	25,5±1,29
Mandibula sin.	**VVrec (n=9*,24**)**		**ALrec (n=3*,4**)**		**VVgvt (n=2*,1**)**		**ALgvt (n=3*,5**)**		**VVmgd (n=1)**		**ALmgd (n=3*,2**)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
celková délka	90,7–118,7*	108,51	86,62–95,19*	91,2±3,62	–	–	–	–	–	–	–	–
výška	30,41–42,79**	36,6	31,74–33,95**	32,79	32,59–38,56*	35,57±4,22	31,02–34,78*	32,79±1,89	–	33,86	33,14–34,84*	34,0±0,85
délka řady p2–p4	24,48–32,0**	28,3±1,88	24,68–26,92**	25,7±0,93	–	31,25**	23,44–27,22**	25,94±1,51	–	26,02	24,94–27,3**	26,12±1,67



Obr. 5. A. Délka pravé P4; B. Celková délka pravé mandibuly; C. Výška levé mandibuly vs. celková délka levé mandibuly; D. Délka pravé řady p2 – p4.
Fig. 5. A. Length of the right P4; B. Total length of the right lower jaw; C. Height of the left lower jaw vs. total length of the left lower jaw; D. Length of the premolar row p2 – p4.

Délka řady premolárů p2 – p4 je zachycena na obr. 5D. Minimální hodnoty pro *Vulpes vulpes* se překrývají s maximálními hodnotami pro *Alopex lagopus* – jedná se pouze o odlehlé hodnoty, které nejsou v grafu zachyceny (tab. 3).

Analyzovaný recentní materiál poskytl celkem 170 zubů spodní čelisti. Obr. 6A zobrazuje délku m1. Ve fosilním materiálu bylo studováno 152 zubů. Variační šíře a průměrné hodnoty obou souborů jsou uvedeny v tab. 4.

4.2. Postkraniální část

Scapula: Recentní materiál zahrnuje celkem 27 kusů lopatek druhů *Vulpes vulpes*, *Alopex lagopus* a *Vulpes corsac*. Na lopatce nebyly nalezeny žádné morfologické rozdíly mezi studovanými druhy. Z osteometrických měření vyplývá, že nejvýraznější druhové rozdíly ukazuje maximální délka kloubního výběžku, která byla korelována s minimální délkou krčku lopatky (obr. 6B). Nižší naměřené hodnoty představují lišku polární, vyšší lišku obecnou.

Fosilní materiál tvoří 18 fragmentů lopatek, z nichž 16 náleží gravettské lišce polární a 2 magdalénské lišce obecné. Souhrn měření recentního a fosilního osteologického materiálu uvádí tab. 5.

Tabulka 4. Metrika m1 lišky obecné a lišky polární (mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – recent, gvt – gravettien, mgd – magdalénien, 1. – variační šíře, 2. – průměr ± SD (směrodatná odchylka).

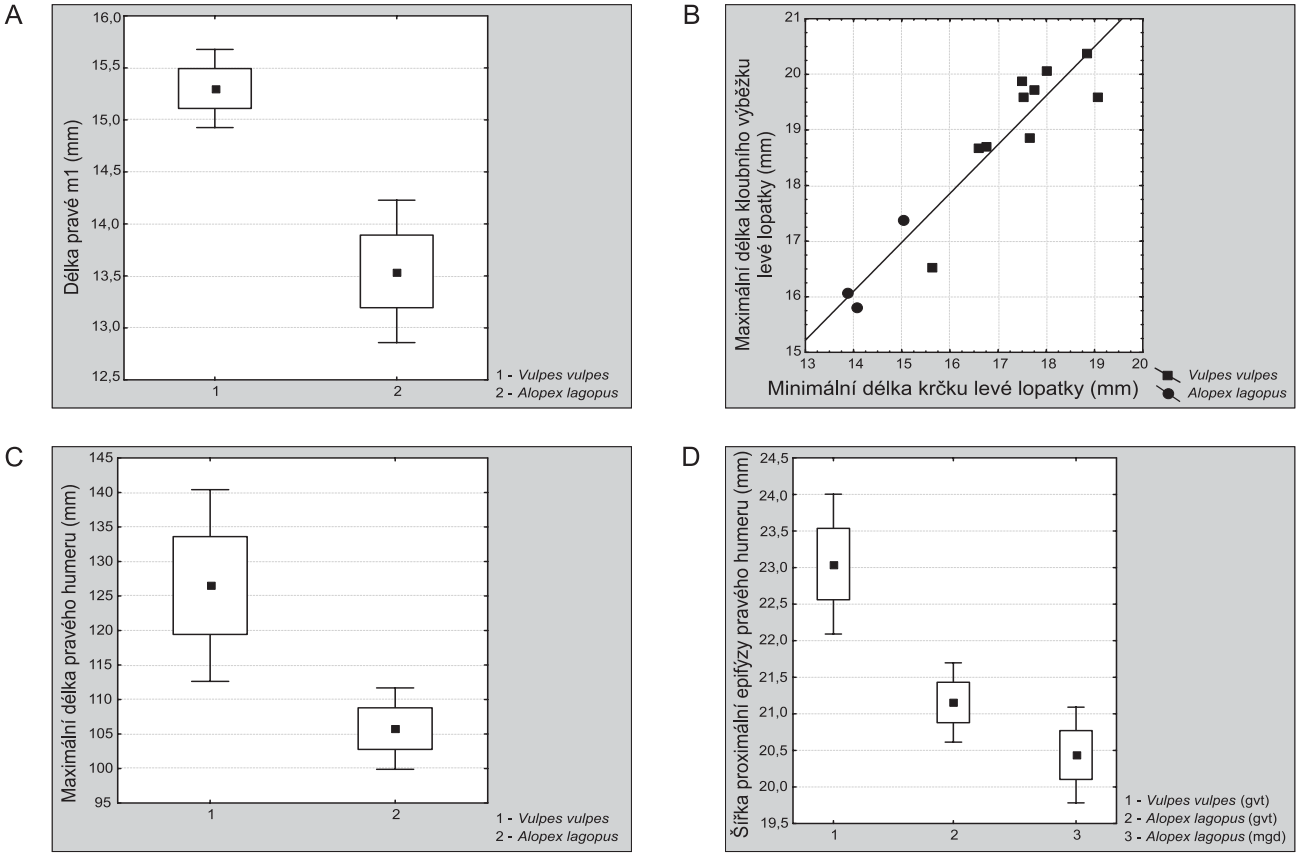
Table 4. Metrical data on m1 of the red fox and arctic fox (in mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – Recent, gvt – Gravettian, mgd – Magdalenian, 1. – observed range, 2. – mean ± SD (standard deviation).

m1 dext.	**VVrec (n=22*,23**)**		**ALrec (n=4)**		**VVgvt (n=3)**		**ALgvt (n=23)**		**VVmgd (n=1)**		**ALmgd (n=25)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
délka	13,56–17,02*	15,3±0,9	12,96–14,53	13,54±0,7	15,3–17,56	16,22±1,19	13,16–15,06	14,1±0,55	–	15,31	13,26–15,1	14,3±0,45
šířka	5,06–6,43**	5,72±0,31	4,7–5,5	5,0±0,35	6,72–6,96	6,83±1,12	5,12–6,3	5,72±0,27	–	6,3	4,8–6,02	5,5±0,33
m1 sin.	**VVrec (n=24)**		**ALrec (n=4)**		**VVgvt (n=2)**		**ALgvt (n=12*,10**)**		**VVmgd (n=7)**		**ALmgd (n=15)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
délka	13,69–17,12	15,24±0,96	13,11–14,16	13,58±0,44	13,75–16,41	15,08±1,88	12,98–14,75*	13,98±0,54	13,7–17,7	15,33±1,19	13,24–14,79	14,1±0,52
šířka	5,19–7,0	5,83±0,37	4,76–5,56	5,15±0,36	5,62–5,89	5,76±1,19	4,98–6,13**	5,56±0,39	5,3–6,57	6,01±0,46	5,21–6,5	5,77±0,33

Tabulka 5. Metrika lopatky lišky obecné a lišky polární (mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – recent, gvt – gravettien, mgd – magdalénien, 1. – variační šíře, 2. – průměr ± SD (směrodatná odchylka).

Table 5. Metric data on the shoulder blade of the red fox and arctic fox (in mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – Recent, gvt – Gravettian, mgd – Magdalenian, 1. – observed range, 2. – mean ± SD (standard deviation).

Scapula dext.	**VVrec (n=9)**		**ALrec (n=3)**		**VVgvt (n=0)**		**ALgvt (n=6*,7**)**		**VVmgd (n=1)**		**ALmgd (n=0)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
výška lopatky	78,86–94,27	86,6±5,41	73,39–78,07	75,48±2,38	–	–	–	–	–	–	–	–
minimální délka krčku	16,11–19,18	17,59±0,93	13,31–14,55	14,39±0,72	–	–	13,16–14,88*	14,1±0,63	–	14,89	–	–
maximální délka kloubního výběžku	18,01–20,3	19,16±0,6	15,77–17,31	16,14±1,01	–	–	14,55–17,42**	16,16±0,84	–	16,5	–	–
Scapula sin.	**VVrec (n=10)**		**ALrec (n=3)**		**VVgvt (n=0)**		**ALgvt (n=8*,9**)**		**VVmgd (n=1)**		**ALmgd (n=0)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
výška lopatky	78,77–94,32	85,76±5,79	73,28–77,62	75,42±2,17	–	–	–	–	–	–	–	–
minimální délka krčku	15,65–19,07	17,54±1,02	13,86–15,04	14,32±0,63	–	–	12,94–14,49*	13,72±0,57	–	14,03	–	–
maximální délka kloubního výběžku	16,52–20,36	19,2±1,1	15,82–17,37	16,43±0,83	–	–	14,17–16,5**	15,45±0,81	–	16,43	–	–



Obr. 6. A. Délka pravé m1; B. Maximální délka kloubního výběžku levé lopatky vs. minimální délka krčku levé lopatky; C. Maximální délka pravého humeru; D. Šířka proximální epifýzy pravého humeru.

Fig. 6. A. Length of the right m1; B. Greatest length of the *processus articularis* of the left shoulder blade vs. smallest length of the *collum scapulae* of the left shoulder blade; C. Greatest length of the right arm bone; D. Breadth of the proximal end of the right arm bone.

Humerus: Osteometrické analýze bylo podrobeno 33 recentních pažních kostí. Ani zde nebyly pozorovány morfologické rozdíly. Na obr. 6C je vynesena maximální délka pravého humeru druhů *Vulpes vulpes* a *Alopex lagopus*. K překrývání variačních šíří dochází mezi minimální naměřenou hodnotou u lišky obecné a maximální u lišky polární (tab. 6).

Ve fosilním materiálu bylo studováno celkem 91 kusů pažních kostí, a to především jejich proximálních a distálních epifýz. Výrazný rozdíl mezi druhy *Alopex lagopus* a *Vulpes vulpes* vykazuje šířka proximální epifýzy (obr. 6D).

Tabulka 6. Metrika pažní kosti lišky obecné a lišky polární (mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – recent, gvt – gravettien, mgd – magdalénien, 1. – variační šíře, 2. – průměr ± SD (směrodatná odchylka).

Table 6. Metrical data on the arm bone of the red fox and arctic fox (in mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – Recent, gvt – Gravettian, mgd – Magdalenian, 1. – observed range, 2. – mean ± SD (standard deviation).

Humerus dext.	**VVrec (n=12)**		**ALrec (n=4)**		**VVgvt (n=2*,3**)**		**ALgvt (n=16)**		**VVmgd (n=4)**		**ALmgd (n=3*,2**)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
šířka proximál. epifýzy	20,32–29,6	24,37±2,41	19,02–21,17	19,91±0,94	22,56–23,54*	23,05±0,69	18,65–22,52	21,16±1,12	–	–	19,8–20,92*	20,44±0,59
šířka distální epifýzy	17,67–23,95	20,85±1,8	16,03–17,2	16,49±0,56	17,83–22,51**	20,94±2,7	15,39–23,21	17,83±2,37	18,73–21,78	20,19±1,28	16,12–17,18**	16,65±0,75
maximální délka	114,48–136,38	126,52±7,09	102,53–109,71	105,79±3,0	–	–	–	–	–	–	–	–
Humerus sin.	**VVrec (n=9)**		**ALrec (n=4)**		**VVgvt (n=3)**		**ALgvt (n=15*,24**,2***)**		**VVmgd (n=0)**		**ALmgd (n=2*,3**,1***)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
šířka proximál. epifýzy	22,92–29,66	25,51±1,9	20,71–23,63	21,84±1,26	–	–	20,82–23,22*	22,16±0,82	–	–	17,62–21,59*	19,6±2,81
šířka distální epifýzy	18,67–24,46	21,26±1,79	16,97–21,79	18,9±2,05	17,69–21,98	20,39±2,36	15,58–22,83**	17,94±1,92	–	–	11,88–16,59**	14,99±2,7
maximální délka	118,48–135,58	127,88±5,18	107,35–129,42	116,76±9,2	–	–	98,93–107,71***	103,17±6,0	–	–	–	100,53***

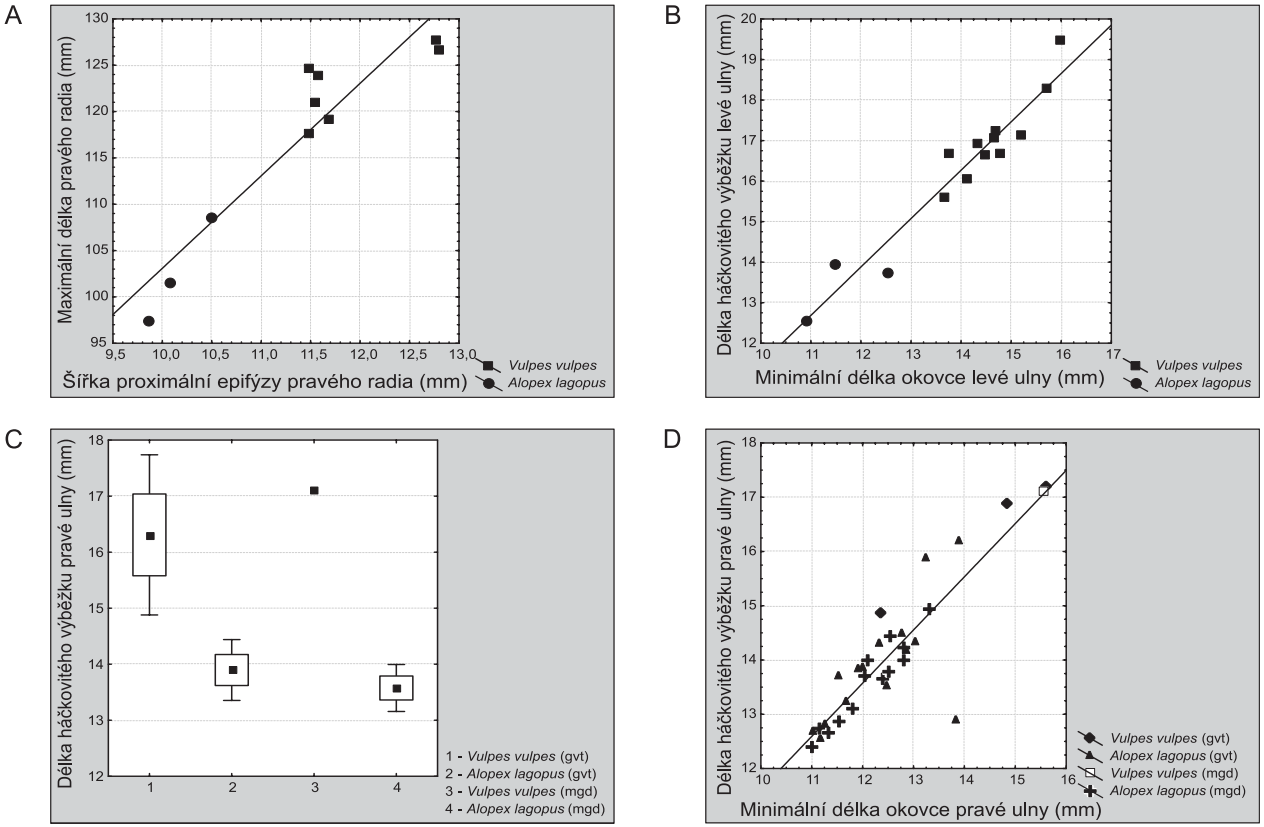
Radius: Studováno bylo celkem 26 recentních vřetenních kostí. Žádné morfologické rozdíly nebyly zjištěny. Maximální délka vřetenní kosti v korelaci s šířkou proximální epifýzy ukazuje na dvě navzájem odlišné skupiny druhů *Vulpes vulpes* a *Alopex lagopus* (obr. 7A). Průměrná délka pravého radia lišky obecné dosahuje délky 122,94 ± 3,97 mm. U lišky polární to je 102,53 ± 5,63 mm.

Z fosilního materiálu bylo studováno 74 vřetenních kostí. Metricky jsou oba shora uvedené druhy dobře odlišitelné jak v rámci gravettských, tak i magdalénských společenstev (tab. 7).

Tabulka 7. Metrika vřetenní kosti lišky obecné a lišky polární (mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – recent, gvt – gravettien, mgd – magdalénien, 1. – variační šíře, 2. – průměr ± SD (směrodatná odchylka).

Table 7. Metrical data of the spindle bone of the red fox and arctic fox (in mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – Recent, gvt – Gravettian, mgd – Magdalenian, 1. – observed range, 2. – mean ± SD (standard deviation).

Radius dext.	**VVrec (n=7)**		**ALrec (n=3)**		**VVgvt (n=2*,1**)**		**ALgvt (n=15*,13**,9***)**		**VVmgd (n=2)**		**ALmgd (n=3*,4**,2***)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
šířka proximál. epifýzy	11,48–12,79	11,91±0,6	9,85–10,49	10,14±0,33	–	–	9,73–11,58*	10,4±0,53	–	–	9,65–10,9*	10,37±0,65
šířka distální epifýzy	14,72–16,87	15,68±0,74	12,6–14,24	13,31±0,84	15,09–15,17*	15,13±0,06	12,45–14,29**	13,21±0,53	15,69–16,78	16,22±0,77	13,22–14,07*	13,57±0,45
šířka diafýzy	7,89–9,45	8,73±0,51	6,52–7,04	6,7±0,3	–	8,73**	6,69–7,75	7,27±0,33	9,08–9,37	9,22±0,21	5,5–7,52**	6,97±0,52
maximální délka	117,7–127,66	122,94±3,77	97,45–108,59	102,53±5,63	–	–	–	–	–	–	97,41–104,62***	101,01±5,1
Radius sin.	**VVrec (n=6)**		**ALrec (n=2)**		**VVgvt (n=3*,1**,2***)**		**ALgvt (n=11*,12**,7***)**		**VVmgd (n=2)**		**ALmgd (n=8*,6**,7***)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
šířka proximál. epifýzy	11,34–12,8	11,93±0,66	9,97–10,65	10,31±0,48	10,49–16,4*	14,06±3,15	8,95–12,61*	10,2±1,19	–	–	9,22–10,6*	9,92±0,47
šířka distální epifýzy	15,01–16,73	15,6±0,77	13,08–13,91	13,5±0,59	–	15,38**	12,18–15,97**	13,54±1,08	14,77–17,46	16,11±1,9	7,47–13,53**	12,33±2,39
šířka diafýzy	7,66–9,06	8,28±0,53	6,74–7,13	6,94±0,27	8,06–8,62***	8,34±0,39	6,07–8,81***	7,0±0,94	8,46–9,51	8,99±0,74	6,4–7,72***	7,06±0,54
maximální délka	112,56–127,55	120,47±5,71	101,24–108,41	104,83±5,07	–	–	–	–	–	–	94,03–102,98**	97,86±3,82



Obr. 7. A. Maximální délka pravého radia vs. šířka proximální epifýzy pravého radia; B. Délka háčkovitého výběžku levé ulny vs. minimální délka okovce levé ulny; C. Délka háčkovitého výběžku pravé ulny; D. Délka háčkovitého výběžku pravé ulny vs. minimální délka okovce pravé ulny.

Fig. 7. A. Greatest length of the right spindle bone vs. breadth of the proximal end of the right spindle bone; B. Depth across the *processus anconaeus* of the left elbow bone vs. smallest depth of the *olecranon* of the left elbow bone; C. Depth across the *processus anconaeus* of the right elbow bone; D. Depth across the *processus anconaeus* of the right elbow bone vs. smallest depth of the *olecranon* of the right elbow bone.

Ulna: V recentním souboru bylo studováno 35 loketních kostí. V morfologii loketní kosti nebyly mezi *Vulpes vulpes* a *Alopex lagopus* zjištěny žádné rozdíly. Z tab. 8 lze usuzovat na minimální rozdíly v délce háčkovitého výběžku a minimální délce okovce, a to jak u *Vulpes vulpes*, tak i *Alopex lagopus*. Naměřené hodnoty se u druhů *Vulpes vulpes* a *Alopex lagopus* vzájemně nepřekrývají. Z porovnávané délky háčkovitého výběžku loketní kosti a minimální délky okovce jsou patrné dvě metricky odlišné skupiny lišek, z nichž menší představuje lišku polární, větší lišku obecnou (obr. 7B).

Celý fosilní soubor obsahoval 77 kostí loketních, ale pouze 6 kusů náleželo lišce obecné. Rozpětí hodnot délky háčkovitého výběžku je zobrazeno na obr. 7C. S přihlédnutím k jedinému kosternímu elementu *Vulpes vulpes* v magdalénienu, jsou zde opět patrné konstantní průměrné hodnoty zastoupených druhů v rámci gravettské a magdalénské kultury (obr. 7D). Vyobrazené odlehlejší hodnoty mohou indikovat mladší jedince, popřípadě vyspělejší jedince daného druhu.

Pelvis: Z recentního materiálu bylo morfometricky analyzováno 25 kompletních pánví. Na obr. 8A je zachycena maximální délka levé poloviny pánve, korelována dále šířkou kyčelní kosti (obr. 8B). Průměrná délka levé poloviny pánve byla u *Vulpes vulpes* 94,59 ± 6,0 mm, u *Alopex lagopus* 75,04 ± 0,29 mm. Morfologické odlišnosti mezi jednotlivými druhy nebyly zjištěny.

Tabulka 8. Metrika loketní kosti lišky obecné a lišky polární (mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – recent, gvt – gravettien, mgd – magdalénien, 1. – variační šíře, 2. – průměr ± SD (směrodatná odchylka).

Table 8. Metrical data of the elbow bone of the red fox and arctic fox (in mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – Recent, gvt – Gravettian, mgd – Magdalenian, 1. – observed range, 2. – mean ± SD (standard deviation).

Ulna dext.	**VVrec (n=10)**		**ALrec (n=3)**		**VVgvt (n=3)**		**ALgvt (n=15)**		**VVmgd (n=1)**		**ALmgd (n=14*,13**,1***)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
minimální délka okovce	13,69–15,27	14,49±0,56	11,07–13,2	12,07±1,07	12,38–15,61	14,28±1,69	11,03–13,9	12,34±0,93	–	15,56	11,01–13,32*	12,16±0,71
délka háčkovitého výběžku	15,9–18,27	16,87±0,81	12,58–14,94	13,87±1,23	14,86–17,18	16,31±1,26	12,56–16,19	13,9±1,07	–	17,1	12,4–14,95**	13,58±0,77
maximální délka	131,71–150,8	142,12±6,13	115,43–128,61	121,03±6,81	–	–	–	–	–	–	–	116,12***
Ulna sin.	**VVrec (n=11)**		**ALrec (n=3)**		**VVgvt (n=0)**		**ALgvt (n=0)**		**VVmgd (n=1)**		**ALmgd (n=24*,26**)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
minimální délka okovce	13,68–15,98	14,67±0,73	10,91–12,52	11,64±0,82	–	–	–	–	–	13,78	8,46–13,43*	12,01±0,98
délka háčkovitého výběžku	15,59–19,48	17,08±1,05	12,55–13,95	13,42±0,76	–	–	–	–	–	16,56	10,5–14,72**	13,54±0,79
maximální délka	132,94–151,46	141,48±6,01	114,91–127,92	120,63±6,65	–	–	–	–	–	145,47	–	–

Tabulka 9. Metrika pánve lišky obecné a lišky polární (mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – recent, gvt – gravettien, mgd – magdalénien, 1. – variační šíře, 2. – průměr ± SD (směrodatná odchylka).

Table 9. Metric data on the pelvic bone of the red fox and arctic fox (in mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – Recent, gvt – Gravettian, mgd – Magdalenian, 1. – observed range, 2. – mean ± SD (standard deviation).

Pelvis dext.	**VVrec (n=7)**		**ALrec (n=3)**		**VVgvt (n=0)**		**ALgvt (n=1)**		**VVmgd (n=0)**		**ALmgd (n=0)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
šířka kyčelní kosti	5,52–6,69	5,97±0,5	4,6–4,94	4,72±1,19	–	–	–	5,56	–	–	–	–
maximální délka	91,85–102,22	96,75±3,53	75,46–79,63	77,12±2,22	–	–	–	–	–	–	–	–
délka kloubní jamky	15,22–16,13	15,85±0,32	13,18–14,61	13,71±0,79	–	–	–	–	–	–	–	–
vnitřní délka FO	20,21–21,68	21,17±0,53	16,65–18,9	17,78±1,12	–	–	–	–	–	–	–	–
Pelvis sin.	**VVrec (n=8)**		**ALrec (n=2)**		**VVgvt (n=1)**		**ALgvt (n=1)**		**VVmgd (n=2*,1**)**		**ALmgd (n=9*,1**)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
šířka kyčelní kosti	5,23–6,79	5,93±0,51	4,81–4,89	4,85±0,05	–	–	–	5,28	5,24–6,98*	6,11±1,23	4,57–5,43*	5,04±0,27
maximální délka	85,2–105,51	94,59±6,0	74,84–75,25	75,04±0,29	–	–	–	–	–	92,62*	80,04–81,6*	80,82±1,1
délka kloubní jamky	14,79–16,4	15,73±0,46	13,18–13,2	13,2±0,01	–	13,58	–	13,84	14,76–16,42*	15,59±1,17	13,44–14,86*	13,83±0,47
vnitřní délka foramen obturatum	19,03–21,68	20,63±0,59	15,74–18,44	17,09±1,91	–	–	–	–	–	–	–	18,44**

Převážná většina fosilních pánví byla poškozena. Osteometricky bylo zpracováno 31 fragmentů. K překrývání hodnot šířky kyčelní kosti mezi *Vulpes vulpes* a *Alopex lagopus* dochází v nižších hodnotách variační šíře lišky obecné. Z gravettienu pochází pouze jeden fragment kosti, který je o něco větší, než je rozsah hodnot magdalénské lišky polární (tab. 9). Přesto lze usuzovat, že u tohoto druhu nedochází k velikostním změnám v časovém úseku gravettien – magdalénien.

Femur: Studováno bylo 30 recentních stehenních kostí, přičemž nebyly zjištěny žádné morfologické rozdíly mezi studovanými druhy. V rámci všech studovaných metrických znaků se projevily rozdíly mezi druhy *Vulpes vulpes* a *Alopex lagopus*. K mírnému prolínání variačních šíří dochází u délky hlavice femuru (tab. 10). Nejvýraznější rozdíl byl zaznamenán na maximální délce stehenní kosti (obr. 8C).

Fosilní materiál obsahoval 76 stehenních kostí. Z důvodu fragmentarizace materiálu byla pozornost věnována proximální a distální epifýze a hlavici stehenní kosti. Obr. 8D zná-

Tabulka 10. Metrika stehenní kosti lišky obecné a lišky polární (mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – recent, gvt – gravettien, mgd – magdalénien, 1. – variační šíře, 2. – průměr ± SD (směrodatná odchylka).

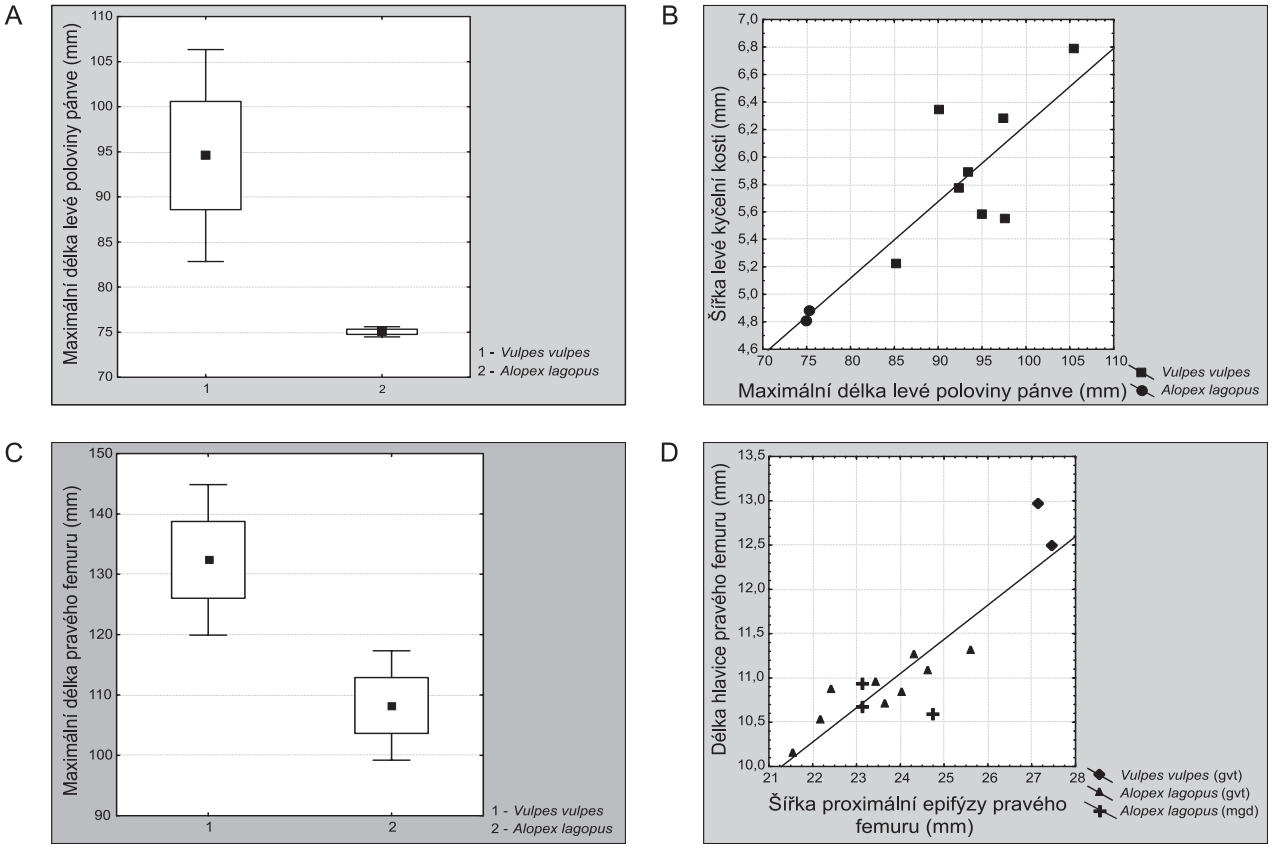
Table 10. Metric data of the thigh bone of the red fox and arctic fox (in mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – Recent, gvt – Gravettian, mgd – Magdalenian, 1. – observed range, 2. – mean ± SD (standard deviation).

Femur dext.	**VVrec (n=7)**		**ALrec (n=3)**		**VVgvt (n=2)**		**ALgvt (n=9*,21**,10***)**		**VVmgd (n=0)**		**ALmgd (n=3*,2**)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
šířka proximální epifýzy	25,36–29,45	26,79±1,41	23,0–24,26	23,55±0,65	27,16–27,46	27,31±0,21	21,55–25,61*	23,55±1,29	–	–	23,14–24,74*	23,69±0,92
šířka distální epifýzy	19,6–23,45	21,64±1,31	16,96–19,2	17,95±1,14	22,67–23,76	23,21±0,77	15,58–22,5**	18,86±1,7	–	–	17,32–17,66**	17,49±0,24
šířka diafýzy	8,58–9,83	9,24±0,56	7,54–8,14	7,76±0,33	–	–	–	–	–	–	–	–
maximální délka	124,39–141,75	132,4±6,36	105,38–113,6	108,27±4,62	–	–	–	–	–	–	–	–
maximální délka od HF	125,23–145,22	134,37±7,38	107,44–117,05	111,06±5,22	–	–	–	–	–	–	–	–
délka hlavice femuru	11,95–13,92	12,72±0,69	10,76–11,95	11,17±0,68	12,49–12,96	12,72±0,33	10,15–11,3	10,89±0,36***	–	–	10,58–10,94*	10,73±0,19
Femur sin.	**VVrec (n=9)**		**ALrec (n=1)**		**VVgvt (n=3*,2**)**		**ALgvt (n=8*,15**,10***)**		**VVmgd (n=0)**		**ALmgd (n=4*,3**)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
šířka proximální epifýzy	24,84–29,81	27,21±1,5	–	19,68	26,26–26,75*	26,48±0,25	21,96–24,2*	23,31±0,86	–	–	22,93–23,98*	23,53±0,44
šířka distální epifýzy	20,29–25,11	21,8±1,47	–	15,56	19,5–22,46**	20,98±2,1	16,22–20,49**	18,3±1,08	–	–	17,29–18,98**	17,96±0,9
šířka diafýzy	8,54–10,53	9,43±0,58	–	7,29	–	–	–	–	–	–	–	–
maximální délka	124,83–141,17	132,52±5,85	–	91,49	–	–	–	–	–	–	–	–
maximál. délka od hlavice femuru	127,68–144,73	135,97±5,9	–	93,39	–	–	–	–	–	–	–	–
délka hlavice femuru	11,67–13,82	12,37±0,63	–	8,4	11,61–12,26*	11,85±0,35	9,96–11,2***	10,59±0,3	–	–	6,99–10,6*	9,45±1,66

Tabulka 11. Metrika holenní kosti lišky obecné a lišky polární (mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – recent, gvt – gravettien, mgd – magdalénien, 1. – variační šíře, 2. – průměr ± SD (směrodatná odchylka).

Table 11. Metrical data of the shin bone of the red fox and arctic fox (in mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – Recent, gvt – Gravettian, mgd – Magdalenian, 1. – observed range, 2. – mean ± SD (standard deviation).

Tibia dext.	**VVrec (n=13)**		**ALrec (n=3)**		**VVgvt (n=3)**		**ALgvt (n=2*,22**)**		**VVmgd (n=0)**		**ALmgd (n=4*,1**)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
šířka proximální epifýzy	21,76–26,55	23,76±1,31	19,94–21,06	20,32±0,63	17,51–24,7	21,99±3,91	16,47–18,93*	17,7±1,74	–	–	16,4–21,6*	19,47±2,35
šířka distální epifýzy	14,31–17,6	16,07±0,91	12,98–14,86	13,61±1,06	15,85–17,32	16,46±0,77	11,64–14,35**	12,82±0,68	–	–	–	13,72**
maximální délka	130,76–153,67	144,59±6,91	123,92–134,55	127,5±6,1	–	–	–	–	–	–	–	123,19**
Tibia sin.	**VVrec (n=10)**		**ALrec (n=3)**		**VVgvt (n=2)**		**ALgvt (n=2*,7**)**		**VVmgd (n=0)**		**ALmgd (n=1)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
šířka proximální epifýzy	21,54–25,45	23,53±1,16	18,86–20,6	19,67±0,88	22,12–22,62	22,37±0,36	19,91–20,92*	20,41±0,71	–	–	–	18,24
šířka distální epifýzy	14,24–17,43	15,86±0,98	13,22–14,82	13,84±0,86	15,2–15,75	15,48±0,39	12,02–14,32**	13,47±0,75	–	–	–	–
maximální délka	130,67–153,15	146,41±7,42	123,0–134,34	127,16±6,24	139,39–139,9	139,65±0,36	–	–	–	–	–	–



Obr. 8. A. Maximální délka levé poloviny pánve; B. Šířka levé kyčelní kosti vs. maximální délka levé poloviny pánve; C. Maximální délka pravého femuru; D. Délka hlavice pravého femuru vs. šířka proximální epifýzy pravého femuru.

Fig. 8. A. Greatest length of left half of the pelvic bone; B. Smallest breadth of the left ilium vs. greatest length of left half of the pelvic bone; C. Greatest length of the right thigh bone; D. Greatest length from *caput femoris* vs. breadth of the proximal end of the right thigh bone.

zorňuje korelaci délky hlavice femuru (obr. 9A) a šířky proximální epifýzy (obr. 9B). Patrná je nízká metrická variabilita druhu *Alopex lagopus* v jednotlivých časových obdobích. Přestože byla gravettská liška obecná zastoupena v nízkém počtu (n = 2), vykazuje značnou metrickou odlišnost od *Alopex lagopus*.

Tibia: Do morfometrické analýzy bylo zahrnuto 37 holenních kostí. Všechny měřené parametry vykazují překrývání minimálních hodnot pro *Vulpes vulpes* s maximálními hodnotami pro *Alopex lagopus*. Přesto jsou průměrné hodnoty jednotlivých studovaných parametrů odlišné (tab. 11).

Kost holenní byla ve fosilním souboru zastoupena 47 kusy. Morfologické odlišnosti mezi liškou obecnou a polární nebyly zjištěny. Délku kosti bylo možné změřit pouze u tří kostí. Dva exempláře náležely gravettské *Vulpes vulpes*, kde průměrná délka kosti byla 139,65 ± 0,36 mm. U magdalénské *Alopex lagopus* byl analyzován jediný kosterní element, jehož délka dosahovala 123,19 mm.

Fibula: V recentním materiálu byla kost lýtková zastoupena 22 kusy. Rozdíly v morfologii kosti lýtkové nebyly pozorovány. Měřena byla pouze délka kosti, která ukazuje na značnou metrickou variabilitu mezi druhy *Vulpes vulpes* a *Alopex lagopus* (obr. 9C, tab. 12). Ve fosilním materiálu nebyla kost zjištěna.

Astragalus: Morfologické změny nebyly zjištěny. Z 18 měřených recentních kostí hlezenních byl sledován pouze jeden znak, a to maximální délka (obr. 9D; tab. 13), která je u obou druhů velmi odlišná. Ve fosilním materiálu bylo doloženo 36 hlezenních kostí.

Calcaneus: Situace je zde obdobná jako u hlezenní kosti. Na kosti patní nebyly pozorovány rozdíly v morfologii jednotlivých druhů. Osteometricky bylo analyzováno 16 recentních kostí patních. Ve fosilním materiálu bylo studováno 65 patních kostí. Průměrné hodnoty gravettské a magdalénské lišky polární jsou téměř totožné (obr. 10A; tab. 14).

Tabulka 12. Metrika lýtkové kosti lišky obecné a lišky polární (mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – recent, gvt – gravettien, mgd – magdalénien, 1. – variační šíře, 2. – průměr ± SD (směrodatná odchylka).

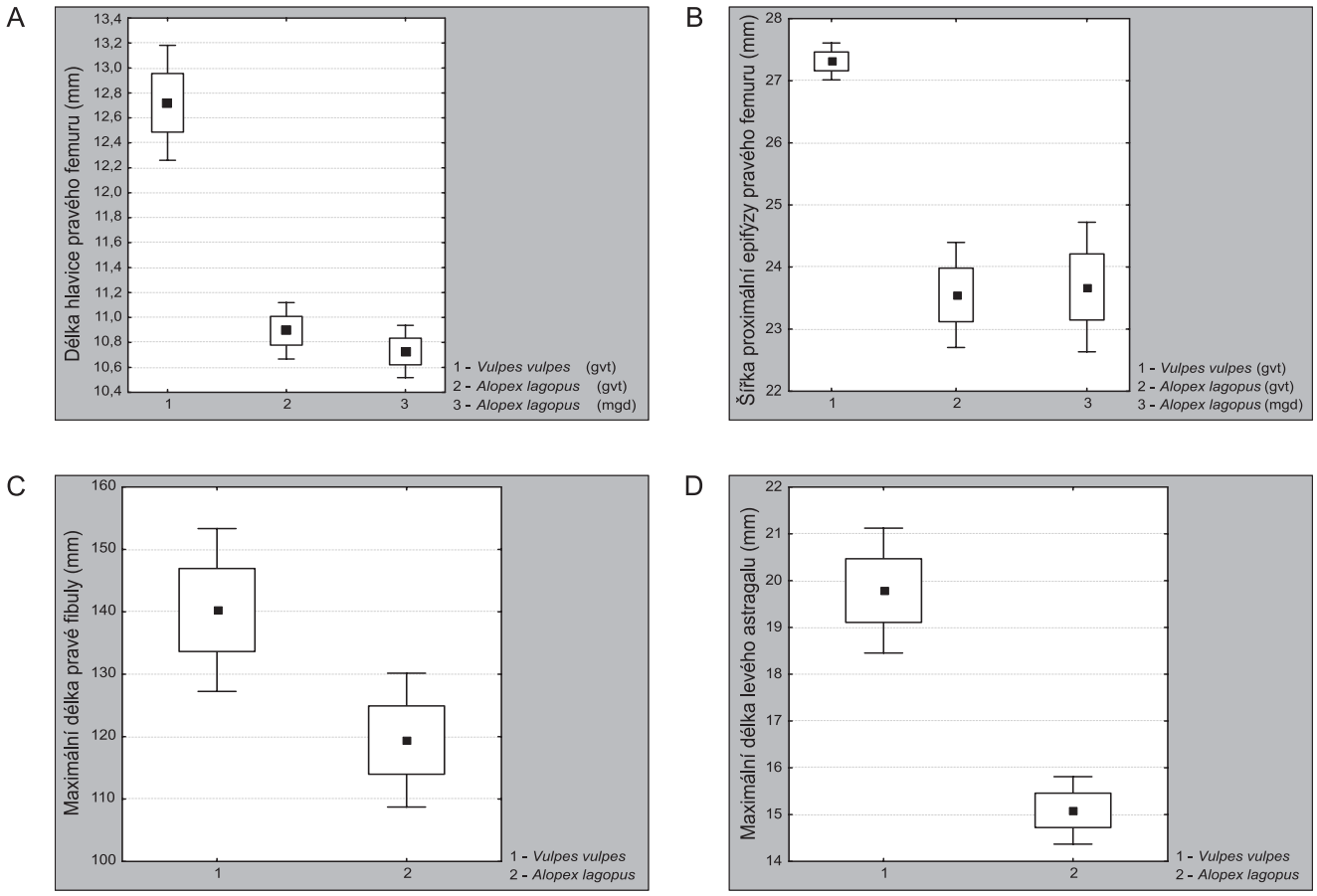
Table 12. Metric data of the limb bone of the red fox and arctic fox (in mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – Recent, gvt – Gravettian, mgd – Magdalenian, 1. – observed range, 2. – mean ± SD (standard deviation).

Fibula dext.	**VVrec (n=7)**		**ALrec (n=3)**		**VVgvt (n=0)**		**ALgvt (n=0)**		**VVmgd (n=0)**		**ALmgd (n=0)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
maximální délka	129,34–150,0	140,3±6,66	116,26–125,77	119,45±5,47	–	–	–	–	–	–	–	–
Fibula sin.	**VVrec (n=7)**		**ALrec (n=3)**		**VVgvt (n=0)**		**ALgvt (n=0)**		**VVmgd (n=0)**		**ALmgd (n=0)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
maximální délka	134,5–150,3	141,7±5,71	115,06–125,57	118,96±5,75	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabulka 13. Metrika hlezenní kosti lišky obecné a lišky polární (mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – recent, gvt – gravettien, mgd – magdalénien, 1. – variační šíře, 2. – průměr ± SD (směrodatná odchylka).

Table 13. Metrical data on the tal bone of the red fox and arctic fox (in mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – Recent, gvt – Gravettian, mgd – Magdalenian, 1. – observed range, 2. – mean ± SD (standard deviation).

Astragalus dext.	**VVrec (n=7)**		**ALrec (n=2)**		**VVgvt (n=2)**		**ALgvt (n=12)**		**VVmgd (n=2)**		**ALmgd (n=0)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
maximální délka	18,93–20,52	19,84±0,54	15,73–16,87	16,3±0,81	16,67–17,02	16,85±0,25	15,9–18,49	16,77±0,65	17,9–19,46	18,67±1,11	–	–
Astragalus sin.	**VVrec (n=5)**		**ALrec (n=2)**		**VVgvt (n=3)**		**ALgvt (n=10)**		**VVmgd (n=1)**		**ALmgd (n=0)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
maximální délka	18,85–20,37	19,79±0,68	14,83–15,35	15,09±0,37	19,24–21,13	20,01±1,0	15,61–18,05	17,17±0,78	–	16,65	–	–



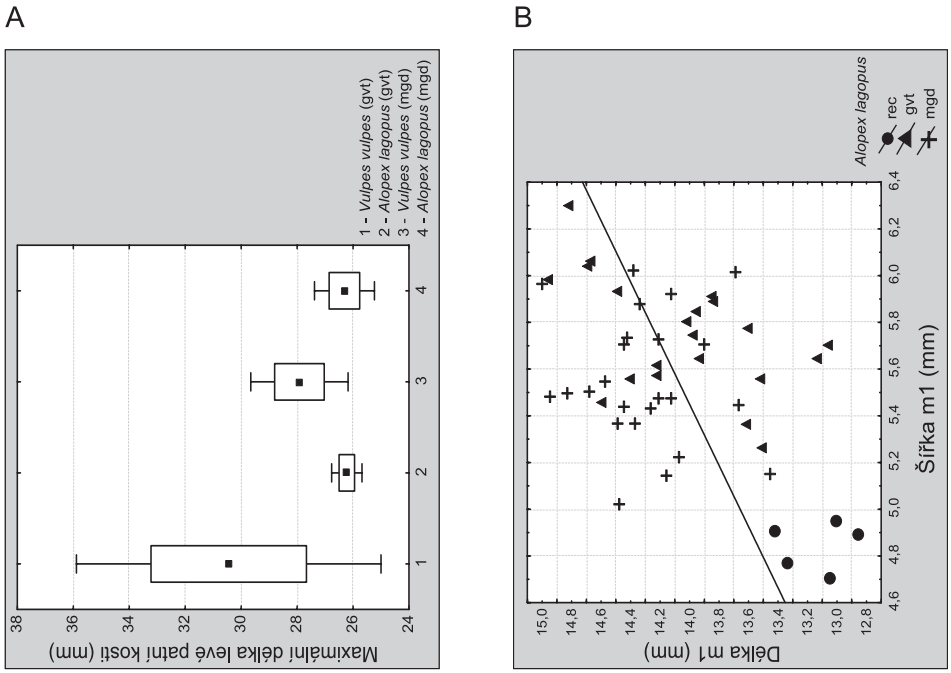
Obr. 9. A. Šířka proximální epifýzy pravého femuru; B. Délka hlavice pravého femuru; C. Maximální délka pravé fibuly; D. Maximální délka levého astragalu.
Fig. 9. A. Breadth of the proximal end of the right thigh bone; B. Greatest length from *caput femoris*; C. Greatest length of the right limb bone; D. Greatest length of the left tal bone.

Tabulka 14. Metrika patní kosti lišky obecné a lišky polární (mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – recent, gvt – gravettien, mgd – magdalénien, 1. – variační šíře, 2. – průměr ± SD (směrodatná odchylka).
Table 14. Metrical data on the heel bone of the red fox and arctic fox (in mm). VV – *Vulpes vulpes*, AL – *Alopex lagopus*, rec – Recent, gvt – Gravettian, mgd – Magdalenian, 1. – observed range, 2. – mean ± SD (standard deviation).

Calcaneus dext.	**VVrec (n=5)**		**ALrec (n=1)**		**VVgvt (n=0)**		**ALgvt (n=17)**		**VVmgd (n=1)**		**ALmgd (n=8)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
maximální délka	30,11–34,86	32,77±1,8	–	25,52	–	–	23,86–28,16	26,39±1,15	–	26,6	24,7–27,96	26,67±1,14
Calcaneus sin.	**VVrec (n=7)**		**ALrec (n=1)**		**VVgvt (n=3)**		**ALgvt (n=15)**		**VVmgd (n=2)**		**ALmgd (n=6)**	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
maximální délka	27,96–35,12	32,7±2,44	–	22,62	25,02–34,19	30,44±4,81	24,09–28,66	26,23±1,07	27,03–28,8	27,92±1,25	24,26–27,0	26,31±1,34

Tabulka 15. Metrika vybraných kostí a jejich parametrů lišky stepní (mm). VC – *Vulpes corsac*, rec – recent.
Table 15. Metrical data on the selected bones and their parameters of the steppe fox (in mm). VC – *Vulpes corsac*, rec – Recent.

	Cranium			**Mandibula dext.**		**m1 dext.**		**Humerus dext.**	**Ulna dext.**	**Femur dext.**			**Tibia dext.**	**Fibula dext.**	**Astragalus dext.**	**Calcaneus dext.**
	délka	šířka	kondylobazální délka	délka	výška	délka	šířka	délka	délka	délka	délka HF	šířka diafýzy	délka	délka	délka	délka
Vcrec	114,45	62,91	110,03	82,93		12,3	4,25	90,45	99,62	92	8,44	7,26	104,7	97,98	14,17	22,76
				Mandibula sin.		**m1 sin.**		**Humerus sin.**	**Ulna sin.**	**Femur sin.**			**Tibia sin.**	**Fibula sin.**	**Astragalus sin.**	**Calcaneus sin.**
				délka	výška	délka	šířka	délka	délka	délka	délka HF	šířka diafýzy	délka	délka	délka	délka
Vcrec				85,62		12,3	4,25	91,12	99,23	91,49	8,4	7,29	104,48	97,98	14,12	22,62



Obr. 10. A. Maximální délka levé patní kosti; B. Délka m1 vs. šířka m1 recentních a fosilních *Alopex lagopus*.
Fig. 10. A. Greatest length of the left heel bone; B. m1 length vs. m1 breadth of the recent and fossil *Alopex lagopus*.

5. DISKUZE

Osteometrické analýze bylo podrobeno 722 recentních kostí. Přestože byla pozornost věnována i morfologii jednotlivých druhů, lze konstatovat, že druhové rozdíly jsou nejvíce patrné v oblasti kraniální části skeletu a na zubech. Odlišení jednotlivých druhů rodu *Vulpes* u postkraniálního skeletu je možné pouze na základě metrických rozměrů.

U některých sledovaných parametrů v rámci kraniálního i postkraniálního skeletu dochází k překrývání minimálních hodnot pro *Vulpes vulpes* a maximálních pro *Alopex lagopus*. Ačkoliv se mohou okrajové hodnoty překrývat, průměrné hodnoty obou druhů jsou zřetelně odlišné.

Na základě kraniometrických studií, prováděných na recentním materiálu *Vulpes vulpes* (Anděra, Sedláčková 2007), byl prokázán značný alometrický růst délkových rozměrů během prvních šesti měsíců života. Poté se většina rozměrů nemění. Mezi znaky, měnící se i během dospělosti jedince, patří především šířkové rozměry (zygomatická a interorbitální šířka, šířka mandibuly, rostra, aj.). Touto skutečností lze rovněž vysvětlit značnou variabilitu naměřených hodnot kraniálních parametrů. Stabilní hodnoty v průběhu ontogenetického vývoje vykazuje s výjimkou nejmladší věkové kategorie i řada indexů lebečních rozměrů. U lišky obecné je zřetelná pohlavní dvojtvárnost – u většiny rozměrů dosahují samci vyšších průměrných hodnot než samice. V průměru je lebka samců přibližně o 5 % delší i širší než u samic (Anděra, Sedláčková 2007).

Szuma (2008) se zabývala studiem geografických rozdílů ve velikostí lebky i zubů lišky polární v různých geograficky vzdálených populacích. Analýzami bylo zjištěno, že severoamerické lišky polární jsou menší než lišky polární z Eurasie. Výsledky výzkumu rovněž ukázaly, že rozdílné klima ovlivňuje metrické charakteristiky chrupu lišky polární.

Výsledky získané studiem recentních lebek *Alopex lagopus* ze sbírek ÚA, MZM v Brně byly konfrontovány s již známými hodnotami jednotlivých parametrů naměřených u evropských a severoamerických lišek (Szuma 2008). Kromě dvou parametrů (šířka M1 a kondylobazální délka lebky) se nepodařilo prokázat, že by studované euroasijské lišky polární byly větší než severoamerické, avšak k dispozici jsme měli pouze velmi omezený počet (n = 2) měřených jedinců.

Na základě předložených dat je možné spatřovat značně konzervativní vývoj u středoevropských populací lišky polární v době od gravettienu po magdalénien. Toto tvrzení lze podložit i výsledky měřeného postkraniálního skeletu, na kterém nejsou patrné výraznější metrické odlišnosti.

Germonpréová a Sablin (2004) prováděli analýzy velikosti m1 u svrchnopleistocenních a holocenních zástupců *Vulpes vulpes* a *Alopex lagopus* z belgických lokalit Chaleux, Furfooz a Goyet. Výsledky ukazují, že tyto blízce příbuzné druhy mají dva odlišné vzorce evolučních změn. Od pozdního glaciálu do holocénu došlo ke zmenšení m1 u lišky obecné, zatímco u lišky polární se velikost korunky m1 podstatně nezměnila. Výsledky získané studiem recentního a fosilního materiálu *Alopex lagopus* tyto závěry nepotvrzují.

Druh *Vulpes vulpes* byl na studovaných gravettských a magdalénských lokalitách poměrně vzácný ve srovnání s výskytem *Alopex lagopus*. Množství materiálu z těchto lokalit není statisticky průkazné a výsledky studií prováděných na fosilních liškách obecných v Belgii (Germonpré, Sablin 2004) nelze jednoznačně potvrdit.

Beneš (1975) ve své práci uvádí, že lišky obecné a polární spodní části posledního glaciálu jsou menší než lišky střední a pozdní části. Tato zjištění vycházejí především z metriky zubů a lze je pozorovat i na postkraniálním skeletu. Autor tuto změnu připisuje Bergmannovu pravidlu o přibývání tělesných rozměrů při přechodu z teplého podnebí do chladného. Nové studium lišek z moravských lokalit svrchního paleolitu tuto domněnku nepřímo potvrzuje, alespoň pokud se týká lišky polární.

Liška polární se ve střední Evropě objevila v průběhu saalského komplexu (Sabol 2008). Její původ je však zřejmě možné hledat v Asii, kde mohlo existovat více linií, při-

čemž z linie, která pronikla do Evropy, se mohla vyvinout forma, jež se vyskytuje i na moravských lokalitách. Hodnoty získané měřením fosilního materiálu lišky polární z gravettských a magdalénských lokalit vykazují odlišnost od metriky recentních zástupců, kteří jsou menší (např. obr. 10B; tab. 4). Výsledky zjištěné metrickým měřením podporují i nedávné studie mtDNA (Dalén *et al.* 2007), které ukazují, že recentní skandinávské lišky polární nejsou geneticky v přímém vztahu k populacím, jež v pleistocénu obývaly střední Evropu.

Také studie Germonpréové a Sablina (2004) poukazuje na základě osteometrické analýzy na skutečnost, že evropské pleistocenní lišky polární měly menší metatarzální a metakarpální kůstky a tím i menší autopodia, než jejich recentní sibiřští zástupci. Jeví se tedy pravděpodobné, že středoevropské populace lišky polární z konce pleistocénu nejspíše nemigrovaly na sever, ale koncem posledního glaciálu vymřely.

Otázka možného taxonomického postavení rodu *Alopex* jako podrodu rodu *Vulpes* zůstává pro pleistocenní formy *Alopex lagopus* otevřená (Tedford *et al.* 1995). Možné úvahy týkající se vyčlenění pleistocenních forem lišky polární do nového samostatného druhu, reprezentovaného odlišnou genetickou linií oproti recentním zástupcům, jsou podmíněny studiem většího množství lokalit svrchního pleistocénu celé střední Evropy.

V rámci studie byla pozornost zaměřena i na přítomnost lišky stepní *(Vulpes corsac)*. Na základě morfologie a metriky recentní lebky a metriky postkraniálního skeletu (tab. 15) je liška stepní dobře odlišitelná od *Vulpes vulpes* a spíše se blíží rozpětí variační šíře naměřených hodnot druhu *Alopex lagopus*. Je však třeba podotknout, že měřen byl pouze jeden exemplář. Ve studovaném fosilním materiálu se přítomnost lišky stepní nepodařilo osteometricky prokázat.

6. ZÁVĚRY

Na základě morfometrické analýzy kraniálního a postkraniálního skeletu mladopaleolitických lišek *Vulpes vulpes* a *Alopex lagopus* z moravských lokalit gravettienu a magdalénienu lze vyvodit zejména tyto závěry:

1. Metrika recentního kraniálního a postkraniálního skeletu druhů *Vulpes vulpes* a *Alopex lagopus* se významně liší, což platí zvláště u znaků pozorovaných na lebce. Odlišení jednotlivých druhů na základě morfologie je možné, ale pouze studiem kraniálního skeletu a dentice. V rámci postkraniálního skeletu nebyly morfologické rozdíly zjištěny. U některých recentních kosterních elementů, především u postkraniálního skeletu, se rozsahy naměřených hodnot u druhů *Vulpes vulpes* a *Alopex lagopus* vzájemně překrývají, i když průměrné hodnoty jsou výrazně odlišné.

2. Druhy *Vulpes vulpes* a *Alopex lagopus* lze v rámci gravettských i magdalénských lokalit navzájem jasně metricky odlišit. Nepodařilo se však prokázat rozdíly v metrice jednotlivých druhů mezi lokalitami gravettienu a magdalénienu. S jistotou se však podařilo prokázat, že fosilní zástupci lišky polární z moravských lokalit jsou v průměru větší než recentní jedinci téhož druhu.

3. Recentní lišky polární z oblasti Skandinávie nejsou geneticky v přímém vztahu k populacím obývajícím v pleistocénu střední Evropu. V současné chvíli se jeví jako pravděpodobné, že středoevropské populace lišky polární z konce pleistocénu nemigrovaly na sever, ale koncem posledního glaciálu vymřely.

4. Na základě morfologie a metriky recentní lebky a metriky postkraniálního skeletu je liška stepní *(Vulpes corsac)* dobře odlišitelná od *Vulpes vulpes* a *Alopex lagopus*, dříve uvažovaný výskyt lišky stepní v jeskyni Pekárna se však prokázat nepodařilo.

Poděkování

Rádi bychom poděkovali Mgr. Martině Roblíčkové, Ph.D. (Ústav Anthropos, Moravské zemské muzeum, Brno) za ochotné poskytnutí recentního a fosilního materiálu ke studiím a za její cenné připomínky. Práce vznikla za podpory výzkumného záměru MŠMT – MSM 0021622412 a výzkumného záměru Archeologického ústavu v Brně, v.v.i. AV ČR č. AVOZ80010507.

LITERATURA

ANDĚRA, M., SEDLÁČKOVÁ, J., 2007: Kraniometrie našich populací lišky obecné *(Vulpes vulpes)*: Věková proměnlivost a pohlavní dvojtvárnost. – In: J. Bryja, J. Zukal, Z. Řehák (Eds.): Zoologické dny Brno 2007, Sborník abstrakt z konference 8.–9. února 2007, 150, Brno.

AGUSTÍ, J., ANTÓN, M., 2002: Mammoths, sabertooths, and hominids: 65 million years of mammalian evolution in Europe. – Columbia University Press, New York, 316 p.

AUDET, M. A., ROBBINS, C. B., LAVRIČRE, S., 2002: *Alopex lagopus*. – Mammalian Species, 713, 1–10.

BENEŠ, J., 1975: The Würmian Foxes of Bohemian and Moravian Karst. – Sborník Národního muzea v Praze, odd. přírodovědný, 31, 3–5, 149–210.

BONIFAY, M. F., 1971: Carnivores Quaternaires du Sud-Est de la France. – Mémoires de Muséum National d'Histoire Naturelle, C, 31, 2, 1–377.

ČERVENÝ, Č., KOMÁREK, V., ŠTĚRBA, O., 1999: Koldův atlas veterinární anatomie. – Grada, Praha, 704 p.

DALÉN, L., NYSTRÖM, V., VALDIOSERA, C., GERMONPRÉ, M., SABLIN, S., TURNER, E., ANGERBJÖRN, A., ARSUAGA, L. J., GÖTHERSTRÖM, A., 2007: Ancient DNA reveals lack of postglacial habitat tracking in the arctic fox. – PNAS, 104, 16, 6726–6729.

DIEDRICH, C. G., 2005: Cracking and nibbling marks as indicators for the Upper Pleistocene spotted hyaena as a scavenger of cave bear (*Ursus spelaeus* Rosenmüller, 1974) carcasses in the Perick caves den of Northwest Germany. – In: D. Ambros, Ch. Gropp, B. Hilpert, B. Kaulich, B. (Eds.): Neue Forschungen zum Höhlenbären in Europa. Abhandlung Band 45, Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg e. V., 73–90, Nürnberg.

DRIESCH, VON DEN A., 1976: A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites. – Peabody Museum Bulletin I. Harvard University, New York, 137 p.

FEJFAR, O., 1961: Výsledky výzkumu fosilních obratlovců na území ČSSR. – Zprávy o geologických výzkumech v r. 1960, 170–172.

FLYNN, J. J., GALIANO, H., 1982: Phylogeny of Early Tertiary Carnivora with a Description of a New Species of *Protictis* From the Middle Eocene of Nortwestern Wyoming. – American Museum Novitates, 2 725, 1–64.

FLYNN, J. J., NEDBAL, A. M., 1998: Phylogeny of the Carnivora (Mammalia): Congruence vs. Incompatibility among Multiple Data Sets. – Molecular Phylogenetics and Evolution, 9, 3, 414–426.

GERMONPRÉ, M., SABLIN, M. V., 2004: Systematics and osteometry of Late Glacial foxes from Belgium. – Bulletin – Institut royal des sciences naturelles de Belgique. Sciences de la terre, 74, 175–188.

GROMOV, I. M., BARANOVA, G. I., 1981: Katalog mlekopitajuščich SSSR. Pliocen – sovremennosť. – Nauka, Leningrad, 456 p.

HERSTEINSSON, P., MACDONALD W. D., 1992: Interspecific competition and the geographical distribution of red and artic foxes *Vulpes vulpes* and *Alopex lagopus*. – OIKOS, 64, 505–515.

HILLSON, S., 1999: Mammal Bones and Teeth. An Itroductory Guide to Methods of Identifications. – Institute of Archaeology, London, 64 p.

MACDONALD, D. W., 1985: The dog family. – In: W. D. MacDonald (Ed.): The Encyclopaedia of mammals 1. – Allen & Unwin, 84-85, London.

MACDONALD, D. W., REYNOLDS, J. C., 2004: Red fox. – In: C. Sillero-Zubiri, M. Hoffmann, W. D. Macdonald (Eds.): Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs, Status Survey and Conservation Action Plan,129–136, IUCN/SSC Canid Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom.

MUSIL, R., 1962: Die Höhle „Švédův stůl", ein typischer Höhlenhyänenhorst. – In: J. Jelínek (Ed.): Die Erforschung der Höhle Švédův stůl 1953–1955. – Anthropos, 13, n. s. 5, 97–160, Moravské muzeum, Brno.

MUSIL, R., 1972: Die Caniden der Stránská skála. – In: R. Musil (Ed.): Stránská skála I 1910–1945. Anthropos 20, n. s. 12, 77–106, Moravské muzeum, Brno.

MUSIL, R. 1986: Paleobiography of terrestrial communities in Europe during the Last Glacial. – Sborník Národního muzea v Praze, 42, B (1985), 1–2, 1–89.

Poyarkov, A., Ovsyanikov, N., 2004: *Vulpes corsac*. – In: C. Sillero-Zubiri, M. Hoffmann, W. D. Macdonald (Eds.): Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs, Status Survey and Conservation Action Plan, 142–148, IUCN/SSC Canid Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom.

Sabol, M., 2008: Fosilné mäsožravce kenozoika Slovenska. – MS, habilitační práce, Přírodovědecká fakulta Univerzity Komenského, Bratislava, 268 p.

Schmid, E., 1972: Atlas of Animal Bones For Prehistorians, Archaeologists and Quaternary Geologists. – Elsevier Publishing Company, Amsterdam – London – New York, 167 p.

Sotnikova, M. V., 2004: New data on the Pliocene carnivorans of the fauna of Odessa Catacombs. – In: P. F. Gozhik (Ed.): Problems of Stratigraphy of the Phanerozoe of Ukraine, 199–202, Institute of Geological Sciences, national Academy of Sciences of Ukraine.

Szuma, E., 2008: Geographic variation of the tooth and skull sizes in the arctic fox *Vulpes (Alopex lagopus)*. – Ann. Zool. Fennici, 45, 185–199.

Tedford, R. H., Taylor, B. E., Wang, X. (1995): Phylogeny of the Caninae (Carnivora: Canidae): the Living Taxa. – American Museum Novitates, 3146, 1–37. New York.

Wang, X., 1994: Phylogenetic systematics of the Hesperocyoninae (Carnivora: Canidae). – Bulletin of the American Museum of Natural History, 221, 1–207.

Wang, X., Tedford, H. R., Valkenburgh V. B., Wayne, K. R., 2004: Phylogeny, Classification, and Evolutionary Ecology of the Canidae. – In: C. Sillero-Zubiri, M. Hoffmann, W. D. Macdonald (Eds.): Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs, Status Survey and Conservation Action Plan, 8–20, IUCN/SSC Canid Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom.