

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Katedra zoologie



**POPULAČNÍ A GEOGRAFICKÁ PROMĚNLIVOST LÉTAVCŮ
(MINIOPTERUS) V ZÁPADNÍ PALEARKTIDĚ**

Diplomová práce

Jan Šrámek

Školitel: RNDr. Petr Benda, Ph.D.

Konzultanti: Prof. RNDr. Ivan Horáček, CSc.

Mgr. Václav Gvoždík, Ph.D.

Praha 2010

„Prohlašuji tímto, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně s použitím veškeré citované literatury a pod odborným vedením RNDr. Petra Bendy, Ph.D.“

V Praze dne 25. 8. 2010.

Podpis:

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat všem, kteří mi nějakým způsobem pomáhali či mě podporovali při tvorbě této práce. Zejména pak svému školiteli RNDr. Petru Bendovi, Ph.D. za vstřícnost, trpělivost, cenné rady, připomínky a odborné vedení obecně, díky kterému mohla být tato práce dokončena.

Následně bych zvláště rád poděkoval mým konzultantům Prof. Ivanu Horáčkovi, Csc. a Mgr. Václavu Gvaždíkovi, Ph.D. za velmi přínosné konzultace, které mě v průběhu vytváření práce posunuly vždy a kus dále.

Za poskytnutí odborné literatury děkuji, jak výše jmenovaným, tak dále RNDr. Vladimíru Vohrálíkovi, Ph.D. Za poskytnutí vzorků či informací k nim jsem vděčen a děkuji RNDr. Pavlu Hulvovi, Ph.D., Doc. RNDr. Vladimíru Hanákovi, Csc. (Praha) a zejména Dr. Raineru Huttererovi (Bonn), který mi umožnil přístup do sbírek zoologického ústavu a muzea Alexandra Koeniga v Bonnu (ZFMK).

V neposlední řadě děkuji mé rodině a přátelům, kteří mě celou dobu různými způsoby podporovali.

Obsah

1. Abstrakt, klíčová slova.....	3
2. Úvod.....	5
3. Materiál a metodika.....	17
3.1 Materiál a studovaná oblast.....	17
3.2 Získávání dat	24
3.2.1 Morfometrická analýza.....	24
3.2.2 Molekulární analýza.....	37
3.3 Analýza dat.....	38
3.3.1 Morfometrická analýza.....	38
3.3.2 Molekulární analýza.....	40
4. Výsledky	43
4.1 Morfometrická analýza.....	43
4.1.1 Pohlavní proměnlivost.....	43
4.1.1.1 Centroidová velikosti (CS) a velikostní rozměry kraniální.....	43
4.1.1.2 Velikostní rozměry dentální.....	46
4.1.1.3 Fenetické znaky.....	49
4.1.1.4 Tvarová proměnlivost.....	52
4.1.2 Mezidruhová proměnlivost druhů <i>M. schreibersii</i> a <i>M. natalensis</i> a mezipopulační proměnlivost druhu <i>M. schreibersii</i>	54
4.1.2.1 Centroidová velikosti (CS) a velikostní rozměry kraniální.....	54
4.1.2.1.1 Základní analýza dat.....	54
4.1.2.1.2 Výsledky faktorových a diskriminačních analýz.....	60
4.1.2.2 Velikostní rozměry dentální.....	65
4.1.2.2.1 Základní analýza dat.....	65
4.1.2.2.2 Výsledky faktorových a diskriminačních analýz souborů dentálních znaků.....	71
4.1.2.2.3 Výsledky faktorových a diskriminačních analýz souborů dentálně-kraniálních znaků.....	75
4.1.2.3 Fenetické znaky.....	77
4.1.2.3.1 Základní analýza dat.....	77
4.1.2.3.2 Výsledky faktorových a diskriminačních analýz.....	77
4.1.2.4 Tvarová proměnlivost.....	83
4.1.2.4.1 Analýza relativních deformací.....	84
4.1.2.4.2 Analýza parciálních deformací.....	86
4.1.2.4.3 Poměr velikostní a tvarové odlišnosti.....	91
4.1.3 Mezidruhová proměnlivost všech studovaných druhů.....	95
4.1.3.1 Centroidová velikosti (CS) a velikostní rozměry kraniální.....	95
4.1.3.1.1 Základní analýza dat.....	95
4.1.3.1.2 Výsledky faktorových a diskriminačních analýz.....	96

4.1.3.2	Velikostní rozměry dentální.....	98
4.1.3.2.1	<i>Základní analýza dat.....</i>	98
4.1.3.2.2	<i>Výsledky faktorových a diskriminačních analýz souborů dentálních znaků.....</i>	98
4.1.3.2.3	<i>Výsledky faktorových a diskriminačních analýz souborů dentálně-kraniálních znaků.....</i>	101
4.1.3.3	Fenetické znaky.....	101
4.1.3.3.1	<i>Základní analýza dat.....</i>	101
4.1.3.3.2	<i>Výsledky faktorových a diskriminačních analýz.....</i>	101
4.1.3.4	Tvarová proměnlivost.....	102
4.2	Molekulární analýza.....	108
4.2.1	<i>Výsledná topologie.....</i>	108
4.2.2	<i>Genetické vzdálenosti.....</i>	112
5.	Shrnutí výsledků – diskuze.....	117
5.1	<i>Pohlavní proměnlivost.....</i>	117
5.2	<i>Mezipopulační a mezidruhové srovnání.....</i>	120
6.	Závěr.....	129
7.	Seznam použité literatury.....	131
7.1.	<i>Přímé citace.....</i>	131
7.2.	<i>Nepřímé citace.....</i>	138

APPENDIX 1.

Přehled zpracovaného dokladového materiálu, lokalit jeho původu a dalších informací.....	139
<i>Materiál pro morfometrické analýzy.....</i>	139
<i>Materiál pro molekulární analýzy.....</i>	142

APPENDIX 2.

Tabulky základních statistických hodnot jednotlivých rozměrů a dalších parametrů.....	144
<i>Kraniální rozměry a jejich indexy.....</i>	144
<i>Dentální rozměry a jejich indexy.....</i>	144
<i>Fenetické znaky a jejich hodnoty.....</i>	144
<i>Hodnoty Storerova indexu.....</i>	144
<i>Hodnoty FA pro dané znaky v jednotlivých analýzách.....</i>	145

1. Abstrakt

V této práci byla prostřednictvím multidisciplinárního přístupu (morfometrická kraniální, dentální, fenetická a tvarová analýza; molekulárně genetická analýza mt genu ND2) detailně prostudována pohlavní a zejména geografická proměnlivost různých populací rodu *Miniopterus* ze západní Palearktidy a navazujících oblastí: *Miniopterus schreibersii* (Maroko, západní Evropa, Panonie, Balkán, Kréta, Blízký východ, Střední východ), *Miniopterus natalensis* (Jemen, Etiopie) a *Miniopterus inflatus* (Etiopie). U druhu *Miniopterus schreibersii* byla testována a následně prokázána existence pohlavního dimorfizmu: samci mají lebky celkově větší a oproti samicím relativně vyšší, kratší a užší. Mandibuly mají celkově větší samice, stejně jako více než polovinu dentálních rozměrů. Samci mají výrazně větší špičáky a celkově, ku ostatním dolním premolárům, relativně vyšší dolní P₄. Pohlaví se navzájem nejvíce liší ve tvaru P⁴ a horních molárů. Hodnocením mezipopulační variability druhu *Miniopterus schreibersii* bylo zjištěno, že vzorky západoevropské, panonské, balkánské, krétské, sicilské, gruzínské, příbřežní turecké a marocké nejspíše náležejí poddruhu *M. s. schreibersii*. Afgánské, íránské, ázerbájdžánské a vnitrozemní turecké pak poddruhu *M. s. pallidus*. Blízkovýchodní vzorky (jižní Anatólie, Kypr, Libanon, Sýrie), zjevně náležejí stejné taxonomické jednotce jako evropské populace, tedy poddruhu *M. s. schreibersii*. Vzorky z Jordánska, pocházející na rozdíl od ostatních levantiských vzorků z východní strany Velkého riftu, náležejí stejné formě jakou představují populace východního Turecka a Středního východu, tedy poddruhu *M. s. pallidus*. Zjištěná míra odlišností marockých vzorků (vyjma publikovaných vzorků z Agadiru) od populací poddruhu *M. s. schreibersii* je pak na úrovni subspecie. Výsledky molekulární analýzy ukázaly, že studované vzorky z Afroarabských lokalit (Jemen, Etiopie), hodnocených dosud jako příslušníci *M. schreibersii* anebo nověji *M. natalensis*, jsou od vzorků obou druhů z Evropy a jižní Afriky zcela odlišné a tedy, že obě druhová jména jsou pro tuto populaci nepoužitelná (místo nich navrhuji užívat jméno *M. arenarius* Heller, 1912). Stejná skutečnost byla prokázána i u vzorků druhu *Miniopterus inflatus* z Etiopie, které se ukázaly odlišné od vzorků z Ugandy.

Klíčová slova: Chiroptera, *Miniopterus*, západní Palearktida, klasifikace, rozšíření, pohlavní dimorfismus, geometrická morfometrika, ND2, fylogeografie.

1. Abstract

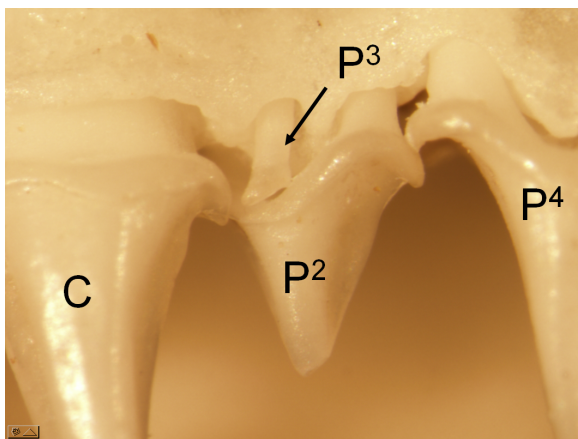
In this study the sexual and geographical variations in the genus *Miniopterus* were deeply investigated, using multidisciplinary analysis (morphometric cranial, dental, fenetic and shape analysis; molecular analysis of mt gene ND2). Different populations from western Palearctic and adjacent regions were analysed: *Miniopterus schreibersii* (Morocco, West Europe, Pannonia, Balkans, Crete, Near East, Middle East), *Miniopterus natalensis* (Yemen, Ethiopia) a *Miniopterus inflatus* (Ethiopia). Extensove samples of *Miniopterus schreibersii* were tested and existence of sexual dimorphism in cranial constitution was showed: males had generally bigger and relatively higher, shorter and narrower skulls than females; female mandibles were generally bigger than the male ones, females showed also more robust and larger teeth than males. On the other hand, males had markedly bigger canines and relatively higher P₄ (in relation to other premolares). The sexes also deiffered in shape of P⁴ and upper molars. According to the interpopulation variation found, *Miniopterus schreibersii* samples from West Europe, Pannonia, Balkans, Crete, Sicily, Georgia, coastal Turkish and Moroccan areas belong most probably to the subspecies *M. s. schreibersii* (Kuhl, 1817). The samples from Afganistan, Iran, Azerbaijan, and from localities of central and eastern Turkey belong to the subspecies *M. s. pallidus* Thomas, 1905. Samples from the Near East (southern Anatolia, Cyprus, Lebanon, Syria) belong to the same taxonomic unit as the European populations (*M. s. schreibersii*). The samples from NW Jordan, in contrast to other Levantine samples represents the same form as those of eastern Turkey and the Middle East (*M. s. pallidus*). The level of difference found between the Moroccan and Euro-Levantine samples (except of two samples refferred to opriginate in Agadir, W Morocco) suggests an existence of another subspecies of *M. schreibersii* in NW Africa. The results of molecular genetic analysis showed that the examined samples from Afro-Arabian localities (Yemen, Ethiopia), previously known as *M. schreibersii* and later on as *M. natalensis*, are substantially distinct from the samples of these species from Europe and South Africa and both the names are unavailable for these populations (I suggest to use the name *M. arenarius* Heller, 1912 instead). An identical pattern was shown for the samples of *Miniopterus inflatus* from Ethiopia, which deeply differed from those from Uganda and thus, these two samle groups do not belong to the same species.

Key words: Chiroptera, *Miniopterus*, Western Palearctic, Classification, Distribution, Dimorfism, Geometric morphometrics, ND2, Phylogeography.

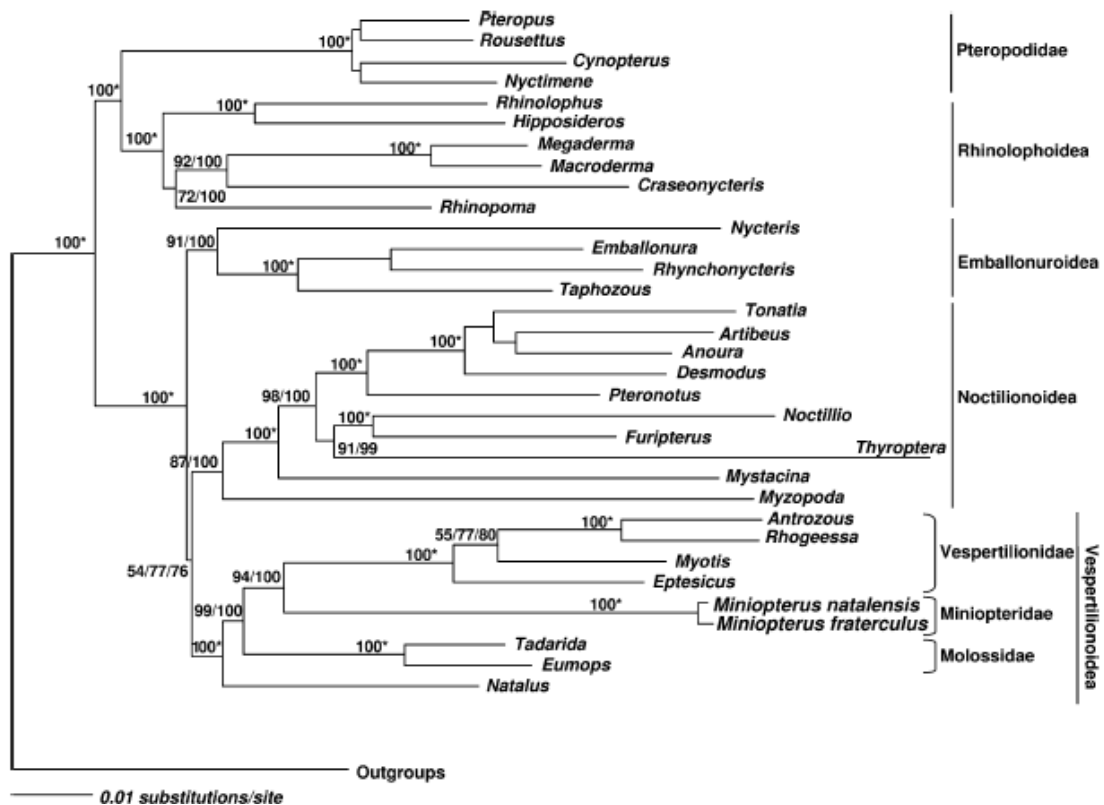
2. Úvod

Rod *Miniopterus* Bonaparte, 1837 (Chiroptera: Miniopteridae), je jediným rodem řazeným do čeledi Miniopteridae. Ta byla dříve řazena, jako podčeď Miniopterinae, do čeledi Vespertilionidae, ale poměrně nedávno bylo navrženo její vymezení jako samostatné čeledi (Mein & Tupinier 1977). Tito autoři ve své práci odlišují zástupce této nové čeledi od zástupců čeledi Vespertilionidae především na základě odlišné dentice, konkrétně přítomností velmi drobného kolíčkovitého zoubku (P^3) mezi horním kaninem a prvním premolárem (P^2) (obr. 1). Jako další znaky uvádějí apofýzu korakoidu, absenci bakula a výrazné rozdíly v karyotypu. Od čeledí Natalidae a Furipteridae létavce odlišují přítomností třetího falangu třetího prstu křídla. Jako diagnostické znaky čeledi Miniopteridae Mein & Tupinier (1977) uvádějí: absenci bakula; druhý falang třetího prstu téměř třikrát delší než první; dvojitou artikulaci humeru a skapuly; apofýzu korakoidu velmi dlouhou, směřující dovnitř; lebku frontálně vyklenutou; v dentici přítomný redukovaný horní třenový zub (P^3) následovaný mediálně dvěma dobře vyvinutými třenovými zuby (P^2 , P^4) se třemi kořeny.

Toto postavení následně, s dvaceti až třicetiletým odstupem, potvrdila řada prací pojednávajících o různých znacích zástupců této čeledi (rodu). Jde např. o znaky embryologické (implantace blastocysty, způsob vývoje amnionu a struktury chorio-alantoisové placenty; Gopalakrishna & Chari 1983), odlišnou stavbu spermií (Breed & Inns 1985), chrupu a lebky obecně (Van Der Merwe 1985, Agrawal & Sinha 1973), odlišnou morfologii jazyka (Tiunov 1987), rozdíly v imunologických znacích (Pierson 1986) aj. Zejména však jde o znaky genetické. Zásadní práci osvětlující tento problém je molekulární analýza Miller-Butterworth *et al.* (2007) a dále např. Simmons (1998), Hooper & Van Der Bussche (2003), kteří analyzovali genetickou příbuznost všech čeledí skupiny Chiroptera. Jejich výsledky týkající se systematické pozice čeledi Miniopteridae (obr. 2) definitivně podporují myšlenku jejího samostatného vymezení.

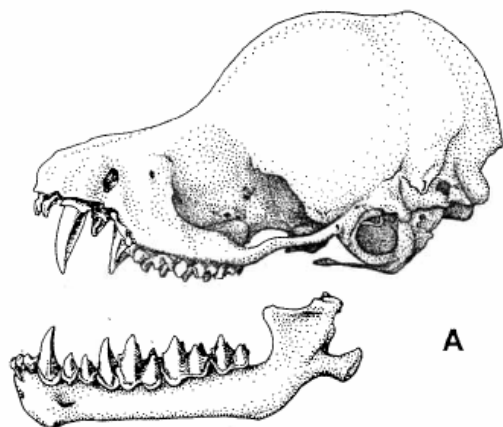


Obrázek 1. Detail pravé horní čelisti v laterálním pohledu. Zleva – špičák (C), druhý třenový zub (P^2), třetí – kolíčkovitý – třenový zub (P^3) (šipka), přední část čtvrtého třenového zubu (P^4). Zvětšeno 45 \times .

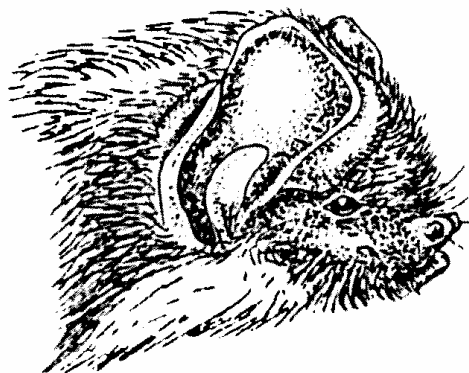


Obrázek. 2. Topologie (strom maximální věrohodnosti, ML) znázorňující příbuzenské vztahy skupiny Chiroptera. Čísla na nodech znamenají hodnoty bootstrapu pro ML metodu/BPP – hodnoty posteriorních pravděpodobností (Bayesian posterior probability) pro BA. Pro obě analýzy jsou hodnoty v procentech. Kde jsou hodnoty tři, tam se výsledky dvou provedených BA rozcházejí a jsou uvedeny obě hodnoty (poslední dvě). 100* indikuje nod, který má 100% bootstrapovou podporu a BPP 1.000 ve všech analýzách. Převzato z Miller-Butterworth *et al.* (2007).

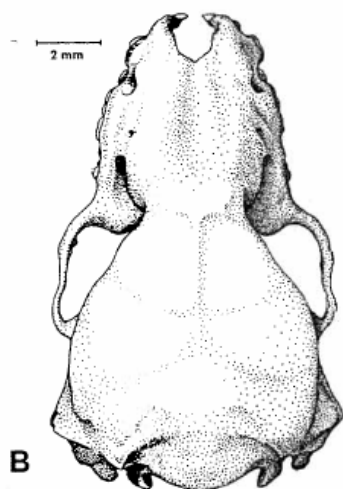
Zástupci rodu *Miniopterus* jsou, kromě výše zmíněných znaků, charakterizováni (jak píše např. Miller 1907 či Harrison & Bates 1991) celkově menší velikostí. Ušní boltce jsou velmi typického tvaru, čtverhranné, relativně malé, krátké a přitom široké, se štíhlými, vysokými tragi, mírně dopředu zahnutými (obr. 3). Ocas a interfemorální membrána (uropatagium) jsou velmi dlouhé, stejně tak křídla. Lebka má nízké, relativně velmi široké a protáhlé rostrum. Mozkovna je velká a vysoká s frontální částí ostře zvýšenou nad rostrum, ležící výše než λ (obr. 4). Bubínkové výdutě jsou malé. Presternum má přední část neobvykle vyvinutou, tvořící větší část kosti. Korakoid je rovný směřující jasně dovnitř. Dva posledně zmiňované znaky vedly k seskupení těchto netopýřů v separátní podčeleď Miniopterinae Dobson, 1875. Horní incisivy jsou nízké, robustní a téměř stejně vysoké (obr. 5). První horní premolár (P^2) je neobvykle velký. Jeho korunková oblast přesahuje do poloviny výšky kaninu. Moláry jsou normální s vnější oblastí u M^1 a M^2 úzkou, hypokonus je přítomen. Moláry jsou nyktalodontní, M^3 má více než polovinu korunkové oblasti M^2 s metakonem a třemi dobře vyvinutými spárami. Spodní incisivy jsou trojklané (obr. 6). Dentální vzorec: $i(2-2/3-3)$, $c(1-1/1-1)$, $pm(3-3/3-3)$, $m(3-3/3-3) = 36$.



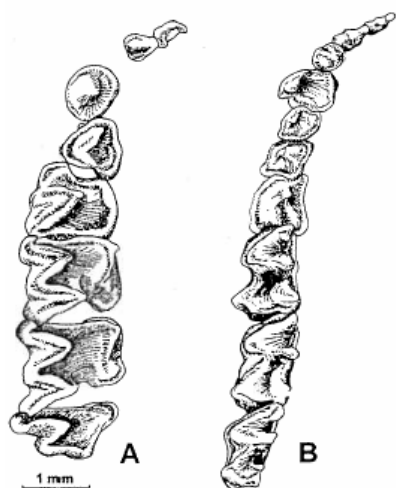
Obrázek 4. Lebka druhu *Miniopiterus schreibersii*. **A** laterální, **B** dorsální pohled. Převzato z Boye (2004).



Obrázek 3. Hlava druhu *Miniopiterus schreibersii*. Převzato z Harrison & Bates (1991).



Obrázek 5. Horní levé incisivy druhu *Miniopiterus schreibersii*. Měřítko 0,5 mm. Převzato z Harrison & Bates (1991).

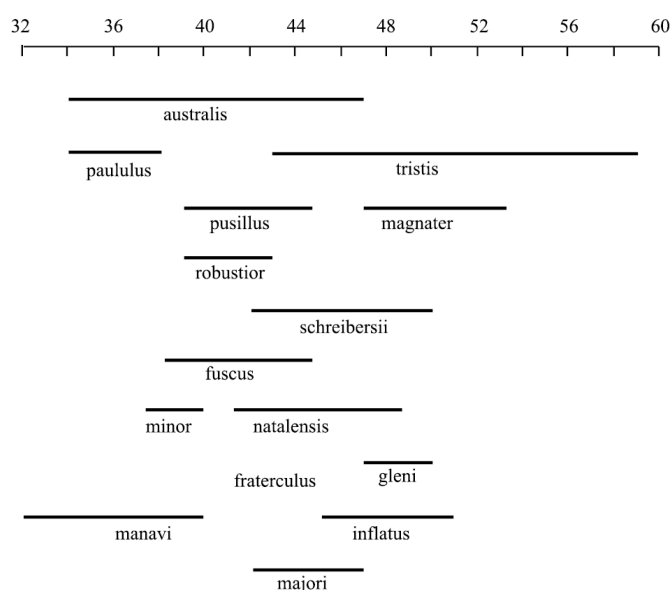


Obrázek 6. **A** pravý horní, **B** levý spodní pohled na zubní řady druhu *Miniopiterus schreibersii*. Převzato z Boye (2004).

Gerrit S. Miller, jeden z prvních autorů popisujících tento rod, uvádí jako jeho geografické rozšíření pouze severní Afriku, jižní Evropu a Asii, zahrnující Malajský region. Zmiňuje pouze osm známých druhů (Miller 1907). Dnes, je k tomuto rodu řazeno okolo 19 druhů – s řadou poddruhů – s rozšířením od téměř celé Afriky (s výjimkou Sahary), jižní a střední Evropy, Asie od Kavkazu a Blízkého východu do Číny a Japonska, včetně indického subkontinentu, jihovýchodní Asie, Sundských ostrovů a Austrálie (Tate 1941, Maeda 1982, etc.).

Jak ukazují některé morfologické analýzy (Tate 1941, Maeda 1982, etc.) jednotlivé druhy rodu, a jejich subspecie, si jsou velice podobné ve všech vnějších znacích (časté překrývající se hodnoty rozměrů apod.; obr. 7), vyjma celkové velikosti a slabých barevných

odlišností charakterizujících jednotlivé druhy či poddruhy. Klasifikace tohoto rodu je tedy obecně nejasná, obtížná a vyžadující revizi (Appleton *et al.* 2004, *etc.*), speciálně pak u komplexu *Miniopterus schreibersii*, který v tradičním pojetí má areál rozšíření totožný s areálem rozšíření rodu. Taxonomická klasifikace tohoto rodu tradičně vychází z morfometrických dat získaných z různých oblastí výskytu zástupců rodu *Miniopterus*. Z uvedených důvodů (podobnost jednotlivých geografických forem), bylo nutné, pro taxonomickou klasifikaci, výčet typů těchto dat omezit pouze na významné a (v dané etapě vývoje klasifikace) relevantní. Jimi se postupně staly: velikost těla a některé základní tělesné rozměry (např. délka předloktí [LAt]), tvar a rozměry lebky (zejména hodnoty LCr a Lal), odlišnosti v dentici (tvar C, P⁴), a částečně i zbarvení srsti.



Obrázek 7. Překrývající se hodnoty rozměrů délky předloktí u jednotlivých druhů rodu *Miniopterus*. Podle Appleton *et al.* (2004); hodnoty převzaty od Koopman (1994) a Peterson *et al.* (1995).

Poslední zmiňovaný znak byl řadou autorů odmítán (Kuzjakin 1950, Aellen 1959, Harrison 1964, Etemad 1967, Lay 1967) a postupně byl označen, pro klasifikaci řady forem, jako nepoužitelný. Důvodem bylo

zjištění klinálních přechodů či sezónních variací ve zbarvení u několika forem a druhů tohoto rodu (např. *M. schreibersii pallidus*, *M. s. pulcher*) (Aellen 1959), což bylo přijato i dalšími autory (např. Lewis & Harrison 1962, Lay 1967, Etemad 1967, Albayrak & Coskun 2000, Karataş & Sözen 2004) a nepřímo potvrzeno výsledky některých molekulárních analýz (Appleton *et al.* 2004, Tian *et al.* 2004, Miller-Butterworth *et al.* 2005).

Mnou studovaný druh či druhový komplex *Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1817) je jediný druh rodu *Miniopterus* vyskytující se v západní Palearctidě. Obecná charakteristika druhu je popsána v následujícím odstavci.

Jde o polytypický o výhradně jeskynní druh, který je charakteristický extrémní mírou konservatismu ve vztahu k obývaným úkrytům (Miller-Butterworth *et al.* 2003). V jeskyních se nejčastěji vyskytuje na stropě či jednotlivě na stěnách. Snáší teplotu mezi 3 a 20 °C s vlhkostí vzduchu od 70 do 98 % (Boye 2004). Někdy žije v úkrytové syntopii s jinými klasicky jeskynními netopýry rodů *Rhinolophus* a *Myotis* (např. Lewis & Harrison 1962). Vyskytuje se hlavně v kopcovité a zalesněné krajině mediterránního typu s dostatkem úkrytových

možností (Bates & Harison 1997). Tvoří velké mateřské kolonie až přes 1000 kusů, zimuje často v soudržných shlucích. Jeho let je velmi rychlý (až 70 km/h) v obvyklé výšce 5–10 m nad zemí. Nejčastěji loví nad křovinatou lesostepí a lesní vegetací, osaměle, dále od svého úkrytu (Anděra & Horáček 2005). Běžné jsou u něho mezi- i vnitrosezónní přelety kolonií se vzdáleností kolem 200–300 km (Anděra & Horáček 2005). Jeho echolokace je typická sériemi FM výkřiků s pomalým rytmem opakování a poměrně vysokou frekvencí. Koncová frekvence hlasů je 50–55 kHz (Anděra & Horáček 2005). Potravou jsou mu nejčastěji zástupci hmyzích skupin Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Neuroptera, Aranaeida (Benda *et al.* 1999, 2006; Lugon & Roue 1999; Presetnik 2002). Rozmnožování tohoto druhu v temperátní zóně (jak píše např. Bates & Harison 1997) probíhá jako u většiny netopýrů na podzim, hromadně, nejčastěji v jeskyních. Březost samic trvá (bez „utajeného“ období) od 120 do 125 dnů. Dochází u nich ke specifické úpravě utajené březosti – vývoj zárodku se zde zastavuje už ve stádiu dvojrstevné blastuly. Ta zůstává po několik měsíců v levém horním rohu dělohy a teprve později (po více než šesti měsících) se zárodek přesouvá do pravého rohu, implantuje se v děložní sliznici a pokračuje v normálním vývoji (Horáček 1986). Mláďata rodí většinou v druhé polovině června. Samice mají jedno mládě, vážící kolem 3 gramů, které nosí jeden až dva dny na sobě, než jej zanechají ve skupině až sta ostatních mláďat, kde zůstane do doby než je schopné létat. Samice poté navštěvují shluky mláďat, přičemž nakrmí mlékem první mládě s kterým se dostanou do kontaktu. Mládě je odstaveno do dvou měsíců po narození a pohlavně dospívá do dvaceti měsíců. Spitzenberger (1981) uvádí věk nejstarších odchycených jedinců 16 let.

Tradičně byl počet forem, který tento druhový komplex obsahoval, značný (až 25), a jejich rozšíření zahrnovalo oblasti jižní Evropy (od Iberského poloostrova a střední Francii přes jih střední Evropy na Balkán), suprasaharské Afriky, tj. mimo jiné Maghreb (Maroko, Alžírsko, Tunisko), Tripolitánie a Kyrenaika, subsaharskou Afriku a Madagaskar, dále celý evropský Mediterán zahrnující řadu velkých ostrovů (Sardinie, Sicílie, Kréta, Kypr), oblast Blízkého východu a Kavkazský region, Afghánistán, jižní Turkmenistán, na východ Pákistán, Indii, Srí Lanku, Nepál, severní Barmu, jižní Čínu (Zhejiang, Fujian, Hong Kong, Hainan), Taiwan, Thajsko, Vietnam, Malajsii, Sumatru, Javu, Borneo, Filipíny, Novou Guineu, Novou Kaledonii, Japonsko a Austrálii (Tate 1941, Atallah 1977, Corbet 1978, Corbet & Hill 1992, Harrison & Bates 1991, Koopman 1993, Simmons 2005, *etc.*) (obr. 8).

Tento pohled na klasifikaci byl nastolen Tatem (1941), který rozdělil formy rodu *Miniopterus* ze studovaných oblastí (celý Starý svět vyjma Afriky) do tří skupin. První skupina středně velkých netopýrů tropů a subtropů (*schreibersii* group), druhá skupina velkých netopýrů (*trisis* group) z Filipín, Nové Guineje, Nové Kaledonie, a skupina malých netopýrů (*australis* group) z Bornea, Austrálie, Indie, Filipín, Timoru, Amboiny, Nové Guineje a Nové Kaledonie. Tate (1941) do skupiny *schreibersii* zahrnul formy *magneater*, *fuliginosus*, *parvipes*



Obrázek 8. Pravděpodobné rozšíření druhu *Miniopterus schreibersii* v tradičním pojetí.

japoniae, *fuscus*, *yayeyamae*, *eschschooltzii*, *blepotis*, *medius*, *ravus*, *oriana* vyskytující se v různých oblastech Starého světa. Srovnáním vlastností různých forem učinil závěr, že formy *schreibersii*, *pallidus*, *blepotis*, *chinensis*, *fuliginosus*, *oriana*, *magnater* náležejí do jediného druhu *M. schreibersii*, vyskytující se v celé jižní Palearktidě. Z těchto forem podle něj obývají západní Palearktidu pouze poddruhy *M. s. schreibersii* a *M. s. pallidus*. Ostatní autoři (Ellerman & Morrison-Scott 1951, Hayman & Hill 1971, Corbet 1978, Corbet & Hill 1992, Koopman 1993, Harrison & Bates 1997, Simmons 2005, etc.) pak po dlouhou dobu z tohoto pohledu na klasifikaci víceméně vycházejí a podporují jej.

Výjimku tvoří závěry Maedy (1982), jenž provedl rozsáhlou morfologickou analýzu eurasijských druhů a poddruhů rodu *Miniopterus*: přichází s jiným rozdělením jak rodu, tak samotného komplexu *M. schreibersii*. Maeda (1982) rozdělil rod do šesti skupin, z nichž západní Palearktidu podle něj obývá pouze „*M. schreibersii* group“ obsahující pouze druh *M. schreibersii*. Formy tohoto tradičně pojatého druhu rozdělil do tří různých druhů. *M. schreibersii* obývající oblast Evropy a Blízkého východu. *M. fuliginosus* v oblastech Asie (vyjma ostrova Hanai) a *M. oceanensis* v Austrálii.

Toto dlouho nepřijímané uspořádání bylo v posledních letech několikrát podpořeno výsledky některých genetických analýz (Appleton *et al.* 2004, Tian *et al.* 2004, Miller-Butterworth *et al.* 2005), které také ukazují, že řada forem komplexu *M. schreibersii* by měla být povýšena na druhovou úroveň či synonymizována s jiným taxonem (druhem či poddruhem) v rámci rodu *Miniopterus*, podobně, jak to učinil Maeda (1982). Navíc výsledky práce Miller-Butterworth *et al.* (2003) (zaměřené na biologii druhů rodu *Miniopterus* vyskytující se v oblastech jižní Afriky) poukazují na extrémní míru konservatismu těchto

druhů k obývaným úkrytům a nepřímo tím tedy potvrzují ideu, že druh *Miniopterus schreibersii* je spíše druhovým komplexem.

Rozšíření druhu *Miniopterus schreibersii* je tak dnes vymezeno pouze na oblasti jižní Evropy, supra-saharské Afriky a jihozápadní Asie (Maeda 1982) (obr. 8). Afrotropické a orientální formy dříve považované za synonyma jména *M. schreibersii* (*arenarius*, *bassanii*, *blepotis*, *chinensis*, *dasythrix*, *eschschooltzii*, *fuliginosus*, *fuscus*, *haradai*, *japoniae*, *magnater*, *majori*, *natalensis*, *oceanensis*, *oriana*, *parvipes*, *ravus*, *scotinus*, *vicinior*, *villiersi*, *yayeyamae*) jsou považovány za separátní formy (*blepotis*, *eschschooltzii*, *fuliginosus*, *smitianus*, *haradai*, *magnater*, *oceanensis*, *fuscus*, *majori*, *natalensis* a zřejmě i forma *yayeyamae*) nebo jejich synonyma.

Takto nově vymezený druhový okruh *M. schreibersii* s.s. dnes zahrnuje nejméně dva poddruhy, *M. s. schreibersii* (Kuhl, 1817) (typová lokalita: Kuhl 1817 uvádí: „Columbäzer Höhle, im südöstlichen Gebirge des Bannats“ čili Kolumbazská jeskyně, jihovýchodního pohoří Banátu; Miller 1912 uvádí typovou lokalitu: „Kulmbazer Cave, mountains of southern Bannat, Hungary“ tedy jeskyně Kulmbazer, pohoří jižního Banátu, Uhry; Ansell & Topál 1976 jasně vymezili typovou lokalitu jako: „Kolumbács Cave, left bank of the Danube river, near Coronini, Romania“, tedy jeskyně Kolumbács, levý břeh řeky Dunaje, poblíž vesnice Coronini, Rumunsko) a *M. s. pallidus* Thomas, 1907 (typová lokalita „South coast of Caspian“ čili nepřiliš jasně jižní pobřeží Kaspického moře; Lay 1967 jej vymezuje přesněji na základě nálezových okolností jako: „The vicinity of Bandar-i-Gaz, Iran“, tedy okolí přístavního města Bandar-i-Gazu v dnešní provincii Golestan, severní Írán, na jihovýchodním pobřeží Kaspického moře) i když existence další formy v oblasti Levanty není úplně vyloučena (viz níže).

Formy *schreibersii* a *pallidus* si jsou velice podobné a liší se pouze mírně ve zbarvení (Thomas 1907, *etc.*) a nepatrně v hodnotách externích rozměrů, kraniálních proporcích, hmotnosti a velikosti těla (Kuhl 1819, Miller 1912, Ognev 1928, Albayrak & Coskun 2000, Benda *et al.* 2006, Furman *et al.* 2009, *etc.*). Thomas (1907), který popsal poddruh *pallidus*, uvádí zbarvení dorzální oblasti srsti „wood brown“ u *pallidus*, tedy světle hnědé, zatímco poddruh *schreibersii* je spíše tmavší než „brocoli brown“ – tmavě hnědé. Ventrální srst byla popsána jako „more or less suffused with buffy“ tedy „víceméně rezavoběžová u formy *pallidus* a jako „smoky grey“ – kouřově šedá u nominotypické formy. Ostatní autoři tyto popisy více méně potvrzují (Strelkov 1963, Harrison 1964, Gaisler 1970, Strelkov *et al.* 1978, Benda & Horáček 1998, Harrison & Bates 1991, Karatas & Sözen 2004, *etc.*). Forma *pallidus* je tedy ve svém zbarvení obecně světlejší a variabilnější než nominotypická forma. Podle některých autorů je zbarvení formy *pallidus* proměnlivé, kvůli sezónním změnám a klinálním přechodům, jak uvádějí Kuzjakin (1950), Lay (1967) a Karatas & Sözen (2004).

Harrison (1956a) popsal další poddruh *M. schreibersii* z Blízkého východu, *M. s. pulcher*, s typovou lokalitou Ser' Amadea, Kurdistan, Northern Iraq. Odlišil jej od forem *pallidus* a *schreibersii* podle zbarvení: „much paler and greyish dorsal fur coloration“, tedy bledší a šedší zbarvení dorzální srsti. To bylo přijato některými autory (Harrison 1956b, Bodenheimer 1958, Hatt 1959, Lewis & Harrison 1962). Nicméně Aellen (1959), na základě zjištění sezónní barevné proměnlivosti u formy *pallidus* a s podporou argumentů Kuzjakina (1950), navrhl synonymii forem *pulcher* a *pallidus*, a význam zbarvení srsti pro vnitrodruhovou taxonomii (západopalearktických populací) *M. schreibersii* byl významně zpochybněn. Tento Aellenův závěr byl akceptován i samotným Harrisonem (1964). Tutéž myšlenku prezentoval Lay (1967), který se domníval, že jde pouze o sezónní proměnlivost ve zbarvení, a tedy taxony lišící se jen zbarvením představují synonyma (zpochybnil tedy i platnost subspecie *pallidus*). Nadto Etemad (1967) našel v Íránu několik individuí se zbarvením mezi formami *pulcher* a *pallidus* stejně jako jedince zbarvené podle popisů morf *pallidus* a *pulcher* a (po konzultaci s Harrisonem) uzavřel tím, že *pulcher* je mladší synonymum *pallidus*. Náзор o synonymii těchto dvou forem ale zatím nebyl potvrzen (např. detailní morfologickou či snad molekulární analýzou), jak píší někteří autoři (Kuzjakin 1965, Corbet 1978, DeBlase 1980, Harrison & Bates 1991, Horáček *et al.* 2000, *etc.*). Ovšem v metrických znacích je forma *pulcher* (resp. populace z okolí typové lokality *M. s. pulcher*) téměř totožná s formou *pallidus*, což potvrzují morfologické analýzy vzorků od různých autorů z oblastí výskytu těchto forem (Maeda 1982, Albayrak & Coskun 2000, Karatas & Sözen 2004, Benda *et al.* 2006, *etc.*).

Jméno *pallidus* přijala řada převážně ruských autorů (Satunin 1914, Bobrinskoy 1925, Ognev 1927, 1928, Ellerman & Morrison-Scott 1951, Strelkov 1963, 1981, Kuzjakin 1965, Strelkov *et al.* 1978, Pavlinov & Rossolimo 1987, Rakhmatulina 1995, 2005; *etc.*) pro označení populací obývajících některé aridní oblasti někdejší Ruské říše, pozdějšího Sovětského svazu, resp. dnes jihovýchodní části zakavkazské oblasti a jihu Turkmenistánu (Ognev 1927, 1928). Rozšíření této formy je hlášeno z Levanty (Sýrie, Libanon, Izrael, Jordánsko, Palestina), severního Iráku (ovšem v Levantě a v severním Iráku není taxonomická situace zcela vyřešena – viz níže), severního Íránu (Saturnin 1914, Harrison 1964, Kuzjakin 1965, Lay 1967, Etemad 1967, Atallah 1977, Corbet 1978, Benda *et al.* 2006), východního Afganistanu (Gaisler 1970, Maeda 1982) a z výše položených oblastí východního Turecka (Furman *et al.* 2009). Boye (2004) se zmiňuje o výskytu ssp. *pallidus* na Kypru, někteří autoři se domnívají, že je tento ostrov obývaný poddruhem *schreibersii* (Horáček *et al.* 2000, *etc.*).

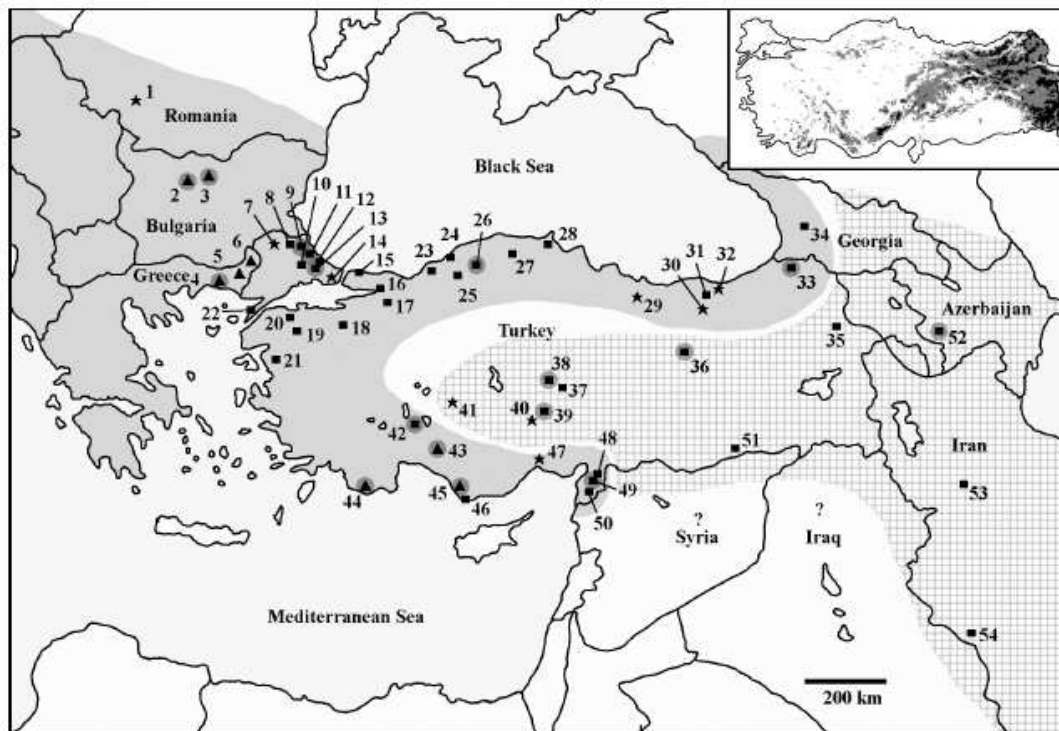
Zbytek evropského rozšíření druhu *Miniopterus schreibersii*, tj. západní a níže položené oblasti Turecka (Furman *et al.* 2009, *etc.*); jižní a jihozápadní Evropa (Fernandez & Ibañez 1989, Crucitti 1989, Spitzenberger 1981, Boye 2004, *etc.*); velké středomořské ostrovy –

Sicílie, Malta, Kréta; dále Kavkaz podél pobřeží černého moře (Ognev 1927, 1928, Kuzjakin 1965, Strelkov 1963, 1981), se připisuje nominotypické formě stejně tak jako populacím v suprasaharské Africe – severní (přímořské) oblasti Tuniska, Alžírsko, Maroka a Libye (Ognev 1927, 1928, Ellerman & Morrison-Scott 1951, Aellen & Strinati 1970, Qumsiyeh & Schlitter 1982, Gaisler 1983, Kowalski & Rzebik-Kowalska 1991, Boye 2004). Ferguson (2002) se zmiňuje o výskytu poddruhu *schreibersii* v Izraeli, ovšem většina autorů považuje celou oblast za obývanou formou *pallidus* (viz výše). Autor však neuvádí žádné bližší informace. Nově však byla v oblasti Izraele prokázána (Furman *et al.* 2010b) na základě molekulárně genetické analýzy jediného vzorku přítomnost zcela odlišné linie (8% divergence) od druhu *M. schreibersii*. Tento vzorek je pak nejvíce příbuzný druhu *M. natalensis*.

Ne zcela jasné názory panují na rozšíření a klasifikaci jednotlivých forem v Levantě – Sýrie, Izrael/Palestina, Libanon; severní Irák. Dříve obdobné nejasnosti vládly také o oblasti Turecka, avšak výsledky nové rozsáhlé molekulárně-morfologické analýzy Furmana *et al.* (2009) ukazují rozšíření obou forem v Turecku a některých přilehlých oblastech a definitivně tak ukončují rozpory ostatních autorů (Albayrak & Coskun 2000, Karatas & Sözen 2004, Bilgin *et al.* 2006, *etc.*), které o této oblasti panovaly a víceméně potvrzují dřívější názory některých autorů (Karatas & Sözen 2004, Bilgin *et al.* 2006, *etc.*). Výsledné rozšíření v Turecku a některých přilehlých oblastech je znázorněno na obr. 9. Řada autorů považuje tyto oblasti Levanty (Sýrie, Izrael/Palestina, Libanon; severní Irák) za obývané formou *pallidus* (viz výše). Např. Benda *et al.* (2006) píše, že vzorky z oblasti Sýrie zbarvením odpovídají spíše formě *pallidus*. Dále, že samotná poloha Sýrie uprostřed Blízkého východu nahrává spíše názoru, že tuto oblast obývá forma *pallidus*. Nicméně někteří autoři uznávají pouze aridní oblasti Blízkého východu jako areál této formy, zatímco Mediteránní části obývá spíše poddruh *schreibersii* (Horáček *et al.* 2000). Na základě těchto názorů mohou tedy Sýrii (a potažmo celou Levantu) obývat obě formy - *pallidus* i *schreibersii* (Benda *et al.* 2006).

Benda *et al.* (2006) přicházejí se zajímavými otázkami ohledně vzájemné příbuznosti populací Levanty, topotypické populace *pallidus* ze severního Íránu a nominotypické populace *schreibersii* např. z Thrákie. A sice, zda jsou topotypické populace *M. schreibersii* *pallidus* geneticky blíže levantinským populacím než evropským. Dále dodávají, že jestliže ano, tak jméno *pallidus* je použitelné pro levantinské populace. Jestli ne, tak je pro ně použitelné téměř zavržené jméno *pulcher* a že druhá možnost (blíže evropským) není vyloučena, jak ukázaly práce jiných faunálních elementů, řešící podobnou otázku (Lay 1967, DeBlase 1980). Nejnovější zejména molekulárně genetické studie (Furman *et al.* 2009, 2010b) ukázaly, že populace z oblasti severního Íránu jsou od evropských (Thrákie) výrazně odlišné. Vztah k populacím Levanty však dosud není znám. Další otázka se týká geneticky separovaných forem z východního Mediteránu. Konkrétně, zda žijí v allopatrii, jak ukázala

analýza limitovaného materiálu, či v sympatrii. Autoři dodávají, že pokud v sympatrii, tak je nutná taxonomická revize poddruhů této oblasti. Zodpovězení těchto otázek by vyřešilo nejasnosti v klasifikaci jednotlivých forem druhu v oblasti Levanty (Sýrie, Libanon, Palestina, Izrael, Jordánsko, kde autoři uvádí obě formy – viz výše).



Obrázek 9. Znázorňuje rozšíření forem *schreibersii* a *pallidus* v Turecku a přilehlých oblastech. Šedý rastr vymezuje oblast obývanou formou *schreibersii* a oblast nižší nadmořské výšky. Čtverečkovaná plocha oblast formy *pallidus* a oblast vyšší nadmořské výšky. Otazník – oblasti neznámého rozšíření druhu *Miniopterus schreibersii*. Převzato z Furman *et al.* (2009).

Z výše shrnutých názorů lze uzavřít, že areál rozšíření v Evropě, severní Africe a na velkých středomořských ostrovech je nejčastěji přisuzován nominotypické formě. Hranici jejího rozšíření na východě (vyjma přechodových oblastí) tvoří vnitrozemské oblasti Turecka, východní a jižní Zakavkazí a nejvýchodnější velké středomořské ostrovy. Oblasti od Iráku na východ potom připadají formě *pallidus*. Přechodové zóny představují zřejmě oblasti Zakavkazí, Turecka a Levanty, kde je situace částečně nejasná. Grafické znázornění rozšíření jednotlivých poddruhů vytvořené na základě výše uvedených informací je na 10.

V této práci jsou studované populace druhu *Miniopterus natalensis* Smith, 1834 (typová lokalita: Durban, provincie Natal, Jihoafrická republika) zastoupeny pouze malým počtem vzorků, nespádají do oblasti západní Palearktidy a nejsou tedy hlavním předmětem následující studie. Tyto populace byly dříve chápány jako poddruh *arenarius* Heller, 1912 (typová lokalita: Nyuki [= Nanyuki] Northern Guaso Nyiuro, Nanyuki distr., Central Prov., Kenya) druhu *M. schreibersii* (Heller 1912, Nader & Kock 1987, Hayman & Hill 1971,

Harrison & Bates 1991, Koopman 1993, *etc.*) a byly od nominotypické formy odlišeny na základě celkové menší velikosti (Heller 1912). Později však byla tato forma povýšena na druhovou úroveň (Koopman 1994, Simmons 2005) a pojmenována jako *M. natalensis* s rozšířením v oblastech jižní Afriky, Súdánu, Etiopie, západního Somálska a na jihozápadě Arabského poloostrova (Nader & Kock 1987, Koopman 1994, Simmons 2005, *etc.*).



Obrázek 10. Znázorňuje pravděpodobné hrubé rozšíření forem *pallidus* a *schreibersii* v západní Palearktidě na základě většinového názoru autorů zmíněných v textu. Červené ohraničení vymezuje areál formy *schreibersii*, zelené formy *pallidus*. Otazník – nejasný stav výskytu obou forem v oblasti Levanty (Benda *et al.* 2006, Furman *et al.* 2009, 2010b).

V následující práci jsou dále pouze doplňkově (jako outgroup) zastoupeny vzorky druhu *Miniopterus inflatus* Thomas, 1901 (typová lokalita: Efulen, Kamerun) z lokality Sof Omar v Etiopii. Od druhu *M. schreibersii* jsou odlišovány výrazně větší celkovou velikostí. Tento druh obývá oblasti rovníkové Afriky (Peterson *et al.* 1995, *etc.*). Jeho přesné rozšíření je však kvůli sympatickému výskytu s druhem *M. schreibersii* nejisté (Hyaman & Hill 1991, Simmons 2005).

Tato práce se snaží podat detailnější pohled na vnitrodruhovou a zejména pak geografickou proměnlivost především druhu *Miniopterus schreibersii*. Studován byl tedy materiál zejména z oblastí západní Palearktidy (Maroko, Španělsko, Francie, Rakousko, Itálie, Sicílie, Slovensko, Rumunsko, Bulharsko, Řecko, Kréta, Turecko, Kypr, Sýrie, Libanon, Jordánsko, Irán, Afghánistán), ale i z některých přilehlých oblastí (Jemen, Etiopie, Súdán) výskytu zástupců rodu *Miniopterus*. Předmětem práce je (1) rozsáhlá morfologická (kraniálně–dentální) analýza zástupců výše uvedených populací zejména druhu *M. schreibersii*, především analýza odlišností a proměnlivosti rozsáhlých souborů vzorků

z těchto jednotlivých oblastí. Dále (2) morfologická analýza odlišností ve fenetických znacích na dentici, lebce a mandibule, (3) geomorfometrická analýza lebečního materiálu a (4) molekulární analýza mitochondriálního genu ND2 vzorků ze zhruba totožných lokalit, které jsou použity k morfologické analýze. Práce vychází jak z dostupných dosavadních dat, tak z nově získaných a níže prezentovaných. Konkrétním cílem studie je pokusit se pomocí uvedených metodik navrhnout řešení nejasností v morfologické a genetické definici, rozšíření a taxonomické posici jednotlivých studovaných druhů a poddruhů. Důraz je kladem zejména na ty části areálu, ve kterých situace není zcela vyřešena (např. v Levantě či v severní Africe). Dalším cílem bylo pokusit se rozkrýt fylogeografický vývoj a míru příbuznosti jednotlivých populací tohoto druhu a potvrdit či vyvrátit jimi dosavadní názory o těchto populacích. Heuristický potenciál studie klasifikace tohoto rodu se zdá být značný.

3. Materiál a metodika

3.1. Materiál a studovaná oblast

Pro osvětlení či zjištění výše popsané problematiky fylogeografie, vzájemné příbuznosti, odlišností vzorků jednotlivých populací, mezipohlavní variability *etc.* druhu *Miniopterus schreibersii* v různých částech západní Palearktidy a v některých přilehlých oblastech bylo v morfometrické analýze použito celkem 342 lebek a mandibul. Dále bylo použito 11 lebek a mandibul druhu *Miniopterus natalensis* z jemenských a etiopských lokalit a 12 lebek a mandibul (10 samic a 2 samci) druhu *Miniopterus inflatus* z Etiopie (lokalita Sof Omar). Celkový materiál druhů *M. inflatus*, *M. natalensis* a komplexu *M. schreibersii* byl na základě výsledků molekulárních analýz (Furman *et al.* 2009) a geografické či taxonomické příslušnosti, rozdělen do devíti skupin: (1) Střední východ – Írán a Afganistan (n=42); (2) Maroko (n=18); (3) Arabsko-africká oblast – Jemen, Etiopie, Súdán (n=12); (4) Pannonie – Slovensko a Rumunsko (n=49); (5) Balkán – Bulharsko a kontinentální Řecko (n=84); (6) Kréta (n=19); (7) západní Evropa – Francie, Itálie, Rakousko, Španělsko (n=37); (8) Blízký východ – Turecko, Sýrie, Kypr, Libanon (n=93); (9) *M. inflatus* – Etiopie (n=12).

Vzorky skupin 1, 2, 4–8 nominálně náležejí druhu/komplexu *M. schreibersii*, přičemž oblasti původu skupin 2, 4–7 byly v literatuře popsány jako areál formy *schreibersii*, vzorky z oblastí Afganistanu a Íránu (skupina 1), jako formy *pallidus*. Postavení blízkovýchodních vzorků (skupina 8) je dosud nejasné (viz úvod). Skupina 3 je tvořena vzorky druhu *M. natalensis* z Jemenu a Etiopie. Devátá skupina pak obsahuje vzorky druhu *M. inflatus* z Etiopie. Druh *M. inflatus* byl v této studii použit jako outgroup srovnávacích analýz.

Pro molekulární analýzy bylo použito celkem 45 vzorků komplexu *M. schreibersii*, pět vzorků druhu *M. natalensis* a dva vzorky druhu *M. inflatus*. Dále bylo použito 59 sekvencí kompletního genu druhé podjednotky NADH (gen ND2) mtDNA různých druhů rodu *Miniopterus* a různých forem komplexu *M. schreibersii* z různých oblastí stažených z GenBanku.

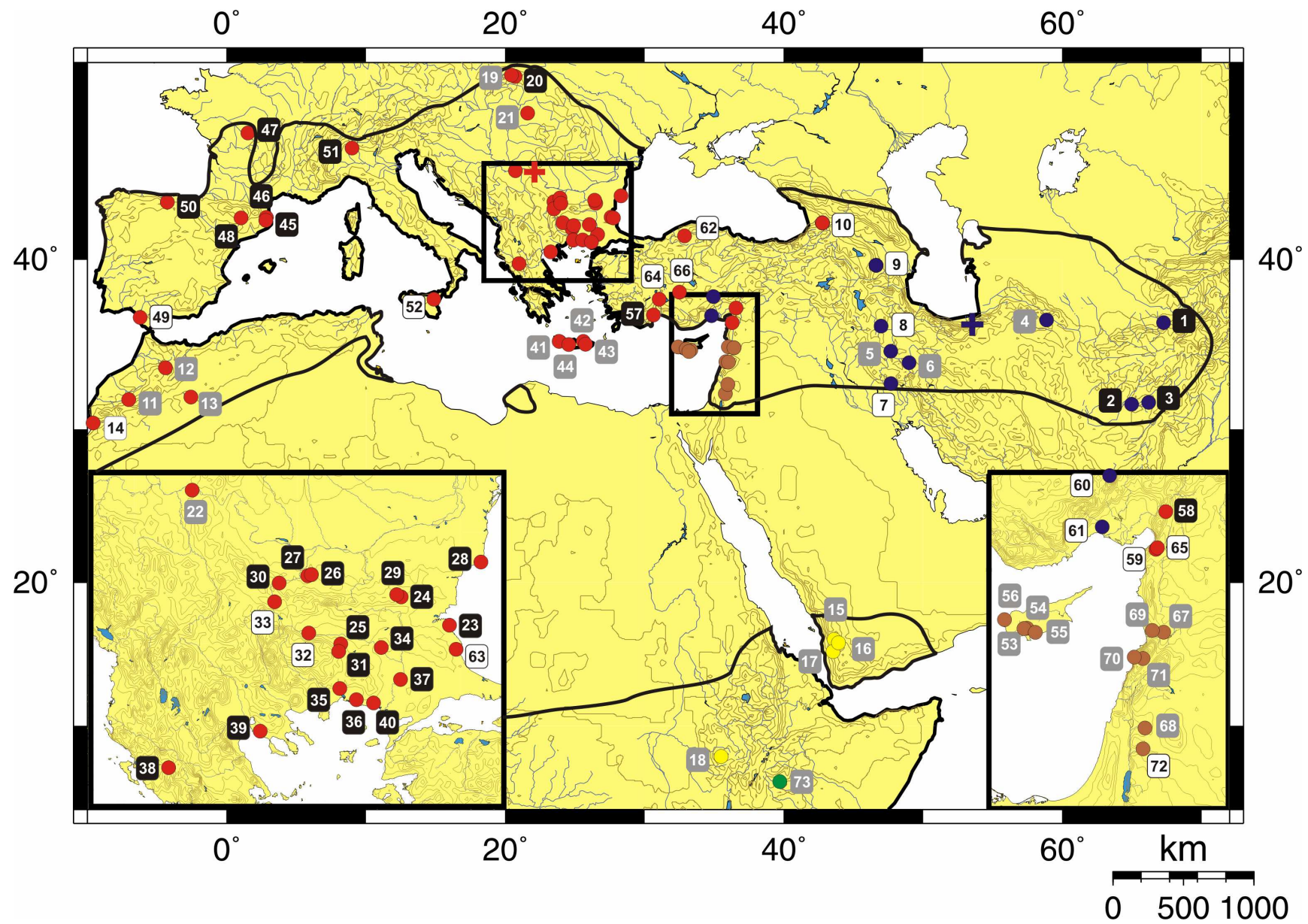
Celkový přehled geografického původu materiálu pro všechny analýzy (morfometrické a molekulární) podává obr. 11. Detailní informace (druh, forma, počet kusů, pohlaví, sbírkové číslo, datum sběru, sběratel) k dokladovaným kusům v jednotlivých lokalitách a skupinách uvádí app. 1. Informace k přidanému materiálu pro molekulární analýzy v tab. 1 pro přehlednost i společně s mnou studovaným materiálem.

Materiál byl zapůjčen ze sbírek Národního muzea v Praze (NMP), Zoologického ústavu a muzea Alexandra Koeniga v Bonnu (ZFMK – Zoologische Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig), sbírek katedry biologie Americké university v Bejrútu (AUB – American University of Beirut) a osobní sbírky Dr. Hulvy. Druhovú nomenklatura zkoumaných vzorků je založena na původním označení sbírkového materiálu či byla

upravena podle dosavadních poznatků. Jednotlivé vzorky jsou různého stáří a byly získány mezi lety 1998 až 2009 (vzorky pro molekulární analýzy) a 1958 až 2009 (pro morfometrické analýzy). Materiál pro morfometrické analýzy byl získán v převážné většině z dospělých jedinců (zjištěno z dostupných dat a abraze zubů) (obr. 16). Z celkového počtu 365 vzorků bylo 76 získáno z nedospělých jedinců. Tyto vzorky se pak vyskytují v jednotlivých souborech vzorků takovým způsobem, že v každém tomto souboru (skupiny 1–9) vždy výrazně převažují dospělci.

Obrázek 11. Přehled lokalit původu dokladovaného materiálu pro jednotlivé analýzy (v závorkách jsou uvedeny názvy vyššího správního celku či jeho sídla). Čísla v černých čtvercích označují lokality vzorků, které byly použity pouze pro morfometrickou analýzu, v bílých čtvercích vzorky použité pouze pro molekulární analýzu, v šedivých čtvercích vzorky použité pro obě analýzy. Červená = *M. s. schreibersii*; tmavěmodrá = *M. s. pallidus*; žlutá = *M. natalensis*; zelená = *M. inflatus*; hnědá = vzorky druhu *M. schreibersii* s nejasným subspecifickým zařazením; červený kříž = typová lokalita poddruhu *schreibersii*; modrý kříž = typová lokalita poddruhu *pallidus*. Tlustá černá čára vymezuje oblasti, které jsou obývané zástupci rodu *Miniopterus*. V mapě není vyznačen vzorek druhu *M. natalensis* ze Súdánu (nespec.) a vzorek druhu *M. schreibersii* ze střední Evropy (nespec.).

1 Jalalabad; 2 Samphshir Ghor (Kala bust); 3 Kandahár; 4 Mina; 5 Bisotun (Kermanshah); 6 Dorud (Lorestan); 7 Sarin Ab-Garma; 8 Karaftu; 9 Azokh (Nagorno-Karabakh); 10 Ghliana; 11 údolí Oued Tessaout (Talkout); 12 řeka Oued El-Ammar (Sebt-des-Ait-Serhrouchen); 13 jesk. Azigza (Tazouguerte); 14 Agadir; 15 Riqab (Jebel Bura); 16 Hajjah (At tur); 17 Hajja (Halhal); 18 řeka Baro (Masha); 19 jesk. Vyvieráčka (Drienovec); 20 jesk. Čertova díra (Dornica); 21 jesk. Betfia (Betfia); 22 jesk. Peštera Ponicevei (Dubova); 23 Maslen nos (Primorsko); 24 jesk. Zmejovi Dupki (Sliven); 25 jesk. Gardina Dupka (Mostovo); 26 Karlukovo; 27 jesk. Hajduška Paštera (Devenci); 28 Kamen Brjag; 29 jesk. Nirica Paštera (Kotel); 30 jesk. Ražiškata (Lakatnik); 31 jesk. Ivanova voda (Dobrostan); 32 Pazardzik; 33 Sofie; 34 Didimotichon (Thrákie); 35 Xánthi (Kimméria); 36 jesk. Polyphemos (Marónia); 37 jesk. Evros (Dodimótiho); 38 jesk. Ioánnina (Pápigo); 39 Petralona; 40 Ávas; 41 jesk. Spilion Tsanis (Omalos); 42 jesk. Spilia Milatou (Milatos); 43 jesk. Vreikos (Kréta); 44 Moni Kato Preveli (Lefkogia); 45 Grotte de Pořade (Banyuls); 46 Chateau de Collioure (Banuyls); 47 St. Remy; 48 bei Tremp (Pyreneje); 49 Cadiz; 50 Ramales de la Victoria; 51 Gargano; 52 Grotta di Intraleo (Etna); 53 les Trodos – sever (Kakopetria); 54 les Trodos – jihozápad (Kakopetria); 55 Kalavasos; 56 důl Magnesia (Akamas Peninsula); 57 jesk. Insugu Majarasi (Anatolie); 58 Haruniye; 59 Akbez (Hassa); 60 Epçik; 61 Delikli; 62 Hızar; 63 Horataşı; 64 Zindan; 65 Karanlık; 66 Obruk; 67 Crac des Chevaliers; 68 Talsh'hab; 69 Safita; 70 Amchite; 71 jesk. Er Rouais (Aaqura); 72 jesk. Al Wardeh (Khashibah); 73 Sof Omar.



Tabulka 1. Přehled dokladového materiálu použitého pro molekulární analýzy. Další informace k mnou analyzovanému materiálu jsou uvedeny v app. 1.

Haplotyp	Druh	Region	Sbírková značka	Původ materiálu	Citace
A1	<i>Myotis muricola</i>	-	-	-	nepublikováno
A2	<i>Chalinolobus tuberculatus</i>	-	-	-	Lin Y.-H. <i>et al.</i> 2001
A3	<i>Chalinolobus nigrogriseus</i>	-	-	-	nepublikováno
A4	<i>Chalinoloobus morio</i>	Viktorie, Austrálie	C.morio	Museum Victoria	Appleton <i>et al.</i> 2004
MN1	<i>M.natalensis</i>	Masha, Etiopie	pb2533	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MN2	<i>M.natalensis</i>	Masha, Etiopie	pb2532	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MN3	<i>M.natalensis</i>	Riqab, Yemen	pb3127	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MN4	<i>M.natalensis</i>	Riqab, Yemen	pb3128	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MN5	<i>M.natalensis</i>	Halhal, Yemen	pb3747	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MA1	<i>M.australis</i>	Ostrov Leyte, Filipíny	LRH3025	Field Museum, Chicago	Appleton <i>et al.</i> 2004
MA2	<i>M.australis</i>	Ostrov Negros, Filipíny	EAR1230	Field Museum, Chicago	Appleton <i>et al.</i> 2004
MA3	<i>M.australis</i>	Ostrov Toga, Vanuatu	M28239	Australian Museum	Appleton <i>et al.</i> 2004
MA4	<i>M.australis</i>	Ostrov Tegua, Vanuatu	M28228	Australian Museum	Appleton <i>et al.</i> 2004
MA5	<i>M.australis</i>	Ostrov Aore, Vanuatu	M28212	Australian Museum	Appleton <i>et al.</i> 2004
MA6	<i>M.australis</i>	Cape York, Queensland, Austrálie	M16297	CSIRO ANWC,a Australia	Appleton <i>et al.</i> 2004
MA7	<i>M.australis</i>	Záliv Shoalswater, Queensland, Austrálie	M16452	CSIRO ANWC,a Australia	Appleton <i>et al.</i> 2004
MA8	<i>M.australis</i>	Jáva	39374	Western Australian Museum	Appleton <i>et al.</i> 2004
MSB1	<i>M.s.bassanii</i>	Naracoorte, Jižní Austrálie	NA8	Museum Victoria	Appleton <i>et al.</i> 2004
MSF1	<i>M.s.fuliginosus</i>	Wakayama, Japonsko	MH7361	Osaka City Univ. Japan	Appleton <i>et al.</i> 2004
MI1	<i>M.inflatus</i>	Sof Omar, Etiopie	pb2473	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MI2	<i>M.inflatus</i>	Sof Omar, Etiopie	pb2475	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MI3	<i>M.inflatus</i>	Pohoří Rwenzori, Uganda	144314	Field Museum, Chicago	Appleton <i>et al.</i> 2004
MM1	<i>M.manavi</i>	Provincie Fianarantsoa, Madagaskar	151718	Field Museum, Chicago	Appleton <i>et al.</i> 2004
MMa1	<i>M.magneater</i>	Řeka Nong, prov. West Sepik, Nová Guinea	AMSM15938	Australian Museum	Appleton <i>et al.</i> 2004
MMe1	<i>M.medius</i>	Magidobo, prov. Sthn. Highlands, Nová Guinea	AMSM16488	Australian Museum	Appleton <i>et al.</i> 2004
MMe2	<i>M.medius</i>	Řeka Sol, prov. West Sepik, Nová Guinea	AMSM16824	Australian Museum	Appleton <i>et al.</i> 2004
MSN1	<i>M.s.natalensis</i>	Steenkampskraal, Jižní Afrika	SKK4	Univ. Cape Town, Sth Africa	Appleton <i>et al.</i> 2004
MSN2	<i>M.s.natalensis</i>	Sudwala, Jižní Afrika	SWF10	Univ. Cape Town, Sth Africa	Appleton <i>et al.</i> 2004
MSO1	<i>M.s.orianae</i>	Kimberley Rangers, Západní Austrálie	EBU25872	Australian Museum	Appleton <i>et al.</i> 2004
MSO2	<i>M.s.orianae</i>	Darwin, Northern Territory, Austrálie	NTU01	Northern Territory Museum	Appleton <i>et al.</i> 2004
MSoC1	<i>M.s.oceanensis</i>	Nowa Nowa, Viktorie, Austrálie	NN4	Museum Victoria	Appleton <i>et al.</i> 2004
MSP1	<i>M.s.pallidus</i>	Bisotun, Írán	pb1340	Národní Muzeum, Praha	tato práce

Tabulka 1. (pokračování)

Haplotyp	Druh	Region	Sbírková značka	Původ materiálu	Citace
MSP2	<i>M.s.pallidus</i>	Bisotun, Írán	pb1342	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MSP3	<i>M.s.pallidus</i>	Dorud, Írán	pb1346	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MSP4	<i>M.s.pallidus</i>	Mina, Írán	pb3226	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.s.pallidus</i>	Mina, Írán	pb3227	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MSP5	<i>M.s.pallidus</i>	Azokh, Nagorno-Karabakh	ND2P1	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSP6	<i>M.s.pallidus</i>	Sarin Ab-Garma, Írán	ND2P2	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSP7	<i>M.s.pallidus</i>	Karaftu, Írán	ND2P3	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSP8	<i>M.s.pallidus</i>	Azokh, Nagorno-Karabakh	ND2P4	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSP9	<i>M.s.pallidus</i>	Karaftu, Írán	ND2P5	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSP10	<i>M.s.pallidus</i>	Azokh, Nagorno-Karabakh	ND2P6	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
	<i>M.s.pallidus</i>	Azokh, Nagorno-Karabakh	ND2P7	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSP11	<i>M.s.pallidus</i>	Epçik, Turecko	ND2P8	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
	<i>M.s.pallidus</i>	Epçik, Turecko	ND2P9	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSP12	<i>M.s.pallidus</i>	Delikli, Turecko	ND2P10	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSP13	<i>M.s.pallidus</i>	Delikli, Turecko	ND2P11	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MS1	<i>M.schreibersii</i>	Khashibah, Jordánsko	pb4215	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MP1	<i>M.propitristris</i>	Waro, prov. Sthn. Highlands, Nová Guinea	AMSM16461	Australian Museum	Appleton <i>et al.</i> 2004
MSS1	<i>M.s.schreibersii</i>	Omalos, Kréta	pb3365	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.s.schreibersii</i>	Milatos, Kréta	pb3420	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.s.schreibersii</i>	Milatos, Kréta	pb3423	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.s.schreibersii</i>	jesk. Vreikos, Kréta	pb3591	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MSS2	<i>M.s.schreibersii</i>	Omalos, Kréta	pb3371	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.s.schreibersii</i>	Lefkogia, Kréta	pb3586	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MS2	<i>M.schreibersii</i>	Aaqura, Libanon	pb3455	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MS3	<i>M.schreibersii</i>	Aaqura, Libanon	pb3456	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.schreibersii</i>	Safita, Sýrie	pb1914	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MS4	<i>M.schreibersii</i>	Aamchite, Libanon	pb3487	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.schreibersii</i>	Kakopetria, Kypr	CH50	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MSS3	<i>M.s.schreibersii</i>	Talkout, Maroko	pb2660	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.s.schreibersii</i>	Sebt-des-Ait-Serhrouchen, Maroko	pb2716	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MSS4	<i>M.s.schreibersii</i>	Talkout, Maroko	pb2664	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MSS5	<i>M.s.schreibersii</i>	Tazouguerte, Maroko	pb3906	Národní Muzeum, Praha	tato práce

Tabulka 1. (pokračování)

Haplotyp	Druh	Region	Sbírková značka	Původ materiálu	Citace
MSS5	<i>M.s.schreibersii</i>	Tazouguerte, Maroko	pb3908	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MS5	<i>M.schreibersii</i>	Talsh'hab, Sýrie	pb1883	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.schreibersii</i>	Qala' at al Hosn, Sýrie	49989	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MS6	<i>M.schreibersii</i>	Crac des Chevaliers, Sýrie	pb1904	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.schreibersii</i>	Safita, Sýrie	pb1912	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MS7	<i>M.schreibersii</i>	Kalavastos, Kypr	pb2836	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.schreibersii</i>	Kakopetria, Kypr	pb2807	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.schreibersii</i>	Kakopetria, Kypr	pb2806	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.schreibersii</i>	Poloostrov Akamas, Kypr	CH31	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MS8	<i>M.schreibersii</i>	Kakopetria, Kypr	CH24	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.schreibersii</i>	Poloostrov Akamas, Kypr	CH69	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MSS6	<i>M.s.schreibersii</i>	Betfia, Rumunsko	R2	sbírka Dr. Pavla Hulvy	tato práce
	<i>M.s.schreibersii</i>	Betfia, Rumunsko	R5	sbírka Dr. Pavla Hulvy	tato práce
	<i>M.s.schreibersii</i>	Etna, Sicílie	Si22	sbírka Dr. Pavla Hulvy	tato práce
	<i>M.s.schreibersii</i>	Etna, Sicílie	Si28	sbírka Dr. Pavla Hulvy	tato práce
	<i>M.s.schreibersii</i>	Etna, Sicílie	Si30	sbírka Dr. Pavla Hulvy	tato práce
	<i>M.s.schreibersii</i>	Drienovec, Slovensko	pb4260	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.s.schreibersii</i>	Drienovec, Slovensko	pb4261	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MSS7	<i>M.s.schreibersii</i>	Betfia, Rumunsko	pb4256	Národní Muzeum, Praha	tato práce
	<i>M.s.schreibersii</i>	Dubova, Rumunsko	pb4419	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MSS8	<i>M.s.schreibersii</i>	Betfia, Rumunsko	pb4258	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MSS9	<i>M.s.schreibersii</i>	Akbez, Turecko	TR 99	Národní Muzeum, Praha	tato práce
MSS10	<i>M.s.schreibersii</i>	Hizar, Turecko	ND2S2	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSS11	<i>M.s.schreibersii</i>	Horataşi, Turecko	ND2S3	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSS12	<i>M.s.schreibersii</i>	Zindan, Turecko	ND2S4	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSS13	<i>M.s.schreibersii</i>	Karanlık, Turecko	ND2S5	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSS14	<i>M.s.schreibersii</i>	Karanlık, Turecko	ND2S6	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSS15	<i>M.s.schreibersii</i>	Zindan, Turecko	ND2S7	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSS16	<i>M.s.schreibersii</i>	Ghliana, Gruzie	ND2S8	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSS17	<i>M.s.schreibersii</i>	Ghliana, Gruzie	ND2S9	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSS18	<i>M.s.schreibersii</i>	Obruk, Turecko	ND2S13	-	Furman <i>et al.</i> 2010b
MSS19	<i>M.s.schreibersii</i>	Obruk, Turecko	ND2S14	-	Furman <i>et al.</i> 2010b

Tabulka 1. (pokračování)

Haplotyp	Druh	Region	Sbírková značka	Původ materiálu	Citace
MS9	<i>M.schreibersii</i>	Provincie Yunan, Čína	K10	South Australian Museum	Appleton <i>et al.</i> 2004
MS10	<i>M.schreibersii</i>	Pohoří Usambara, Tanzánie	151208	Field Museum, Chicago	Appleton <i>et al.</i> 2004
MS11	<i>M.schreibersii</i>	Rezervace Gonja Forest, Tanzánie	150090	Field Museum, Chicago	Appleton <i>et al.</i> 2004
MS12	<i>M.schreibersii</i>	Ostrov Negros, Filipíny	EAR1572	Field Museum, Chicago	Appleton <i>et al.</i> 2004
MSS20	<i>M.s.schreibersii</i>	Agadir, Maroko	61	sbírka Javier Juste	Appleton <i>et al.</i> 2004
	<i>M.s.schreibersii</i>	Agadir, Maroko	59	sbírka Javier Juste	Appleton <i>et al.</i> 2004
MSS21	<i>M.s.schreibersii</i>	Cadis, Španělsko	Mal-1	sbírka Javier Juste	Appleton <i>et al.</i> 2004
MSS22	<i>M.s.schreibersii</i>	Pazardzik, Bulharsko	B.5.1	sbírka Teadora Ivanova	Appleton <i>et al.</i> 2004
MSS23	<i>M.s.schreibersii</i>	Sofie, Bulharsko	B.1.2	sbírka Teadora Ivanova	Appleton <i>et al.</i> 2004
MSS24	<i>M.schreibersii</i>	Waro, prov. Sthn. Highlands, Nová Guinea	AMSM16495	Australian Museum	Appleton <i>et al.</i> 2004
MT1	<i>M.tristis</i>	Ostrov Leyte, Filipíny	EAR1574	Field Museum, Chicago	Appleton <i>et al.</i> 2004
MT2	<i>M.tristis</i>	Ostrov Negros, Filipíny	EAR1389	Field Museum, Chicago	Appleton <i>et al.</i> 2004
MX1	<i>M.species</i>	Santa Isabel, Šalamounovi ostrovy	M24755	Australian Museum	Appleton <i>et al.</i> 2004
MX2	<i>M.species</i>	Santa Isabel, Šalamounovi ostrovy	M24752	Australian Museum	Appleton <i>et al.</i> 2004
MX3	<i>M.species</i>	Santa Isabel, Šalamounovi ostrovy	M24751	Australian Museum	Appleton <i>et al.</i> 2004

3.2. Získávání dat

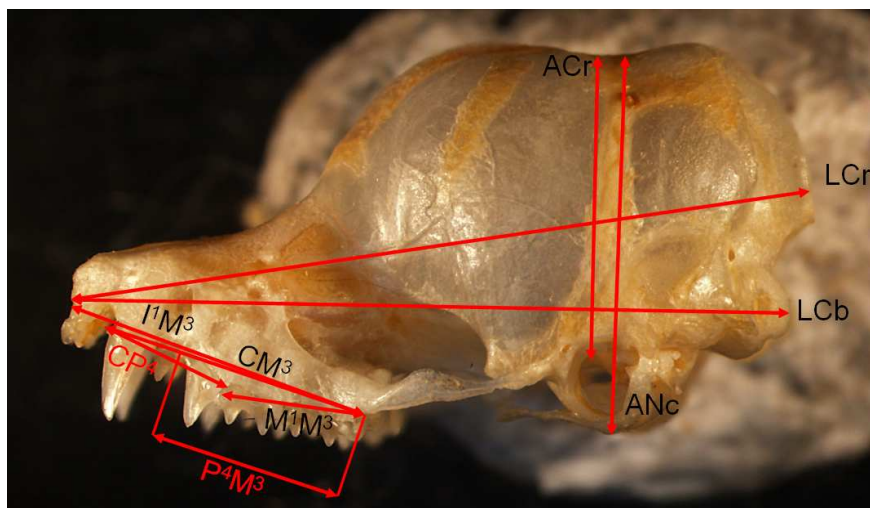
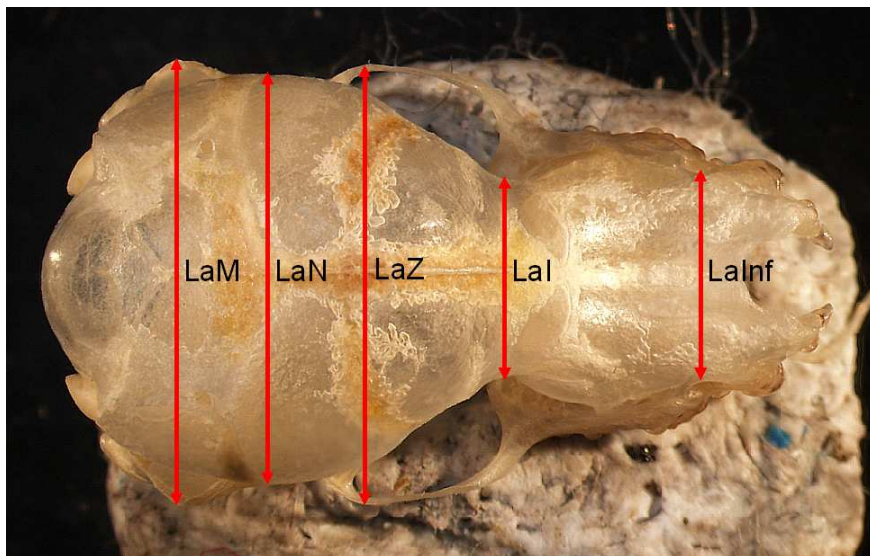
3.2.1. Morfometrická analýza

Základní objektem hodnocení jsou výsledky kranio-metrických a dentálně-metrických měření, zjištění stavu a poměrů pozorovaných fenetických znaků a zjištěných tvarových odlišností. Takto bylo zpracováno celkem 342 jedinců druhu *M. schreibersii*, 11 jedinců druhu *M. natalensis* a 12 jedinců druhu *M. inflatus*.

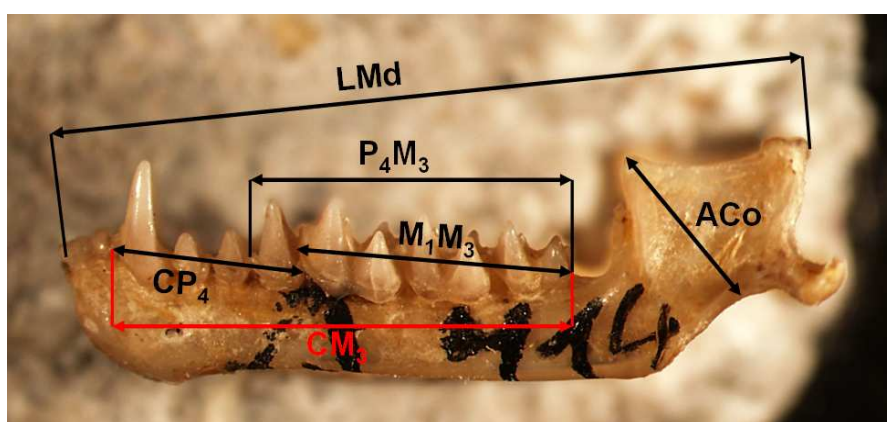
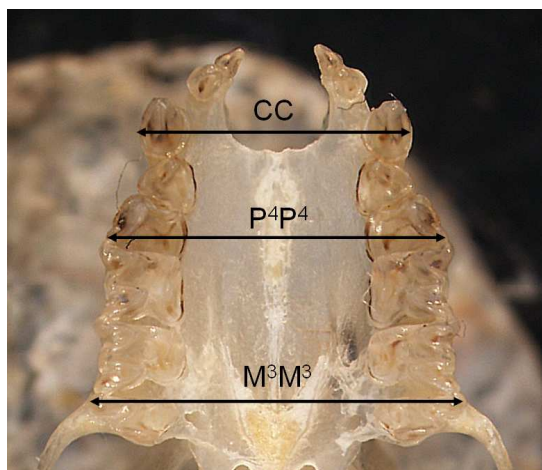
Lebky byly měřeny digitálním posuvným měřítkem s rozlišením 0,02 mm. Celkem bylo na lebce (včetně mandibuly) zjišťováno 24 rozměrů. Způsob jejich měření je na obr. 12. Kranialní rozměry zahrnují: největší délku lebky (LCr – od nejkaudálněji položeného bodu na okcipitální kosti po anteriorně položený bod nad horními incisivy); kondylobazální délku lebky (LCb – od nejvíce anteriorně položeného bodu na rostru nad horními incisivy po posteriorní okraj týlních hrbolů); zygomatickou šířku (LaZ – největší šíře na jařmových obloucích); šířku mezičnicového zúžení (Lal – nejužší šíře za orbitami); infraorbitální šířku (Lalnf – vzdálenost mezi podočnicovými otvory); šířku mozkovny (LaN); mastoidální šířku (LaM – největší šíře bradavkových výběžků); výšku mozkovny (ANc – výška od nejventrálnější hrany basisphenoidu po nejdorzálněji postavený bod mozkovny); maximální výšku mozkovny (ACr – od ventrální hrany bubínkové výdutě po nejdorzálněji postavený bod mozkovny); délku mandibuly (LMd – od nejanteriorněji položeného bodu mandibuly pod prvním incisivem po posteriorně nejvíce položený bod na kloubním výběžku); výšku korunového výběžku (ACo – od nejdorsálněji položeného bodu na *processus coronoideus* po vrchol konkávního prohnutí mezi *processus angularis* a ventrální hranou *corpus mandibulae*); rostrální šířku na horních kaninech (CC – od vnějších hran alveolů); rostrální šířku na posledních horních premolárech P^4 (P^4P^4 – od vnějších hran alveolů); rostrální šířku na posledních horních stoličkách M^3 (M^3M^3 – od vnějších hran alveolů); délky zubních řad I^1M^3 , CM^3 , P^4M^3 , M^1M^3 , CP^4 , měřené od anteriorních hran alveoly prvního zubu po posteriorní hranu alveoly druhého zubu u daného rozměru. Posledních pět délek zubních řad bylo měřeno stejným způsobem i na mandibule (CM_3 ; P_4M_3 ; M_1M_3 ; CP_4).

Dentice byla měřena na optické binolupě MFC-10 měřítkem s přesností na 0,0125 mm. Celkem bylo zjišťováno 57 rozměrů na jednotlivých zubech horní a dolní čelisti. Dentální rozměry zahrnují: délku I^1 (LI^1), I^2 (LI^2), C^{sup} (LC^{sup}), P^3 (LP^3), P^4 (LP^4), M^3 (LM^3) v horní čelisti a I_1 (LI_1), I_2 (LI_2), I_3 (LI_3), P_2 (LP_2), P_3 (LP_3), P_4 (LP_4), M_1 (LM_1), M_2 (LM_2), M_3 (LM_3) v dolní čelisti. Šířku I^1 (WI^1), I^2 (WI^2), C^{sup} (WC^{sup}), P^3 (WP^3), P^4 (WP^4), M^3 (WM^3) v horní čelisti a I_1 (WI_1), I_2 (WI_2), I_3 (WI_3), P_2 (WP_2), P_3 (WP_3), P_4 (WP_4) v dolní čelisti. Na některých molárech horní i dolní dentice byly měřeny další rozměry – M^1 : LoM^1 , LiM^1 , $W1M^1$, $W2M^1$, $W3M^1$; M^2 : LoM^2 , LiM^2 , $W1M^2$, $W2M^2$, $W3M^2$; M_1 : $W1M_1$, $W2M_1$, $W3M_1$; M_2 : $W1M_2$, $W2M_2$; M_3 : WM_3 . Na molárech horní dentice se jedná o diagonální šířku zubů ($W1M^1$, $W1M^2$), největší délku zubu

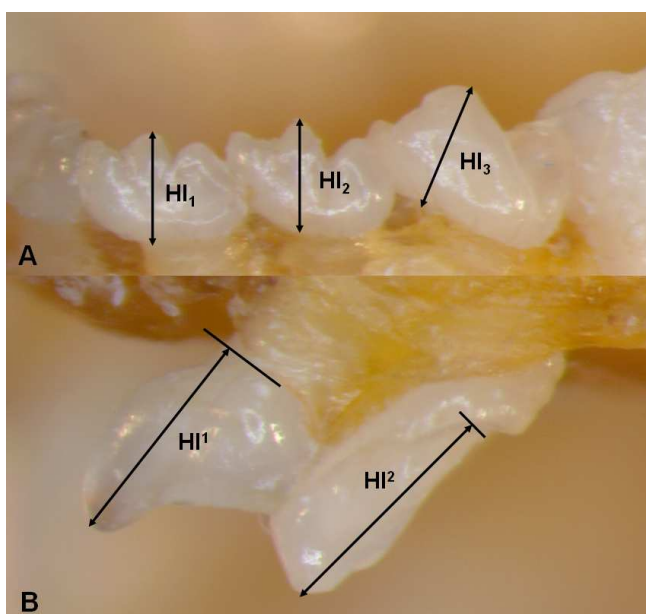
(LoM^1 , LoM^2), nejmenší délku zubu (LiM^1 , LiM^2), šířku ve střední části zubu ($W2M^1$, $W2M^2$), největší šířku v distální polovině zubu ($W3M^1$, $W3M^2$). Na molárech dolní dentice se potom jedná o šířku ve střední části mesiální poloviny zubu ($W1M_1$, $W1M_2$), šířku ve střední části distální poloviny zubu ($W2M_1$, $W2M_2$), diagonální šířku v distální polovině zubu ($W3M_1$) a nejmenší šířku zubu (WM_3). Dále byla měřena výška všech zubů vyjma molárů (HI^1 , HI^2 , HP^3 , HP^4 , HI_1 , HI_2 , HI_3 , HP_2 , HP_3 , HP_4). Způsob měření všech dentálních rozměrů je znázorněn na obr. 13–15. Počty vzorků pro metrické analýzy uvádí tab. 2.



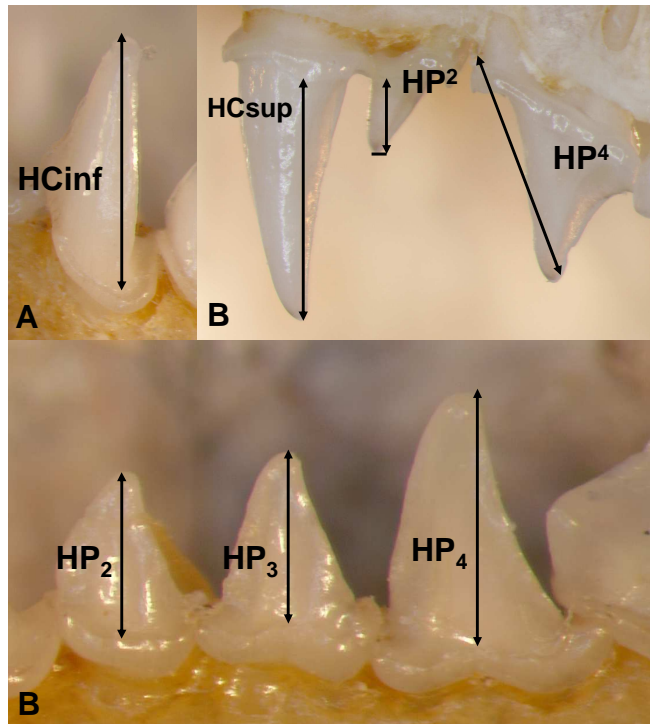
Obrázek 12. Schéma způsobu měření jednotlivých kraniálních rozměrů (vysvětlení zkratk viz text).



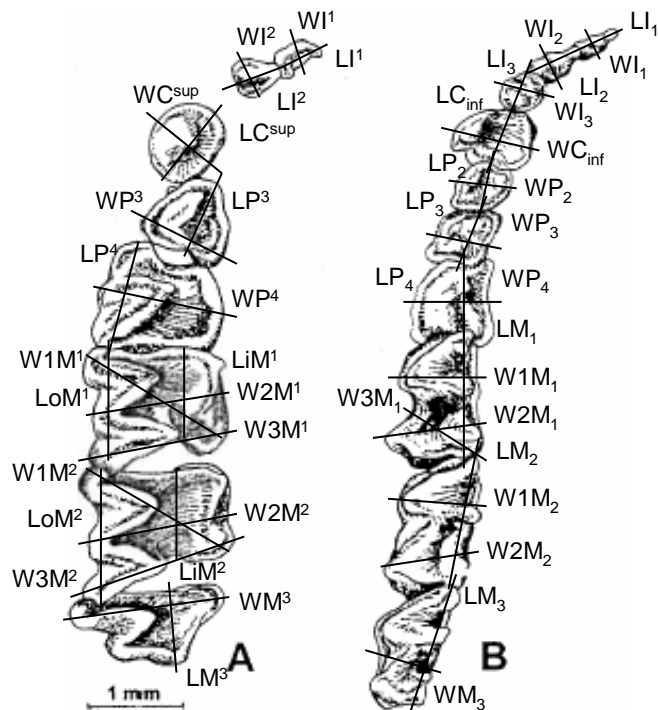
Obrázek 12. (pokračování)



Obrázek 13. Způsob měření výškových rozměrů na dentici. **A** – dolní řezáky; **B** – horní řezáky. Šipky znázorňují rovinu měření. Zvětšeno 45x .



Obrázek 14. Způsob měření výškových rozměrů na dentici. **A** – dolní špičák; **B** – zleva: horní špičák, druhý třenový zub, čtvrtý třenový zub; **C** – dolní premolárová řada, zleva: druhý, třetí a čtvrtý třenový zub. Šipky znázorňují rovinu měření. Zvětšeno 45x .



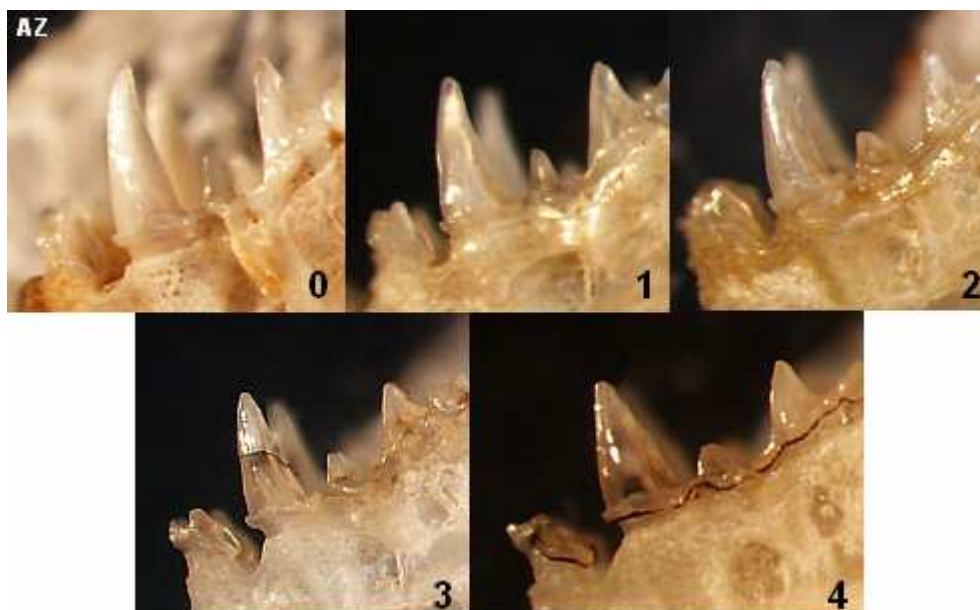
Obrázek 15. Pohled na **A** pravou horní, **B** levou spodní zubní řadu druhu *Miniopterus schreibersii*. Černé čáry ukazují rovinu měření jednotlivých rozměrů. Upraveno podle Boye (2004).

Tabulka 2. Počty vzorků k jednotlivým pohlavím v jednotlivých skupinách pro kraniálně-metrické, dentálně-metrické a fenetické analýzy.

Skupina	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Samice	12	10	3	33	52	4	20	37	10
Samci	29	8	7	6	28	15	14	54	2
Celkem	42	18	12	49	84	19	37	93	12

Lebky, mandibuly a dentice byly fotografovány na optickém mikroskopu Olympus SXZ12 s digitální kamerou a následně zpracovávány a upraveny v programu Quickphoto 4.1 (Promicra), uloženy ve formátu JPEG v rozlišení 1360x 1200 pixelů. Mandibuly byly fotografovány samostatně. Bylo pořízeno celkem osm typů fotografií každého vzorku – dorzální (LD), ventrální (LV) a laterální (LL) pohled na lebku (zvětšeno 10x); horní zubní řada (MAX) (zvětšeno 20x); detail horní premolárové dentice (PR) (zvětšeno 31,5x); dorzální (MD) (zvětšeno 20x), laterální (ML) a okluzální (MO) pohled na mandibulu (zvětšeno 12,5x). Fotografie každého typu byly pořízeny vždy pod totožným úhlem a se stejnou pozicí fotografovaného objektu. Všechny fotografie jsou k dispozici na přiloženém DVD.

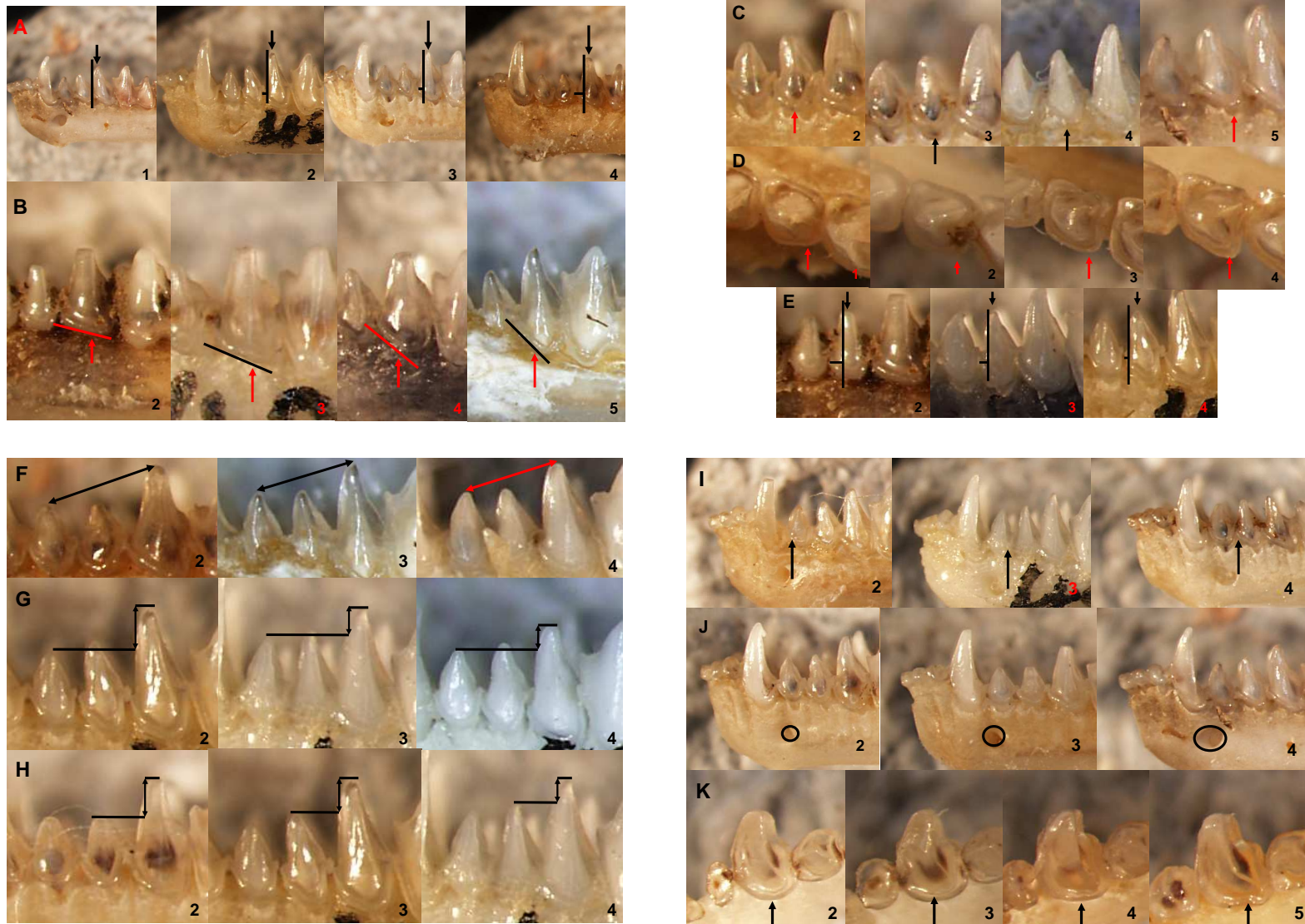
Na získaných fotografiích lebek, mandibul a dentice byl následně zjišťován stav 50 fenetických znaků (přehled jednotlivých fenetických znaků podává tab. 3). Tyto znaky byly hodnoceny podle definované škály systému 1, 2, 3, 4, 5 vyjma celkové abraze. Ta byla hodnocena na škále 0, 1, 2, 3, 4. Graficky znázorněný gradient 1–5 všech fenetických znaků a abraze je k dispozici na obr. 16 a 17. Počty vzorků pro analýzu fenetických znaků podává tab. 2.



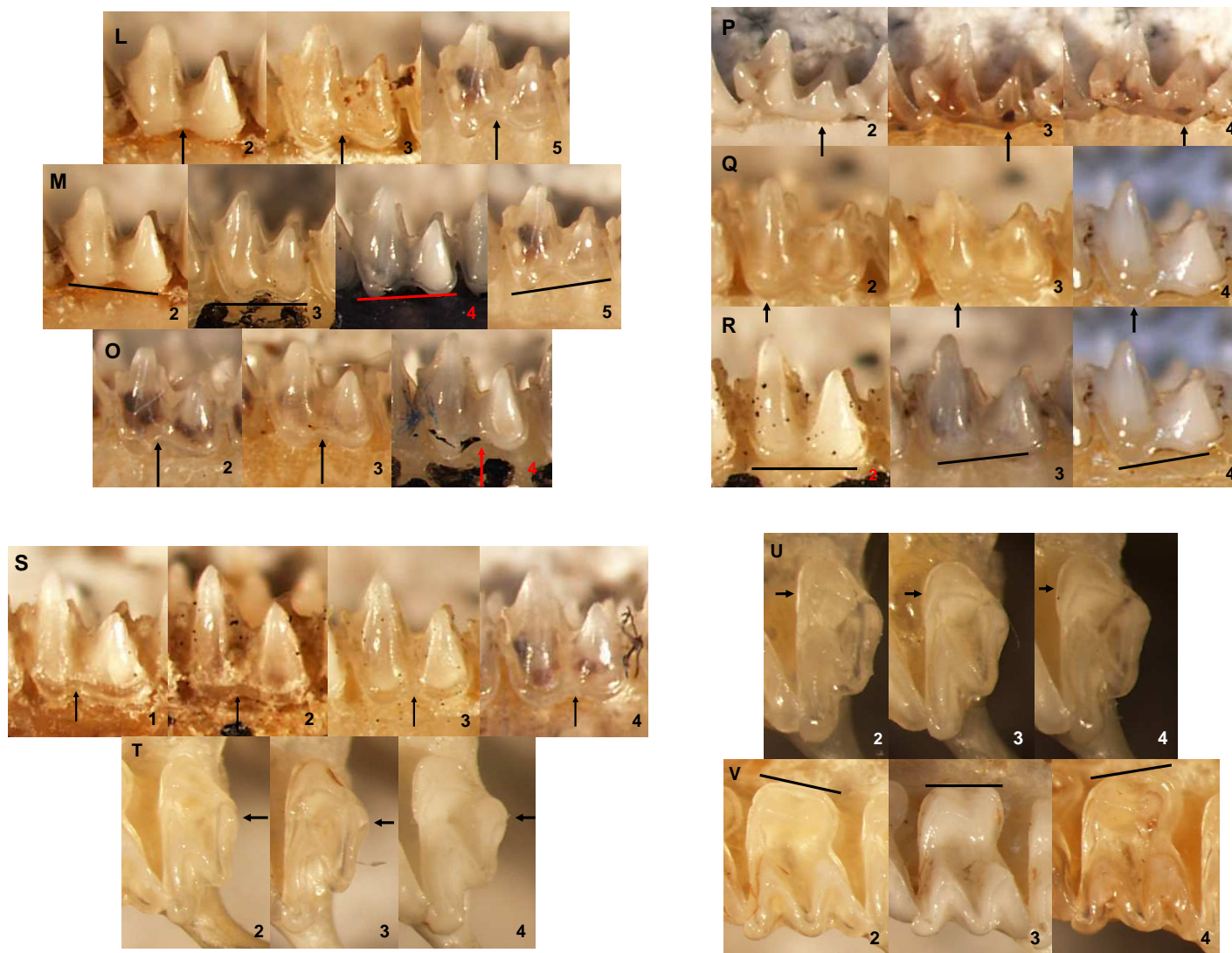
Obrázek 16. Definovaná škála systému abraze. Vzestupně míra abraze. Zvětšeno 10x.

Tabulka 3. Přehled sledovaných fenetických znaků a jejich popis. Označení se vztahuje k obr. 16 a 17.

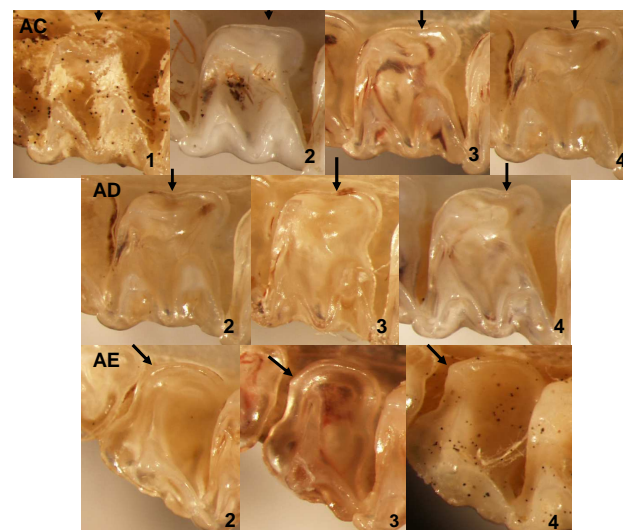
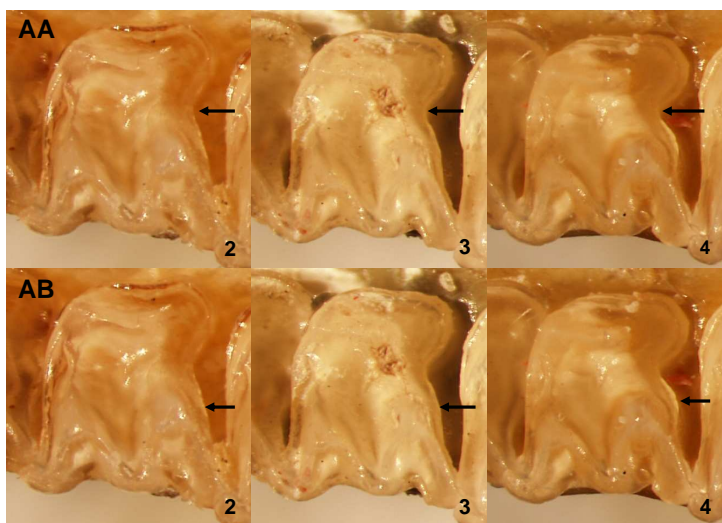
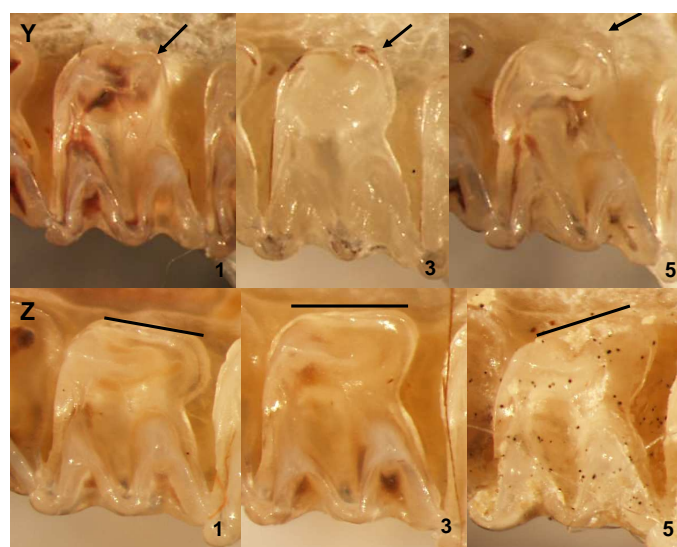
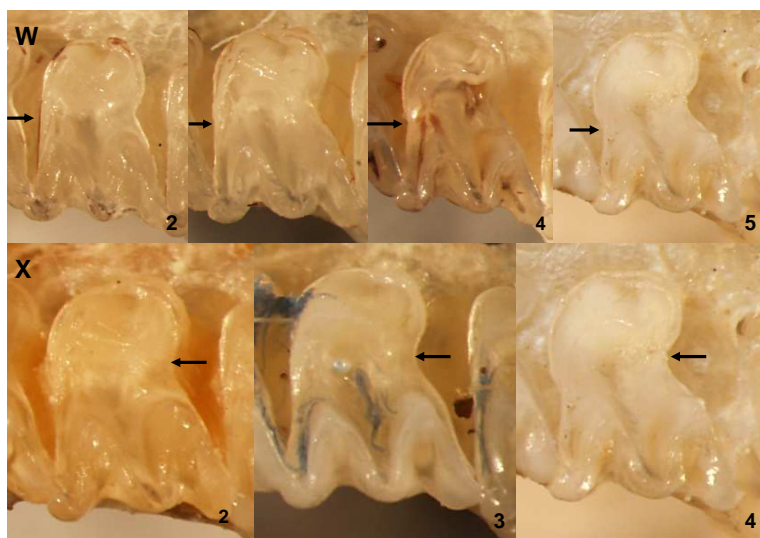
Znak	Označení	Popis	Typ fotografie
P4inf	A	Sklon P_4	ML
P4inf2	B	Tvar cingula P_4 (míra a pozice vyklenutí)	ML
P3inf	C	Tvar cingula P_3 (pozice hrotu vyklenutí)	ML
P3inf2	D	Míra vyklenutí distálně-laterálního oblouku P_3	MD
P3inf3	E	Sklon P_3	ML
P2P4inf	F	Relativní vzdálenost hrotu $P_2 - P_4$	ML
P2P4inf2	G	Relativní výška hrotu P_2 ku P_4	ML
P3P4inf	H	Relativní výška hrotu P_3 ku P_4	ML
FmenP2inf	I	Pozice <i>foramen mentale</i> ku P_2	ML
Fmen	J	Absolutní velikost <i>foramen mentale</i>	ML
Cinf	K	Tvar cingula na okluzální straně Cinf	MD
CingM1inf	L	Míra progresse konvexivity protocingula M_1 ventrálním směrem	ML
CingM1inf2	M	Míra progresse protocingula ku postcingulu M_1 ventrálním směrem	ML
CingM1inf3	O	Pozice vrcholu konkávy cingula M_1	ML
CingM1inf4	P	Míra prohnutí postcingula M_1	MO
CingM2inf	Q	Míra progresse konvexivity protocingula M_2 ventrálním směrem	ML
CingM2inf2	R	Míra progresse protocingula ku postcingulu M_2 ventrálním směrem	ML
CingM2inf3	S	Pozice vrcholu konkávy cingula M_2	ML
M3sup	T	Míra progresse metaconu M^3 distálním směrem	MAX
M3sup2	U	Míra zvětšení palatální strany M^3	MAX
M2sup	V	Sklon okluzální hrany M^2	MAX
M2sup2	W	Míra prohnutí na mesiální straně M^2	MAX
M2sup3	X	Míra vyklenutí na distální straně M^2 (v laterální polovině)	MAX
M2sup4	Y	Největší míra prohloubení na distální straně M^2	MAX
CingM2sup	Z	Míra progresse cingulárního výběžku na distálně-okluzálním oblouku M^2	MAX
M1sup	AA	Sklon okluzální hrany M^1	PR
M1sup2	AB	Míra prohloubení distální strany M^1 (v laterální polovině)	PR
M1sup3	AC	Míra vyklenutí distální strany M^1	PR
M1sup4	AD	Míra prohnutí na palatální straně M^1	PR
M1sup5	AE	Pozice prohnutí na palatální straně M^1	PR
P4sup	AF	Míra progresse výběžku na okluzálně-mesiální straně P^4	PR
P4sup2	AG	Míra prohloubení na mesiální straně P^4	PR
P4sup3	AH	Míra prohloubení na distální straně P^4	PR
P4sup4	AI	Míra progresse mesio-okluzálního oblouku P^4	PR
P4sup5	AJ	Míra progresse mesio-laterálního oblouku P^4	PR
P4sup6	AK	Míra prohnutí v na laterální straně P^4 (v mesiální polovině cingula)	PR
P4sup7	AL	Míra prohnutí v na laterální straně P^4 (v distální polovině cingula)	PR
P4sup8	AM	Centrální pozice prohloubení na laterální straně P^4 (v distální polovině cingula)	PR
P2sup	AN	Relativní šíře mesiálního oblouku P^2	PR
P2sup2	AO	Míra prohloubení na distální straně P^2	PR
P2sup3	AP	Míra prohloubení na okluzální straně P^2	PR
P2sup4	AQ	Míra prohnutí na mesio-laterální straně P^2	PR
CingCsup	AR	Míra zvětšení cingulárního výběžku Csup	LL
ZygW	AS	Míra zesílení na zygomatickém oblouku	LL
InfO	AT	Pozice infraorbitálního otvoru ku P^3	LL
InfO2	AU	Vzdálenost od dorzálního okraje infraorbitálního otvoru k dorzální hraně rostra	LL
I2supCsup	AV	Hloubka prohlubně mezi I^2 a C^{sup}	LL
ProcCW	AW	Relativní šířka <i>processus coronoideus</i>	MO
RmanW	AX	Relativní velikost výběžku na <i>ramus mandibuli</i> před <i>processus coronoideus</i>	MO
Isup	AY	Sklon horních incisivů	LV
Abraze	AZ	celková abraze dentice	LL



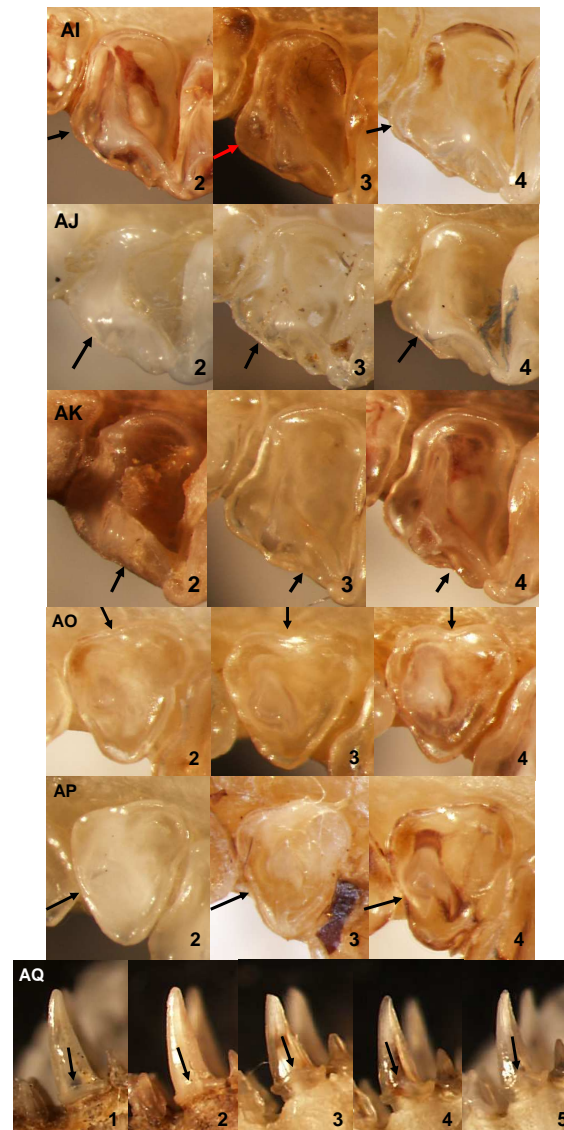
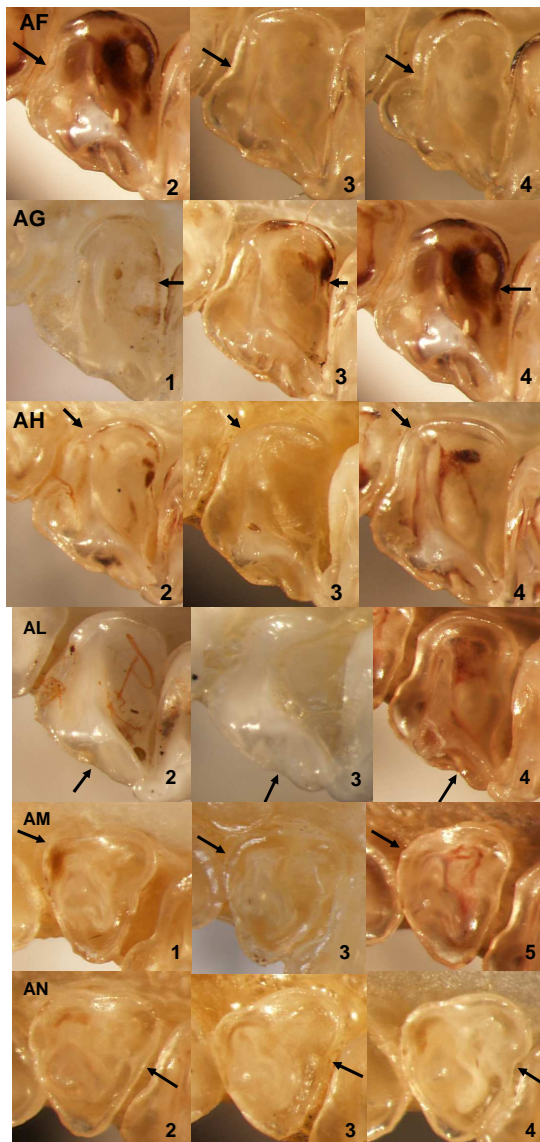
Obrázek 17. Gradient 1–5 všech analyzovaných fenetických znaků.



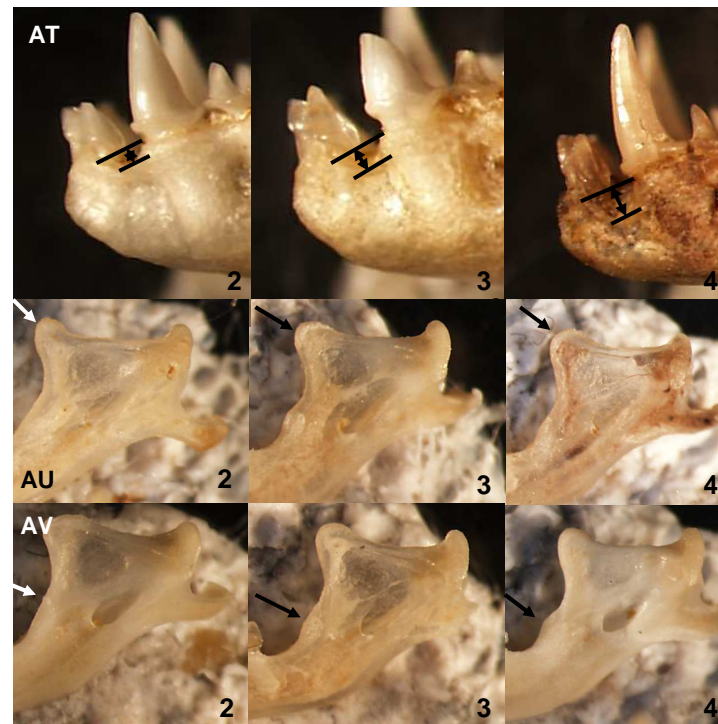
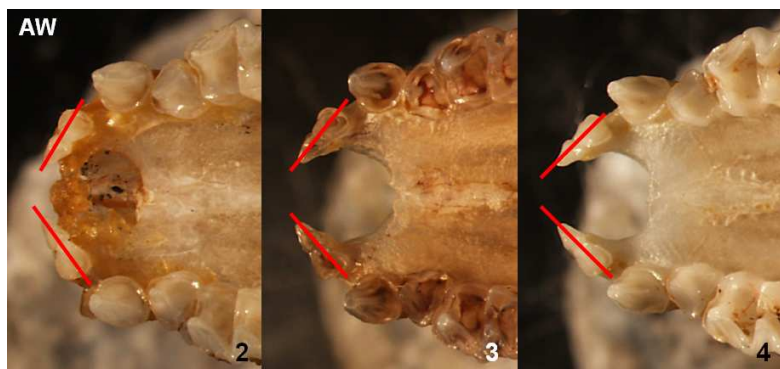
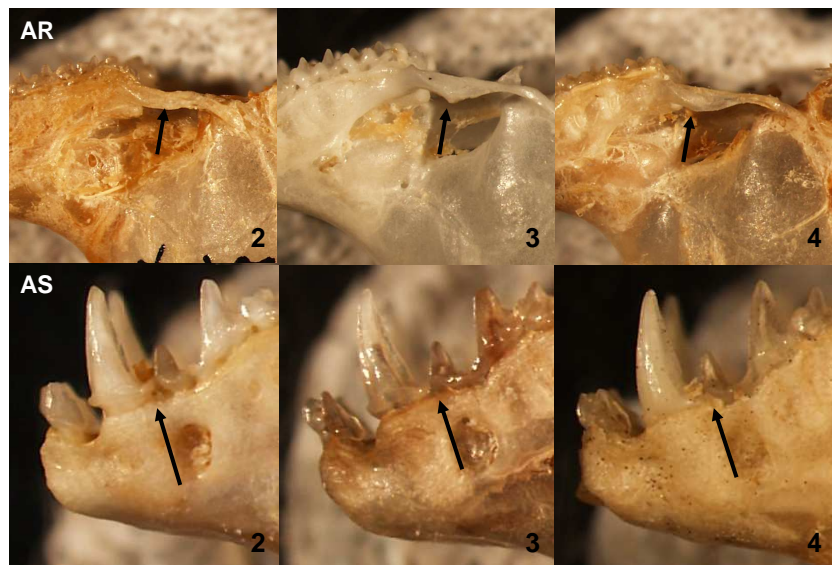
Obrázek 17. (pokračování)



Obrázek 17. (pokračování)

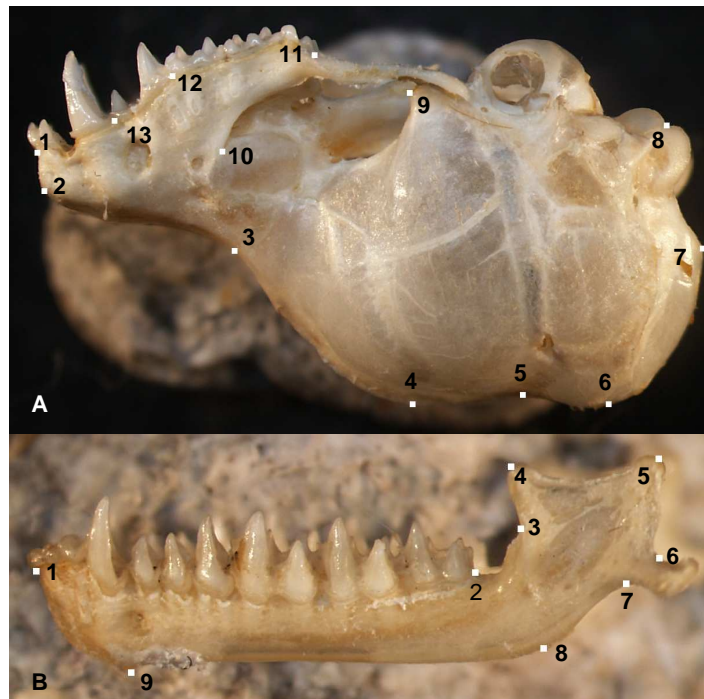


Obrázek 17. (pokračování)

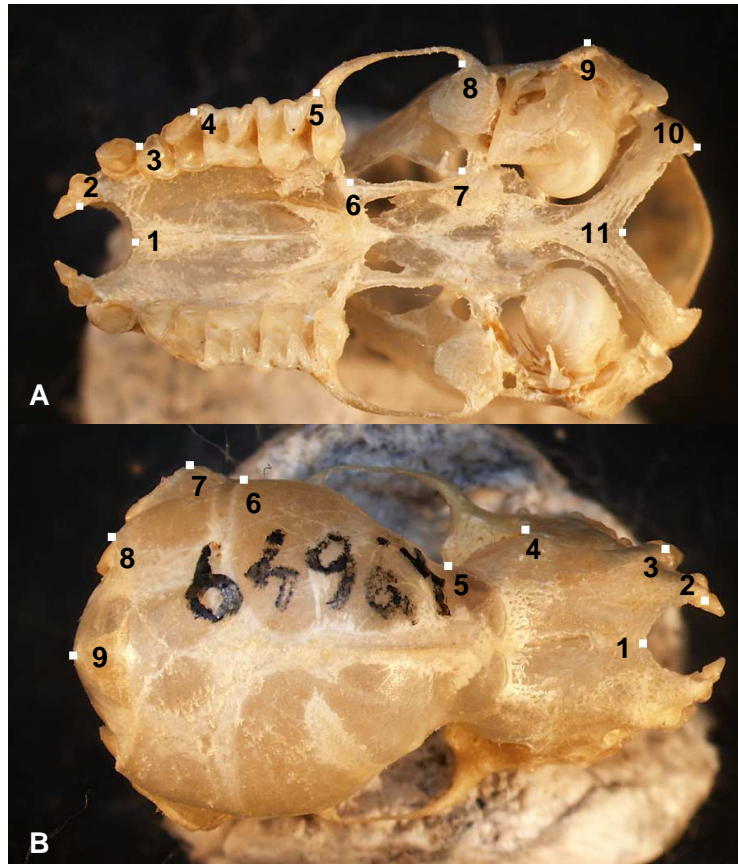


Obrázek 17. (pokračování)

Fotografie dorzálního, ventrálního, laterálního pohledu na lebku a laterálního pohledu na mandibulu byly převedeny programem tpsUtil (Rohlf 2008) do formátu tps a následně zpracovány geo-morfometricky v programu tpsDig2 (Rohlf 2008) – na fotografie 4 typů (dorzální, ventrální, laterální pohled na lebku a laterální pohled na mandibulu) byly umístěny homologní a topologicky ekvivalentní landmarky specifické pro každý typ fotografie. Celkový počet landmarků byl 9, 11, 13 a 9, jejich definice a umístění na fotografie je znázorněno na obr. 18 a 19. Veškeré takto upravené fotografie jsou k dispozici na přiloženém DVD. Koordináty (pozice) jednotlivých landmarků, vytvořené programem tpsDig2 (Rohlf 2008) z jednotlivých fotografií, byly převedeny na milimetry násobením příslušným konverzním faktorem (pixel/mm) každého snímku, ten vycházel z měřítka u daného snímku. Počty fotografií výše uvedených čtyř typů, pro jednotlivé populace a pohlaví v těchto skupinách, podává tab. 4 a tab. 5.



Obrázek 18. Umístění a popis landmarků na fotografie lebek. **A** – laterální pohled na pravou stranu lebky. Popis landmarků: (1) anteriorní extremity lebky, anteriorní hrana alveolu I¹; (2) dorzální extremity *fossa nasale*; (3) lebeční/rostrální kongruentní bod; (4) anteriorně - laterální extremity lebky; (5) konkávní extremity dorzální části mozkovny; (6) spoj mezi *os interparietale* a *os supraoccipitale*; (7) báze *os supraoccipitale*; (8) konvexní extremity na *condilus occipitalis*; (9) vrchol na *processus mastoideus*; (10) okulární orbita; (11) posteriorní extremity M³; (12) prostor mezi alveoly P⁴ a M¹; (13) posteriorní extremity alveolu C^{sup}. **B** – laterální pohled na levou stranu mandibuly. Popis landmarků: (1) anteriorní extremity mandibuly, anteriorní hrana alveolu I₁; (2) posteriorní extremity M₃; (3) laterální extremity na mesiální hraně *ramus mandibulae*; (4) vrchol na *processus coronoideus*; (5) vrchol na *processus condylaris*; (6) konvexní extremity v místě *incisura mandibulae inferior*; (7) konkávní extremity mezi *processus angularis* a *corpus mandibulae*; (8) konvexní extremity na ventrální hraně *corpus mandibulae* v její distální polovině; (9) ventrální extremity ve styku mandibulárních ramen.



Obrázek 19. Umístění landmarků na fotografie lebek. **A** – ventrální pohled na lebku. Popis landmarků: (1) premaxilární incisura; (2) anteriorní extremita lebky, na úrovni hrany alveolu I¹; (3) prostor mezi alveoly C^{sup} a P²; (4) anteriorní extremita M¹; (5) laterální extremita M³; (6) mandibulární arkádní incisura; (7) laterální okraj os *basisphaenoidalis*; (8) levá laterální extremita v místě *articular fossa*; (9) laterální extremita na *processus mastoideus*; (10) posteriorní extremita na *condilus occipitalis*; (11) incisura na *foramen magnum*. **B** – dorzální pohled na lebku. Popis landmarků: (1) premaxilární incisura; (2) anteriorní extremita lebky, na úrovni I¹; (3) laterální extremita rostra, na úrovni C^{sup}; (4) největší laterální extremita rostra; (5) konvexní extremita v *latitudo interorbitalis* (6) laterální extremita mozkovny v místě největší *latitudo neurocranialis*; (7) laterální extremita na *processus mastoideus*; (8) laterální okraj *squama occipitalis*; (9) posteriorní extremita lebky, v místě *turberculum occipitale*.

Tabulka 4. Počty fotografií (vzorků) k jednotlivým skupinám pro geo-morfometrické analýzy.

Skupina	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Morfometrické měření *	42	18	12	49	84	19	37	93	12
LD	42	18	11	37	74	19	34	92	12
LV	42	18	10	40	73	19	32	92	12
LL	42	18	10	42	68	19	32	91	12
ML	36	18	11	44	66	19	34	85	12

* zahrnuje měření kraniálních a dentálních znaků.

Tabulka 5. Počty fotografií (vzorků) k jednotlivým pohlavím v jednotlivých skupinách pro geo-morfometrické analýzy.

Skupina	Pohlaví	LD	LV	LL	ML
1	Samice	12	12	12	9
	Samec	29	29	29	26
2	Samice	10	10	10	10
	Samec	8	8	8	8
3	Samice	3	3	3	3
	Samec	8	7	7	7
4	Samice	27	29	30	30
	Samec	3	5	6	3
5	Samice	50	49	46	44
	Samec	21	20	19	24
6	Samice	4	4	4	4
	Samec	15	15	15	15
7	Samice	18	17	17	20
	Samec	14	13	13	13
8	Samice	36	36	36	34
	Samec	54	54	54	50
9	Samice	10	10	10	10
	Samec	2	2	2	2

3.2.2. Molekulární analýza

DNA byla izolována z tkáňových vzorků (1 mm² plagiopatagia) získaných z muzejních exemplářů uložených v 70% ethanolu. Odebrané vzorky tkání byly uchovávány v 96% ethanolu v lednici. K izolaci DNA byl využit komerčně dodávaný kit a následován doporučený protokol (Qiagen; Soul, Jižní Korea). Od protokolu jsem se odchýlil pouze v době inkubace tkáně s lyzačním pufrem. Ta byla prodloužena na 20 hodin. Segment extrahované mtDNA – kompletní gen pro druhou podjednotku NADH (gen ND 2 – 1044 bp), byl amplifikován vnějšími primery ND2-1 a ND2-2. Ty byly designovány Kirchmanem *et al.* (2001): (přímý ND2-1) 5'-CTAATAAAGCTTTCGGGCCCATAC-3', (reverzní ND2-2) 5'-GCCTTCAAAGCCTTAAGTAGAA-3'. PCR amplifikace byla konfigurována na objem 25 µL. Ten obsahoval 12,5 µL 2 krát koncentrovaného PPPmixu (150 mM Tris-HCl; pH 8,8; 40 mM (NH₄)₂SO₄; 0,02% Tween 20; 5 mM MgCl₂, 400 µM dATP, dCTP, dTTP, dGTP; 100 U/ml Taq Purple DNA polymerázy; stabilizátory; aditiva), 9,7 µL PCR vody, 0,65 µL každého primeru a 1,5 µL DNA daného vzorku. Vzorky byly denaturovány teplotou 95 °C po dobu 3 min. Následovalo 35 cyklů skládajících se z 30 s denaturace při 93 °C, 40 s zchlazení na 52 °C pro optimální nasedání primerů a 1 min. úseku při 72 °C pro ideální práci Taq polymerázy. Poslední krok byl 10 min. působení 72 °C. PCR produkty byly nejprve podrobeny elektroforéze na 0,8% agarozovém gelu pro ověření jejich přítomnosti. Poté purifikovány a osekvenovány v laboratořích firmy MacroGen (Soul, Jižní Korea). Pro sekvenování byly použity i vnitřní primery mmND2.1 (designovaný autory Osborne & Christidis 2001): přímý 5'-

GCACCATTCCTTCTGAGT-3' a mND2inR (designovaný konzultantem Václavem Gvoždíkem): reverzní 5'-TGAATRACYGCCGTA-3'. Zjištěné sekvence byly upraveny v programu BioEdit v.7.0.9.0. (Hall 1999) a alignovány pomocí programu Clustal W v. 1.8 (Thompson *et al.* 1997). Všechny alignmenty byly následně vyšetřeny vizuálně a zkontrolovány na přítomnost stop kodonů pomocí programu DnaSP 5.1 (Rozas *et al.* 2009). Přepis výsledných sekvencí je k dispozici na přiloženém DVD.

3.3. Analýza dat

3.3.1. Morfometrická analýza

Základní datový materiál byl zapisován do tabulkového procesoru Microsoft Excel 2002 (Microsoft corp.), kde byl tříděn, filtrován a připravován k vlastnímu statistickému zpracování.

Z jednotlivých znaků (rozměrů) měřených na lebce a dentici byl vytvořen soubor indexů – poměr dvou či více těchto rozměrů udávající určitý relativní rozměr či znak, např. LCr/ANc = relativní výška mozkovny, apod. Byly vypočteny hodnoty k těmto indexům, které byly následně vyneseny do grafů pro zjištění základních odlišností mezi jednotlivými skupinami (1–9) vzorků v těchto jednotlivých rozměrech.

Ze všech zjišťovaných metrických a fenetických znaků byly provedeny faktorové analýzy (FA) dvanácti souborů těchto znaků – 1: LCr-ACo (soubor všech kraniálních znaků vyjma znaků zubních řad, v tabulkách a textu nese označení G1 [např. G1F1 apod.]); 2: CC-CP⁴ (soubor všech znaků zubních řad, v tabulkách a textu nese označení G2); 3: LCr-CP⁴ (soubor všech kraniálních znaků, v tabulkách a textu nese označení G3); 4: LI¹-LM³ (soubor všech dentálních znaků na maxile, vyjma výšek zubů, v tabulkách a textu nese označení G1); 5: LI₁-WM₃ (soubor všech dentálních znaků na mandibule, vyjma výšek zubů, v tabulkách a textu nese označení G2); 6: LI¹-LM³ + LI₁-WM₃ (soubor znaků souborů 4 a 5, v tabulkách a textu nese označení G3); 7: CC-CP⁴ + LI¹-LM₃ (soubor znaků zubních řad a všech dentálních znaků, vyjma výšek zubů, na maxile, v tabulkách a textu nese označení G1); 8: I₁M₃-CP₄ + LI₁-WM₃ (soubor znaků zubních řad a všech dentálních znaků, vyjma výšek zubů, na mandibule, v tabulkách a textu nese označení G2); 9: CC-WM³ + I₁M₃-WM₃ (soubor znaků souborů 7 a 8, v tabulkách a textu nese označení G3); 10: P4inf-CingM2sup3 (soubor všech fenetických znaků na mandibulární dentici, v tabulkách a textu nese označení G1); 11: M3up-Isup (soubor všech fenetických znaků na maxilární dentici, mandibule a lebce, v tabulkách a textu nese označení G2); 12: P4inf-Isup (soubor znaků souborů 10 a 11, v tabulkách a textu nese označení G3), pro zjištění odlišností mezi jednotlivými skupinami. Bylo pracováno vždy s maximálně pěti faktory příslušných FA. Jednotlivé rozměry (znaky) v jednotlivých souborech viz kap. 3.2.1. Byly provedeny diskriminační analýzy (DA) stejných souborů znaků vyjma souboru 6, 9 a 12 (příliš mnoho znaků pro DA) jako u faktorových

analýz (označení v tabulkách [G] je stejné jako v případě FA). FA a DA byly pro tyto soubory dat provedeny nejprve pro soubor populací všech tří studovaných druhů zároveň (skupiny 1–9) a následně pouze pro soubor populací druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* (skupiny 1–8). Nakonec pouze pro soubor nejméně odlišných populací druhu *M. schreibersii* (skupiny 2, 4–8). Z výsledných dat, jak FA, tak DA byly vytvořeny indexy. Hodnoty k těmto indexům byly vypočteny a následně vyneseny do grafů pro vizualizaci odlišností mezi jednotlivými skupinami stejně jako v případě indexů pro jednotlivé znaky (viz výše).

Pro zjištění tvarové odlišnosti na lebkách a mandibulách mezi jednotlivými skupinami (soubory lebek a mandibul) byl použit program tpsRelW 1.46 (Rohlf 2008). Jednotlivé vzorky (fotky lebek a mandibul) byly alignovány a transformovány pomocí GPA (General Procrustes Alignment) s parametrem α nastaveným na nulu, ortogonálním zobrazením, zahrnující uniformní komponentu (uniform component). Metodou GPA byla vypočítána konsenzuální konfigurace landmarků (Procrustes average configuration – PAC) vycházející s koordinátů landmarků všech jednotlivých vzorků (metodologické detaily – Bookstein 1991). Byly zjištěny tvarové odlišnosti (vycházející z odlišného postavení landmarků jednotlivých vzorků vůči tomuto konsenzuálnímu rozmístění landmarků), které byly použity k výpočtu matice hodnot parciální deformace (landmarků) – parciální warp scores (PW). Hodnoty relativní deformace (landmarků) – relative warp scores (RW) byly vypočteny kovariací matice hodnot parciální deformace (PW). Hodnoty RW jsou v podstatě hodnoty analýzy komponent (PCA) či faktorové analýzy (FA) vycházející z matice hodnot parciální deformace. α parametr byl nastaven na nulu pro vyrovnání váhy částečných odlišností u menšího i většího měřítka (Rohlf 1993). Hodnoty PW byly dále použity pro diskriminační analýzu. Z výsledných hodnot diskriminační analýzy (root 1, root 2) byly vytvořeny indexy R1/R2. Jejich hodnoty vyneseny do grafu pro vizualizaci odlišností mezi jednotlivými skupinami pro všechny čtyři pohledy (dorzální, ventrální, laterální pohled na lebku, lat. na mandibulu). Tvarové odlišnosti byly zjišťovány nejprve pro soubor populací všech studovaných druhů zároveň (skupiny 1–9), následně pouze pro soubor populací druhu *Miniopterus schreibersii* a *Miniopterus natalensis* (skupiny 1–8) a nakonec pouze pro soubory marocké, evropské a blízkovýchodní druhu *M. schreibersii* (skupiny 2, 4–8). Ze zjištěných hodnot RW byla vytvořena řada indexů (RW1/RW2, apod.). Hodnoty těchto indexů byly vypočteny a vyneseny do grafů pro vizualizaci tvarové odlišností mezi jednotlivými skupinami pro všechny čtyři pohledy. V tabulkách nesou data k těmto jednotlivým pohledům následující označení: G1 – pro laterální pohled na mandibulu (např. G1RW1 apod.), G2 – pro laterální pohled na lebku, G3 – pro ventrální pohled na lebku, G4 – pro dorzální pohled na lebku. U skupin 1, 2, 5, 7, 8 a souborů 2, 4–8 a 1–9 byla na zjištěných hodnotách RW (vycházející z konsenzuálního uspořádání landmarků všech vzorků dané lokality, nikoliv všech vzorků celkem) a z nich vytvořených indexech testována přítomnost sexuálního dimorfismu. U ostatních skupin (3, 4,

6, 9) byl nedostatečný počet vzorků jednoho či druhého pohlaví. Pomocí programu tpsSpln 1.2 (Rohlf 2004) byla u studovaných čtyř typů fotografií provedena vizualizace tvarových odlišností mezi jednotlivými skupinami (výsledky viz obr. 42).

Použitím programu tpsRegr 1.36 (Rohlf 2009) byly vypočteny hodnoty centroidové velikosti (centroid size – CS) lebek ze všech čtyř typů fotografií každého vzorku. Hodnota CS ke každému vzorku byla vypočtena jako druhá odmocnina součtu rozptylů landmarků od centroidu na dané fotografii (metodologické detaily – Bookstein 1989, 1991). Ze zjištěných hodnot byly vytvořeny indexy. Jejich hodnoty vypočteny a vyneseny do grafů pro vizualizaci velikostních odlišností mezi jednotlivými skupinami.

Veškeré testy a analýzy byly prováděny v programu Statistika 6.0 (Statsoft), výpočet hodnot k jednotlivým indexům v programu Microsoft Excel 2002 (Microsoft corp.). Sexuální dimorfismus byl testován prostřednictvím jednocestné analýzy rozptylu (ANOVA), nezávislým t-testem a Storerovým indexem na všech zjištěných datech (základní data – dentální, kraniální, fenetická; data z analýz – FA, DA, RW; vytvořené indexy). Storerův index je hodnota vyjadřující relativní rozdíl metrických znaků mezi pohlavími (Storer 1966). Je vyčíslován podle vzorce $[(M_f - M_m / M_n) \times 100]$. Záporné hodnoty výsledků vyjadřují relativně větší rozměry samců, kladné samic. U všech zjištěných dat a indexů byly vypočteny základní statistické parametry pro jednotlivé skupiny vzorků (skupiny 1–9), soubory těchto skupiny (skupiny 2, 4–8 a 1–9) a jejich pohlaví (skupiny 1, 2, 5, 7, 8 a soubory 2, 4–8 a 1–9): aritmetický průměr (M), minimum (min), maximum (max), koef. variace (var) a standardní odchylka (SD). Nutno podotknout, že u výškových rozměrů zubů bylo počítáno pouze se vzorky s klasifikovanou obrází na úrovni 0 a 1 (obr. 16).

Kompletní soubor hodnot všech výše uvedených zjištěných dat všech znaků, vytvořených indexů (k jednotlivým skupinám, či souborům skupin a pohlavím) je k dispozici v tabulkách na přiloženém DVD. Informace k nim jsou uvedeny v app. 2.

3.3.1. Molekulární analýza

Před započítáním samotných fylogenetických analýz byl mnou zjištěný soubor 52 mtDNA sekvencí rozšířen o dalších 59 publikovaných sekvencí (Appleton *et al.* 2004, Furman *et al.* 2009) (stejného genu) různých druhů rodu *Miniopterus* z různých oblastí jeho výskytu. Dále také o srovnávací (outgroupové) sekvence. Seznam těchto přidávaných sekvencí je k dispozici v tab. 1. Přidané sekvence jsou o délce 1034 bp. Pro snazší porovnání byly mnou získané sekvence (1044 bp) ořezány na stejnou délku. Kompletní datový soubor byl následně zredukován pouze na soubor haplotypových sekvencí.

Fylogenetické stromy byly počítány z haplotypového datasetu (tab. 1). Jako outgroup byly použity sekvence druhů *Myotis muricola*, *Chalinolobus tuberculatus*, *Chalinolobus nigrogriseus* a *Chalinolobus morio*. Fylogenetické stromy byly konstruovány metodami

maximální věrohodnost (maximum likelihood, ML), Bayesovskou analýzou (Bayesian analysis, BA) a distanční metodou příbuzenského párování (neighbour-joining, NJ). Vhodný substituční model pro ML a BA analýzy byl vypočítán pomocí programu jModeltest 0.1.1 (Posada 2008) nejprve pro kompletní sekvence haplotypů a následně pro jednotlivé pozice kodónů separátně. Zjištěné substituční modely byly aplikovány v ML a BA („partitioned“ pro pozice kodónů).

V rámci metody maximální věrohodnosti byl na základě výsledků „Akaike information criterion“ (AIC, Akaike 1974) a „Bayesian information criterion“ (BIC, Schwarz 1978) přístupů aplikován „transitional“ substituční model TIM2 + I (proporce invariantních míst) + G (gamma distribution of heterogeneity rates) (Posada 2003) s následující nastavením parametrů: R-matice = (AC = AT = 0.2948, AG = 22.3680, CG = GT = 1.0000, CT = 8.4083); proporce invariantních míst = 0,359; shape parametr gamma distribuce α = 0,984. Pro výpočet nejvěrohodnějšího stromu pomocí této metody a pro následný výpočet statistické podpory větví metodou bootstrapu s 1000 pseudoreplikátů (Felsenstein 1985) byl použit program PhyML v 3.0 (Guindon & Gascuel 2003). Startovací strom byl nastaven jako BioNJ. Nastavení vyhledávání nejvěrohodnější topologie stromu jako „best of nearest neighbor interchange (NNI) and subtree pruning and regrafting algorithm“ (SPR, Hordijk & Gascuel 2005) s nastavením přizpůsobit topologii a délku větví.

Bayesovská metoda počítaná programem MrBayes 3.2 (Ronquist & Huesenbeck 2003) je založena na vyhledávání nejvěrohodnějších stromů pomocí Markov chain Monte Carlo algoritmu (Larget & Simon 1999). Analýza byla počítána jako „partitioned“ – s nezávislou optimalizací parametrů pro jednotlivé pozice kodonů, přičemž pro všechny tři byl aplikován substituční „general time-reverse“ model (GTR) (+ I) + G (Tavaré 1986). Pro první a druhé pozice kodonů byl v programu jModeltest (dle kritéria AIC) vybrán „transitional“ model TIM3 + G (Posada 2003), pro třetí pozici kodonů „transitional“ model TIM2 + I + G (Posada 2003). Analýza byla provedena na 6 milionech generací. Každých 100 generací došlo k uložení stromu. Po zkontrolování dosažení stacionarity v hodnotách likelihoodu stromů (v programu Tracer v 1.4, Drummond & Rambaut 2007) došlo k odstranění prvních 2 000 000 generací (20 000 stromů) – hodnota burn-in. Ze zbylých stromů byl vytvořen konsenzuální strom a vypočítány posteriorní pravděpodobnosti pro jednotlivé větve.

Metoda NJ byla počítána v programu PAUP 4.0b10 (Swofford 2003). Statistická podpora jednotlivých větví byla zjištěna využitím bootstrapové analýzy s 1000 pseudoreplikáty (Felsenstein 1985). Strom byl počítán bez aplikace substitučního modelu, dle nekorigovaných p distancí.

p distance mezi jednotlivými haplotypy byly spočteny v programu PAUP 4.0b10 (Swofford 2003). Následné průměry mezi skupinami haplotypů v programu MEGA 4.0

(Tamura *et al.* 2007). Haplotypové mapy byly vytvořeny pomocí programu TCS 1.21 (Clement *et al.* 2000).

4. Výsledky

4.1. Morfometrická analýza

Morfometrické poměry (kraniální, dentální, fenetické a tvarové) a jejich variabilita byly analyzovány ve třech relativně samostatných rovinách: (1) nejprve byla zhodnocena vnitropopulační pohlavní proměnlivost. Za použití některých z těchto výsledků byla dále zkoumána (2) mezipopulační proměnlivost vnitrodruhová a (3) mezidruhová. Základní statistické charakteristiky morfometrických dat (kraniální, dentální, fenetická a tvarová, jejich FA a DA, základní a rozšířené indexy) jednotlivých zkoumaných souborů (soubory vzorků jednotlivých studovaných populací či pohlaví v těchto populacích či souborů těchto souborů) jsou zahrnuty v tabulkách na přiloženém DVD. Informace k nim jsou uvedeny v app 2.

4.1.1. Pohlavní proměnlivost

Pohlavní proměnlivost byla hodnocena u všech definovaných skupin (populací), kde byl dostatečný počet vzorků obou pohlaví. Skupiny (populace), které splňovaly toto kritérium byly: 1, 2, 5, 7 a 8. Dále soubor skupin 1–8 (všech vzorků druhu *M. schreibersii* a *M. natalensis*) a soubor skupin 2, 4–8 (soubor marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků druhu *M. schreibersii*). Pohlavní proměnlivost byla z těchto dat hodnocena jednocestnou analýzou rozptylu (ANOVA), nezávislým t-testem a Storerovým indexem. Takto byla hodnocena veškerá data (základní data – dentální, kraniální, fenetická; data z analýz – FA, RW; vytvořené indexy). Výsledné *p* a *F* hodnoty analýzy rozptylu a t-testu, počty vzorků k jednotlivým pohlavím a jednotlivým analyzovaným znakům, stejně tak jako hodnoty Storerova indexu (SI) jsou zahrnuty v tabulkách na přiloženém DVD. Míra pravděpodobnosti výsledků analýzy rozptylu (ANOVA) a t-testu je v následujícím textu znázorněna barvou písma (černá = $p < 0,05$; modrá = $p < 0,01$; červená – $p < 0,001$). Vysvětlení zkratk uváděných ve výsledcích FA, DA a tvarové proměnlivosti viz metodika.

4.1.1.1. Centroidová velikost (CS) a rozměry kraniální

Ze srovnání analýzy rozptylu a t-testu studovaných populací (skupin 1, 2, 5, 7 a 8) nevyplývá pro žádný kraniální rozměr, jejich indexy; hodnoty CS, jejich indexy, příslušný faktor FA či jejich indexy pohlavní dimorfismus takové míry, aby se odrazil ve všech zkoumaných populacích.

Výsledné hodnoty (různých zjišťovaných rozměrů) pro vzorky ze Středního východu (skupina 1) vykazují statisticky významné rozdíly jako druhé nejčastější (z hodnoty vzorků všech studovaných populací) a v řadě z nich se shodují s hodnotami pro blízkovýchodní vzorky (skupina 8). Jde zejména o základní kraniální rozměry a centroidové velikosti lebek. Mezi kraniální rozměry a další výše uvedené znaky u kterých je u vzorků ze Středního

východu statisticky průkazný sexuální dimorfismus patří: LCr, LCb, LaZ, LaN, LaM, ANc, CC, I^1M^3 , P^4M^3 ; dále některé jejich základní indexy M^3M^3/CC , I^1M^3/I_1M_3 , LMd/I_1M_3 ; centroidové velikosti CS2, CS3, CS4, $(CS2/CS1)/(CS3/CS4)$. U FA (pro skupiny 1–9, tj. všechny vzorky všech studovaných druhů) potom pro G1F1: LCr-ACo, G3F1: LCr-CP4 a G3F2: LCr-CP4. U FA (pro skupiny 1–8) pro G1F1: LCr-ACo, G2F3: CC-CP4, G3F1: LCr-CP4. Samci jsou ve všech výše zmíněných základních kraniálních rozměrech větší. Vzhledem k tomu, že se jedná jak o délkové, tak o šířkové a výškové rozměry, znamená to, že samci této skupiny jsou dimorfní celkovou velikostí lebky a nikoliv relativními rozměry rostra či lebky obecně. To je v souladu s výsledky analýz CS lebek. Nicméně vzhledem k statisticky významnějším rozdílům u délkových rozměrů lebky, jsou lebky samců nepatrně relativně delší, užší a nižší než lebky samic. Proporce mandibul jsou u obou pohlaví téměř stejné (nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl, jak v daných rozměrech, tak v CS mandibuly).

Marocké vzorky (skupina 2) vykazují sexuální dimorfismus pouze pro rozměr P^4M^3 , dále pro základní indexy M^3M^3/M^1M^3 , M^3M^3/P^4M^3 , M^3M^3/I^1M^3 , LCr/LaZ, ACr/LaZ, LaZ/LCb a rozšířené indexy $(M^3M^3/I^1M^3)/(M^3M^3/P^4M^3)$, $(M^3M^3/I^1M^3)/(LCr/LaM)$, $(LCr/LaM)/(M^3M^3/I^1M^3)$. Proporce lebek a mandibul obou pohlaví zkoumaných marockých jedinců jsou tedy téměř totožné.

Balkánské vzorky (skupina 5) vykazují statisticky významné rozdíly pro rozměry LaN a ANc; základní indexy LCr/ANc, LCr/LMd, LaM/ANc; rozšířené indexy $(M^3M^3/I^1M^3)/(LCr/LaM)$, $(LCr/ANc)/(LaZ/LCb)$, $(LCr/LaM)/(LCr/ANc)$. U FA (pro skupiny 1–8) pro G3F3: LCr-CP4 a základní indexy G3F3/G3F4, G2F2/G3F4. U FA (pro skupiny 2, 4–8) pro G3F4: LCr-CP4. Lebky samců jsou ve výše zmíněných základních kraniálních rozměrech větší, jejich neurokranium je relativně širší a vyšší. Lebka samců je tedy relativně kratší, užší a nižší. Rozdíly v proporcích mandibul mezi pohlavími nebyly zjištěny.

Vzorky ze západní Evropy (skupina 7) vykazují statisticky průkazné rozdíly pro rozměry LCb, CM_3 ; základní indexy M^3M^3/P^4M^3 , LCr/LCb; centroidové velikosti CS2, CS4. U FA (pro skupiny 1–8) pro G2F2: CC-CP4 a základní indexy G2F2/G3F3, G1F2/G3F4. U FA (pro skupiny 2, 4–8) pro G2F2: CC-CP4, a základní index G3F3/G3F4. Samci jsou ve výše uvedených základních kraniálních délkových rozměrech větší. Celkově mají tedy samci balkánských populací lebky oproti samicím relativně delší. Rozdíly v proporcích mandibuly mezi pohlavími nebyly statisticky významné.

Vzorky z oblasti Blízkého východu (skupina 8) vykazují sexuální dimorfismus v největším počtu rozměrů z jednotlivých studovaných populací druhu *M. schreibersii* (skupin 1, 2, 5, 7, 8) a zároveň je v řadě z nich dimorfní v největší míře. Mezi tyto rozměry patří: LCr, LCb, LaN, LaM, ANc, ACr, I^1M^3 , CM^3 , CP^4 , CM_3 ; základní indexy LCr/LaZ, LCr/LMd, LaM/ANc, ANc/LaZ, ANc/LaI; rozšířené indexy $(LaM/LaI)/(ACr/ANc)$, $(LCr/LaI)/(LCr/ANc)$, $(LCr/LaZ)/(LCr/ANc)$, $(LCr/LaM)/(LCr/ANc)$, $(LCr/LaM)/(LCr/LMd)$; centroidové velikosti CS1,

CS2, CS3, CS4. U FA (pro skupiny 1–9) potom G1F1: LCr-ACo, G2F1: CC-CP₄, G3F1: LCr-CP₄, G3F2: LCr-CP₄. U FA (pro skupiny 1–8) G1F1: LCr-Aco, G2F1: CC-CP₄, G3F1: LCr-CP₄, G3F4: LCr-CP₄, základní index G3F1/G3F3. U FA (pro skupiny 2, 4–8) G1F1: LCr-ACo, G2F1: CC-CP₄, G3F1: LCr-CP₄. Samci jsou ve všech výše uvedených základních kraniálních rozměrech v průměru větší než samice. Jedná se jak o délkové, šířkové tak i výškové rozměry. Tedy podobně jako u vzorků ze Středního východu jsou lebky samců celkově větší (což podporují i výsledky CS analýz), přičemž poměry jednotlivých rozměrů zůstávají téměř stejné. Rozdíly v proporcích mandibuly mezi pohlavími jsou obdobné jako u západoevropských vzorků.

Sexuální dimorfismus pro soubor marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků (skupin 2, 4–8) druhu *M. schreibersii* je statisticky průkazný pro rozměry: ANc, ACr, ACo, P⁴P⁴, I₁M₃; základní indexy P⁴P⁴/CC, LMd/Aco, LMd/CM₃, LMd/P₄M₃, LCr/ANc, LCr/ACr, LaM/ACr, LaM/ANc, ACr/Lal, ANc/LaZ, ANc/Lal; rozšířené indexy (LMd/ACo)/(LMd/I₁M₃), LMd/ACo)/(LMd/CM₃), (LMd/ACo)/(LMd/M₁M₃), (LCr/LaZ)/(LCr//ANc), (LCr/ANc)/(LaZ/LCb), (LCr/LaM)/(LCr/ANc); základní index centroidových velikostí CS2/CS4. U FA pro tyto skupiny pro G1F2: LCr-ACo. Samci z tohoto souboru vzorků jsou v prvních třech výše uvedených základních kraniálních rozměrech větší, ve zbývajících dvou menší. Z těchto výsledků je patrné, že samci mají lebky oproti samicím relativně vyšší, užší a kratší. Samice mají pak nepatrně širší rostrum. Proporce mandibuly jsou potom u obou pohlaví téměř totožné.

Nejvíce dimorfních rozměrů či jiných parametrů, zároveň s největší mírou odlišnosti, bylo prokázáno pro soubor všech vzorků druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* (skupiny 1–8). Jedná se o rozměry LaZ, ANc, ACr, ACo, CC, CM³, CM₃; základní indexy M³M³/M¹M³, M³M³/P⁴P⁴, P⁴P⁴/CC, I¹M³/I₁M₃, LMd/CM₃, LCr/LaZ, LCr/ANc, LaM/LaZ, LaM/ANc; rozšířené indexy (M³M³/P⁴M³)/(M³M³/M¹M³), (LMd/ACo)/(LMd/I₁M₃), (LMd/ACo)/(LMd/CM₃), (LMd/ACo)/(LCr/ACr), (LCr/ANc)/(LaZ/LCb), (LCr/LaM)/(LCr/ANc), (LCr/LaZ)/(LCr/LaM), (ANc/LaZ)/(ANc/Lal); centroidové velikosti CS2, CS3. U FA (pro skupiny 1–8) o G1F1: LCr-ACo, G3F1: LCr-CP₄. Samci studovaných populací druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* jsou ve všech výše uvedených základních kraniálních rozměrech větší než samice. To znamená, že jejich lebky jsou oproti samicím lebčkám výrazně relativně vyšší, méně výrazně potom relativně širší v oblasti rostra. Rozdíly v proporcích mandibuly mezi pohlavími jsou obdobné jako u skupin západoevropských a blízkovýchodních vzorků.

Jako celkově nejvýznamnější (četností dimorfizmu u jednotlivých skupin, tak samotnou mírou rozdílu) rozměr z výše uvedených se jeví výška neurokránie (ANc), dále největší výška mozkovny (ACr) a výška korunového výběžku (ACo) (prokázáno pro oba soubory skupin: 2, 4–8 a 1–8). Storerův index (pro soubor všech vzorků druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*) pro kraniální rozměry ukazuje, že ve většině rozměrů jsou samci mírně větší než samice (vyjma délek zubních řad I₁M₃ a M₁M₃). Pro soubory marockých,

evropských a blízkovýchodních vzorků jsou výsledky značně odlišné – ve více než polovině rozměrů jsou naopak nepatrně větší samice, nikoliv však ve výše zmíněných rozměrech, kde byly rozdíly vysoce signifikantní (ANc, ACr, ACo). Výsledky u jednotlivých populací jsou přitom různé, vždy však jsou ve více rozměrech větší samci. Hodnoty centroidových velikostí lebek a mandibul vyšly větší u samců u všech jednotlivých zkoumaných populací i souborů těchto populací (skupiny 1–8 a 2, 4–8), vyjma centroidové velikosti mandibul u Středovýchodních vzorků a souborů všech vzorků druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* a souboru marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků, a vyjma centroidové velikosti lebek (z ventrálního pohledu) u balkánských vzorků a centroidové velikosti lebek (v dorzálním pohledu) u souboru marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků. Z uvedených výsledků lze jednoznačně zobecnit pouze to, že samci druhu *M. schreibersii* mají lebky celkově větší a oproti samicím relativně vyšší, kratší a užší. Mandibuly mají celkově větší samice.

4.1.1.2. Velikostní poměry dentální

Ze srovnání analýzy rozptylu a t-testu jednotlivých studovaných populací druhu *M. schreibersii* (skupiny 1, 2, 5, 7 a 8) nevyplývá pro žádný dentální rozměr, dentální index, dentálně-kraniální index, příslušný faktor FA či jeho index pohlavní dimorfismus takové míry, aby se odrazil ve všech zkoumaných skupinách.

Vzorky ze Středního východu vykazují statisticky průkazné rozdíly pro znaky WI^2 , LC^{sup} , LoM^1 , WC_{inf} , $W2M_1$, $W2M_2$; HC_{inf} ; základní dentální indexy WI^2/LI^2 , $LM_2/W2M_2$; rozšířené dentální indexy $(HP^4/WP^4/LP^4)/(HP^2/WP^2/LP^2)$, $(W2M^1/LoM^1)/(WP^2/LP^2)$; základní dentálně-kraniální index P^4P^4/WP^4 ; rozšířené dentálně-kraniální indexy $(M^1M^3/LoM^1)/(P^4P^4/WP^4)$ a $(WC_{inf}LC_{inf})/(WP_2LP_2)$. U FA pro dentální znaky (pro skupiny 1–9) pro G1F3: LI^1-LM^3 , G2F1: LI_1-WM_3 a základní indexy G2F2/G2F3, G1F3/G2F3. U FA (pro skupiny 1–8) pro G1F3: LI^1-LM^3 , G2F1: LI_1-WM_3 , G3F2: $LI^1-LM^3+LI_1-WM_3$ (bez H) a základní index G1F2/G2F4. U FA pro dentálně-kraniální znaky (pro skupiny 1–9) pro G1F3: h. čelist, G1F4: h. čelist, G2F1: d. čelist; základní indexy G2F2/G2F4, G1F1/G3F1, G2F1/G3F1. U FA (pro skupiny 1–8) pro G1F3: h. čelist, G2F1: d. čelist, G3F4: h.+d. čelist, G3F5: h.+d. čelist. Samci jsou ve všech výše uvedených základních dentálních rozměrech větší než samice. Celkově mají oproti samicím větší špičáky – delší LC^{sup} , širší a vyšší C_{inf} . Dále delší M^1 , širší M_1 a M_2 v distální polovině zubu (rozměr $W2M_1$ a $W2M_2$) a širší I^2 .

Marocké vzorky vykazují statisticky průkazné rozdíly pro znaky $W2M^2$, WM^3 , WI_2 , LC_{inf} ; základní dentální indexy $W2M^2/LoM^2$ a LI_2/WI_2 ; základní dentálně-kraniální indexy M^3M^3/WM^3 , $(WC_{inf}LC_{inf})/(WP_3LP_3)$ a $(W1M_1LM_1)/(WC_{inf}LC_{inf})$. U FA pro dentální znaky (pro skupiny 1–9) pro G1F3: LI^1-LM^3 a základní index G2F1/G2F2. U FA (pro skupiny 1–8) pro G3F5: $LI^1-LM^3+LI_1-WM_3$ (bez H), základní indexy G3F2/G3F3, G1F3/G2F2, G1F3/G3F2. U

FA pro dentálně-kraniální znaky (pro skupiny 1–9) pro G2F2: d. čelist a základní index $G2F2/G2F4$. U FA (pro skupiny 1–8) pro G2F2: d. čelist; základní indexy $G2F2/G2F4$, $G2F2/G3F4$. U FA (pro skupiny 2, 4–8) pro G1F4: h. čelist, G2F2:d. čelist, $G3F4$: h.+d. čelist; základní indexy $G2F3/G2F4$, $G3F3/G3F4$, $G1F4/G2F4$. Samci jsou v posledních dvou výše uvedených základních dentálních rozměrech větší – u samců je I_2 širší a C_{inf} delší než u samic. V prvních dvou základních dentálních rozměrech jsou samci naopak menší – M^2 jsou užší v centrální oblasti a M^3 jsou celkově užší než u samic.

Balkánské vzorky vykazují statisticky průkazné rozdíly pouze pro znak HC_{inf} (větší u samců); základní dentální index HC_{inf}/HP_3 . U FA pro dentální znaky (pro skupiny 1–9) pro základní index $G1F3/G2F4$. U FA (pro skupiny 1–8) pro základní indexy $G1F1/G1F3$, $G1F3/G2F4$, $G1F2/G3F3$. U FA pro dentálně-kraniální znaky (pro skupiny 1–8) pro základní index $G1F3/G2F4$. Samci tedy mají oproti samicím průkazný rozdíl pouze ve výšce dolního špičáku.

Západoevropské vzorky vykazují statisticky významné rozdíly pouze pro znak $W3M_1$ (větší u samců). U FA pro dentální znaky (pro skupiny 1–8) pro základní index $G1F4/G2F4$. U FA (pro skupiny 2, 4–8) pro základní index $G3F3/G3F5$. U FA pro dentálně-kraniální znaky (pro skupiny 1–8) pro G2F1: d. čelist; základní indexy $G2F1/G2F2$, $G2F3/G3F5$. U FA (pro skupiny 2, 4–8) pro G2F1: d. čelist. Samci této skupiny mají tedy oproti samicím pouze průkazně výraznější laterální šíři M_1 .

Vzorky z oblasti Blízkého východu vykazují sexuální dimorfismus v největším počtu rozměrů z jednotlivých skupin a zároveň v řadě z nich je dimorfismus nejvíce patrný. Mezi tyto rozměry patří: WC^{sup} , WP^4 , LC_{inf} , WC_{inf} , HC^{sup} , HP^4 , HC_{inf} ; základní dentální indexy WC^{sup}/LC^{sup} , HC_{inf}/HP_2 , HC_{inf}/HP_3 , HC_{inf}/HP_4 ; rozšířené dentální indexy $(W2M^1/LoM^1)/(WC^{sup}/LC^{sup})$, $(WC_{inf}LC_{inf})/(WP_2LP_2)$, $(WC_{inf}LC_{inf})/(WP_3LP_3)$ a $(W1M_1LM_1)/(WC_{inf}LC_{inf})$; základní dentálně-kraniální index CC^{sup}/WC^{sup} . U FA pro dentální znaky (pro skupiny 1–9) pro G2F3: LI_1-WM_3 , $G3F3$: $LI^1-LM^3+LI_1-WM_3$ (bez H); základní indexy $G1F1/G1F2$, $G1F2/G3F5$. U FA (pro skupiny 1–8) pro $G2F3$: LI_1-WM_3 , $G3F3$: $LI^1-LM^3+LI_1-WM_3$ (bez H); základní indexy $G1F1/G2F1$, $G1F3/G2F4$. U FA (pro skupiny 2, 4–8) pro $G2F4$: LI_1-WM_3 ; základní indexy $G3F1/G3F2$, $G1F2/G2F2$, $G1F1/G3F2$. U FA pro dentálně-kraniální znaky (pro skupiny 1–9) pro G1F3: h. čelist, G2F2: d. čelist, $G3F3$: h.+d. čelist. U FA (pro skupiny 1–8) pro G1F4: h. čelist, G2F2: d. čelist, $G3F3$: h.+d. čelist. U FA (pro skupiny 2, 4–8) pro G1F4: h. čelist, G2F2: d. čelist, $G3F4$: h.+d. čelist; základní indexy $G3F2/G3F4$, $G1F2/G2F3$. Ve všech výše uvedených základních dentálních rozměrech jsou samci větší. Mají tedy oproti samicím celkově výrazně větší špičáky a poslední horní premoláry.

Sexuální dimorfismus pro soubor marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků druhu *M. schreibersii* je statisticky průkazný v rozměrech: WC^{sup} , $W1M^2$, $W2M^2$, $W3M^2$, WM^3 ,

LI_2 , LI_3 , WI_3 , LC_{inf} , WC_{inf} , WP_2 , HC^{sup} , HC_{inf} ; základních dentálních indexech $W2M^1/LoM^1$, $W2M^2/LoM^2$, HC_{inf}/HP_2 , HC_{inf}/HP_3 , HC_{inf}/HP_4 ; rozšířených dentálních indexech $(W2M^1/LoM^1)/(WP^2/LP^2)$, $(W2M^1/LoM^1)/(WC^{sup}/LC^{sup})$, $(WC^{sup}LC^{sup})/(WP^2LP^2)$, $(W2M^1LiM^1)/(WC^{sup}LC^{sup})$, $(W2M^1LiM^1)/(WP^4LP^4)$, $(WC_{inf}LC_{inf})/(WP_2LP_2)$, $(WC_{inf}LC_{inf})/(WP_3LP_3)$, $(WC_{inf}LC_{inf})/(WP_4LP_4)$, $(W1M_1LM_1)/(WC_{inf}LC_{inf})$ a $(W1M_1LM_1)/(WP_2LP_2)$; základních dentálně-kraniálních indexech P^4P^4/WP^4 , M^1M^3/LoM^1 , CC^{sup}/WC^{sup} ; rozšířeném dentálně-kraniálním indexu $(M^1M^3/LoM^1)/(M^3M^3/WM^3)$. U FA pro dentální znaky (pro skupiny 1–9) pro **G1F3: LI^1-LM^3** , **G1F4: LI^1-LM^3** , **G2F2: LI_1-WM_3** , **G3F1: $LI^1-LM^3+LI_1-WM_3$ (bez H)**, **G3F3: $LI^1-LM^3+LI_1-WM_3$ (bez H)**. U FA (pro skupiny 1–8) pro **G1F3: LI^1-LM^3** , **G1F4: LI^1-LM^3** , **G3F1: $LI^1-LM^3+LI_1-WM_3$ (bez H)**, **G3F3: $LI^1-LM^3+LI_1-WM_3$ (bez H)**; základní index **G2F2/G2F4**. U FA (pro skupiny 2, 4–8) pro **G1F2: LI^1-LM^3** , **G1F4: LI^1-LM^3** , **G3F1: $LI^1-LM^3+LI_1-WM_3$ (bez H)**, **G3F5: $LI^1-LM^3+LI_1-WM_3$ (bez H)**. U FA pro dentálně-kraniální znaky (pro skupiny 1–9) pro **G1F3: h. čelist**, **G1F4: h. čelist**, **G2F3: d. čelist**, **G3F3: h.+d. čelist**, **G3F4: h.+d. čelist**. U FA (pro skupiny 1–8) pro **G1F3: h. čelist**, **G1F4: h. čelist**, **G3F3: h.+d. čelist**. U FA (pro skupiny 2, 4–8) pro **G1F4: h. čelist**, **G3F5: h.+d. čelist**; základní indexy **G2F1/G2F3**, **G1F2/G2F3**. Samci mají z výše uvedených základních dentálních rozměrů větší všechny rozměry špičáků. Samice potom mají větší všechny zbývající rozměry, mají tedy oproti samcům širší M^2 , delší I_2 a celkově větší I_3 .

Nejvíce statisticky významných sexuálně dimorfních znaků, zároveň s největší mírou odlišnosti, bylo prokázáno (obdobně jako u analýz kraniálních rozměrů) pro soubor všech vzorků druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Jedná se o znaky: LC^{sup} , WC^{sup} , LoM^1 , $W1M^2$, $W2M^2$, $W3M^3$, LI_3 , WI_3 , LC_{inf} , WC_{inf} , LP_2 , WP_2 , WM_3 , HI^1 , HC^{sup} , HC_{inf} ; základní dentální indexy $W2M^1/LoM^1$, $W2M^2/LoM^2$, $W2M_2/W1M_2$, LM_3/WM_3 , HC_{inf}/HP_2 , HC_{inf}/HP_3 , HC_{inf}/HP_4 ; rozšířené dentální indexy $(W2M^1/LoM^1)/(WC^{sup}/LC^{sup})$, $(LM_1/W2M_1)/(LM_3/WM_3)$, $(WC^{sup}LC^{sup})/(WP^2LP^2)$, $(W2M^1LiM^1)/(WC^{sup}LC^{sup})$, $(WC_{inf}LC_{inf})/(WP_2LP_2)$, $(WC_{inf}LC_{inf})/(WP_3LP_3)$, $(WP_2LP_2)/(WP_4LP_4)$, $(W1M_1LM_1)/(WC_{inf}LC_{inf})$ a $(W1M_1LM_1)/(WP_2LP_2)$; základní dentálně-kraniální indexy M^3M^3/WM^3 , M^1M^3/LoM^1 , CC^{sup}/WC^{sup} , CP_4/LC_{inf} ; rozšířený dentálně-kraniální index $(CP^4/LP^4)/(M^3M^3/WM^3)$, $(M^1M^3/LoM^1)/(M^3M^3/WM^3)$. U FA pro dentální znaky (pro skupiny 1–9) pro **G1F2: LI^1-LM^3** , **G1F3: LI^1-LM^3** , **G2F2: LI_1-WM_3** , **G3F3: $LI^1-LM^3+LI_1-WM_3$ (bez H)**. U FA (pro skupiny 1–8) pro **G1F3: LI^1-LM^3** , **G1F4: LI^1-LM^3** , **G2F3: LI_1-WM_3** , **G3F3: $LI^1-LM^3+LI_1-WM_3$ (bez H)**; základní index **G2F2/G2F4**. U FA pro dentálně-kraniální znaky (pro skupiny 1–9) pro **G1F3: h. čelist**, **G2F3: d. čelist**, **G3F3: h.+d. čelist**, **G3F4: h.+d. čelist**. U FA (pro skupiny 1–8) pro **G1F3: h. čelist**, **G1F4: h. čelist**, **G2F3: d. čelist**, **G3F3: h.+d. čelist**, **G3F5: h.+d. čelist**; základní index **G1F3/G1F4**. Samci mají oproti samicím – podobně jako u blízkovýchodních vzorků a předešlého souboru marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků – statisticky významně větší všechny rozměry

špičáků. Dále mají samci delší M^1 , užší M^2 a M^3 , vyšší I^1 a širší M_3 . Celkově menší mají I_3 a P_2 .

Jako celkově statisticky nejvýznamnější sexuálně dimorfní základní dentální znaky se podle uvedených výsledků ukazují být (jak četností dimorfizmu u jednotlivých skupin, tak samotnou mírou dimorfizmu) rozměry špičáků v obou čelistech (šířka, délka, výška zubu), které jsou větší u samců. Dále šířkové rozměry M^2 , šířka P_2 a šířka a délka I_3 , které jsou větší u samic (prokázáno pro oba soubory skupin: 2, 4–8 a 1–8). Storerův index (pro všechny vzorky druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*) pro dentální rozměry ukazuje, že většina dentálních rozměrů je u samic nepatrně větší než u samců. Vyjma zmíněných rozměrů špičáků, zjišťovaných výšek všech zubů (vyjma P_2) a těchto rozměrů: WI^2 , WP^2 , WP^4 , LP^4 , LoM^1 , LiM^1 , LoM^2 , LP_4 , $W3M_1$, $W2M_2$, WM_3 . Výsledky analýz souborů marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků jsou velmi podobné, ale počet rozměrů signifikantně větších u samců je ještě nižší. Pro jednotlivé studované populace jsou rozdíly méně výrazné a vesměs rozličné.

4.1.1.3. Fenetické znaky

Ze srovnání analýzy rozptylu a t-testu jednotlivých studovaných populací druhu *M. schreibersii* (skupin 1, 2, 5, 7 a 8) nevyplývá pro žádný fenetický znak či příslušný faktor FA a jejich index pohlavní dimorfismus takové míry, aby se odrazil ve všech zkoumaných skupinách. Jedná se tedy o výsledek obdobný výsledkům výše popsaných srovnání a analýz.

Vzorky ze Středního východu se ve výsledcích ukazují jako nejméně sexuálně dimorfní. Vykazují statisticky významné rozdíly pouze znaků $M3sup$ (vyšší hodnoty u samic) a $CingM2sup$ (vyšší hodnoty u samců). Dále u FA (pro skupiny 1–8) pro $G3F2: P4inf-I3sup$. Samice mají tedy oproti samcům výraznější (větší) metaconus M^3 protáhlejší distálním směrem. Samci pak mají větší výběžek na distálně-okluzálním okraji cingula M^2 .

Marocké vzorky vykazují statisticky významné rozdíly znaků $P2P4inf2$, $CingM2sup$, $RmanW$. U FA (pro skupiny 1–9) pro $G1F2: P4inf-CingM2inf3$ a základní index $G1F1/G1F2$. U FA (pro skupiny 1–8) pro $G1F2: P4inf-CingM2inf3$ a u FA (pro skupiny 2, 4–8) pro $G1F1: P4inf-CingM2inf3$ a základní indexy $G3F1/G3F3$ a $G1F1/G2F1$. Ve všech výše uvedených základních fenetických znacích vyšly vyšší hodnoty pro samice. Mají tedy relativně vyšší P_2 ku P_4 než samci, větší výběžek na distálně-okluzálním okraji cingula M^2 a větší výběžek na *ramus mandibulae* před *processus coronoideus*.

Balkánské vzorky vykazují statisticky významné rozdíly znaků $P2P4inf2$, $P3P4inf$, $M1sup3$, $I3sup$. U FA (pro skupiny 1–9) pro $G2F2: M3sup-I3sup$. U FA (pro skupiny 1–8) pro $G1F1: P4inf-CingM2inf3$, $G2F2: M3sup-I3sup$, $G3F3: P4inf-I3sup$. U FA (pro skupiny 2, 4–8) pro $G1F2: P4inf-CingM2inf3$, $G1F3: P4inf-CingM2inf3$, $G3F3: P4inf-I3sup$. Samice vykazují ve

všech výše uvedených základních fenetických znacích (vyjma M1sup3) vyšší hodnoty než samci. Mají tedy relativně vyšší P₂ a P₃ ku P₄ a strmější sklon horních incisivů. Samci mají více vyklenutou distální stranu M¹ (v laterální polovině).

Západoevropské vzorky vykazují pohlavní dimorfismus ve znacích Fmen, M3sup2, P4sup2 a CingCsup. U FA (pro skupiny 1–9) pro G2F1: M3sup-Isup, G3F3: P4inf-Isup a základní index G1F1/G1F2. U FA (pro skupiny 1–8) pro G2F1: M3sup-Isup, G2F3: M3sup-Isup a základní indexy G2F2/G3F2 a G1F3/G3F3. U FA (pro skupiny 2, 4–8) pro G2F1: M3sup-Isup, G3F2: P4inf-Isup. Samci vykazují vyšší hodnoty pro první a poslední uvedený základní fenetický znak. Mají tedy větší *foramen mentale* a cingulární výběžek na horním špičáku. Samice pak mají větší výběžek na mesio-palatální straně M³ a výraznější prohloubení na mesiální straně P⁴.

Vzorky z oblasti Blízkého východu vykazují největší počet sexuálně dimorfních znaků ze všech studovaných populací druhu *M. schreibersii* (skupin 1, 2, 5, 7, 8). Jsou jimi P4inf, P3inf2, P2P4inf2, P3P4inf, FmenP2inf, M1sup5, P4sup5. U FA (pro skupiny 1–9) základní index G1F3/G1F4. U FA (pro skupiny 1–8) G3F4: P4inf-Isup. U FA (pro skupiny 2, 4–8) G1F3: P4inf-CingM2inf3, G1F4: P4inf-CingM2inf3, G3F2: P4inf-Isup a základní index G2F2/G2F4. Samice vykazují ve všech výše uvedených základních fenetických znacích (vyjma P3inf2) vyšší hodnoty než samci. Mají tedy relativně menší sklon P₄, méně vyklenutý distálně-laterální oblouk P₃, relativně větší P₂ a P₃ ku P₄, distálněji postavené *foramen mentale* a prohnutí na palatální straně M¹ a výraznější (větší) mesio-laterální oblouk P⁴.

Sexuální dimorfismus v souboru marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků druhu *M. schreibersii* je průkazný pro znaky: P3inf2, P2P4inf2, P3P4inf, M3sup2, M2sup, M1sup3, P4sup2, P4sup5, P4sup8. U FA (pro skupiny 1–9) pro G1F1: P4inf-CingM2inf3, G2F1: M3sup-Isup, G2F3: M3sup-Isup, G3F1: P4inf-Isup, G3F4: P4inf-Isup, G3F5: P4inf-Isup a základní index G2F1/G2F2. U FA (pro skupiny 1–8) pro G1F1: P4inf-CingM2inf3, G2F1: M3sup-Isup, G2F2: M3sup-Isup, G2F3: M3sup-Isup, G3F1: P4inf-Isup, G3F4: P4inf-Isup, G3F5: P4inf-Isup a základní indexy G2F4/G3F4, G1F1/G2F5. U FA (pro skupiny 2, 4–8) pro G1F2: P4inf-CingM2inf3, G1F3: P4inf-CingM2inf3, G1F4: P4inf-CingM2inf3, G2F1: M3sup-Isup, G2F2: M3sup-Isup, G2F4: M3sup-Isup, G3F2: P4inf-Isup, G3F3: P4inf-Isup, G3F4: P4inf-Isup. Samci vykazují v prvním, šestém a posledním uvedeném základním fenetickém znaku vyšší hodnoty než samice. Mají tedy více vyklenutý distálně-laterální oblouk P₃, dále více vyklenutou distální stranu M¹ (v laterální polovině) a více distálněji položenou centrální pozici prohloubení na laterální straně P⁴ (v distální polovině cingula). Samice mají oproti samcům relativně vyšší P₂ a P₃ ku P₄, větší výběžek na mesio-palatální straně M³, strmější sklon okluzální strany M² distálním směrem, větší prohloubení na mesiální straně P⁴ a výraznější (větší) mesio-laterální oblouk P⁴.

Nejvíce dimorfních znaků či jiných parametrů, zároveň s největší mírou odlišnosti, bylo prokázáno opět pro soubor všech vzorků druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Jedná se o znaky P2P4inf2, P3P4inf, CingM1inf4, CingM2inf2, M3sup, M3sup2, M2sup, M2sup2, M1sup3, P4sup, P4sup2, P4sup5, P4sup6, P4sup8, P2sup4, ZigW. U FA (pro skupiny 1–9) pro G1F1: P4inf-CingM2inf3, G2F1: M3sup-Isup, G2F3: M3sup-Isup, G3F1: P4inf-Isup, G3F3: P4inf-Isup, G3F4: P4inf-Isup, G3F5: P4inf-Isup a základní index G2F1/G2F2. U FA (pro skupiny 1–8) pro G1F1: P4inf-CingM2inf3, G2F1: M3sup-Isup, G2F3: M3sup-Isup, G3F1: P4inf-Isup, G3F4: P4inf-Isup, G3F5: P4inf-Isup. U FA (pro skupiny 2, 4–8) pro G1F2: P4inf-CingM2inf3, G1F3: P4inf-CingM2inf3, G1F4: P4inf-CingM2inf3, G2F1: M3sup-Isup, G2F2: M3sup-Isup, G2F4: M3sup-Isup, G3F2: P4inf-Isup, G3F3: P4inf-Isup, G3F4: P4inf-Isup. Samci vykazují vyšší hodnoty ve znacích CingM1inf4, M1sup3, P4sup8 a ZigW. Mají tedy výraznější prohnutí postcingula M₁, více vyklenutou distální stranu M¹ (v laterální polovině), více distálněji položenou centrální pozici prohloubení na laterální straně P⁴ (v distální polovině cingula) a větší zesílení zygomatických oblouků. Samice mají oproti nim relativně vyšší P₂ a P₃ ku P₄, výraznější (větší) protocingulum ku postcingulu M₂, distálním směrem výraznější (větší) metaconus M³, větší výběžek na mesio-palatální straně M³, strmější sklon okluzální strany M² distálním směrem, větší prohnutí na mesiální straně M², výraznější (větší) výběžek na mesio-okluzální straně P⁴, výraznější (větší) mesio-laterální oblouk P⁴, větší prohnutí v laterální straně P⁴ (v mediální polovině cingula) a větší prohnutí mesio-laterální strany M².

Z výše uvedených statisticky významných sexuálně dimorfních fenetických znaků se jako nejvýznamnější (jak četností dimorfizmu u jednotlivých skupin, tak samotnou mírou dimorfizmu) jeví znak P2P4inf2 (hodnoty pro soubor skupin 1–8: samci 3,035; samice 3,463). O něco méně potom znak M3sup2 (hodnoty pro soubor skupin 1–8: samci 2,714; samice 3,075) a znak P3P4inf (hodnoty pro soubor skupin 1–8: samci 3,005; samice 3,344). Další statisticky nejvýznamněji sexuálně dimorfní fenetické znaky (prokázáno u obou souborů skupin: 2, 4–8 a 1–8), avšak méně než tři dosud jmenované, jsou potom M2sup, M1sup3, P4sup2, P4sup5 a P4sup8.

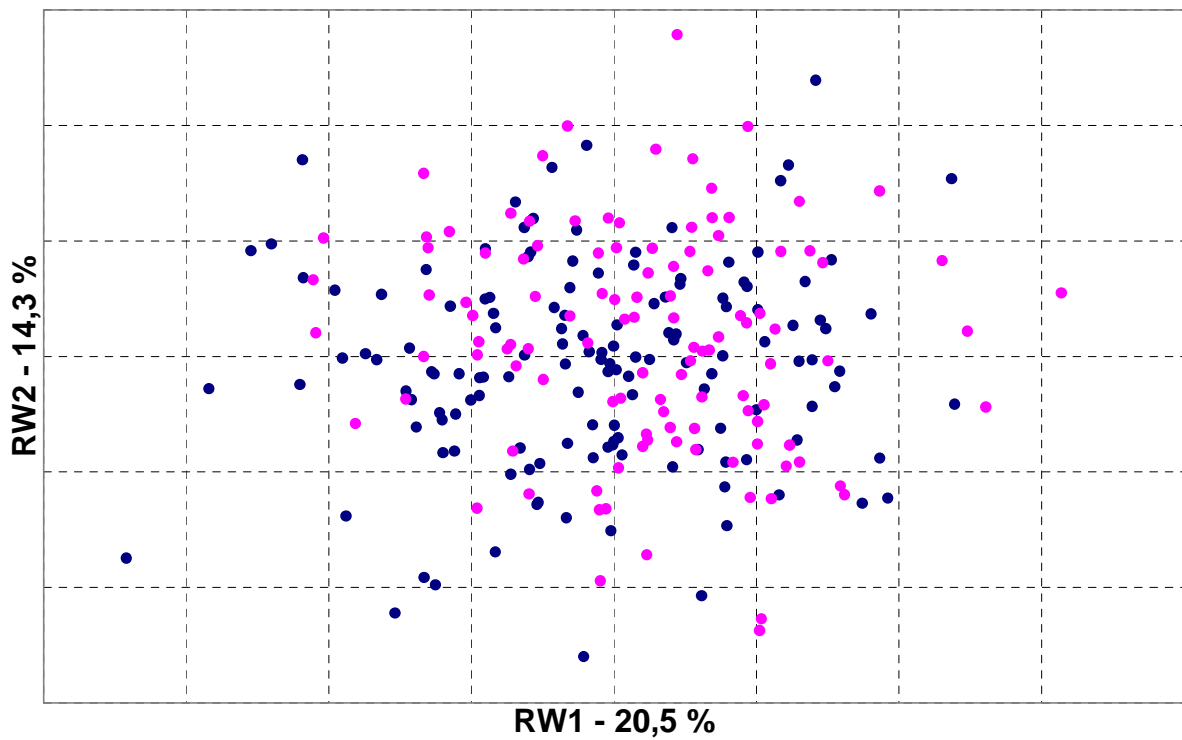
Pohlaví jsou tedy celkově u druhu *M. schreibersii* nejvíce odlišná ve tvaru P⁴, horních molárů a v hodnotách relativních výšek dolních premolárů. Na P⁴ potom zejména ve výše zmíněné míře prohloubení na mediální straně zubu (znak P4sup2), která je větší u samic; v míře vyklenutí mesio-laterálního oblouku (znak P4sup5), která je větší u samic; a v centrální pozici prohloubení v laterální straně (v distální polovině) zubu (znak P4sup8), která je u samců položena distálněji. Na horních molárech, zejména na M³, kdy samice mají metaconus protáhlejší distálním směrem (znak M3sup2); dále ve sklonu okluzální hrany M² (znak M2sup), který je u samic orientován mesiálněji; a v míře vyklenutí distální strany M¹ (v laterální polovině) (znak M1sup3), které je u samců větší. Na dolních premolárech potom

v relativních výškách P_2 a P_3 ku P_4 (znaky $P2P4inf2$ a $P3P4inf$), kdy samice mají P_2 a P_3 ku P_4 relativně nižší.

4.1.1.4. Tvarová proměnlivost

Pro laterální pohled na mandibulu (G1) bylo generováno 14 typů relativních deformací (RW), pro laterální pohled na lebku (G2) 22, pro ventrální pohled na lebku (G3) 18 a pro dorzální pohled na lebku (G4) 14 typů relativních deformací pro studované populace druhu *M. schreibersii* (skupiny 1, 2, 5, 7, 8). K analýzám (analýza rozptylu, t-test) byly použity vždy první 4 RW, které v každém případě vysvětlovaly více jak 50% tvarové proměnlivosti na lebce i mandibule. Čísla v závorkách udávají procentuelní poměr na celkové tvarové variabilitě v daném pohledu na lebku či mandibulu.

Výsledky ukazují, že vzorky ze Středního východu jsou statisticky významně sexuálně dimorfní v hodnotách **G1RW1** (36,2), G3RW1 (18,3) a **G4RW1** (22,9). Mají tedy odlišný tvar mandibuly v laterálním a lebky ve ventrálním a dorzálním pohledu. Jsou tedy určitým způsobem odlišné v délkových a šířkových proporcích lebky a délkových a výškových proporcích mandibuly. Marocké vzorky pouze v hodnotě G3RW4 (9,7), tedy velmi mírně v délkových a šířkových proporcích lebky. U balkánských vzorků žádná statisticky významná tvarová proměnlivost nebyla prokázána. Západoevropské vzorky jsou statisticky významně sexuálně dimorfní v hodnotách G3RW2 (13,6) a **G3RW4** (9,4), tedy opět v délkových a šířkových proporcích lebky. Blízkovýchodní vzorky potom v hodnotách **G3RW4** (8,7) a **G4RW4** (9,4), tedy obdobně, ale méně výrazně, jako u předešlé populace. Soubor marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků druhu *M. schreibersii* se ukazuje statisticky významně nejvíce sexuálně dimorfní a to v hodnotách G1RW4 (9,9), **G2RW1** (20,5), G2RW2 (14,3) a G2RW3 (12,7) tedy zejména v laterální pohledu na lebku, tzn. určitým způsobem v délkových a výškových rozměrech lebky, méně potom v proporcích mandibuly. To je v souladu s výsledky analýzy základních kraniálních znaků tohoto souboru populací. Soubor všech vzorků druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* se potom ukazuje statisticky významně sexuálně dimorfní pouze v hodnotách **G2RW1** (18,7), tedy stejně, ale mnohem méně výrazně, jako u předešlého souboru populací. Tvarové odlišnosti mezi pohlavími jsou tedy u jednotlivých populací druhu *M. schreibersii* minimální a různé. Statisticky významné ve větším rozsahu jsou potom pro laterální pohled na lebku (obr. 20) pro soubor marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků.



Obrázek 20. Tvarové odlišnosti mezi pohlavími v laterálním pohledu na lebku pro soubor marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků druhu *M. schreibersii* na příkladu RW1 vs. RW2. Růžová – samice, modrá – samci. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané RW.

4.1.2. Mezidruhová proměnlivost druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* a mezipopulační proměnlivost druhu *M. schreibersii*

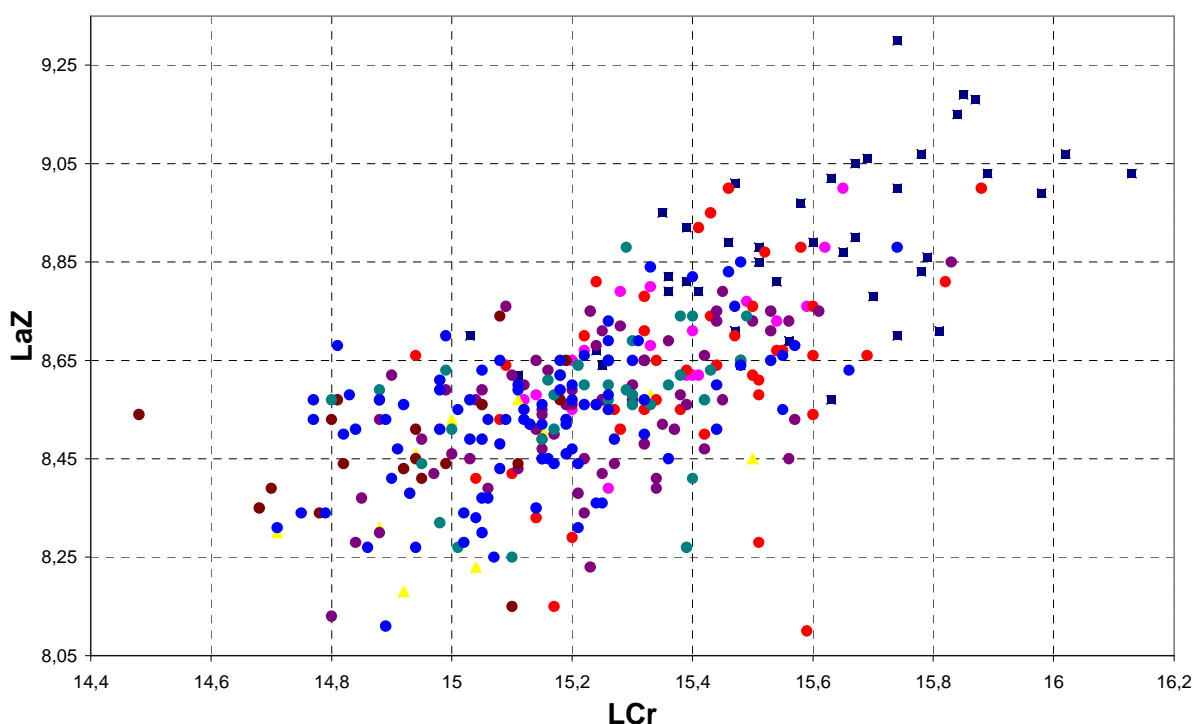
Analýza mezidruhové proměnlivosti byla nejprve provedena pouze mezi druhy *M. schreibersii* (skupiny 1, 2, 4–8, tj. Střední východ, Maroko, Panonie, Balkán, západní Evropa a Blízký východ) a *M. natalensis* (skupina 3 – Afro-arabská oblast) z důvodu značné podobnosti těchto dvou druhů a výrazné odlišnosti druhu *M. inflatus*. Výsledky zahrnující druh *M. inflatus* jsou uvedeny v následující kapitole (4.1.3.). Mezipopulační proměnlivost byla analyzována pouze u druhu *M. schreibersii* a to mezi jeho sedmi populačními vzorky (skupiny 1, 2, 4–8). Z veškerých zjišťovaných základních hodnot (dentálních, kraniálních, fenetických, tvarových) pro všechny vzorky jednotlivých analyzovaných skupin (populací), byly vytvořeny základní a rozšířené indexy. Dále byly provedeny faktorové a diskriminační analýzy nejprve z dat zahrnujících všechny vzorky druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* (skupiny 1–8) a poté pouze pro soubor marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků (skupiny 2, 4–8) druhu *M. schreibersii*. V obou případech (pro skupiny 1–8 a 2, 4–8) pro dva či tři různé soubory znaků. Výpis jednotlivých souborů znaků pro FA a DA viz metodika. Výsledky těchto prvních DA ukázaly, které studované znaky jsou pro morfologické odlišení jednotlivých populací nejvýznamnější. Následně byly provedeny další DA pouze na základě takto určených statisticky nejvýznamnějších znaků. U zjištěných hodnot dentálních a kraniálních rozměrů bylo z jejich indexů vyneseno do grafů určeno, zda se daný znak geograficky mění skokově či klinálně (pokud je vůbec variabilní) a jeho případné odlišnosti v rámci studovaných populací. Tvarová data byla analyzována stejně jako výsledky faktorových a diskriminačních analýz. Aritmetické průměry a další parametry základní statistiky k jednotlivým znakům, jejich základním a rozšířeným indexům, faktorům všech FA a kořenům všech DA a jejich indexům pro všechny studované populace jsou uvedeny v tabulkách na přiloženém DVD. Informace k nim jsou uvedeny v app. 2. Poměr pohlaví u jednotlivých populací či souborů populací nebyl příliš vychýlen, proto předpokládám, že zjištěný pohlavní dimorfismus nebude mít vliv na mezipopulační srovnání.

4.1.2.1. Centroidová velikost (CS) a velikostní rozměry kraniální

4.1.2.1.1. Základní analýza dat

Výsledky analýz centroidových velikostí jednotlivých pohledů na lebku a mandibulu ukazují u jednotlivých populací různou velikost lebek a mandibul. Všechny tři centroidové velikosti lebky ukazují stejný vzorec, a sice, že vzorky ze Středního východu vykazují výrazně větší lebeční rozměry než ostatní populace. U ostatních populací jsou velikostní rozdíly mnohem méně výrazné. Z těchto zbylých populací se jako nejmenší ve většině rozměrů ukazují

vzorky z Afro-arabské oblasti a Krétské vzorky. O něco větší jsou potom rozměry vzorků blízkovýchodních, ještě větší potom marocké, panonské, balkánské a západoevropské, které se ovšem svými hodnotami velmi výrazně překrývají. Tento celkově velikostní motiv je zobrazen na obr. 21 a 22. Výsledky analýzy centroidové velikosti mandibuly jsou stejné jako pro lebeční centroidové velikosti s tím rozdílem, že panonské vzorky velikostně odpovídají blízkovýchodním. Základní i rozšířené indexy centroidových velikostí pro všechny typy pohledů neukazují jinou odchylku od výše uvedeného vzorce, než zmíněnou separaci panonských vzorků.

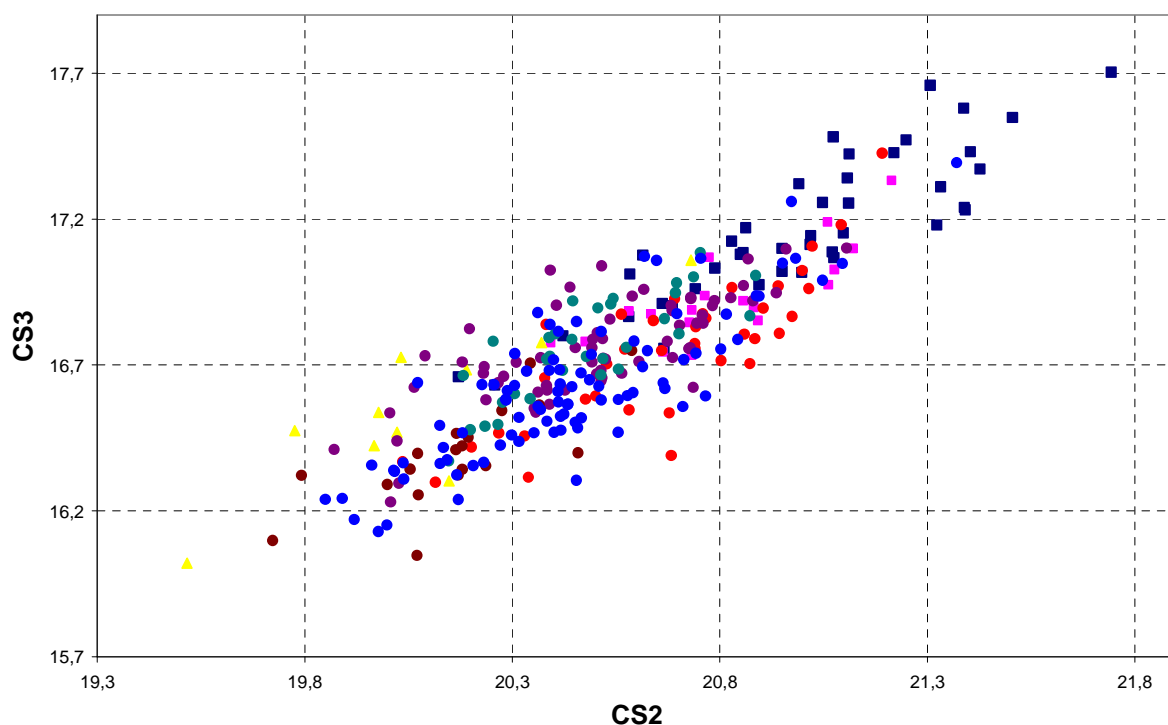


Obrázek 21. Poměr kranálních znaků LCr a LaZ. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ.

Jednotlivé lebeční rozměry jsou charakteristické různou velikostí pro jednotlivé studované populace (skupiny 1–8). Výrazně větší, než u vzorků ostatních populací, jsou všechny kranální rozměry středovýchodních vzorků. U ostatních populací jsou velikostní rozdíly opět mnohem méně výrazné a ukazují stejný patern jako u centroidových velikostí lebek.

Absolutní hodnoty měřených kranálních znaků, jejich základní indexy (poměry dvou různých rozměrů, např. LCr/LMd) a rozšířené indexy (poměr dvou základních indexů, které v předešlé vizualizaci ukázaly určité odlišnosti mezi jednotlivými populacemi) většinou ukázaly, že poměry těchto rozměrů jsou pro všechny populace více méně obdobné (obr. 21).

Některé indexy (relativní rozměry) však vykazují odlišnosti (obr. 23 a 24). Jako nejvíce odlišné (v poměru daných znaků) od panonské populace (ta obsahuje vzorky, jejichž lokality sběru jsou nejbližší typové lokalitě druhu *M. schreibersii* a proto je zde brána jako výchozí – vzorová populace pro srovnání s ostatními studovanými populacemi) se ukazují být vzorky z Maroka, méně potom vzorky z Afro-arabské oblasti a Kréty. Ostatní studované populace se odlišují jen velmi málo.



Obrázek 22. Poměr celkové velikosti lebky v laterálním pohledu (CS2) ku celkové velikosti lebky ve ventrálním pohledu (CS3) pro všechny studované populace druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ.

Z výsledných hodnot jednotlivých základních a rozšířených indexů a jejich vizualizace je patrné, že lebky vzorků ze Středního východu se od panonských lebek v poměru daných znaků téměř neodlišují. Mírné odlišnosti jsou patrné na mandibulách, které mají, oproti panonským, velmi mírně větší relativní výšku korunového výběžku a mírně menší relativní délku molárové řady (ku celkové délce mandibuly).

Lebky marockých vzorků vykazují odlišnosti v šířce rostra a to v oblasti infraorbitálních otvorů, kde jsou tyto lebky ku délce rostra (i lebky) výrazně relativně širší, postupně se míra relativně větší šíře v této oblasti rostra distálním směrem zmenšuje. Ostatní proporce rostra jsou téměř stejné jako u panonských vzorků. Lebky jsou také relativně mírně vyšší a kratší. Marocké mandibuly vykazují ze všech studovaných populací

největší míru proporcionálních odlišností. Oproti panonským vzorkům mají relativně větší výšku korunového výběžku, zejména ale mají výrazně menší relativní délku molárové řady (ku celkové délce mandibuly).

Lebky afro-arabských vzorků se od panonských příliš neodlišují. Odlišnosti jsou pouze v šířkových proporcích. Afro-arabské vzorky mají lebky relativně užší v oblasti bradavkových výběžků. Rostrum mají celkově relativně užší, nejvíce v oblasti špičáků/infraorbitálních otvorů, v oblasti P⁴ a M³ již méně. Ostatní šířkové a výškové proporce rostra a lebky obecně jsou téměř stejné jako u panonských vzorků. Mandibuly afro-arabských vzorků mají ku své celkové délce relativně menší výšku korunového výběžku a mírně menší relativní délku molárové řady. Ostatní mandibulární proporce jsou téměř stejné jako u panonských vzorků.

Lebky balkánských vzorků jsou oproti panonským mírně relativně vyšší a mají ku ostatním délkovým a šířkovým rozměrům maxilárních zubních řad mírně větší relativní délku molárové řady na maxile. Proporce mandibul jsou pak téměř stejné.

Lebky krétských vzorků jsou vůči panonským pouze mírně relativně vyšší než delší, v ostatních proporcích jsou téměř stejné. Jejich mandibuly pak mají ku své celkové délce výrazně relativně vyšší korunový výběžek a mírně delší zubní řadu P₄M₃.

Lebky západoevropských vzorků se od panonských lebek liší pouze relativní šířkou infaorbitální oblasti, kde jsou lebky této populace ku jiným délkovým či šířkovým rozměrům mírně relativně širší. Poměrně výrazně se pak liší větší relativní délkou molárové řady na maxile. Mandibuly těchto vzorků mají, podobně jako u krétských vzorků, výrazně relativně vyšší korunový výběžek.

Lebky blízkovýchodních vzorků jsou oproti panonským mírně relativně vyšší než delší a to ve větší míře než tomu je u balkánských vzorků. V ostatních proporcích lebek jsou téměř stejné jako panonské lebky. Mandibuly jsou potom odlišné stejně jako u předešlé západoevropské populace.

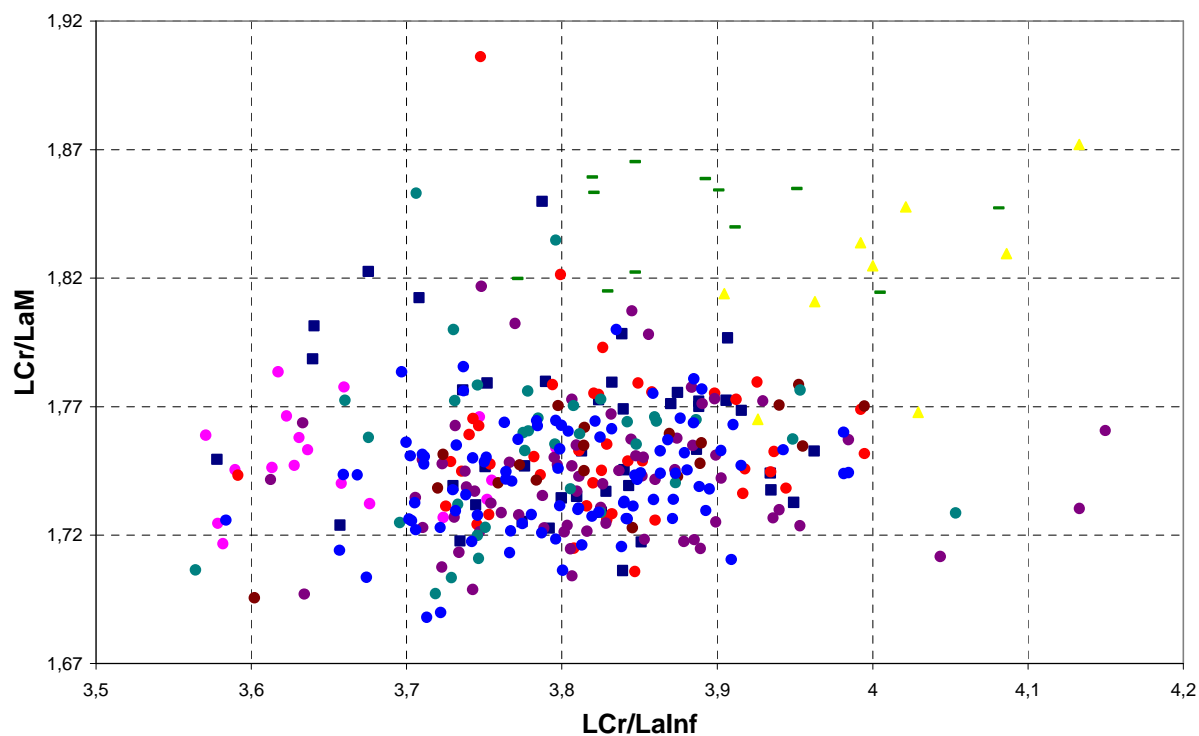
Z uvedených výsledků je patrné, že jednotlivé populace se nejvíce odlišují v mandibulárních proporcích, zejména v relativní výšce korunového výběžku (ACo/LMd). Dalším nejčastěji odlišným znakem je relativní maximální výška mozkovny (ACr/LCr), dále pak relativní infraorbitální šíře (LaInf/LCr). Míra odlišnosti daných znaků u jednotlivých populací, a tedy i rozdíly v daných odlišnostech mezi těmito populacemi, je dobře patrná z hodnot těchto znaků jež jsou vypsány v tab. 6.

Tabulka 6. Průměrné hodnoty zjišťovaných rozměrů, CS a indexů pro studované populace.

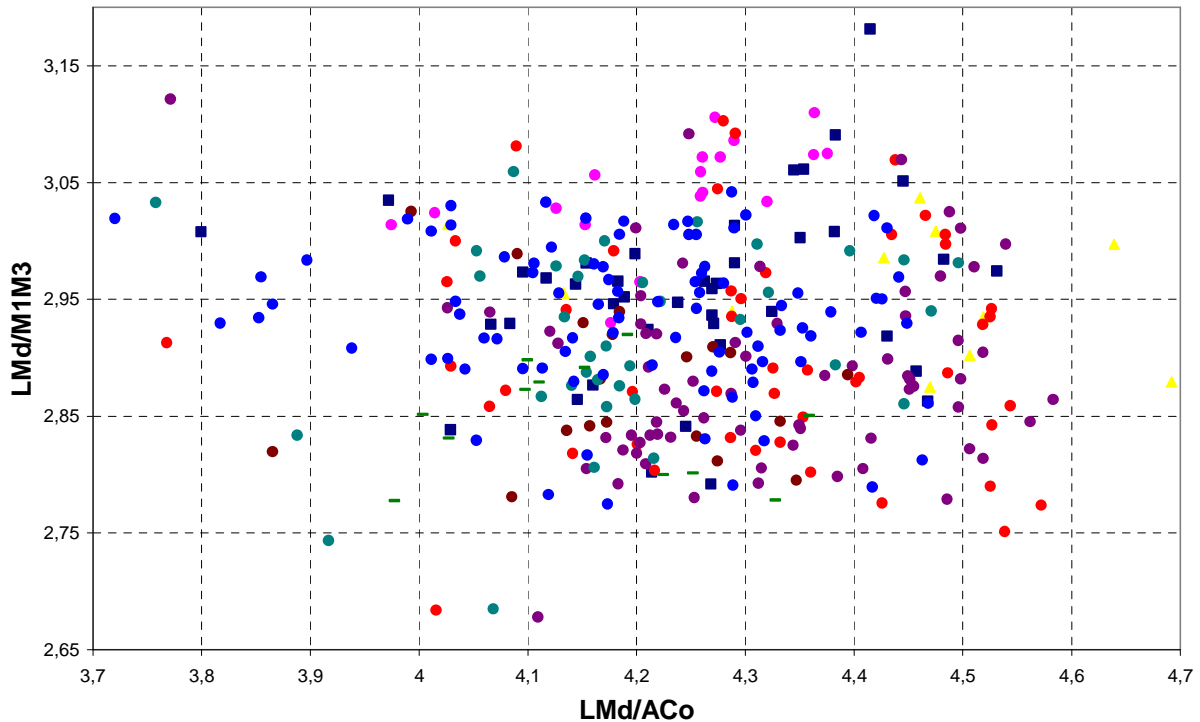
rozměr/index	Pannonie	Střední východ	Maroko	Afro-arabská oblast	Balkán	Kréta	západní Evropa	Blízký východ	<i>M. inflatus</i>
LCr	15,392	15,590	15,365	15,058	15,229	14,916	15,229	15,148	16,725
LCb	14,928	15,213	14,953	14,493	14,765	14,423	14,777	14,653	16,287
LaZ	8,609	8,881	8,688	8,412	8,551	8,478	8,566	8,531	9,348
Lal	3,761	3,847	3,777	3,711	3,710	3,621	3,711	3,675	4,050
Lainf	4,025	4,096	4,202	3,712	3,974	3,894	4,023	3,987	4,302
LaN	8,104	8,161	8,098	7,719	8,087	7,855	8,082	7,986	8,538
LaM	8,757	8,865	8,788	8,299	8,746	8,524	8,675	8,697	9,080
ANc	6,321	6,461	6,357	6,149	6,288	6,217	6,330	6,292	6,608
ACr	7,672	7,854	7,973	7,504	7,743	7,765	7,497	7,819	8,095
LMd	10,923	11,227	10,977	10,645	10,847	10,622	10,852	10,763	12,081
ACo	2,533	2,638	2,598	2,412	2,508	2,538	2,594	2,568	2,913
CC	4,549	4,687	4,656	4,280	4,484	4,477	4,504	4,555	4,925
P ⁴ P ⁴	5,580	5,725	5,542	5,327	5,525	5,423	5,442	5,508	6,151
M ³ M ³	6,327	6,623	6,398	6,241	6,334	6,212	6,264	6,294	7,237
I ¹ M ³	6,975	7,170	6,946	6,812	6,919	6,802	6,947	6,884	7,772
CM ³	5,898	6,078	5,902	5,793	5,874	5,810	5,853	5,851	6,578
P ⁴ M ³	4,291	4,411	4,302	4,197	4,306	4,268	4,275	4,293	4,884
M ¹ M ³	3,278	3,369	3,253	3,199	3,307	3,255	3,236	3,264	3,716
CP ⁴	2,907	2,983	2,877	2,826	2,847	2,832	2,911	2,887	3,293
I ₁ M ₃	7,317	7,497	7,285	7,123	7,333	7,056	7,203	7,174	7,992
CM ₃	6,215	6,434	6,193	6,119	6,177	6,090	6,185	6,159	6,938
P ₄ M ₃	4,456	4,567	4,386	4,372	4,463	4,401	4,447	4,408	5,022
M ₁ M ₃	3,764	3,795	3,606	3,597	3,768	3,691	3,720	3,670	4,246
CP ₄	2,406	2,495	2,369	2,333	2,345	2,283	2,371	2,384	2,623
M ³ M ³ /M ¹ M ³	1,931	1,967	1,968	1,951	1,890	1,910	1,768	1,929	1,948
M ³ M ³ /P ⁴ M ³	1,475	1,502	1,487	1,487	1,471	1,456	1,464	1,466	1,482
M ³ M ³ /CM ³	1,073	1,090	1,085	1,077	1,078	1,069	1,068	1,076	1,100
M ³ M ³ /I ¹ M ³	0,908	0,924	0,921	0,916	0,916	0,913	0,901	0,915	0,931
M ³ M ³ /P ⁴ P ⁴	1,135	1,157	1,155	1,172	1,147	1,146	1,148	1,143	1,177
M ³ M ³ /CC	1,392	1,413	1,375	1,460	1,413	1,387	1,391	1,383	1,470
P ⁴ P ⁴ /CC	1,227	1,222	1,191	1,246	1,231	1,210	1,212	1,210	1,249
I ¹ M ³ /I ₁ M ₃	0,953	0,957	0,954	0,956	0,943	0,964	0,964	0,959	0,973
LMd/Aco	4,320	4,261	4,228	4,421	4,333	4,189	4,190	4,197	4,152
LMd/I ₁ M ₃	1,493	1,498	1,507	1,491	1,480	1,505	1,508	1,501	1,512
LMd/CM ₃	1,758	1,745	1,773	1,735	1,756	1,744	1,756	1,748	1,741
LMd/P ₄ M ₃	2,452	2,459	2,503	2,431	2,431	2,414	2,441	2,443	2,406
LMd/M ₁ M ₃	2,904	2,960	3,044	2,957	2,880	2,879	2,919	2,934	2,846
LCr/LaM	1,756	1,759	1,748	1,815	1,743	1,750	1,756	1,742	1,842
LCr/LaZ	1,785	1,756	1,769	1,790	1,782	1,760	1,778	1,776	1,790
LCr/Lal	4,094	4,057	4,069	4,056	4,111	4,121	4,105	4,124	4,131
LCr/Lainf	3,825	3,809	3,658	4,028	3,836	3,832	3,788	3,801	3,890
LCr/ANc	2,433	2,414	2,417	2,449	2,424	2,399	2,407	2,408	2,532
LCr/ACr	2,010	1,990	1,928	1,997	1,974	1,921	2,040	1,939	2,067
LCr/LMd	1,409	1,389	1,400	1,410	1,403	1,404	1,403	1,407	1,384
LaM/LaZ	1,017	0,998	1,012	0,987	1,023	1,006	1,013	1,019	0,972
LaM/Lainf	2,181	2,166	2,092	2,220	2,202	2,190	2,159	2,182	2,112
LaM/ACr	1,142	1,131	1,103	1,101	1,131	1,098	1,163	1,113	1,122
LaM/ANc	1,388	1,373	1,383	1,350	1,391	1,371	1,373	1,382	1,374
ACr/ANc	1,218	1,216	1,254	1,226	1,231	1,249	1,183	1,242	1,225
ACr/Lal	2,041	2,045	2,111	2,023	2,087	2,145	2,021	2,128	1,999
ACr/LaZ	0,891	0,885	0,918	0,896	0,904	0,916	0,874	0,917	0,866
LaZ/LCb	0,578	0,584	0,581	0,581	0,579	0,586	0,580	0,582	0,574
LCr/LCb	1,030	1,025	1,028	1,039	1,032	1,031	1,031	1,034	1,027
ANc/LaZ	0,733	0,728	0,732	0,731	0,736	0,733	0,738	0,738	0,707
ANc/Lal	1,682	1,681	1,683	1,656	1,696	1,718	1,705	1,713	1,632
(M ³ M ³ /P ⁴ M ³)/(M ³ M ³ /M ¹ M ³)	0,764	0,764	0,756	0,762	0,769	0,763	0,757	0,760	0,761
(M ³ M ³ /I ¹ M ³)/(M ³ M ³ /CC)	0,652	0,654	0,670	0,628	0,648	0,659	0,650	0,662	0,634
(M ³ M ³ /I ¹ M ³)/(M ³ M ³ /P ⁴ P ⁴)	0,800	0,799	0,798	0,782	0,799	0,797	0,785	0,801	0,792
(M ³ M ³ /I ¹ M ³)/(P ⁴ P ⁴ /CC)	0,739	0,757	0,774	0,736	0,743	0,755	0,746	0,756	0,746
(LMd/ACo)/(LMd/I ₁ M ₃)	2,895	2,845	2,806	2,966	2,929	2,782	2,774	2,797	2,746
(LMd/ACo)/(LMd/CM ₃)	2,459	2,442	2,385	2,550	2,469	2,402	2,383	2,400	2,384
(LMd/ACo)/(LMd/P ₄ M ₃)	1,763	1,733	1,689	1,819	1,782	1,735	1,717	1,719	1,725
(LMd/ACo)/(LMd/M ₁ M ₃)	1,489	1,440	1,389	1,496	1,504	1,456	1,436	1,431	1,459
(LMd/ACo)/(LCr/ACr)	2,150	2,145	2,194	2,220	2,207	2,180	2,058	2,165	2,010
(M ³ M ³ /I ¹ M ³)/(LCr/LaM)	0,517	0,525	0,527	0,508	0,526	0,522	0,514	0,525	0,506
(M ³ M ³ /CC)/(LaM/LaZ)	1,370	1,416	1,359	1,475	1,379	1,379	1,368	1,356	1,513

Tabulka 6. (pokračování)

rozměr/index	Pannonie	Střední východ	Maroko	Afro-arabská oblast	Balkán	Kréta	západní Evropa	Blízký východ	<i>M. inflatus</i>
(LaM/LaInf)/(ACr/ANc)	1,801	1,785	1,669	1,810	1,789	1,754	1,838	1,758	1,724
(LaM/LaZ)/(ACr/ANc)	0,839	0,823	0,807	0,805	0,833	0,805	0,864	0,821	0,793
(LaM/LaInf)/(LCr/LaM)	1,242	1,232	1,197	1,224	1,264	1,251	1,231	1,253	1,147
(LaM/ANc)/(LCr/ANc)	0,695	0,692	0,717	0,676	0,707	0,714	0,677	0,713	0,665
(LCr/LaInf)/(LCr/ANc)	1,573	1,578	1,513	1,645	1,584	1,597	1,575	1,579	1,537
(LCr/LaZ)/(LCr/ANc)	0,732	0,728	0,732	0,731	0,736	0,733	0,738	0,738	0,707
(LCr/ANc)/(LaZ/LCb)	4,207	4,137	4,161	4,221	4,183	4,083	4,148	4,135	4,412
(LCr/LCb)/(ACr/ANc)	0,846	0,845	0,820	0,847	0,841	0,828	0,876	0,833	0,838
(LCr/LaM)/(M ³ M ³ /l ¹ M ³)	1,937	1,905	1,898	1,968	1,900	1,916	1,949	1,904	1,979
(LCr/LaM)/(LCr/ANc)	0,720	0,729	0,723	0,741	0,720	0,729	0,729	0,724	0,728
(LCr/LaM)/(LCr/LMd)	1,246	1,267	1,249	1,287	1,241	1,246	1,251	1,238	1,331
(LCr/LaZ)/(LCr/LaM)	1,015	0,998	1,012	0,987	1,023	1,006	1,013	1,019	0,972
(ANc/LaZ)/(ANc/Lal)	0,436	0,433	0,435	0,442	0,434	0,427	0,433	0,431	0,433
CS1 - mandibula (ML)	11,431	11,407	11,168	10,677	11,103	10,730	11,130	11,005	12,123
CS2 - lebka (LL)	20,659	20,994	20,813	20,073	20,502	20,163	20,478	20,437	22,246
CS3 - lebka (LV)	16,738	17,166	16,935	16,548	16,756	16,394	16,760	16,621	18,496
CS4 - lebka (LD)	17,762	17,881	17,716	17,278	17,580	17,179	17,515	17,321	19,173
CS2/CS1	1,808	1,842	1,864	1,876	1,853	1,880	1,844	1,859	1,835
CS3/CS4	0,946	0,960	0,956	0,956	0,953	0,954	0,957	0,960	0,965
CS2/CS3	1,234	1,223	1,229	1,213	1,224	1,230	1,222	1,230	1,203
CS2/CS4	1,166	1,174	1,175	1,159	1,166	1,174	1,169	1,180	1,160
CS3/CS1	1,468	1,506	1,517	1,547	1,513	1,528	1,509	1,511	1,526
(CS2/CS1)/(CS3/CS4)	1,921	1,920	1,950	1,963	1,944	1,970	1,928	1,937	1,903
(CS2/CS4)/(CS3/CS1)	0,792	0,781	0,775	0,750	0,770	0,768	0,776	0,782	0,761



Obrázek 23. Poměr indexů LCr/LaMf vs. LCr/LaM kraniálních znaků. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ; zelená – *M. inflatus*.

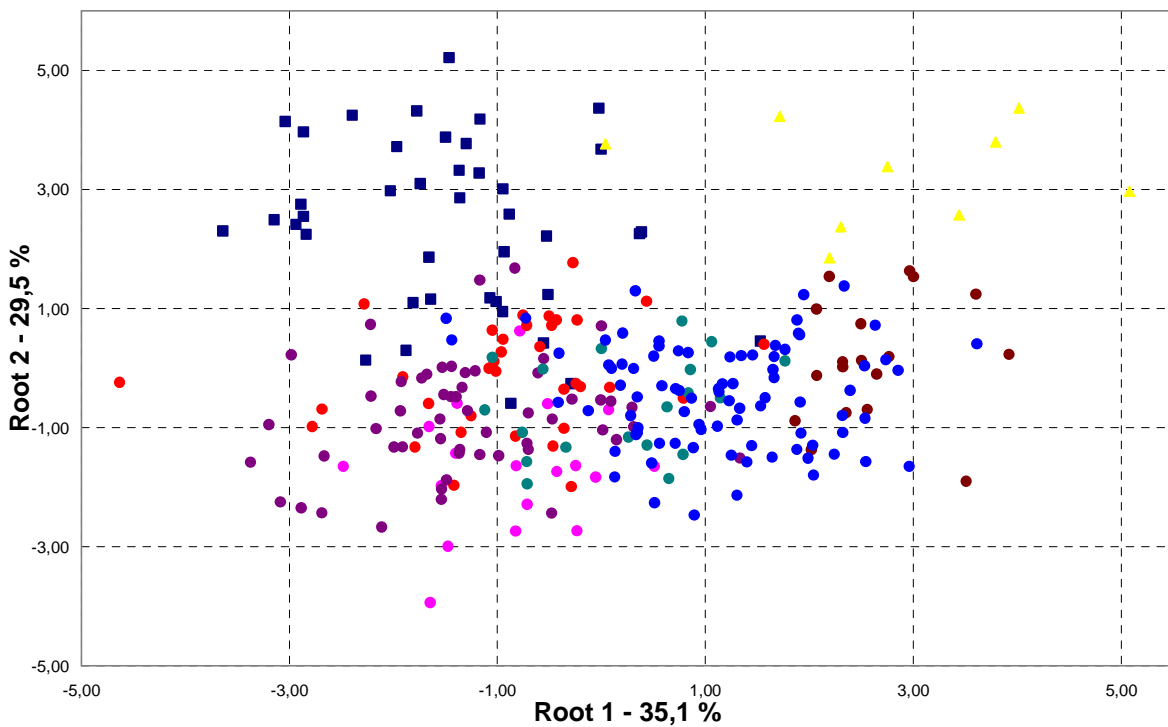
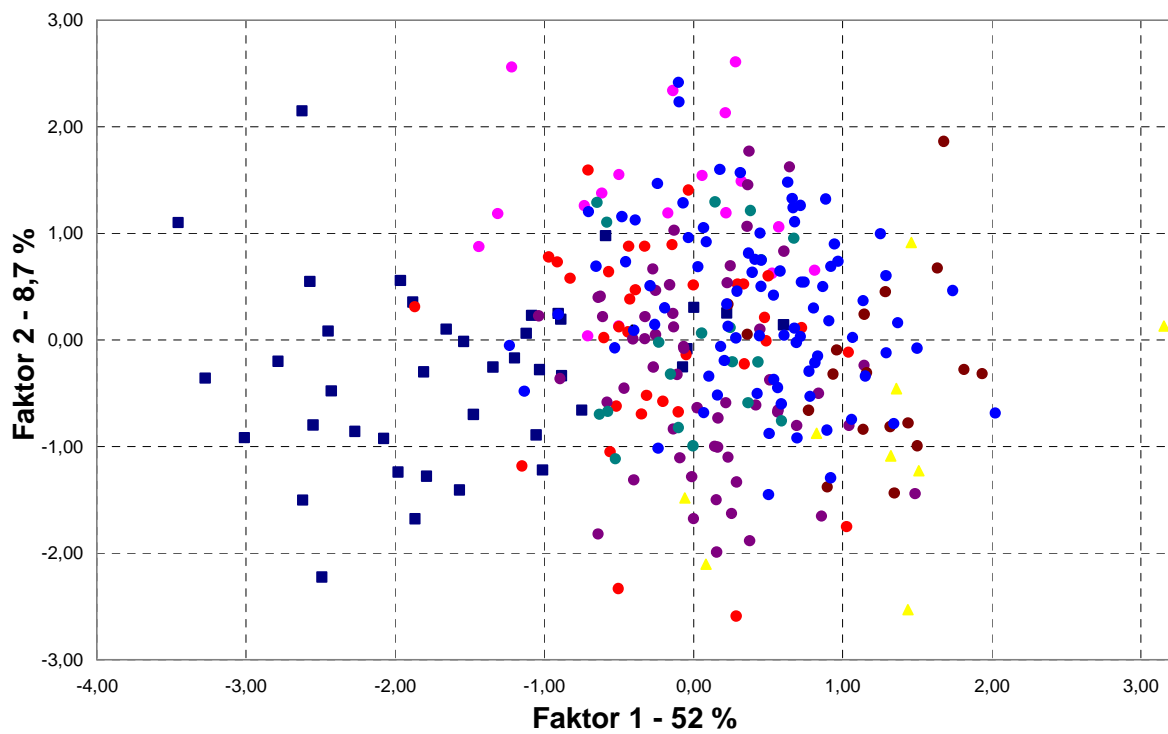


Obrázek 24. Poměr indexů LMd/ACo vs. LMd/M₁M₃ kraniálních znaků. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ; zelená – *M. inflatus*.

4.1.2.1.2. Výsledky faktorových a diskriminačních analýz

Vzájemné obecné podobnosti a odlišnosti mezi jednotlivými studovanými populacemi ukazují výsledky FA a DA. Faktorové analýzy souborů kraniálních znaků pro všechny vzorky druhu *M. schreibersii* a *M. natalensis* nejvíce separují od ostatních populací vzorky ze Středního východu, a to ve všech třech typech FA (pro soubory kraniálních znaků LCr-ACo, CC-CP₄ a LCr-CP₄). Druhou nejvíce separující se populací je afro-arabská populace. Třetí je potom marocká populace. Vzorky z Afro-arabské oblasti se ve výsledcích všech analýz (faktory 1 a 2 vysvětlující největší procento variability) často ukazují být podobné krétským, nejméně podobné jsou potom vzorkům ze Středního východu. Vzorky ze Středního východu jsou potom nejvíce podobné panonským vzorkům a dále se separují různě. Podrobnosti k vzájemným vztahům viz obr. 25.

Ještě lépe jsou vidět separace a vztahy posledních dvou zmiňovaných populací ve výsledcích DA pro stejné soubory kraniálních znaků. Nejvýraznější jsou pro soubor všech znaků (LCr-CP₄), poté pro soubor znaků LCr-ACo, a nejméně pro soubor znaků CC-CP₄. Vztahy k ostatním populacím druhu *M. schreibersii* (pro soubor všech kraniálních znaků) a odlišnosti od výsledků FA pro stejné populace a soubory znaků jsou nejlépe patrné z obr. 25. Procentuelní zastoupení na vysvětlení celkové variability pro první dva kořeny DA jednotlivých souborů znaků je uvedeno v tab. 7.



Obrázek 25. Výsledky FA (nahore) a DA (dole) pro soubor všech kraniálních znaků všech studovaných populací druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané faktory a kořeny.

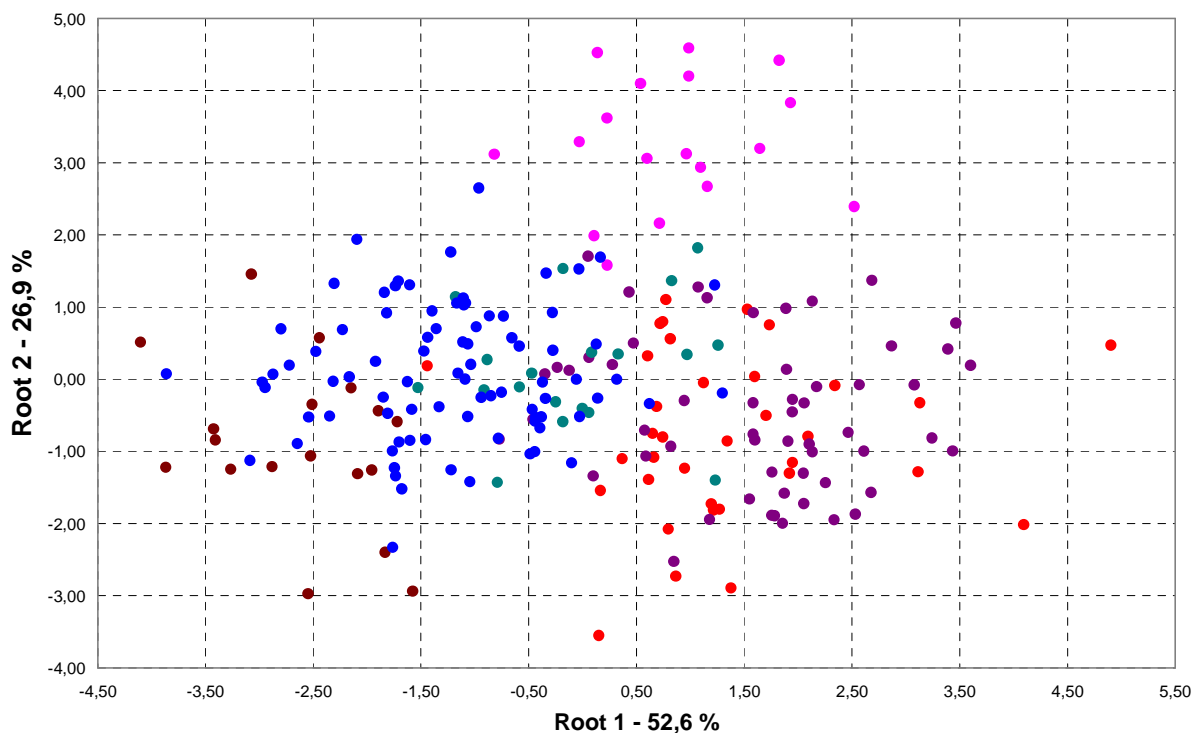
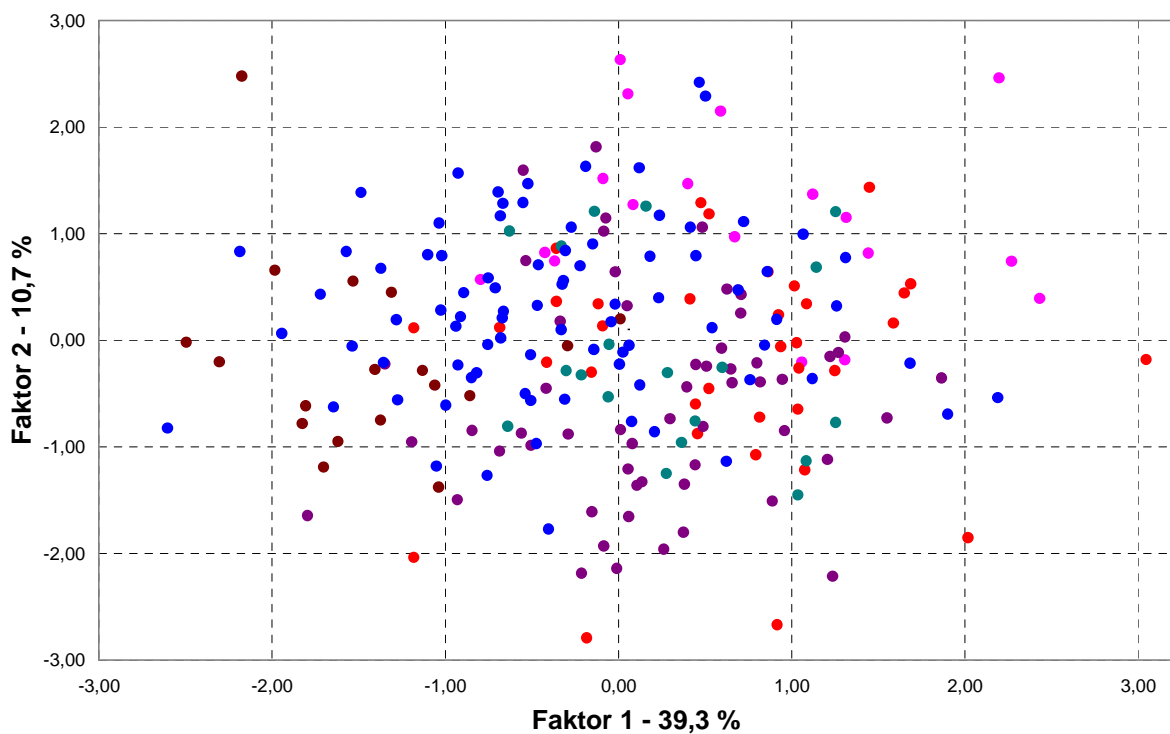
Detailnější odlišnosti mezi populacemi Maroka, Evropy a Blízkého východu (skupiny 2, 4–8) ukazují lépe výsledky FA (pro stejné soubory znaků jako u souboru všech vzorků druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*) pouze pro tyto zmíněné populace. Většina výsledků všech tří typů FA ukazuje výraznou podobnost znaků panonské populace s balkánskou populací. Od sebe navzájem nejvíce odlišné se ukazují být marocké a krétské vzorky. Mezi nimi jsou analýzami umístovány blízkovýchodní vzorky, které se často vymezují vůči vzorkům panonské a balkánské populace. Blízkovýchodní vzorky si jsou bližší se vzorky z Kréty, než se vzorky z Maroka. Vzorky ze západní Evropy poté leží nejčastěji uprostřed shluku všech vzorků. Veškeré odlišnosti (separace) nicméně nejsou příliš výrazné vyjma odlišnosti mezi marockou a krétskou populací. Podrobnosti viz obr. 26.

DA stejných souborů znaků u těchto šesti populací ukazují velmi podobný výsledek jako FA s tím rozdílem, že veškeré separace jsou výraznější. Celkově nejvíce separující se populací od ostatních ve výsledcích všech FA a DA se ukazuje být populace marocká, méně potom panonská a balkánská populace, dále krétská a blízkovýchodní populace. Západoevropská populace vykazuje nejmenší míru separace. Podrobnosti viz obr. 26. Procentuelní zastoupení na vysvětlení celkové variability pro první dva kořeny DA jednotlivých souborů znaků je uvedeno v tab. 7.

Tabulka 7. Procentuelní zastoupení na vysvětlení celkové variability pro první dva kořeny DA jednotlivých souborů kraniálních znaků.

Skupina	Kořen	LCr-ACo	CC-CP ₄	LCr-CP ₄
2, 4–8	1	55,9	54,4	52,6
	2	24	21,4	26,9
1–8	1	43,2	48,1	35,1
	2	32,4	23	29,5
1–9	1	43,2	72,8	59,9
	2	32,5	10,5	17

Z prvních dvou provedených DA po soubor všech vzorků druhu *M. schreibersii* a *M. natalensis* vyšly jako nejvýznamnější ($p < 0.0001$) pro divergence jednotlivých populací tyto znaky: LaZ, LaInf, LaM, ACr, ACo, CC, M³M³, I₁M₃, CM₃ a M₁M₃. Tyto znaky byly následně použity pro další DA. Výsledky těchto DA vyšly takřka shodně jako pro soubory všech znaků u předešlých DA. Pro soubor marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků vyšly z prvních dvou provedených DA jako nejvýznamnější znaky pro divergence jednotlivých populací tyto znaky: LaInf, LaN, ANc, ACr, ACo, I₁M₃ a M₁M₃. Tyto znaky byly následně opět použity pro další DA. Výsledky těchto DA vyšly opět takřka shodně jako pro soubory všech znaků předešlých DA. Výsledné výše uvedené nejvýznamnější znaky poměrně korelují s výše popsanými odlišnostmi vzorků jednotlivých populací.



Obrázek 26. Výsledky FA (nahore) a DA (dole) pro soubor všech kranialních znaků marocké, blízkovýchodní a evropských populací. Růžová – Maroko; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízky východ. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané faktory a kořeny.

Shrnutím veškerých výše uvedených výsledků mohu konstatovat, že odlišnosti mezi jednotlivými populacemi jsou dány především celkovou velikostí lebek a mandibul v jednotlivých populacích, která nevykazuje žádný klinální patern. Odlišnosti v jejich proporcích jsou potom mnohem méně výrazné. Znaky, které vykazují největší variabilitu mezi jednotlivými populacemi jsou: L₁I₁, A₁Cr, A₁Co a M₁M₃. Podobnosti jednotlivých populací viz výše.

4.1.2.2. Velikostní rozměry dentální

4.1.2.2.1. Základní analýza dat

Jednotlivé dentální rozměry vykazují mezi jednotlivými studovanými populacemi různé velikostní odlišnosti. Většina dentálních rozměrů vykazuje nejvyšší hodnoty u středovýchodních vzorků. Nejmenší je potom řada rozměrů vzorků z Afro-arabské oblasti a Kréty. Dentální rozměry vzorků z marocké a blízkovýchodní populace a populací evropských jsou si velice podobné. Stejný výsledek byl zjištěn na kraniálních znacích. Tyto výsledky tedy naznačují, že celková velikost dentice nevykazuje žádný klinální patern.

Absolutní hodnoty měřených dentálních a některých dentálně-kraniálních znaků, jejich základní a rozšířené indexy (vytvořené obdobným způsobem jako u kraniálních rozměrů) ukazují, že poměry daných znaků jsou mezi jednotlivými populacemi (skupiny 1–8) u některých skupin znaků poměrně odlišné a to celkově ve výrazně větším počtu než u kraniálních rozměrů (tab. 8). Odlišnosti jsou jednak v odlišném poměru znaků v rámci jednoho zubu, ale i v celkových velikostních poměrech různých zubů. Poměry celkových velikostí jednotlivých zubů na maxile i mandibule byly srovnávány zejména s celkovou velikostí M1 ($W2M^1/LiM^1$ a $W1M_1/LM_1$), která by měla ve své velikosti vykazovat nejméně rozdílů a slouží tedy jako standard. Celková velikost jednotlivých zubů byla zjišťována zejména z jejich šířkových a délkových rozměrů. Veškerá srovnání byla vždy prováděna ku panonským vzorkům ze stejného důvodu jako u kraniálních znaků.

Z výsledných hodnot jednotlivých základních a rozšířených indexů a jejich vizualizace jsou pro středovýchodní vzorky patrné následující výraznější základní odlišnosti. V maxilární zubní řadě mají tyto vzorky relativně delší I^2 a P^2 . Špičák je relativně výrazně vyšší, M^2 relativně mírně delší v nejmenší délce zubu ku největší délce zubu (LoM^2/LiM^2). Ostatní poměry (výškové, šířkové, délkové) daných znaků na maxilární dentici jsou více méně obdobné jako u panonských vzorků. Co se týče velikostních poměrů mezi jednotlivými zuby, většinou zůstává, vyjma některých zubů, poměr zachován. Výsledky ukazují, že vzorky ze Středního východu mají (vůči M^1) relativně větší špičák (zejména vyšší) a relativně mírně menší P^2 a M^3 a relativně výrazně menší I^1 . V mandibulární dentici mají středovýchodní vzorky relativně širší I_1 , M_3 pouze mírně. P_3 relativně delší, I_2 a P_4 pouze mírně. M_1 v mesiální polovině zubu relativně mírně užší než v distální polovině, M_2 také. Velikostní poměry celkových velikostí jednotlivých zubů jsou zachovány, vyjma špičáku, premolárů a M_3 . Špičák je výrazně relativně větší (zejména vyšší). Naproti tomu rozměry premolárů jsou absolutně stejné nebo dokonce menší, jsou tedy naopak výrazně relativně menší. M_3 je pak relativně větší.

Marocké vzorky mají v maxilární zubní řadě I^2 relativně mírně delší, špičák výrazně relativně vyšší a relativně mírně širší, P^4 je relativně širší. Velikostní poměry jednotlivých zubů jsou shodné vyjma celkové velikosti špičáku, P^2 a P^4 , které jsou relativně mírně větší.

M¹ je celkově relativně mírně menší. V mandibulární dentici mají marocké vzorky relativně mírně delší I₂, C_{inf} a P₂. P₂ a P₃ (zejména) mají velmi výrazně relativně vyšší, P₄ potom méně výrazně. P₄ a M₃ jsou relativně širší. Celkově relativně větší jsou u marockých vzorků P₂ a P₃. P₄ je naopak celkově relativně menší.

Afro-arabské vzorky mají na maxile špičák relativně vyšší, P² taktéž a navíc delší, P⁴ pouze mírně. M² je relativně mírně delší v nejmenší délce zuby ku největší délce zuby (LoM²/LiM²). Co se týče velikostních poměrů mezi jednotlivými zuby na maxile, většinou zůstává, až na několik výjimek, poměr zachován. Výsledky ukazují, že vzorky z této oblasti mají (oproti panonským vzorkům) celkově relativně menší P², M³ a M², I² potom poměrně výrazně. V mandibulární dentici mají tyto vzorky I₁, I₃ a M₃ relativně širší. Špičák a P₂ naopak relativně mírně delší, P₂ navíc relativně nižší. P₃ a P₄ pak velmi výrazně relativně vyšší. M₁ relativně mírně užší v mesialní polovině zuby. Celkově relativně velmi výrazně menší je u těchto vzorků P₃, méně potom P₂, špičák a M₃ je naopak mírně celkově relativně větší.

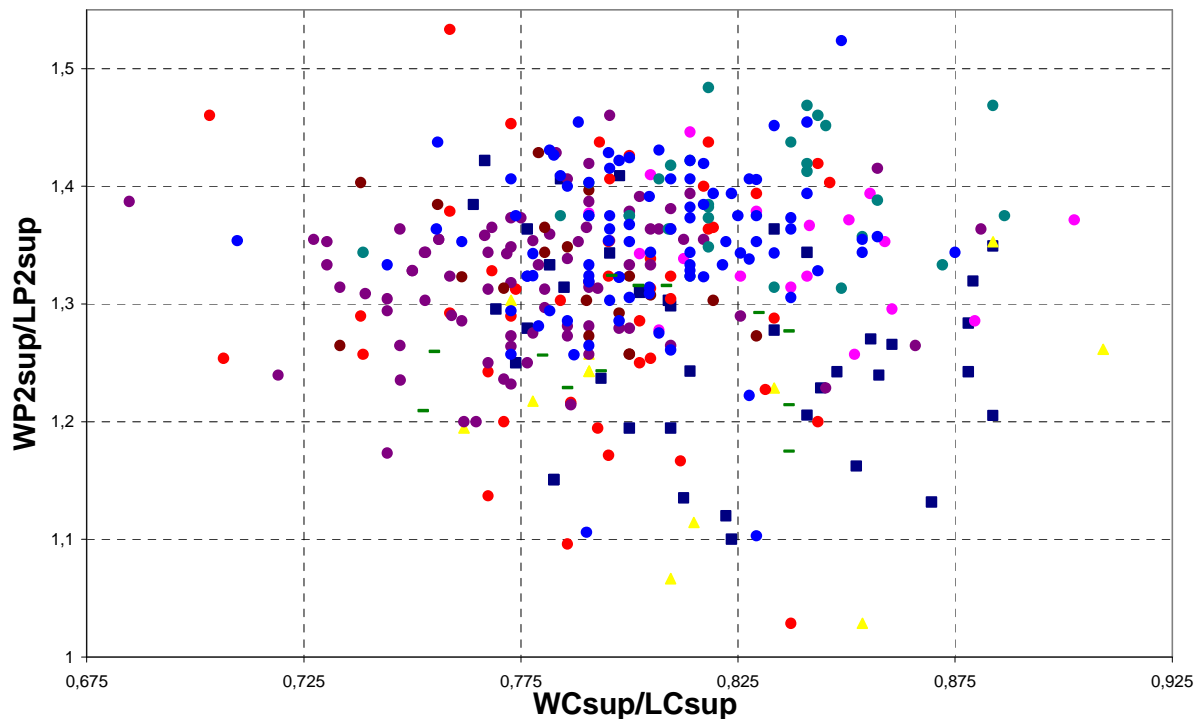
Balkánské vzorky mají v maxilární zubní řadě pouze relativně mírně delší P⁴. M¹ je relativně delší v nejmenší délce zuby ku největší délce zuby (LoM¹/LiM¹). P² je relativně vyšší. Tyto vzorky mají v maxilární dentici celkově relativně větší P⁴ a M¹. V mandibulární dentici mají tyto vzorky relativně širší I₁ a P₄. P₃ a P₄ jsou relativně vyšší. M₁ a M₃ jsou relativně mírně delší. V mandibulární dentici mají tyto vzorky celkově relativně menší P₄.

Vzorky z Kréty mají v maxilární zubní řadě relativně delší I², P⁴ je pak relativně nižší a širší. M¹ je relativně delší v nejmenší délce zuby ku největší délce zuby (LoM¹/LiM¹). Výsledky ukazují, že vzorky z této oblasti mají celkově relativně mírně větší I², M³ naopak. V mandibulární dentici mají krétské vzorky I₁ relativně širší, špičák relativně mírně vyšší. Co se týče velikostních poměrů mezi jednotlivými zuby na mandibule, většinou je shodný s poměry u panonské populace, vyjma M₁, které jsou relativně větší a premolárů, které jsou pak relativně mírně menší.

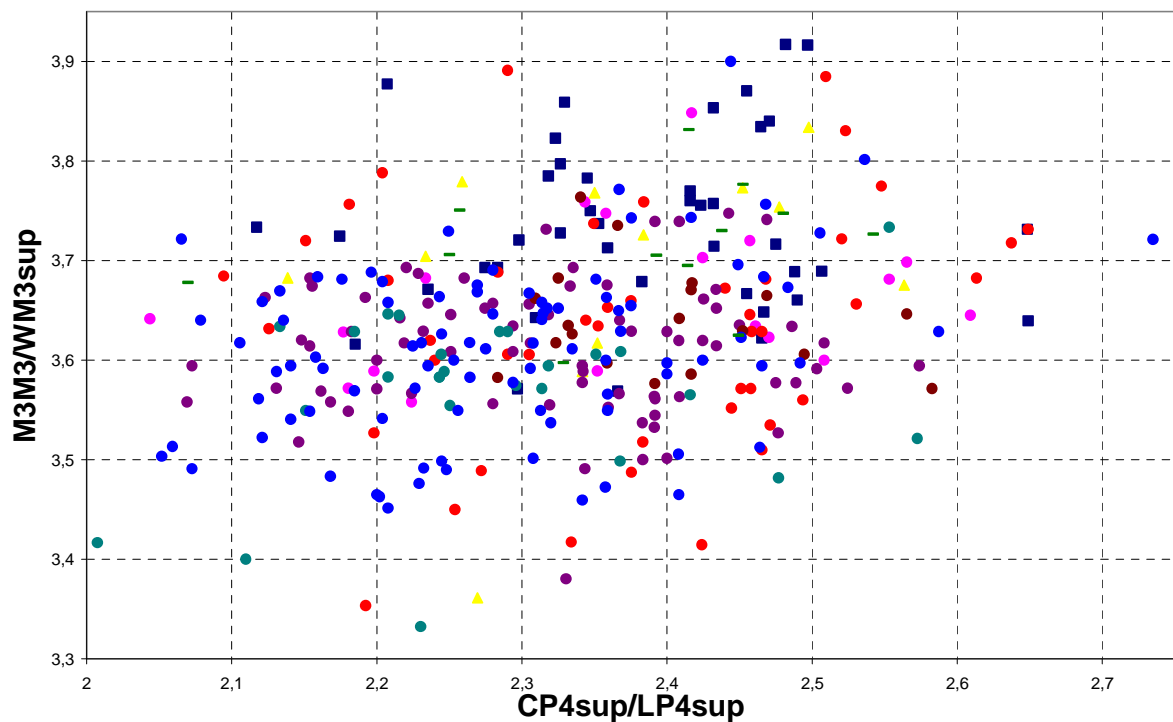
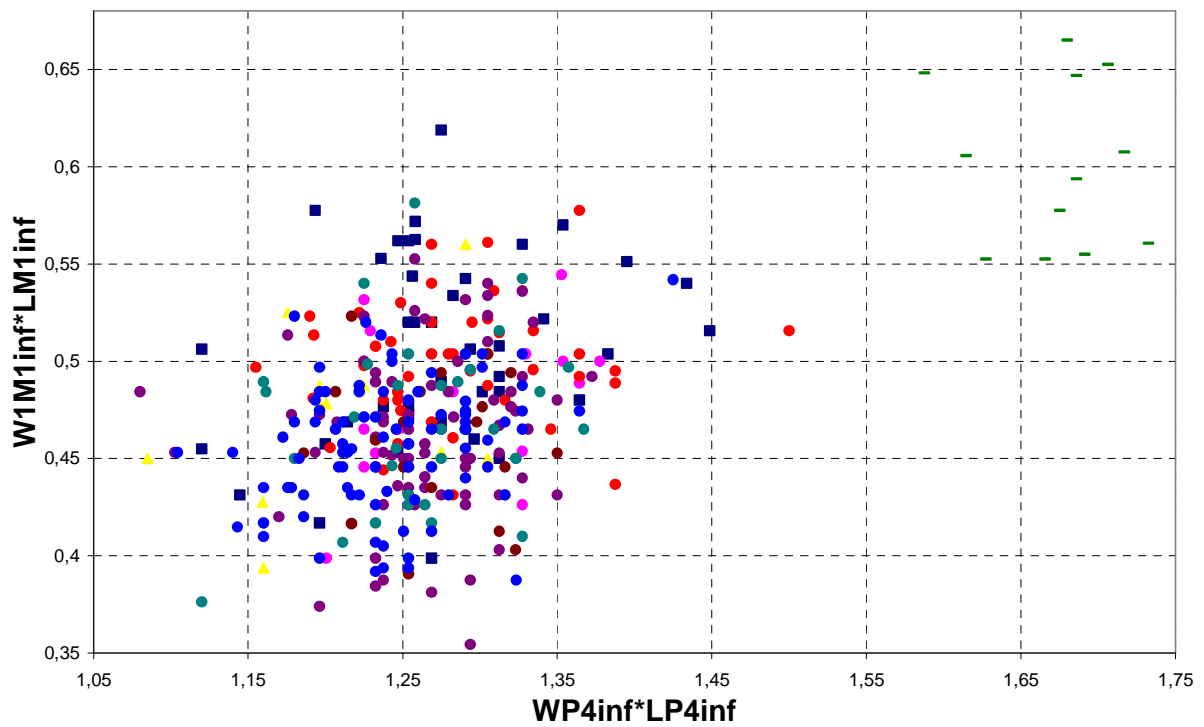
Západoevropské vzorky mají v maxilární zubní řadě špičák a P² relativně mírně vyšší a širší, P⁴ je pak relativně výrazně vyšší a velmi mírně širší. Tyto vzorky mají v maxilární dentici celkově relativně větší P⁴ a M¹ a to výrazněji než je tomu u balkánských vzorků. Dále mají celkově mírně větší špičák. V mandibulární dentici mají západoevropské vzorky I₁ širší, špičák relativně nižší, P₂, P₃, M₁ a M₃ relativně delší, P₃ a P₄ relativně vyšší. Celkově mají tyto vzorky relativně menší premoláry a relativně větší špičák.

Vzorky z Blízkého východu mají v maxilární zubní řadě P² relativně mírně vyšší a širší. P⁴ je celkově relativně větší. M¹, P² a C^{sup} pouze mírně. V mandibulární dentici mají tyto vzorky I₁ širší. Špičák, P₃ a P₄ relativně mírně vyšší, P₂ relativně výrazně nižší, M₁ a M₃ relativně delší. Celkově mají tyto vzorky relativně menší premoláry (zejména P₄) a relativně větší špičák.

Z výše uvedených výsledků je patrné, že v maxilární zubní řadě jsou obecně nejvíce tvárné premoláry (různé poměry rozměrů v rámci zubu). V mandibulární zubní řadě potom I_1 , P_3 a M_3 . Nejvíce variabilní v celkové relativní velikosti zubu jsou v maxilární zubní řadě I^2 a P^2 , na mandibule pak špičák a premoláry. Některé nejvýraznější odlišnosti v poměrech rozměrů v rámci jednoho zubu, zubní řady či v celkové relativní velikosti zubu jsou znázorněny na obr. 27 a 28. Míra odlišnosti daných znaků u jednotlivých populací, a tedy i rozdíly v daných odlišnostech mezi těmito populacemi, je dobře patrná z hodnot těchto znaků jež jsou vypsány v tab. 8.



Obrázek 27. Poměr indexů WC^{sup}/LC^{sup} a WP^2/LP^2 dentálních znaků. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ; zelená – *M. inflatus*.



Obrázek 28. Poměr indexů WP_4*LP_4 a $W1M_1*LM_1$ dentálních znaků (nahore) a poměr kraniálního (CP_{4sup}/LP_{4sup}) a dentálního ($M3M3/WM3sup$) indexu (dole). Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ; zelená – *M. inflatus*.

Tabulka 8. Průměrné hodnoty zjišťovaných rozměrů a jejich indexů pro studované populace.

rozměr/index	Pannonie	Střední východ	Maroko	Afro-arabská oblast	Balkán	Kréta	západní Evropa	Blízký východ	<i>M. inflatus</i>
LI ¹	0,499	0,499	0,490	0,460	0,495	0,478	0,511	0,488	0,517
LI ²	0,604	0,621	0,615	0,563	0,619	0,650	0,624	0,619	0,651
WI ¹	0,449	0,455	0,447	0,428	0,442	0,432	0,451	0,448	0,471
WI ²	0,595	0,574	0,575	0,589	0,578	0,567	0,592	0,591	0,660
LC ^{sup}	1,062	1,105	1,055	1,056	1,071	1,052	1,084	1,076	1,214
WC ^{sup}	0,840	0,907	0,883	0,860	0,833	0,825	0,896	0,874	0,972
LP ²	0,829	0,875	0,841	0,850	0,829	0,818	0,816	0,833	0,993
WP ²	1,087	1,094	1,131	1,028	1,094	1,083	1,138	1,130	1,249
WP ⁴	1,328	1,398	1,390	1,350	1,377	1,389	1,444	1,410	1,561
LP ⁴	1,231	1,252	1,220	1,200	1,231	1,181	1,283	1,273	1,390
LoM ¹	1,447	1,488	1,438	1,447	1,452	1,439	1,473	1,459	1,644
LiM ¹	0,947	0,992	0,924	0,951	0,984	0,970	0,983	0,960	1,158
W1M ¹	1,996	2,020	1,976	1,923	2,020	1,974	2,050	2,024	2,089
W2M ¹	1,619	1,678	1,631	1,616	1,648	1,614	1,689	1,649	1,871
W3M ¹	1,766	1,766	1,796	1,681	1,783	1,741	1,822	1,782	1,917
LoM ²	1,426	1,463	1,440	1,385	1,422	1,399	1,429	1,416	1,613
LiM ²	0,888	0,944	0,900	0,889	0,889	0,889	0,889	0,876	1,035
W1M ²	1,948	1,979	1,972	1,841	1,950	1,912	1,981	1,940	2,074
W2M ²	1,796	1,825	1,812	1,732	1,802	1,741	1,825	1,792	1,991
W3M ³	1,910	1,927	1,930	1,754	1,916	1,870	1,951	1,890	1,986
WM ³	1,742	1,772	1,748	1,693	1,754	1,707	1,758	1,744	1,949
LM ³	0,790	0,807	0,803	0,765	0,793	0,778	0,795	0,792	0,909
LI ₁	0,413	0,405	0,400	0,383	0,397	0,397	0,399	0,395	0,417
LI ₂	0,407	0,422	0,428	0,379	0,403	0,389	0,404	0,396	0,430
LI ₃	0,555	0,545	0,531	0,493	0,555	0,527	0,545	0,541	0,582
WI ₁	0,242	0,254	0,236	0,234	0,246	0,241	0,255	0,241	0,251
WI ₂	0,396	0,393	0,393	0,359	0,397	0,385	0,400	0,389	0,426
WI ₃	0,536	0,534	0,530	0,508	0,539	0,519	0,529	0,525	0,553
LC _{inf}	0,736	0,771	0,726	0,745	0,723	0,717	0,754	0,744	0,857
WC _{inf}	0,799	0,842	0,829	0,780	0,804	0,789	0,821	0,813	0,900
LP ₂	0,567	0,566	0,594	0,567	0,566	0,551	0,587	0,567	0,624
WP ₂	0,645	0,645	0,651	0,610	0,643	0,626	0,626	0,625	0,708
LP ₃	0,625	0,642	0,643	0,585	0,614	0,595	0,627	0,621	0,638
WP ₃	0,661	0,629	0,673	0,609	0,650	0,641	0,628	0,635	0,699
WP ₄	0,781	0,772	0,791	0,751	0,767	0,759	0,762	0,762	0,890
LP ₄	0,639	0,656	0,607	0,633	0,603	0,605	0,613	0,603	0,677
LM ₁	1,445	1,473	1,433	1,428	1,467	1,468	1,475	1,456	1,625
W1M ₁	0,889	0,866	0,892	0,846	0,862	0,866	0,857	0,853	1,029
W2M ₁	0,902	0,912	0,897	0,888	0,879	0,884	0,868	0,870	1,044
W3M ₁	0,986	0,998	0,974	0,994	0,975	0,964	0,958	0,960	1,134
LM ₂	1,387	1,405	1,396	1,365	1,396	1,372	1,408	1,394	1,563
W1M ₂	0,850	0,838	0,856	0,829	0,834	0,831	0,815	0,825	1,001
W2M ₂	0,845	0,869	0,847	0,839	0,838	0,841	0,822	0,830	0,985
LM ₃	1,253	1,264	1,219	1,221	1,254	1,235	1,273	1,250	1,403
WM ₃	0,659	0,680	0,666	0,665	0,642	0,641	0,634	0,642	0,756
WI ¹ /LI ¹	0,905	0,914	0,913	0,931	0,897	0,905	0,888	0,922	0,914
WI ² /LI ²	0,996	0,927	0,939	1,052	0,936	0,872	0,950	0,955	1,015
WC ^{sup} /LC ^{sup}	0,792	0,821	0,837	0,816	0,778	0,785	0,826	0,813	0,801
HC ^{sup} /WC ^{sup} /LC ^{sup}	1,753	1,675	1,841	1,787	1,726	1,764	1,609	1,718	1,554
WP ² /LP ²	1,317	1,255	1,346	1,209	1,321	1,324	1,395	1,358	1,259
HP ² /WP ² /LP ²	0,601	0,618	0,647	0,635	0,629	0,592	0,610	0,626	0,576
WP ⁴ /LP ⁴	1,080	1,119	1,142	1,128	1,120	1,176	1,127	1,110	1,126
HP ⁴ /WP ⁴ /LP ⁴	0,912	0,884	0,945	0,936	0,913	0,860	0,851	0,862	0,784
LoM ¹ /LiM ¹	1,533	1,503	1,559	1,523	1,478	1,485	1,500	1,523	1,404
LoM ² /LiM ²	1,607	1,552	1,601	1,563	1,601	1,575	1,610	1,618	1,558
WM ³ /LM ³	2,206	2,196	2,178	2,214	2,212	2,193	2,211	2,204	2,153
W2M ¹ /LoM ¹	1,119	1,128	1,134	1,117	1,135	1,122	1,147	1,130	1,155
W2M ² /LoM ²	1,260	1,248	1,259	1,251	1,268	1,245	1,278	1,266	1,235
HC ^{sup} /HP ²	2,888	2,862	2,835	2,742	2,779	2,933	2,808	2,781	2,560
HC ^{sup} /HP ⁴	1,036	1,096	1,055	1,064	1,006	1,137	0,995	1,041	1,063

Tabulka 8. (pokračování)

rozměr/index	Pannonie	Střední východ	Maroko	Afro-arabská oblast	Balkán	Kréta	západní Evropa	Blízký východ	<i>M. inflatus</i>
$(HC^{sup}/WC^{sup}/LC^{sup})/(HP^2/WP^2/LP^2)$	2,944	2,744	2,856	2,815	2,822	2,989	2,648	2,766	2,708
$(HP^4/WP^4/LP^4)/(HP^2/WP^2/LP^2)$	1,535	1,439	1,472	1,475	1,466	1,462	1,404	1,389	1,368
$(W2M^1/LoM^1)/(WM^3/LM^3)$	0,508	0,514	0,521	0,505	0,514	0,512	0,519	0,513	0,539
$(W2M^1/LoM^1)/(WP^4/LP^4)$	1,039	1,011	0,995	0,994	1,015	0,955	1,021	1,021	1,029
$(W2M^1/LoM^1)/(WP^2/LP^2)$	0,855	0,904	0,844	0,930	0,861	0,849	0,823	0,834	0,917
$(W2M^1/LoM^1)/(WC^{sup}/LC^{sup})$	1,413	1,378	1,357	1,373	1,461	1,432	1,394	1,393	1,443
$(WI^1LI^1)/(WI^2LI^2)$	0,630	0,643	0,630	0,599	0,613	0,560	0,617	0,595	0,567
$(WC^{sup}LC^{sup})/(WP^2LP^2)$	0,989	1,053	0,983	1,053	0,985	0,980	1,050	0,997	0,955
$(WP^4LP^4)/(WP^2LP^2)$	1,828	1,840	1,794	1,886	1,874	1,852	1,999	1,906	1,755
$(W2M^1LiM^1)/(WM^3LM^3)$	1,114	1,165	1,073	1,189	1,168	1,180	1,187	1,144	1,230
$(W2M^1LiM^1)/(W2M^2LiM^2)$	0,961	0,968	0,923	1,000	1,012	1,012	1,022	1,005	1,052
$(W2M^1LiM^1)/(WC^{sup}LC^{sup})$	1,723	1,671	1,620	1,694	1,827	1,807	1,713	1,706	1,840
$(W2M^1LiM^1)/(WP^4LP^4)$	0,944	0,955	0,890	0,953	0,961	0,956	0,897	0,893	1,002
$(W2M^1LiM^1)/(WP^2LP^2)$	1,706	1,748	1,590	1,777	1,795	1,770	1,788	1,694	1,757
$(W2M^1LiM^1)/(WI^2LI^2)$	4,307	4,712	4,344	4,664	4,574	4,261	4,526	4,334	5,072
LI_1/WI_1	1,713	1,602	1,707	1,648	1,616	1,654	1,569	1,646	1,665
LI_2/WI_2	1,029	1,075	1,093	1,056	1,019	1,014	1,014	1,022	1,011
LI_3/WI_3	1,041	1,024	1,002	0,970	1,030	1,016	1,033	1,030	1,053
WC_{sup}/LC_{sup}	1,089	1,094	1,142	1,048	1,114	1,102	1,091	1,095	1,051
$HC_{inf}/WC_{inf}/LC_{inf}$	2,414	2,388	2,432	2,398	2,475	2,517	2,231	2,476	2,058
WP_2/LP_2	1,137	1,142	1,096	1,078	1,137	1,139	1,068	1,104	1,142
$HP_2/WP_2/LP_2$	1,395	1,372	1,480	1,326	1,399	1,391	1,425	1,384	1,238
WP_3/LP_3	1,058	0,982	1,047	1,042	1,059	1,081	0,974	1,024	1,104
$HP_3/WP_3/LP_3$	1,341	1,409	1,499	1,686	1,426	1,382	1,472	1,467	1,248
WP_4/LP_4	1,230	1,183	1,307	1,192	1,279	1,260	1,254	1,270	1,322
$W2M_1/W1M_1$	1,014	1,054	1,005	1,050	1,020	1,022	1,014	1,021	1,014
$LM_1/W2M_1$	1,604	1,619	1,599	1,611	1,669	1,661	1,701	1,675	1,557
$W2M_2/W1M_2$	0,995	1,038	0,990	1,012	1,005	1,013	1,009	1,007	0,985
$LM_2/W2M_2$	1,644	1,619	1,650	1,627	1,668	1,631	1,713	1,680	1,587
LM_3/WM_3	1,908	1,862	1,834	1,841	1,956	1,929	2,009	1,955	1,862
HC_{inf}/HP_2	2,847	3,145	2,627	3,086	2,854	2,971	2,699	3,027	2,875
HC_{inf}/HP_3	2,687	2,739	2,438	2,351	2,557	2,767	2,414	2,607	2,813
HC_{inf}/HP_4	1,723	1,697	1,631	1,590	1,648	1,692	1,617	1,680	1,634
$(WP_4/LP_4)/(WP_2/LP_2)$	1,086	1,043	1,194	1,107	1,126	1,106	1,191	1,155	1,163
$(WC_{inf}/LC_{inf})/(WP_2/LP_2)$	0,961	0,961	1,043	0,974	0,983	0,970	1,026	0,994	0,927
$(WC_{inf}/LC_{inf})/(WP_3/LP_3)$	1,032	1,115	1,093	1,008	1,057	1,024	1,089	1,073	0,960
$(HC_{inf}/WC_{inf}/LC_{inf})/(HP_2/WP_2/LP_2)$	1,761	1,762	1,646	1,808	1,776	1,818	1,573	1,796	1,669
$(HC_{inf}/WC_{inf}/LC_{inf})/(HP_3/WP_3/LP_3)$	1,815	1,729	1,622	1,428	1,746	1,834	1,517	1,703	1,652
$(LM_1/W2M_1)/(LM_3/WM_3)$	0,843	0,870	0,874	0,878	0,854	0,862	0,848	0,859	0,839
$(LM_1/W2M_1)/(WP_4/LP_4)$	1,315	1,376	1,228	1,357	1,319	1,328	1,368	1,327	1,191
$(WI_1LI_1)/(WI_2LI_2)$	0,627	0,625	0,564	0,665	0,614	0,642	0,635	0,626	0,574
$(WI_2LI_2)/(WI_3LI_3)$	0,545	0,573	0,604	0,546	0,536	0,549	0,572	0,546	0,574
$(WC_{inf}LC_{inf})/(WP_2LP_2)$	1,616	1,779	1,561	1,683	1,600	1,644	1,686	1,670	1,760
$(WC_{inf}LC_{inf})/(WP_3LP_3)$	1,432	1,607	1,398	1,633	1,469	1,489	1,574	1,506	1,749
$(WC_{inf}LC_{inf})/(WP_4LP_4)$	1,190	1,297	1,261	1,233	1,267	1,242	1,350	1,306	1,288
$(WP_2LP_2)/(WP_4LP_4)$	0,739	0,730	0,810	0,732	0,793	0,756	0,799	0,784	0,738
$(W1M_1LM_1)/(WC_{inf}LC_{inf})$	2,196	1,982	2,128	2,086	2,182	2,247	2,051	2,097	2,170
$(W1M_1LM_1)/(WP_2LP_2)$	3,531	3,511	3,311	3,498	3,483	3,692	3,451	3,491	3,811
$(W1M_1LM_1)/(WP_3LP_3)$	3,121	3,178	2,963	3,391	3,194	3,346	3,230	3,149	3,790
$(W1M_1LM_1)/(WP_4LP_4)$	2,588	2,537	2,675	2,554	2,759	2,789	2,730	2,731	2,794
$(W1M_1LM_1)/(W1M_2LM_2)$	1,093	1,084	1,071	1,070	1,087	1,116	1,103	1,082	1,070
$(W1M_1LM_1)/(WM_3LM_3)$	1,560	1,488	1,580	1,492	1,574	1,611	1,569	1,565	1,583
HI^2	0,616	0,684	0,638	0,613	0,646	0,571	0,649	0,640	0,742
HI^1	0,549	0,617	0,597	0,600	0,602	0,574	0,579	0,561	0,686
HC^{sup}	1,547	1,696	1,653	1,629	1,550	1,520	1,573	1,610	1,828
HP^2	0,535	0,596	0,584	0,596	0,561	0,521	0,568	0,586	0,717
HP^4	1,497	1,535	1,569	1,533	1,543	1,407	1,586	1,551	1,722
HI_1	0,275	0,276	0,294	0,269	0,296	0,268	0,287	0,290	0,298
HI_2	0,288	0,289	0,316	0,271	0,306	0,295	0,313	0,304	0,317
HI_3	0,330	0,335	0,319	0,308	0,342	0,316	0,347	0,336	0,341

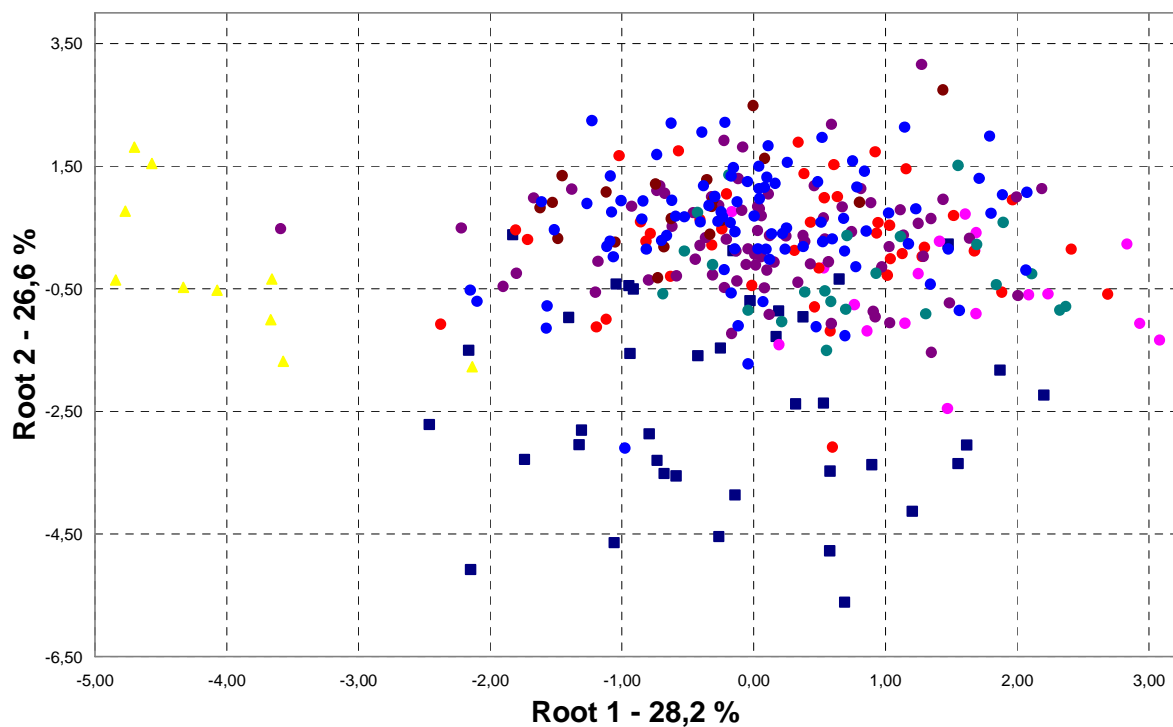
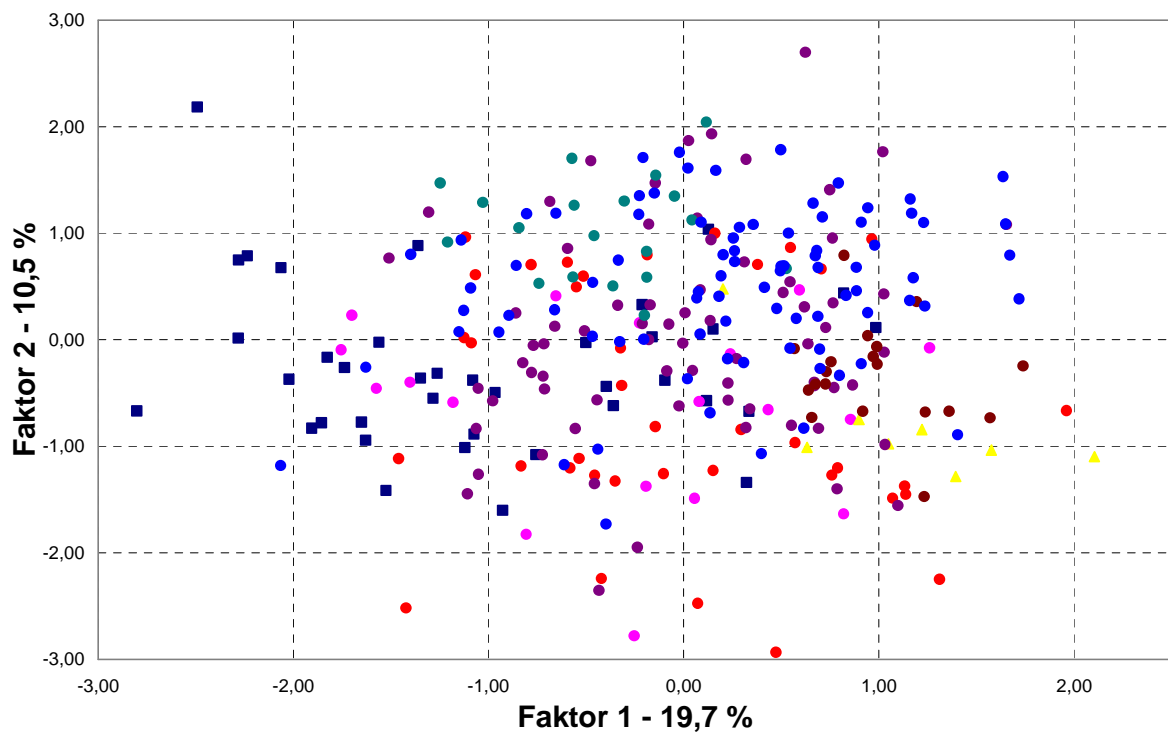
Tabulka 8. (pokračování)

rozměr/index	Pannonie	Střední východ	Maroko	Afro-arabská oblast	Balkán	Kréta	západní Evropa	Blízký východ	<i>M. inflatus</i>
HC _{inf}	1,435	1,572	1,503	1,425	1,435	1,424	1,394	1,486	1,589
HP ₂	0,509	0,504	0,575	0,463	0,504	0,481	0,519	0,492	0,555
HP ₃	0,538	0,580	0,619	0,608	0,563	0,517	0,579	0,572	0,569
HP ₄	0,836	0,929	0,925	0,900	0,872	0,845	0,874	0,887	0,975
I ¹ M ³ /LoM ¹	4,820	4,820	4,833	4,710	4,766	4,728	4,719	4,735	4,712
M ³ M ³ /WM ³	3,634	3,737	3,662	3,689	3,612	3,641	3,563	3,618	3,714
P ⁴ P ⁴ /WP ⁴	4,219	4,099	3,988	3,954	4,026	3,909	3,770	3,918	3,945
M ¹ M ³ /LoM ¹	2,266	2,264	2,263	2,212	2,280	2,263	2,199	2,244	2,253
M ¹ M ³ /LoM ²	2,300	2,302	2,260	2,310	2,326	2,327	2,266	2,314	2,305
CC ^{sup} /WC ^{sup}	5,440	5,185	5,279	4,987	5,392	5,430	5,038	5,236	5,073
CP ⁴ /LP ⁴	2,373	2,383	2,365	2,360	2,317	2,399	2,280	2,289	2,374
(CP ⁴ /LP ⁴)/(M ³ M ³ /WM ³)	0,653	0,638	0,646	0,640	0,642	0,659	0,639	0,633	0,639
(CC/WC ^{sup})/(P ⁴ P ⁴ /WP ⁴)	1,295	1,266	1,324	1,261	1,342	1,391	1,330	1,337	1,287
(M ¹ M ³ /LoM ¹)/(M ³ M ³ /WM ³)	0,625	0,606	0,618	0,600	0,632	0,622	0,618	0,621	0,607
(M ¹ M ³ /LoM ¹)/(P ⁴ P ⁴ /WP ⁴)	0,540	0,553	0,568	0,561	0,567	0,580	0,583	0,574	0,572
M ₁ M ₃ /LM ₃	3,007	3,003	2,961	2,947	3,005	2,991	2,925	2,935	3,026
CP ₄ /LP ₄	3,783	3,814	3,916	3,698	3,908	3,790	3,932	3,991	3,891
CP ₄ /LC _{inf}	3,277	3,238	3,264	3,138	3,245	3,187	3,154	3,221	3,062
I ₁ M ₃ /LP ₃	11,722	11,709	11,343	12,181	11,961	11,898	11,554	11,596	12,624
I ₁ M ₃ /LP ₂	12,917	13,271	12,272	12,583	12,973	12,827	12,333	12,692	12,887
M ₁ M ₃ /LM ₁	2,608	2,578	2,518	2,520	2,570	2,515	2,523	2,520	2,613
(M ₁ M ₃ /LM ₃)/(M ₁ M ₃ /LM ₁)	1,154	1,166	1,177	1,170	1,170	1,189	1,160	1,165	1,158
(CP ₄ /LP ₄)/(M ₁ M ₃ /LM ₁)	1,453	1,480	1,557	1,470	1,523	1,507	1,559	1,584	1,490
(CP ₄ /LC _{inf})/(M ₁ M ₃ /LM ₁)	1,258	1,256	1,297	1,246	1,264	1,268	1,250	1,279	1,172
(I ₁ M ₃ /LP ₃)/(CP ₄ /LP ₄)	3,112	3,089	2,907	3,306	3,087	3,155	2,967	2,918	3,253

4.1.2.2.2. Výsledky faktorových a diskriminačních analýz souborů dentálních znaků

Odlišnosti a podobnosti vzorků jednotlivých populací sumarizují výsledky FA a DA. Faktorové analýzy souborů dentálních znaků pro všechny vzorky druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* nejvíce separují od ostatních populací vzorky ze Středního východu, a to ve všech třech typech FA (pro soubory dentálních znaků LI¹-LM³, LI₁-WM₃ a všech znaků). Druhou nejvíce separující se populací je afro-arabská populace, třetí populace blízkovýchodní. Ostatní populace se liší velmi málo a jejich vzájemné vztahy jsou lépe patrné z FA pouze pro tyto soubory populací (viz níže). Vzájemné vztahy zejména populací ze Středního východu a Afro-arabské oblasti jsou znázorněny na obr. 29 (vizualizující výsledky FA pro soubor všech dentálních znaků). Vzorky afro-arabské populace jsou v tomto zobrazení umístěny blízko krétským vzorkům, středovýchodní vzorky se pak separují nejbližší balkánským vzorkům. Výsledky FA pro soubor dentálních znaků pouze na horní či dolní čelisti ukazují téměř totožný výsledek.

Výsledky DA pro oba soubory znaků (všech znaků na horní [obr. 29] a dolní čelisti) ukazují podobné separace (navzájem, a i ve vztahu k výsledkům FA) pro populace ze Středního východu a Afro-arabské oblasti (tato populace se pouze separuje výrazněji, než ve výsledcích FA), výsledky pro ostatní populace jsou mírně odlišné a budou popsány níže, ve výsledcích DA pouze pro tyto soubory populací. Procentuelní zastoupení na vysvětlení celkové variability pro první dva kořeny DA jednotlivých souborů znaků je uvedeno v tab. 9.



Obrázek 29. Výsledky FA pro soubor všech dentálních znaků (nahore) a DA pro soubor dentálních znaků na horní čelisti všech studovaných populací druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané faktory a kořeny.

Tabulka 9. Procentuelní zastoupení na vysvětlení celkové variability pro první dva kořeny DA jednotlivých souborů dentálních znaků.

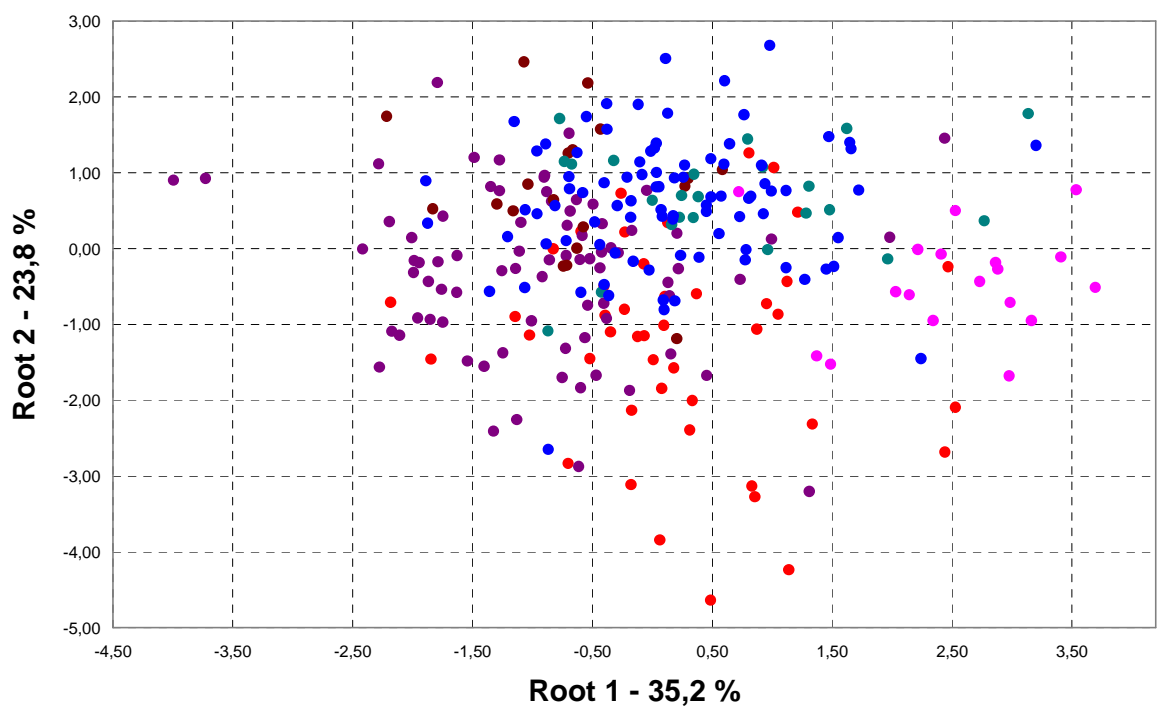
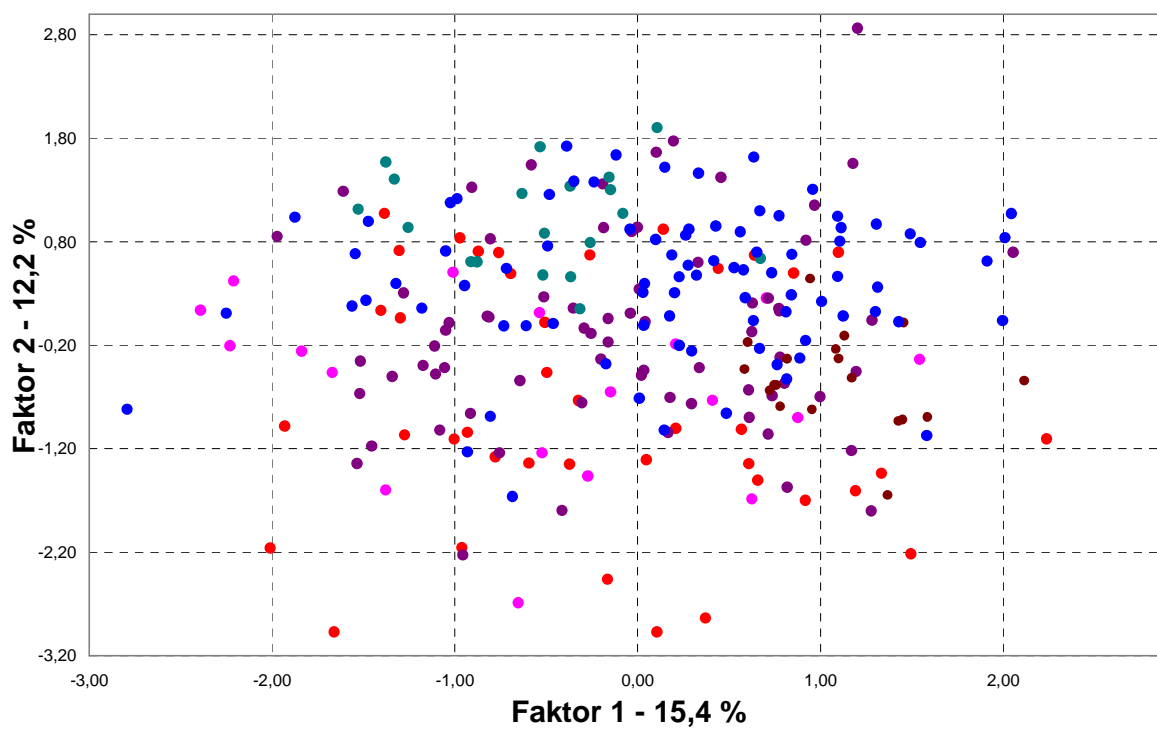
Skupina	Kořen	LI ¹ -LM ³	LI ₁ -WM ₃
2, 4–8	1	35,2	37,5
	2	23,8	30,1
1–8	1	28,2	33,4
	2	26,6	25,4
1–9	1	61,6	61
	2	12,8	13,4

Detailnější odlišnosti mezi marockou a blízkovýchodní populací a evropskými populacemi (skupiny 2, 4–8) ukazují lépe výsledky FA (pro stejné soubory znaků jako u souboru všech vzorků druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*) pouze pro tyto populace. Nicméně výsledné odlišnosti jsou mnohem menší než u středovýchodní a afro-arabské populace. Panonská a balkánská populace si jsou na základě výsledků FA pro všechny tři soubory dentálních znaků navzájem nejvíce podobné. Naopak nejvíce vzájemně odlišné jsou populace marocká a blízkovýchodní. Taktéž pro všechny tři soubory dentálních znaků.

Výsledky DA jsou od výsledků FA mírně odlišné (navzájem jsou však výsledky DA téměř totožné) – nejvýrazněji se separuje marocká populace méně potom panonská a ostatní populace pouze minimálně. Další podrobnosti k vzájemným vztahům jednotlivých populací viz obr. 30.

Z prvních dvou provedených DA po soubor všech vzorků druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* vyšly jako nejvýznamnější ($p < 0.0001$) pro divergence jednotlivých populací tyto znaky: LI², WC^{sup}, WP², WP⁴, LiM¹, W2M¹, LiM², W3M², LI₂, LI₃, LD_{inf}, WD_{inf} a LP₂. Tyto znaky byly následně použity pro další DA. Výsledky těchto DA vyšly takřka shodně jako pro soubory všech znaků u předešlých DA. Pro soubory marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků vyšly z prvních dvou provedených DA jako nejvýznamnější znaky pro divergence jednotlivých populací pouze: WC^{sup}, WP⁴, LiM¹, LI₂ a LI₃. Tyto znaky byly následně opět použity pro další DA. Výsledky těchto DA vyšly opět takřka shodně jako pro soubory všech znaků předešlých DA. Výsledné výše uvedené nejvýznamnější znaky poměrně dobře korelují s výše popsány odlišnostmi jednotlivých populací.

Shrnutím veškerých výše uvedených výsledků mohu konstatovat, že odlišnosti mezi jednotlivými populacemi jsou dány především celkovou velikostí zubů v jednotlivých populacích. Odlišnosti v proporcích zubů jsou potom mnohem méně výrazné. Celkově jsou nejvíce odlišné (jak odlišnou celkovou velikostí, tak různými poměry znaků v rámci jednoho zubu) v maxilární zubní řadě I², špičáky a zejména premoláry. V mandibulární zubní řadě potom I₂, I₃, špičáky, premoláry a M₃.

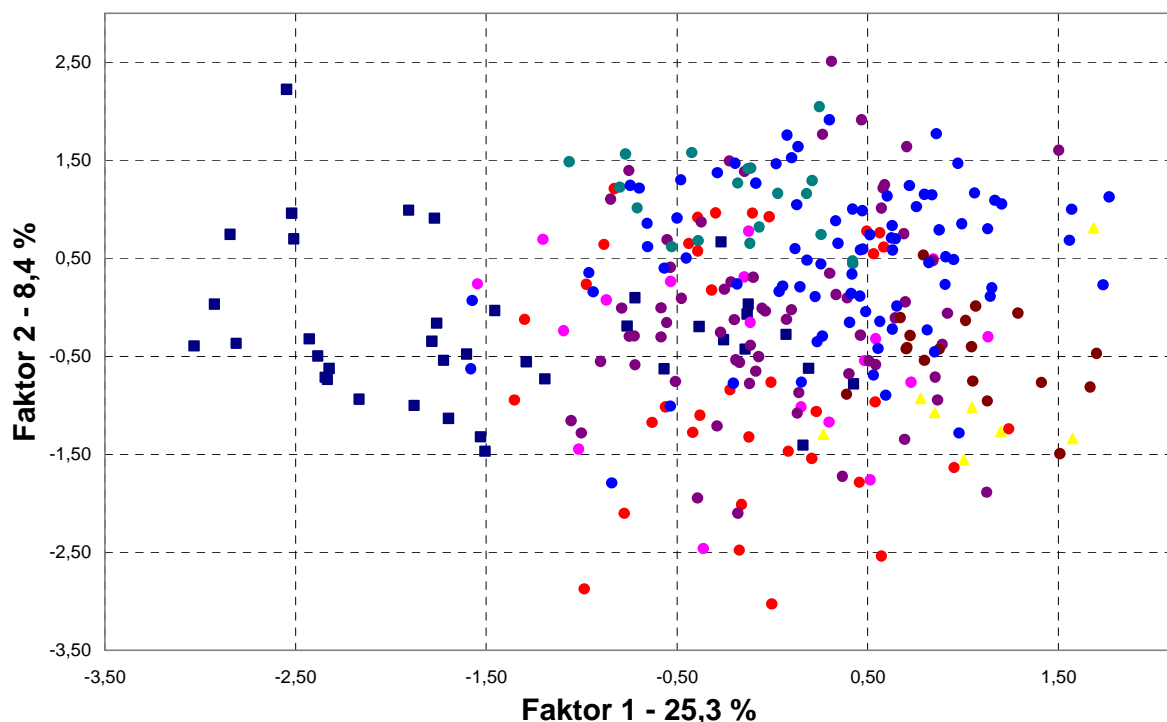


Obrázek 30. Výsledky FA pro soubor všech dentálních znaků (nahore) a DA pro soubor dentálních znaků na horní čelisti (dole) marocké, evropských a blízkovýchodní populace. Růžová – Maroko; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízky východ. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané faktory a kořeny.

4.1.2.2.3. Výsledky faktorových a diskriminačních analýz souborů dentálně-kraniálních znaků

Výsledky FA pro všechny vzorky druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*, pro soubor dentálně-kraniálních znaků na horní čelisti (details viz metodika) ukazuje téměř totožné výsledky jako FA pouze pro soubor dentálních znaků. Výsledky pro soubor dentálně-kraniálních znaků na dolní čelisti jsou pak od výsledků FA pro soubor pouze dentálních znaků mírně odlišné a to pouze výraznější separací středovýchodních vzorků. Tento fakt se pak projevuje ve výsledcích FA pro soubor všech dentálně-kraniálních znaků (obr. 31) a poukazuje na významnost rozměrů rostra ve vztahu ke klasifikaci této populace.

Výsledky DA pro soubor dentálně-kraniálních znaků jak na maxile tak i na mandibule pro středovýchodní a afro-arabskou populaci vyšly takřka shodně jako výsledky DA pro soubor pouze dentálních znaků. Ve vztahu k výsledkům FA pro soubory dentálně-kraniálních znaků jsou tyto výsledky DA podobné ve smyslu stejné separace středovýchodní a afro-arabské populace. U ostatních populací jsou potom opět odlišnosti (viz níže). Procentuelní zastoupení na vysvětlení celkové variability pro první dva kořeny DA jednotlivých souborů znaků je uvedeno v tab. 10.



Obrázek 31. Výsledky FA pro soubor všech dentálně-kraniálních znaků všech studovaných populací druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané faktory.

Tabulka 10. Procentuelní zastoupení na vysvětlení celkové variability pro první dva kořeny DA jednotlivých souborů dentálně-kraniálních znaků. Maxila – soubor všech znaků na maxile; mandibula – soubor všech znaků na mandibule (podrobnosti viz metodika).

Skupina	Kořen	Maxila	Mandibula
2, 4–8	1	34,9	35,4
	2	25,1	33,8
1–8	1	31,1	35,3
	2	28,1	24
1–9	1	61,8	62,1
	2	13,2	11,9

Detailnější odlišnosti mezi marockou a blízkovýchodní populací a populacemi evropskými (skupiny 2, 4–8) opět ukazují lépe výsledky FA a DA (pro stejné soubory znaků jako u souboru všech vzorků druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*) pouze pro tyto zmíněné populace. Výsledky FA a DA ukazují pro všechny analyzované soubory dentálně-kraniálních znaků téměř totožné vztahy mezi jednotlivými populacemi jako výsledky FA a DA pro soubory pouze dentálních znaků (viz výše – obr. 30).

4.1.2.3. Fenetické znaky

4.1.2.3.1. Základní analýza dat

Zjištěné hodnoty fenetických znaků ukazují, že nejvíce odlišné od panonské populace (která byla použita pro srovnání ze stejných důvodů jako u analýzy kraniálních a dentálních znaků) jsou vzorky z Afro-arabské oblasti a Středního východu, méně potom z oblasti Maroka. Ostatní populace se pak odlišují mnohem méně výrazně. Většina fenetických znaků vykazuje u jednotlivých populací stejnou míru variability. Některé znaky však ne, a to zejména u tří výše uvedených populací. Vzorky z Afro-arabské oblasti jsou charakteristické velmi významně odlišnými hodnotami zejména ve znacích CingM1inf3, P2sup2, P4sup4, M1sup, M2sup, CingM2sup, M3sup2 a InfO. Ve všech těchto uvedených znacích vykazují tyto vzorky výrazně nižší hodnoty, vyjma P4sup4 a InfO, kde je tomu opačně. Vzorky z této populace tedy mají vrchol konkávity cingula M₁ položen mesiálněji, relativně menší míru prohloubení na distální straně P² a větší míru progresse mesio-okluzálního oblouku P⁴. Okluzální hranu M¹ a M² mají skloněnu distálním směrem. Dále mají výrazně relativně menší cingulární výběžek na distálně-okluzálním oblouku M² a menší výběžek na mesio-palatální straně M³. Infraorbitální otvor mají posazen vůči maxilární zubní řadě distálněji. Vzorky ze Středního východu jsou odlišné zejména ve znacích P2P4inf2, P3P4inf, CingM2inf2, P2sup4, M2sup2, M2sup4. Ve všech těchto uvedených znacích vykazují výrazně nižší hodnoty. Mají tedy výrazně relativně nižší P₂ a P₃ ku P₄, méně výrazné (menší) protocingulum ku postcingulu M₂, menší míru prohnutí na mesio-laterální straně P² a na mesiální straně M² a menší prohloubení na distální straně tohoto zubu (M²). Marocké vzorky jsou potom výrazně odlišné zejména ve znacích Cinf, M1sup4 a RmanW. V prvním znaku vykazují nižší hodnoty – mají tedy cingulum na palatální straně špičáků spíše bez zjevných záhybů. Ve zbylých dvou znacích vyšší hodnoty – mají výraznější prohnutí na palatální straně M¹ a relativně výraznější výběžek na *ramus mandibulae* před *processus coronoideus* (detaily k uvedeným znakům viz metodika – tab. 3 a obr. 17). Míra odlišnosti daných znaků u jednotlivých populací, a tedy i rozdíly v daných odlišnostech mezi těmito populacemi, je dobře patrná z hodnot těchto znaků jež jsou vypsány v tab. 11.

4.1.2.3.2. Výsledky faktorových a diskriminačních analýz

Vzájemné obecné podobnosti a odlišnosti mezi jednotlivými studovanými populacemi ukazují výsledky FA a DA. Výsledky FA všech tří souborů fenetických znaků na dentici, lebce a mandibule (P4inf-CingM2sup3, M3up-lsup a P4inf-lsup) pro všechny vzorky druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* vesměs ukazují, že nejvýrazněji se separují vzorky ze Středního východu a Afro-arabské oblasti. Vzorky ostatních populací (skupiny 2, 4–8) se separují mnohem méně a budou diskutovány níže ve výsledcích pouze pro tyto soubory populací. Vzorky afro-arabské populace se separují nejčastěji, středovýchodní vzorky potom méně

často. Ve všech třech typech FA se vzorky těchto populací separují velmi podobně a způsobem jaký je znázorněn na obr. 32, z kterého jsou patrné i vztahy k ostatním populacím. Ve výsledcích FA pro soubor všech fenetických znaků se středovýchodní populace separují na dvě poměrně odlišné skupiny. První, formována vzorky z Jalalabadu, je zcela odlišná od ostatních studovaných populací. Druhá, tvořena vzorky ostatních lokalit Afganistanu a Íránu je značně podobná blízkovýchodním vzorkům (obr. 32).

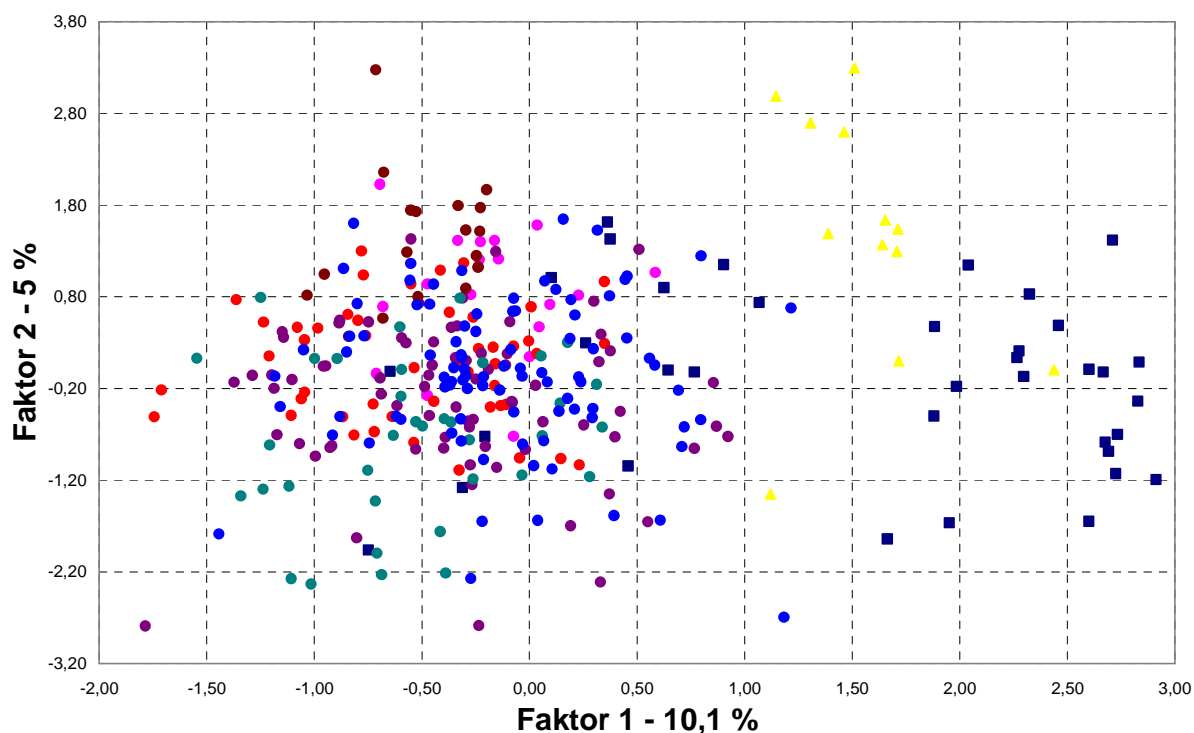
Tabulka 11. Průměrné hodnoty zjišťovaných fenetických znaků pro studované populace.

fenetický znak	Pannonie	Střední východ	Maroko	Afro-arabská oblast	Balkán	Kréta	západní Evropa	Blízký východ	<i>M. inflatus</i>
P4inf	2,458	3,119	2,376	3,363	2,260	2,389	2,771	2,573	3,000
P4inf2	3,292	3,095	4,111	2,917	3,500	3,737	3,714	3,539	3,083
P3inf	3,659	2,929	3,444	2,917	3,433	3,211	3,567	3,124	2,333
P3inf2	2,979	2,714	3,333	2,500	2,853	3,368	3,097	3,000	2,917
P3inf3	2,851	2,619	3,111	2,917	2,973	2,684	3,129	2,775	2,547
P2P4inf	2,848	2,667	2,858	2,900	3,183	2,444	3,310	2,932	2,167
P2P4inf2	3,630	2,366	3,944	3,000	3,366	3,705	3,433	3,146	3,333
P3P4inf	3,532	2,500	3,785	3,111	3,110	3,588	3,578	3,079	2,637
FmenP2inf	2,979	3,000	3,167	3,167	3,043	3,474	2,969	3,270	3,000
Fmen	2,927	2,691	3,177	2,273	3,108	2,053	3,080	2,803	2,083
Cinf	2,933	3,122	2,444	3,417	2,767	2,842	3,386	3,135	3,000
CingM1inf	3,083	3,119	2,722	3,250	2,382	2,684	2,382	2,722	4,417
CingM1inf2	3,646	2,643	2,889	2,833	3,368	3,842	3,500	3,600	3,500
CingM1inf3	2,813	2,476	2,278	1,833	2,733	2,316	2,971	2,911	2,250
CingM1inf4	2,354	2,405	2,611	2,750	2,253	2,842	2,139	2,244	2,917
CingM2inf	2,646	2,286	2,944	2,583	2,224	2,579	2,556	2,400	2,917
CingM2inf2	2,896	1,786	2,500	2,333	2,921	2,842	3,167	2,900	2,417
CingM2inf3	3,146	2,381	3,167	2,417	3,092	3,000	3,167	3,111	1,833
M3sup	3,292	3,024	2,389	2,250	2,854	2,842	2,697	2,667	2,500
M3sup2	3,574	2,463	2,833	2,083	3,232	2,947	3,147	2,495	2,500
M2sup	3,438	3,452	3,000	2,500	3,120	3,000	3,556	3,108	2,000
M2sup2	3,646	2,762	3,333	3,250	3,530	3,842	3,444	3,215	3,250
M2sup3	3,174	2,357	3,056	2,583	2,855	2,895	2,806	2,946	3,333
M2sup4	3,458	2,095	2,722	2,500	3,036	2,947	3,056	3,000	3,000
CingM2sup	2,667	2,405	3,000	1,667	2,325	2,526	2,583	2,667	1,333
M1sup	3,604	3,405	3,778	2,833	3,549	3,842	3,371	3,677	2,833
M1sup2	3,542	2,875	3,111	2,667	3,378	3,684	3,371	3,075	2,668
M1sup3	2,681	2,850	3,222	2,500	2,839	3,263	3,229	3,000	3,000
M1sup4	2,375	2,571	3,333	2,583	2,695	2,579	2,257	2,581	2,000
M1sup5	3,349	2,850	2,529	3,554	3,342	3,764	3,188	3,456	3,000
P4sup	2,292	1,952	2,500	2,083	2,329	1,842	2,000	2,043	2,833
P4sup2	3,271	2,738	3,278	2,583	3,304	3,368	3,400	3,376	3,167
P4sup3	2,906	2,388	3,267	2,000	2,220	2,882	2,731	2,769	3,429
P4sup4	2,958	2,786	2,611	3,833	2,927	2,526	2,571	3,215	2,000
P4sup5	3,354	2,881	3,444	2,833	3,494	3,421	3,514	3,355	3,500
P4sup6	3,489	2,548	3,389	2,667	3,402	3,421	3,543	3,380	2,333
P4sup7	3,250	2,833	3,389	2,417	3,305	3,158	3,314	3,304	2,417
P4sup8	2,708	3,190	3,556	2,750	3,222	3,737	3,229	3,522	3,417
P2sup	2,167	2,317	2,611	3,083	2,159	2,105	2,457	2,086	1,917
P2sup2	3,583	3,432	3,111	2,417	3,238	3,474	4,000	3,387	2,500
P2sup3	2,479	2,805	3,000	3,167	2,317	2,632	2,429	2,879	3,083
P2sup4	2,500	1,756	2,059	2,167	2,098	2,789	2,171	1,968	2,167
CingCsup	2,117	2,390	2,000	1,818	2,079	1,500	2,377	2,044	2,454
ZigW	2,758	3,525	3,833	3,700	2,626	3,368	2,514	2,767	3,167
InfO	2,787	2,738	2,889	3,728	2,638	3,263	3,028	2,753	2,667
InfO2	2,745	3,238	3,167	2,728	3,062	2,579	3,222	2,903	2,833
I2supCsup	2,738	3,342	2,889	2,400	2,480	2,316	2,778	2,544	3,000
ProcCW	3,318	3,342	2,944	2,900	3,085	2,421	3,031	2,899	2,667
RmanW	2,729	2,432	3,556	2,300	2,710	2,684	2,929	2,974	2,083
Isup	2,863	2,902	3,222	3,463	2,936	3,000	2,332	2,615	3,583

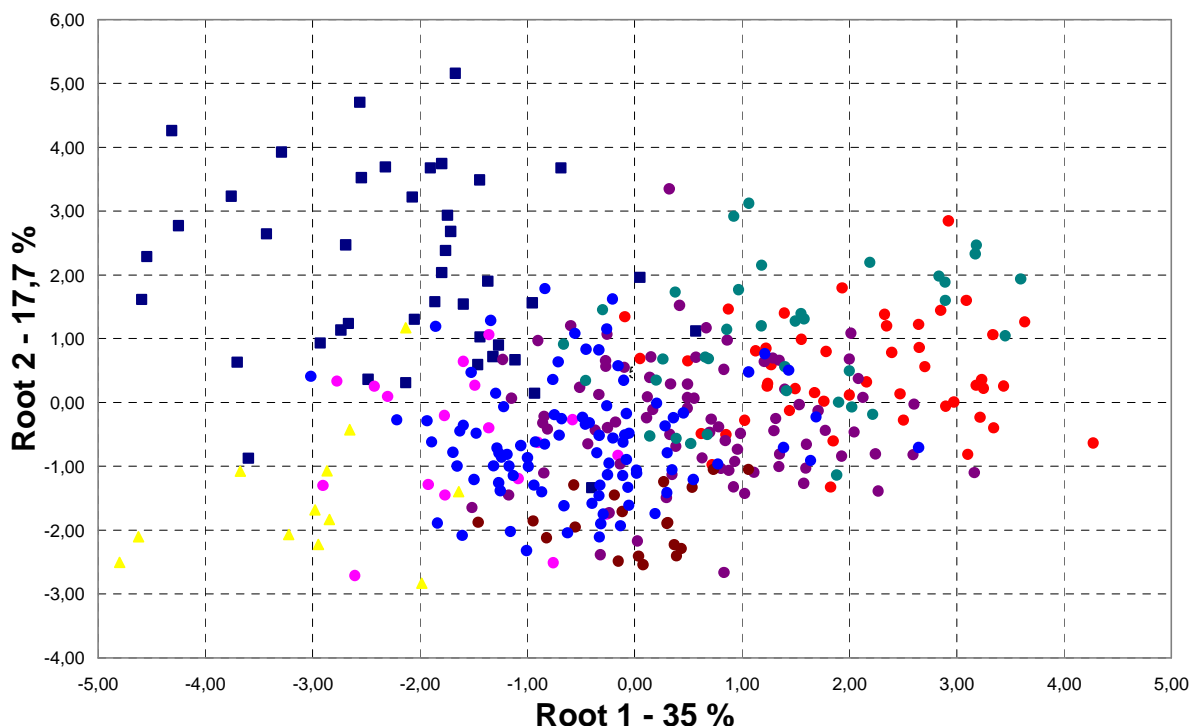
Výsledky obou DA (pro soubory fenetických znaků P4inf-CingM2sup3 a M3up-Isup) separují středovýchodní a afro-arabskou populaci navzájem podobně (obr. 33). Tyto výsledky jsou také podobné většině výsledků FA. Zmíněná separace středovýchodních vzorků na dvě skupiny se u výsledků DA neukazuje. Procentuelní zastoupení na vysvětlení celkové variability pro první dva kořeny DA jednotlivých souborů znaků je uvedeno v tab. 12.

Tabulka 12. Procentuelní zastoupení na vysvětlení celkové variability pro první dva kořeny DA jednotlivých souborů fenetických znaků.

Skupina	Kořen	P4inf-CingM2inf3	M3sup-Isup
2, 4–8	1	37,1	42,8
	2	20,4	16,7
1–8	1	43,8	35
	2	20,6	17,7
1–9	1	44,1	33,2
	2	21,2	49,6



Obrázek 32. Výsledky FA pro soubor všech fenetických znaků všech studovaných populací druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané faktory.

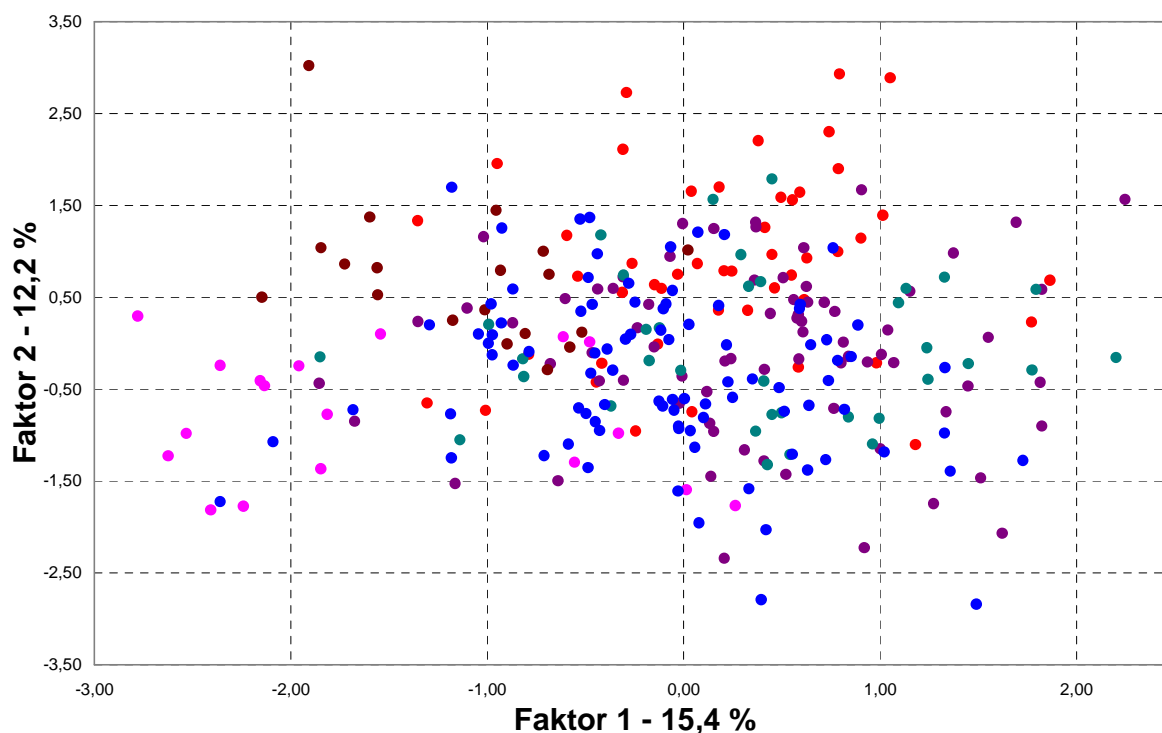


Obrázek 33. Výsledky DA pro soubor fenetických znaků M3up-Isup všech studovaných populací druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané kořeny.

Detailnější odlišnosti mezi populací marockou, blízkovýchodní a populacemi evropskými (skupiny 2, 4–8) ukazují lépe výsledky FA (pro stejné soubory znaků jako u souboru všech vzorků druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*) pouze pro tyto zmíněné populace. Nicméně výsledné odlišnosti jsou mnohem menší než vykázaly středovýchodní a afro-arabské populace. Výsledky FA pro soubor znaků P4inf-CingM2sup3 ukazuje pouze minimální separace marocké a krétské populace. Hodnoty ostatních skupin se výrazně překrývají. Pro soubor znaků M3up-Isup výsledky FA ukazují nejčastější a nejvýraznější separace panonské, balkánské (zejména vůči blízkovýchodní skupině vzorků) a marocké populace. Výsledky FA pro soubor všech fenetických znaků (P4inf-Isup) ukazují, že nejvíce a nejčastěji se separujícími populacemi jsou populace marocká, krétská a následně blízkovýchodní. Vzorky západoevropské populace se překrývají se vzorky všech ostatních populací, zejména s panonskými. Marocká populace se ve výsledcích často jeví podobná populaci krétské. Blízkovýchodní vzorky se často separují vůči panonským a balkánským, které si jsou nejvíce podobné (detaily viz obr. 34).

Výsledky DA pro soubor fenetických znaků na mandibule (P4inf-CingM2sup3) ukazují velmi podobný výsledek jako FA pro tento soubor znaků. Vzorky jednotlivých populací se pouze separují výrazněji, vzorky krétské populace pak odpovídají spíše blízkovýchodním

vzorkům. Výsledky DA pro soubor fenetických znaků M3sup-lsup ukazují také velmi podobný výsledek jako analogická FA. Jednotlivé populace se pouze opět separují výrazněji.



Obrázek 34. Výsledky FA pro soubor všech fenetických znaků marocké, evropských a blízkovýchodní populace. Růžová – Maroko; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané faktory.

Z prvních dvou provedených DA pro soubor všech vzorků druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* vyšlo jako nejvýznamnější ($p < 0.0001$) pro divergence jednotlivých populací 24 znaků z celkového počtu 50, přičemž velmi výrazně převažují znaky na maxilární dentici či lebce. Jedná se o tyto znaky: Fmen, Cinf, CingM1inf3, CingM2inf2, M3sup, M3sup2, M2sup, M2sup4, M1sup, M1sup3, M1sup4, M1sup5, P4sup3, P4sup4, P4sup6, P4sup8, P2sup2, P2sup3, P2sup4, ZigW, InfO, InfO2, I2supCsup a lsup. Tyto znaky byly následně použity pro další DA. Výsledky těchto DA ukázaly velmi podobné rozdělení vzorků jako výsledky souborů všech znaků u předešlých DA. Liší se pouze v míře separace jednotlivých populací, která je zde výrazně menší. Pro soubor marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků vyšly z prvních dvou provedených DA jako nejvýznamnější znaky pro divergence jednotlivých populací tyto znaky: FmenP2inf, Fmen, Cinf, CingM1inf3, M3sup, M2sup, M1sup3, M1sup4, M1sup5, P4sup3, P4sup8, P2sup2, P2sup4, ZigW, InfO2 a lsup. Tyto znaky byly následně opět použity pro další DA. Výsledky těchto DA vyšly podobně odlišně jako v předešlých analýzách souborů všech znaků.

Shrnutím veškerých výše uvedených výsledků mohu konstatovat, že celková odlišnost mezi jednotlivými populacemi je dána odlišnostmi především v maxilárních fenetických znacích.

4.1.2.4. Tvarová proměnlivost:

Pro laterální pohled na mandibulu bylo generováno 14 typů relativních deformací (RW), pro laterální pohled na lebku 22, pro ventrální pohled na lebku 18 a pro dorzální pohled na lebku 14 typů, pro všechny studované populace druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. K analýzám byly použity vždy první 4 RW, které v každém případě vysvětlovaly více než 50% tvarové proměnlivosti na lebce i mandibule v daném pohledu. Hodnoty procentuelního zastoupení na vysvětlení celkové variability pro jednotlivé RW a kořeny DA u jednotlivých pohledů a skupin udává tab. 13 a 14.

Tabulka 13. Procentuelní zastoupení na vysvětlení celkové tvarové variability pro jednotlivý pohled na lebku či mandibulu pro první 4 RW u všech studovaných skupin a souborů skupin. G1 – laterální pohled na mandibulu, G2 – laterální pohled na lebku, G3 – ventrální pohled na lebku, G4 – dorzální pohled na lebku. Populace (geografické oblasti), které reflektují jednotlivé skupiny viz metodika.

Skupina	1	2	5	7	8	2, 4–8	1–8	1–9
G1RW1	36,2	31,4	24,5	33,3	24,9	23,1	24,3	24,6
G1RW2	18,6	18,9	18,7	20,2	19,9	17,5	16,7	17,5
G1RW3	10,0	12,5	14,2	13,2	18,2	17,1	16,6	15,9
G1RW4	9,7	11,4	8,5	9,5	10,1	9,9	10,0	10,0
G2RW1	31,0	33,1	19,8	21,4	21,1	20,5	18,7	21,5
G2RW2	15,0	13,2	18,7	19,0	16,1	14,3	15,7	16,4
G2RW3	12,5	12,3	12,4	13,4	13,4	12,7	12,1	11,3
G2RW4	7,8	9,7	8,4	9,4	9,4	8,5	8,4	7,9
G3RW1	18,3	25,6	26,2	34,9	20,9	21,4	19,6	19,3
G3RW2	15,3	22,4	13,0	13,6	14,9	11,6	11,7	13,4
G3RW3	14,4	11,8	10,4	12,4	10,1	10,6	11,0	11,0
G3RW4	9,6	9,7	8,1	9,4	8,7	8,9	9,0	8,6
G4RW1	23,0	28,2	29,0	21,4	32,7	28,5	27,0	27,2
G4RW2	18,2	21,1	13,0	17,7	13,4	13,0	12,7	12,0
G4RW3	15,4	15,5	11,0	14,3	10,4	11,0	11,6	11,0
G4RW4	9,8	11,1	8,5	10,2	9,4	8,2	8,4	7,6

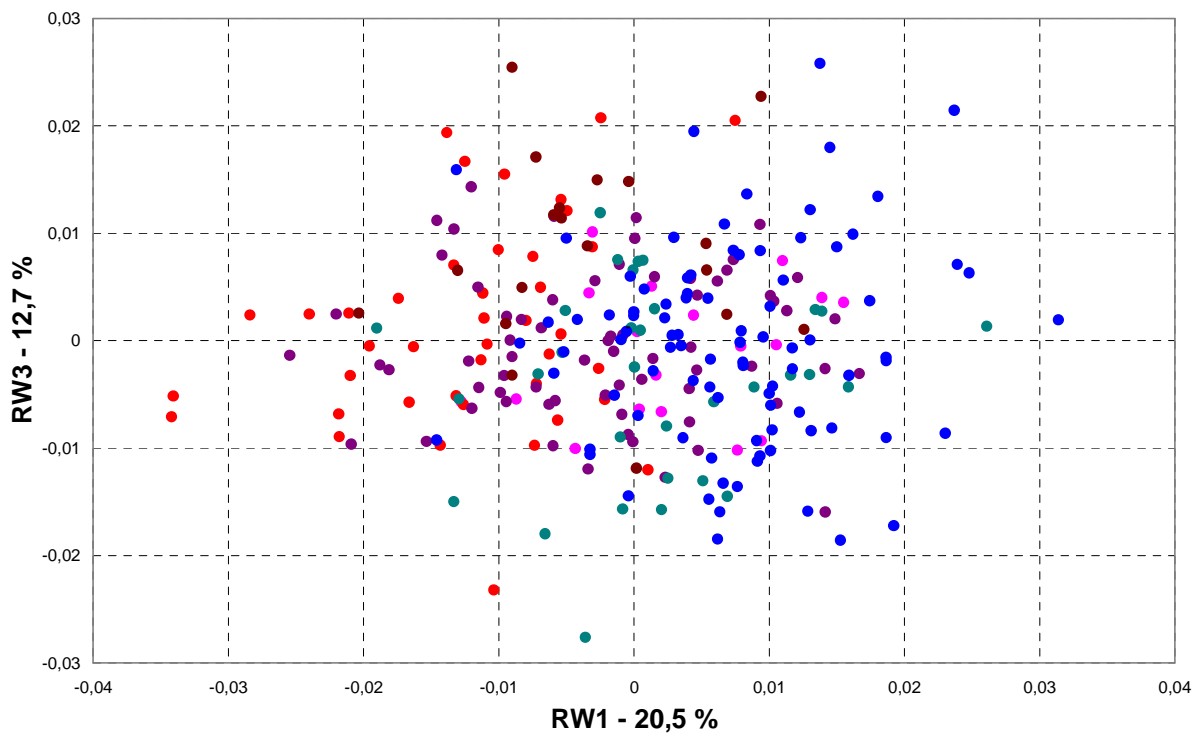
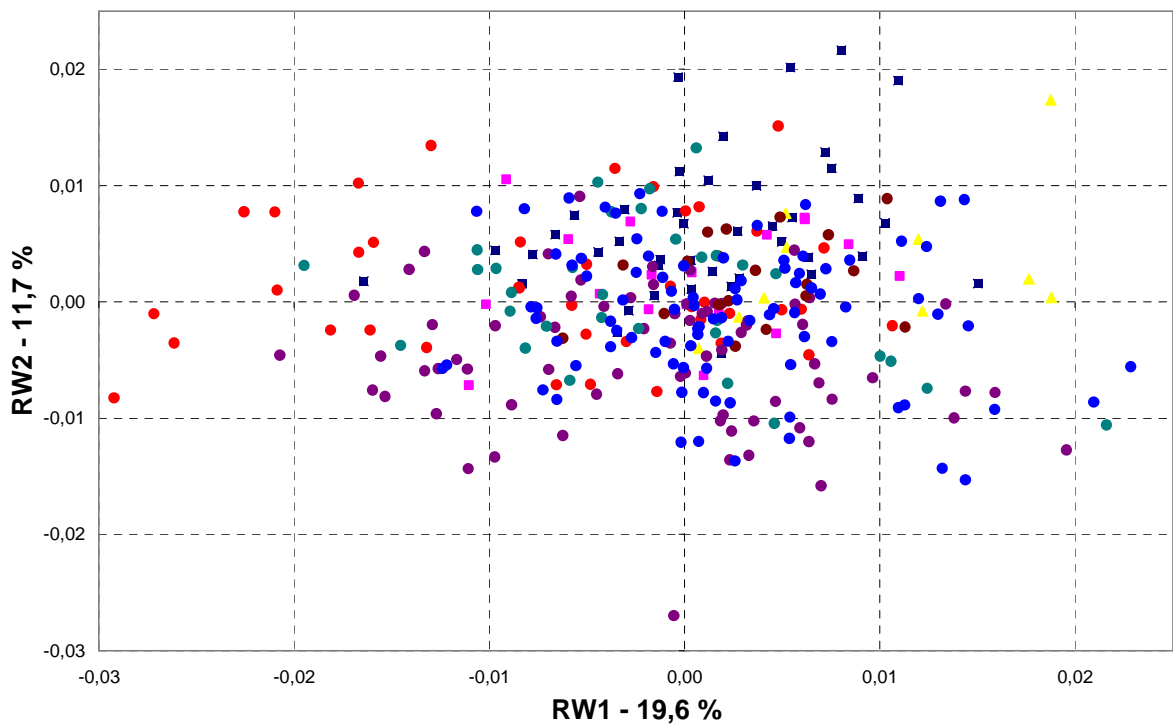
Tabulka 14. Procentuelní zastoupení na vysvětlení celkové tvarové variability pro jednotlivý pohled na lebku či mandibulu pro první dva kořeny DA u všech studovaných souborů skupin.

Skupina	Kořen	LL	LV	LD	ML
2, 4–8	1	49,2	35	38,4	36,7
	2	24,9	24	24,4	25,5
1–8	1	38,7	34,1	42,7	32,7
	2	22,3	21,2	22,2	21,6
1–9	1	31,4	37,7	37,9	29,7
	2	28,6	20,4	23,3	20,9

4.1.2.4.1. Analýza relativních deformací

Jednotlivé indexy analyzovaných RW pro populace druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* ukazují celkově pouze mírné tvarové odlišnosti mezi jednotlivými populacemi. Pro laterální pohled na lebku je patrná určitá odlišnost populací ze Středního východu a Afro-arabské oblasti (od ostatních populací), přičemž největší je odlišnost afro-arabských vzorků (separují se nejvíce). Lebky z této oblasti jsou tvarově nejvíce odlišné (pro tento typ pohledu) od krétské populace a lebky ze Středního východu od lebek panonských. Analýza tvarové proměnlivosti pro ventrální pohled na lebku ukazuje mírné separace vzorků ze Středního východu a afro-arabské populace a to výraznější než v předešlém případě. Podobnosti a odlišnosti s ostatními populacemi jsou stejné jako v předchozím pohledu, pouze vzorky afro-arabské populace jsou nejvíce odlišné od populace marocké (podrobnosti viz obr. 35). Analýza tvarové proměnlivosti pro dorzální pohled na lebku ukazuje pouze mírnou separaci afro-arabské populace a její podobnost s marockou populací. Pro laterální pohled na mandibulu jsou odlišnosti vzorků ze Středního východu a Afro-arabské oblasti minimální, ale je zde stále patrná odlišnost podobně jako v laterálním pohledu na lebku i když v mnohem menší míře. Vzorky těchto populací se neseperují od všech ostatních skupin jako celku (jejich odlišnost je na úrovni jakékoli jiné skupiny), ale pouze od některých výše zmíněných populací. Kombinace různých RW různých pohledů na lebku a mandibulu žádné další významné odlišnosti neukazují.

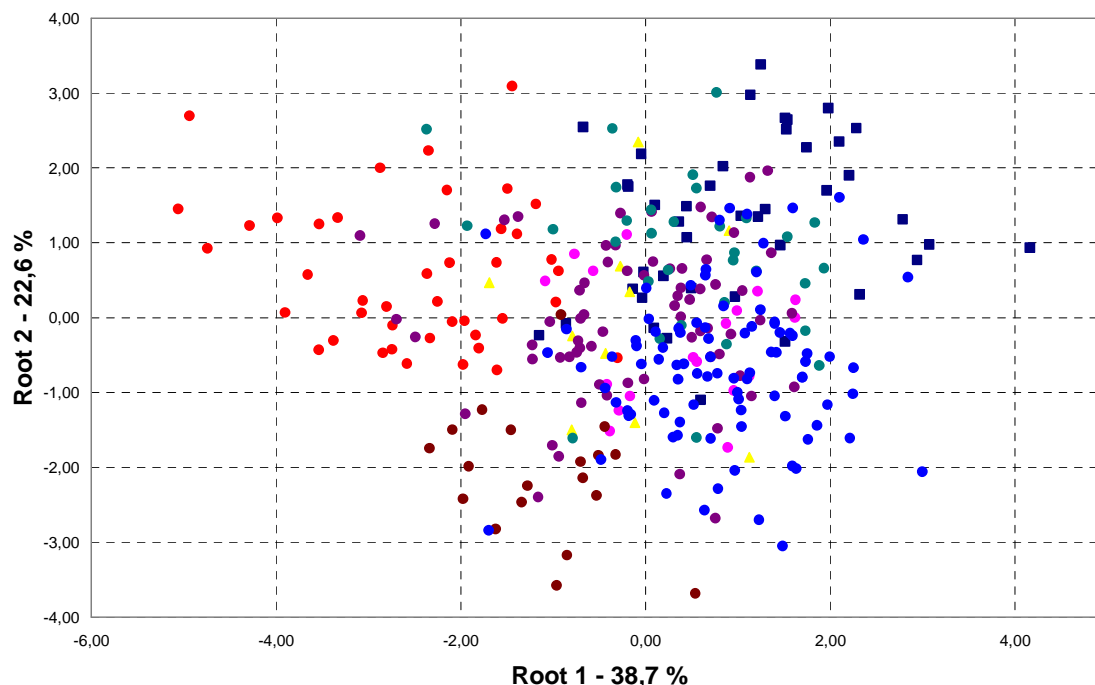
Detailnější odlišnosti mezi populacemi Maroka, Evropy a Blízkého východu (skupiny 2, 4–8) ukazují lépe výsledky analyzovaných RW pouze pro tyto populace. Výsledky ukazují taktéž pouze minimální odlišnosti mezi těmito populacemi. Nejvýraznější jsou tvarové odlišnosti pro laterálního pohled na lebku, kdy se proti sobě nejvíce separují vzorky panonské a blízkovýchodní populace proti vzorkům marocké a krétské populace. Balkánské vzorky jsou v tvarových odlišnostech tohoto pohledu většinou velmi podobné vzorkům panonským. Vzorky ze západní Evropy leží většinou uprostřed shluku všech vzorků (některé tyto skutečnosti viz obr. 35). Pro ventrální pohled na lebku jsou odlišnosti ještě menší. Pouze se nepatrně separuje marocká a méně panonská populace. Pro dorzální pohled na lebku se mírně separují panonská, balkánská, méně potom marocká populace. Hodnoty vzorků ostatních skupin se překrývají. Pro laterální pohled na mandibulu jsou odlišnosti mezi populacemi naprosto minimální. Pokud jsou nějaké patrné, pak jednotlivé populace vymezují obdobně, ale méně výrazně, než v laterálním pohledu na lebku. Vzorky jednotlivých populací se navzájem velmi výrazně překrývají. Kombinace různých RW jednotlivých pohledů na lebku a mandibulu žádné další významné odlišnosti neukazují. Indexy RW různých pohledů ukazují podobné výsledky jako výše zmíněné, přičemž nejsilnější je separace panonské vůči blízkovýchodní populaci.



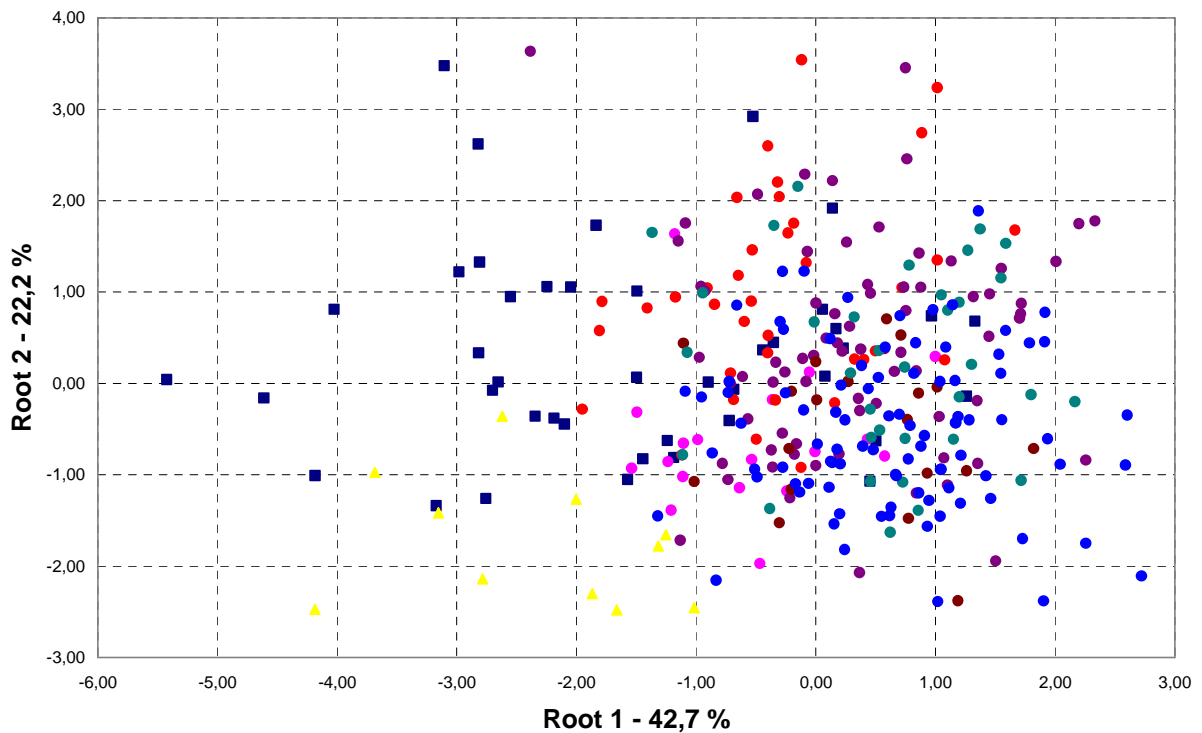
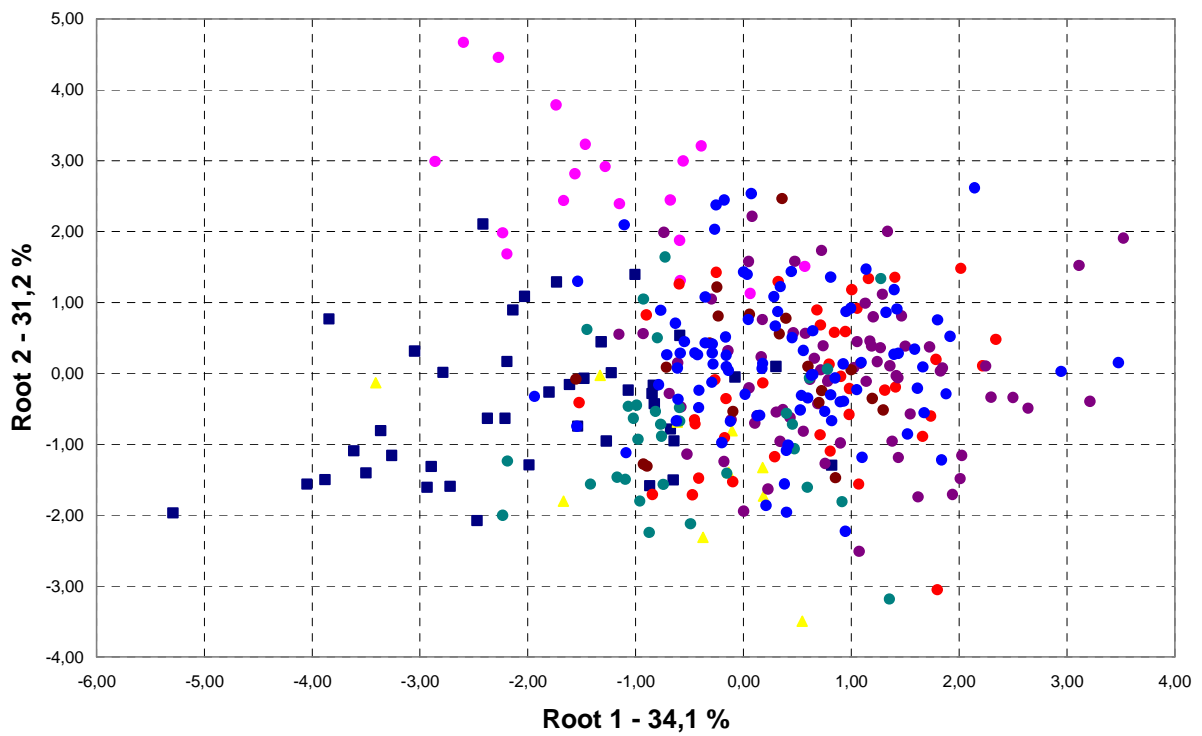
Obrázek 35. Tvarové odlišnosti ve ventrálním (nahore) a v laterálním pohledu (dole) na lebku nejprve mezi všemi studovanými populacemi druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* a následně mezi marockou, evropskými a blízkovýchodní populací. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané RW.

4.1.2.4.2. Analýza parciálních deformací

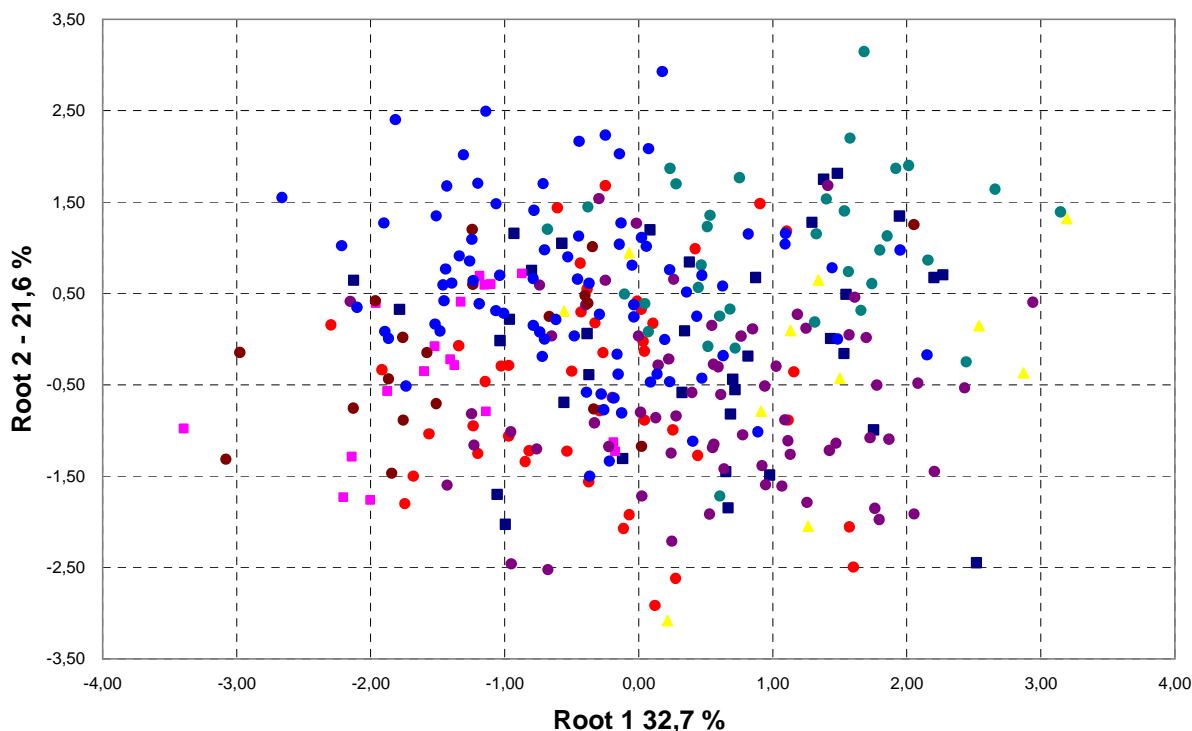
Výsledky DA hodnot parciálních deformací pro všechny vzorky druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* ukazují zajímavé tvarové podobnosti a odlišnosti pro jednotlivé pohledy. Pro laterální pohled na lebku jsou vzorky středovýchodní populace nejvíce podobné vzorkům západoevropským. Vzorky afro-arabské populace v tomto pohledu tvarově nejvíce odpovídají balkánským a marockým vzorkům. Ve ventrálním pohledu na lebku se vzorky středovýchodní populace separují poměrně výrazně (nejvíce ze všech populací). Nejbližší jsou si se západoevropskou a marockou populací. Vzorky afro-arabské populace jsou potom v tomto pohledu tvarově nejbližší také západoevropským vzorkům, ale separují se méně. V dorzálním pohledu na lebku se vzorky ze Středního východu nejvíce podobají vzorkům z Afro-arabské oblasti. Afro-arabským vzorkům jsou potom nejbližší vzorky marocké. Výsledky pro laterální pohled na mandibulu ukazují, že mandibula je v tomto pohledu nejméně tvarově variabilní a odlišnosti jsou naprosto minimální. Vzorky ze středního východu se v hodnotách překrývají se všemi studovanými populacemi vyjma marocké a krétské se kterými jsou nejvíce odlišné. Vzorky z Afro-arabské oblasti se separují velmi podobně, ale o něco více (i vůči blízkovýchodní populaci). Další podrobnosti k vzájemným vztahům vůči zejména středovýchodní a afro-arabské populaci ve vztahu k tvarovým odlišnostem v jednotlivých pohledech viz obr. 36–38.



Obrázek 36. Výsledky DA z parciálních deformací laterálního pohledu na lebku všech studovaných populací druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané kořeny.



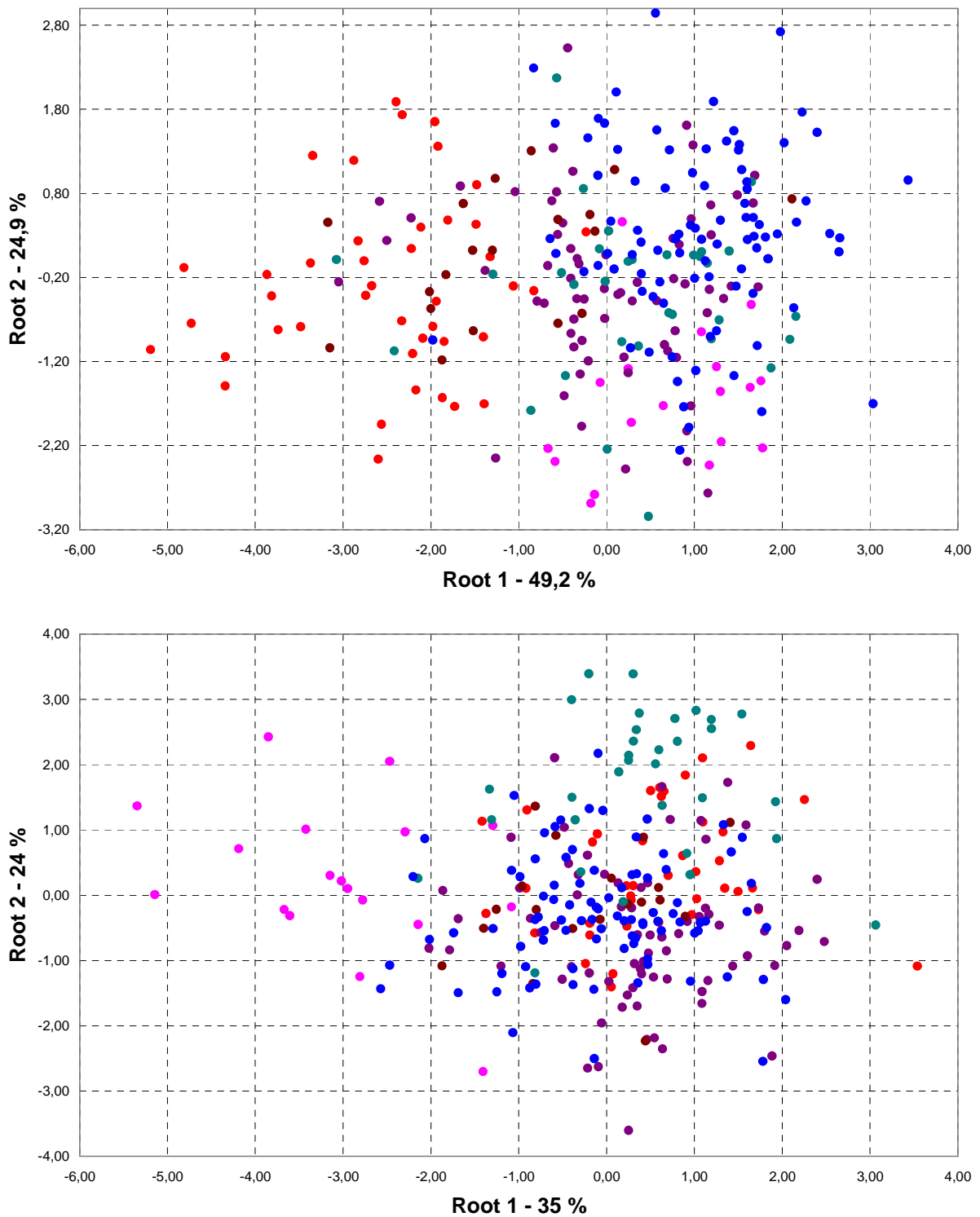
Obrázek 37. Výsledky DA z parciálních deformací ventrálního (nahore) a dorzálního (dole) pohledu na lebku všech studovaných populací druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané kořeny.



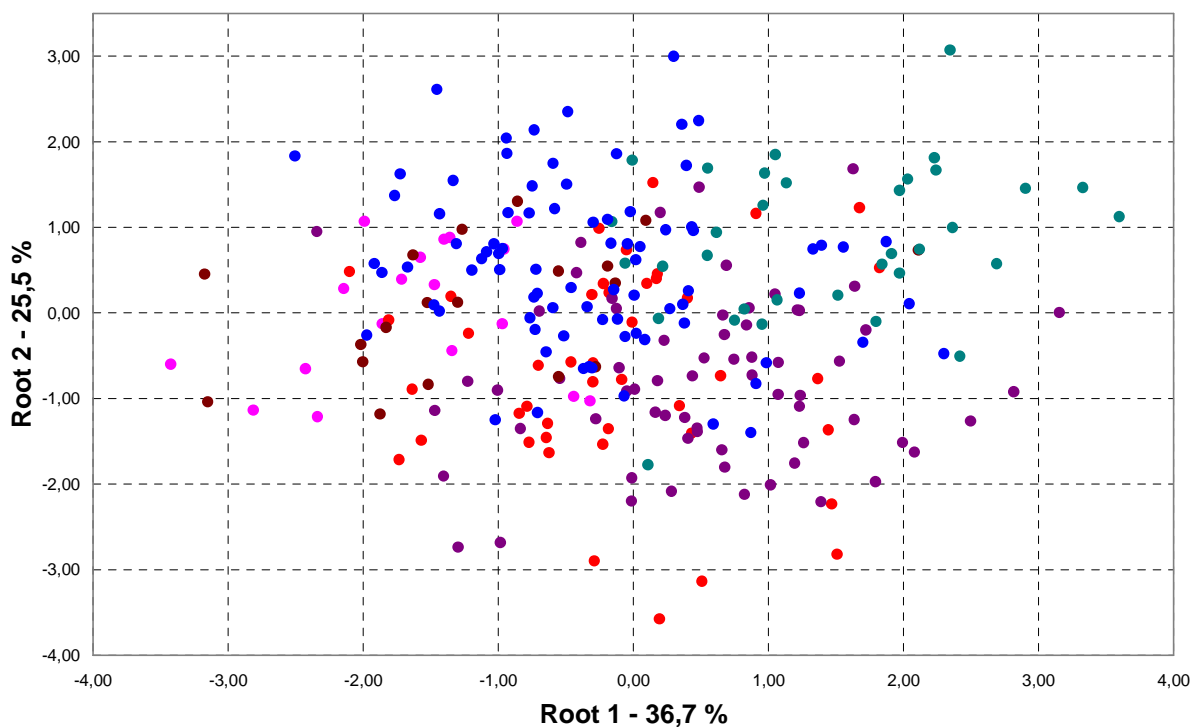
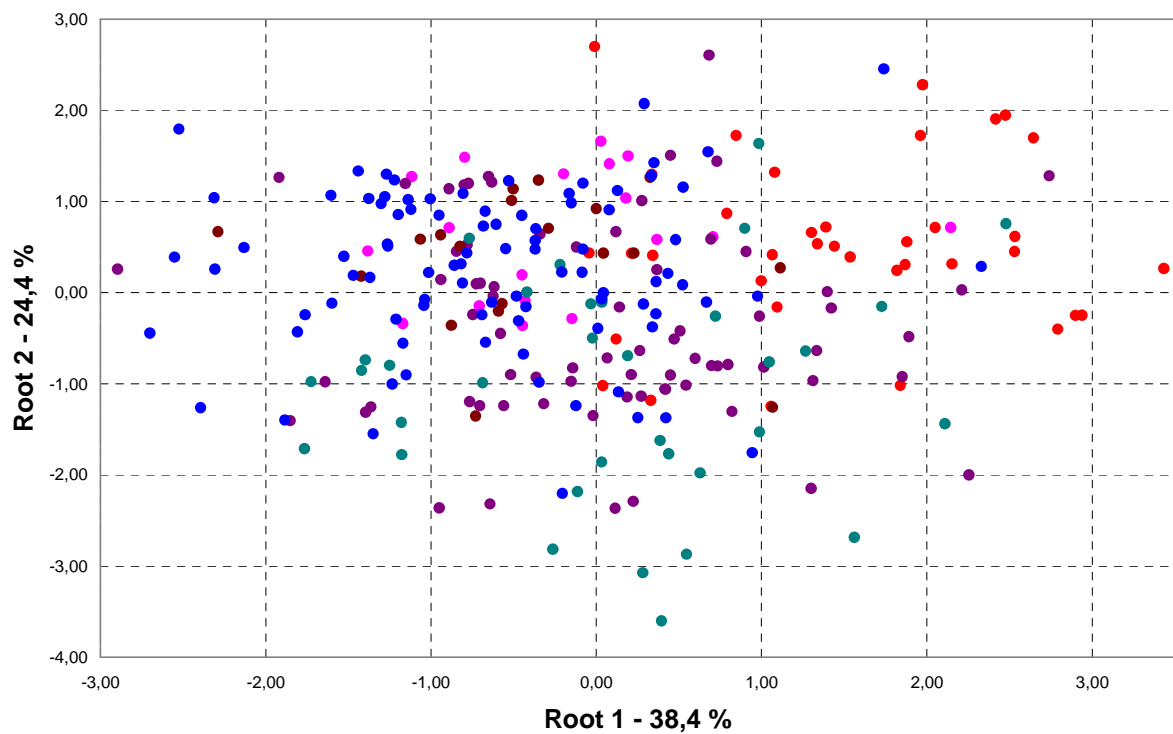
Obrázek 38. Výsledky DA z parciálních deformací a laterálního pohledu na mandibulu všech studovaných populací druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afroarabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané kořeny.

Tvarové odlišnosti a podobnosti mezi marockou populací, evropskými populacemi a blízkovýchodní populací (skupiny 2, 4–8) v jednotlivých pohledech na lebku či mandibulu ukazují výsledky DA vypočtené z hodnot parciálních deformací pouze pro tyto populace. Výsledky pro jednotlivé pohledy jsou různé. Pro laterální pohled na lebku jsou separace jednotlivých skupin nejvýraznější, a to zejména panonských, marockých a blízkovýchodních vzorků. Navzájem jsou nejvíce tvarově odlišné (v tomto pohledu) lebky panonských a marockých vzorků. Nejvíce podobné si jsou potom lebky z Balkánu a západní Evropy. Výsledky pro ventrální pohled na lebku ukazuje velmi výraznou separaci marockých vzorků, méně potom západoevropských. Ostatní populace se ve výsledných hodnotách poměrně výrazně překrývají. V dorzálním pohledu na lebku jsou opět vzorky z Maroka tvarově velmi podobné krétským vzorkům, méně potom blízkovýchodním. Jako navzájem nejvíce tvarově odlišné jsou vzorky panonské a západoevropské. Panonské vzorky se separují nejvíce. Laterální pohled na mandibulu ukazuje na značnou tvarovou podobnost marockých a krétských vzorků, a méně panonských a balkánských. Navzájem nejvíce odlišné jsou vzorky marocké oproti západoevropským a balkánské oproti blízkovýchodním. Další podrobnosti k

vzájemným vztahům mezi jednotlivými populacemi ve vztahu k tvarovým odlišnostem v jednotlivých pohledech viz obr. 39 a 40.



Obrázek 39. Výsledky DA z parciálních deformací laterálního (nahore) a ventrálního (dole) pohledu na lebku pro marockou, evropské a blízkovýchodní populaci. Růžová – Maroko; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané kořeny.



Obrázek 40. Výsledky DA z parciálních deformací dorzálního pohledu na lebku (nahore) a laterálního pohledu na mandibulu (dole) pro marockou, evropské a blízkovýchodní populaci. Růžová – Maroko; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízky východ. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané kořeny.

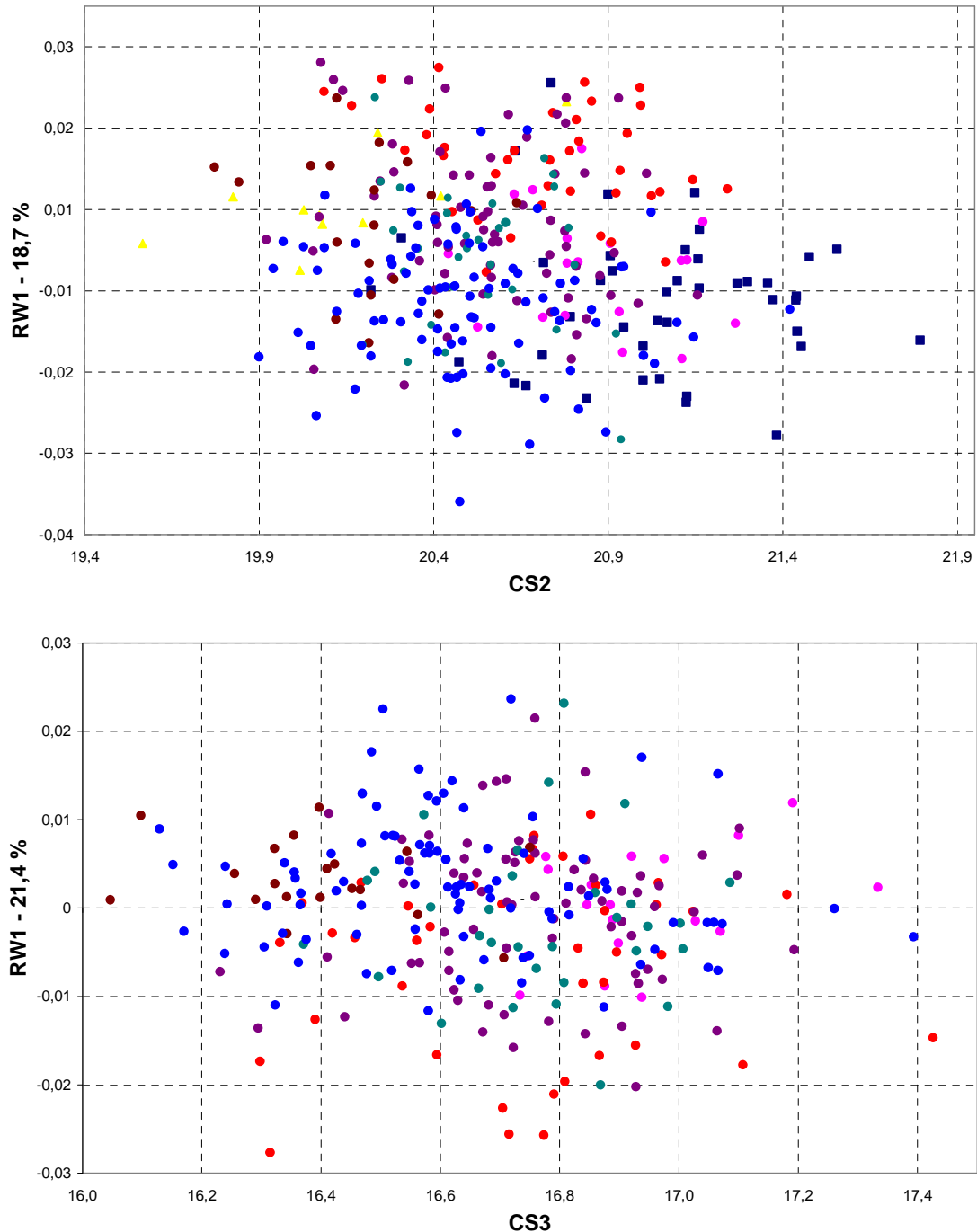
4.1.2.4.3. Poměr velikostní a tvarové odlišnosti

Poměry CS jednotlivých pohledů s jejich největší tvarovou odlišností v témže pohledu (např. CS2/RW1) ukazují výrazné odlišnosti mezi studovanými populacemi. Tyto poměry hodnot celkových velikostí lebek a mandibul ku jejich tvarovým charakteristikám tedy ukazují jak odlišnost v celkové velikosti tak v tvarových charakteristikách pro dané pohledy a tedy, který z těchto dvou parametrů způsobuje větší odlišnost mezi studovanými populacemi. Zda celkové velikosti lebek a mandibul či odlišnosti v jejich proporcích (tvarových charakteristikách). Výsledky ukazují, že odlišnosti mezi studovanými populacemi jsou o něco více dány celkovými velikostmi lebek a mandibul než jejich tvarovými odlišnostmi. To platí zejména pro vzorky ze Středního východu. Pro ostatní populace je pak míra tvarové odlišnosti více méně na úrovni odlišností v celkových velikostech lebek a mandibul. Tento motiv je nejvýraznější pro dorzální a ventrální pohled na lebku (tedy pro délkové a šířkové rozměry), dále pro laterální pohled na lebku (tedy pro délkové a výškové rozměry) (obr. 41) a nejméně pro laterální pohled na mandibulu. Tyto výsledky jsou v souladu s analýzou kraniálních znaků, která ukázala, že odlišnost zejména středovýchodních a afro-arabských vzorků (od panonské populace) je dána spíše celkovou velikostí lebek a mandibul než odlišnými poměry jejich kraniálních znaků. Zatímco pro marockou populaci a evropské a blízkovýchodní populace je odlišnost způsobena stejnou měrou, jak celkovou velikostí lebek a mandibul, tak odlišnostmi v jejich proporcích.

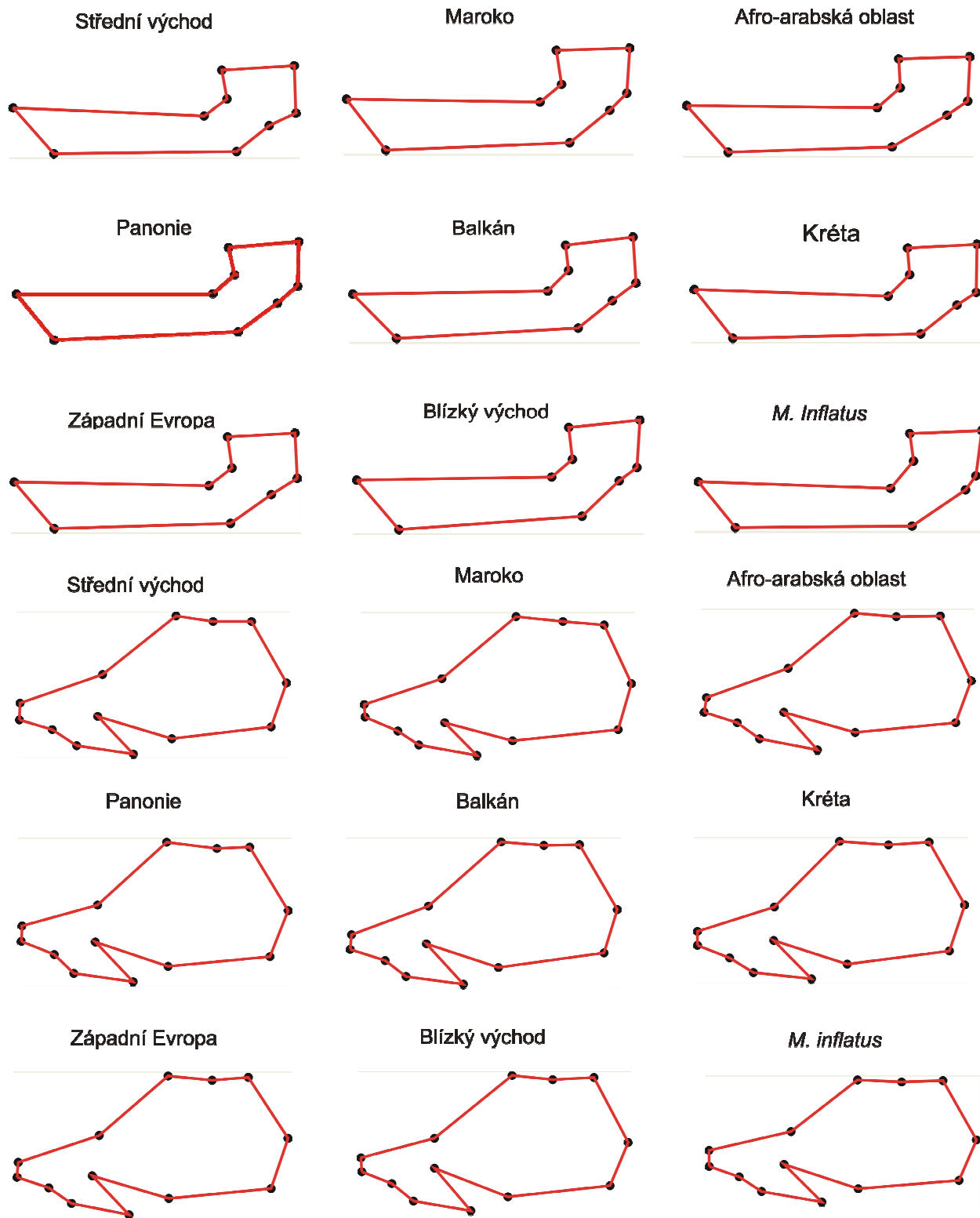
Výsledky poměrů CS s jejich tvarovými odlišnostmi dále dobře sumarizují celkové podobnosti a odlišnosti (jak velikostní tak tvarové) mezi studovanými populacemi. Pro všechny indexy je výsledek víceméně totožný (obr. 41). Afro-arabská populace je velmi podobná populaci krétské. Vzorky středovýchodní populace se pak vymezují celkově nejvýrazněji a v laterálním pohledu na mandibulu a v dorzálním pohledu na lebku podobně výrazně jako vzorky panonské populace. Krétské vzorky jsou ve výsledcích velmi podobné blízkovýchodním a nejvíce se vymezují oproti marockým vzorkům. Blízkovýchodní vzorky se pak nejvíce separují od panonských vzorků. Vzorky marocké jsou nejvíce podobné balkánským či západoevropským vzorkům. Vzorky posledních dvou jmenovaných populací si jsou ve výsledcích velmi podobné a vůči vzorkům všech ostatních populací se pak vymezují nespécificky.

Shrnutím výše uvedených výsledků mohu konstatovat, že největší tvarovou variabilitu vykazují vzorky v laterálním pohledu na lebku. Odlišnosti v ostatních pohledech jsou pak v míře odlišnosti navzájem velmi podobné a menší. Separace a odlišnosti mezi jednotlivými populacemi jsou celkově poměrně malé. Vztahy mezi nimi pak často různé, nevykazující žádný výrazný patern. Nejméně celkově tvarově odlišné (od panonských vzorků) se ukazují být vzorky z Kréty a Balkánu. Nejvíce potom vzorky ostatních populací, zejména ovšem Středovýchodní a panonské populace.

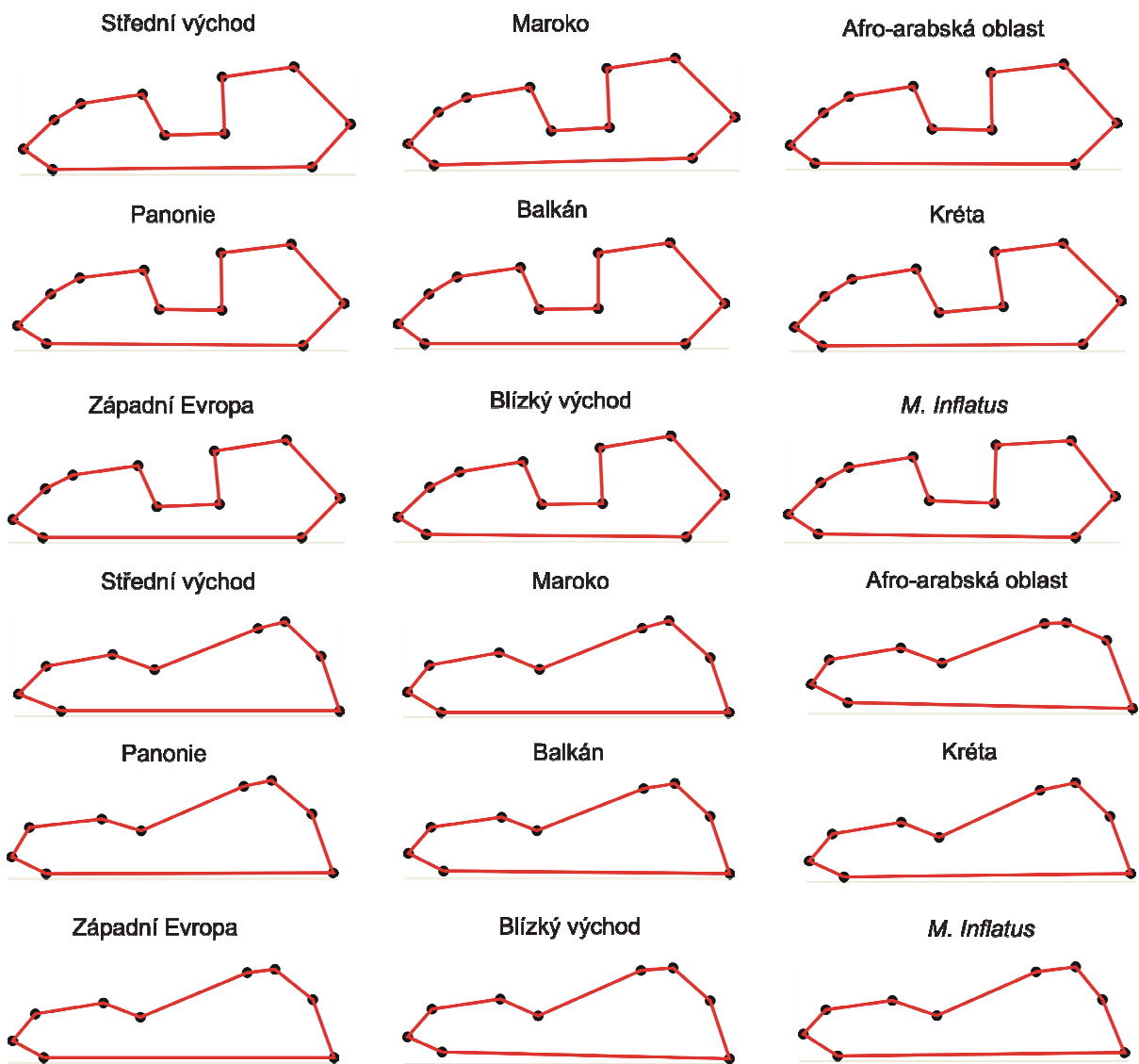
Konsenzuální uspořádání (pozice) jednotlivých landmarků pro všechny analyzované pohledy (LL, LV, LD, ML) pro všechny studované populace druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* (skupiny 1–8) a populaci druhu *M. inflatus* je vizualizováno na obr. 42 a ukazuje tedy průměrné absolutní tvarové odlišnosti a podobnosti mezi vzorky z těchto studovaných populací.



Obrázek 41. Poměr CS a RW1 pro laterální (nahore) a ventrální (dole) pohled na lebku nejprve pro všechny studované populace druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* a následně pro marockou, evropské a blízkovýchodní populaci. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané RW.



Obrázek 42. Konsenzuální uspořádání (pozice) jednotlivých landmarků pro všechny studované populace (skupiny 1–9). Pro laterální pohled na mandibulu, laterální pohled na lebku, ventrální pohled na lebku a dorzální pohled na lebku.



Obrázek 42. (pokračování)

4.1.3. Mezidruhová proměnlivost všech studovaných druhů

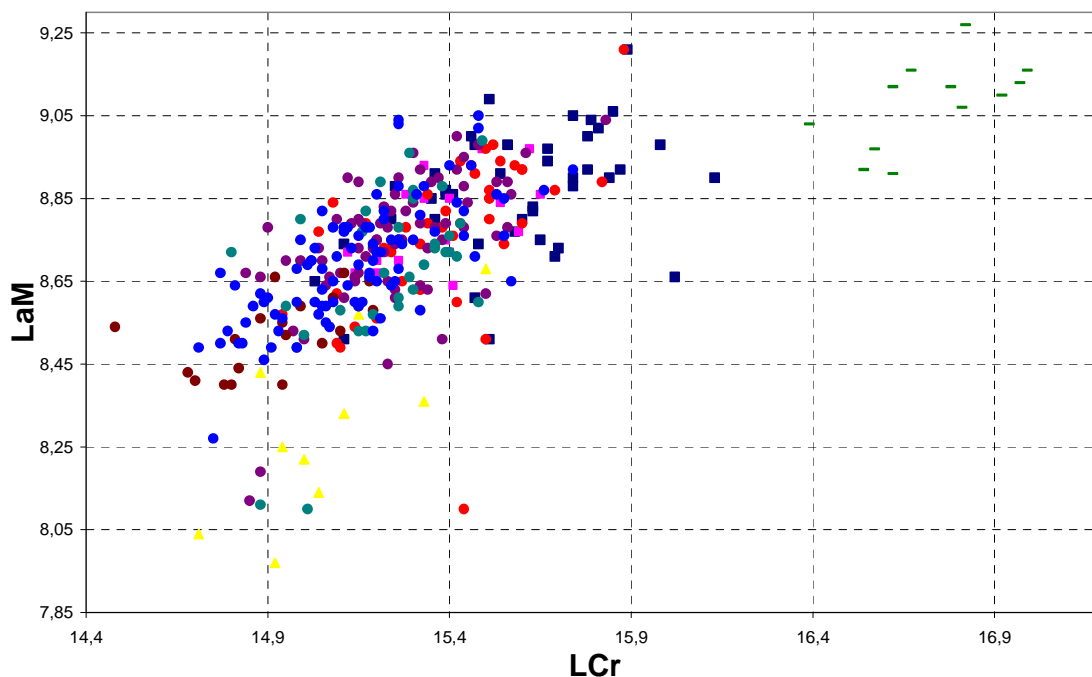
Analýza mezidruhové proměnlivosti byla následně provedena mezi všemi studovanými druhy – *M. schreibersii* (skupina 1, 2, 4–8), *M. natalensis* (skupina 3) a *M. inflatus* (skupina 9) – se zaměřením na odlišnosti druhu *M. inflatus*. Výsledky pro tento druh byly od předešlé kapitoly (4.1.2.) takto separovány z důvodu značně větší odlišnosti od všech studovaných populací ostatních druhů. Pro druh *M. inflatus* byly k dispozici vzorky pouze z jediné lokality (Sof Omar). Analýza byla provedena stejným způsobem jako v předešlém případě (kapitola 4.1.2.). Aritmetické průměry a další parametry základní statistiky k jednotlivým znakům, jejich základním a rozšířeným indexům, faktorům všech FA a kořenům všech DA a jejich indexům pro vzorky druhu *M. inflatus* (skupina 9) jsou uvedeny v tabulkách na přiloženém DVD. Informace k nim jsou uvedeny v app. 2.

4.1.3.1. Centroidová velikost (CS) a velikostní rozměry kraniální

4.1.3.1.1. Základní analýza dat

Výsledky analýz centroidových velikostí jednotlivých pohledů na lebku a mandibulu ukazují, že vzorky druhu *M. inflatus* jsou ve všech CS výrazně větší než vzorky všech studovaných populací druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Ve velikosti mandibuly však relativně méně než v CS lebky (ve všech pohledech). Jednotlivé základní indexy CS tedy ukazují, že různé poměry těchto dvou velikostí jsou u všech tří druhů stejné, vyjma zmíněné CS1 (centroidová velikost mandibuly v bočním pohledu), která se jeví relativně menší u druhu *M. inflatus*.

Absolutní hodnoty měřených kraniálních znaků a jejich základní a rozšířené indexy ukazují, že ve všech kraniálních rozměrech je druh *M. inflatus* výrazně větší než všechny studované populace druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Vzorky druhu *M. inflatus* jsou od vybraných vzorků druhu *M. schreibersii* (vzorků panonské populace, které byly pro srovnání použity vzhledem k tomu, že jejich lokality původu jsou velmi blízko typové lokalitě druhu *M. schreibersii*). Odlišnosti v jednotlivých znacích od ostatních populací druhu *M. schreibersii* a *M. natalensis* jsou dobře patrné z tab. 6) odlišné i v proporcích jednotlivých rozměrů. Lebky mají relativně užší v oblasti mastoidálních výběžků (podobně jako vzorky afro-arabské populace – druh *M. natalensis*) (obr. 43) a celkově nižší. Rostrum relativně užší v oblasti špičáků (opět podobně jako vzorky afro-arabské populace). Mandibuly mají ku své celkové délce výrazně relativně větší výšku korunového výběžku (podobně jako řada studovaných populací druhu *M. schreibersii* avšak v největší míře) a mírně delší zubní řadu P₄M₃. V proporcích jednotlivých kraniálních rozměrů jsou tedy lebky druhu *M. inflatus* nejvíce podobné vzorkům z Afro-arabských lokalit druhu *M. natalensis* (podrobnosti viz tab. 6).



Obrázek 43. Poměr kraniálních znaků LCr ku LaM. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ; zelená – *M. inflatus*.

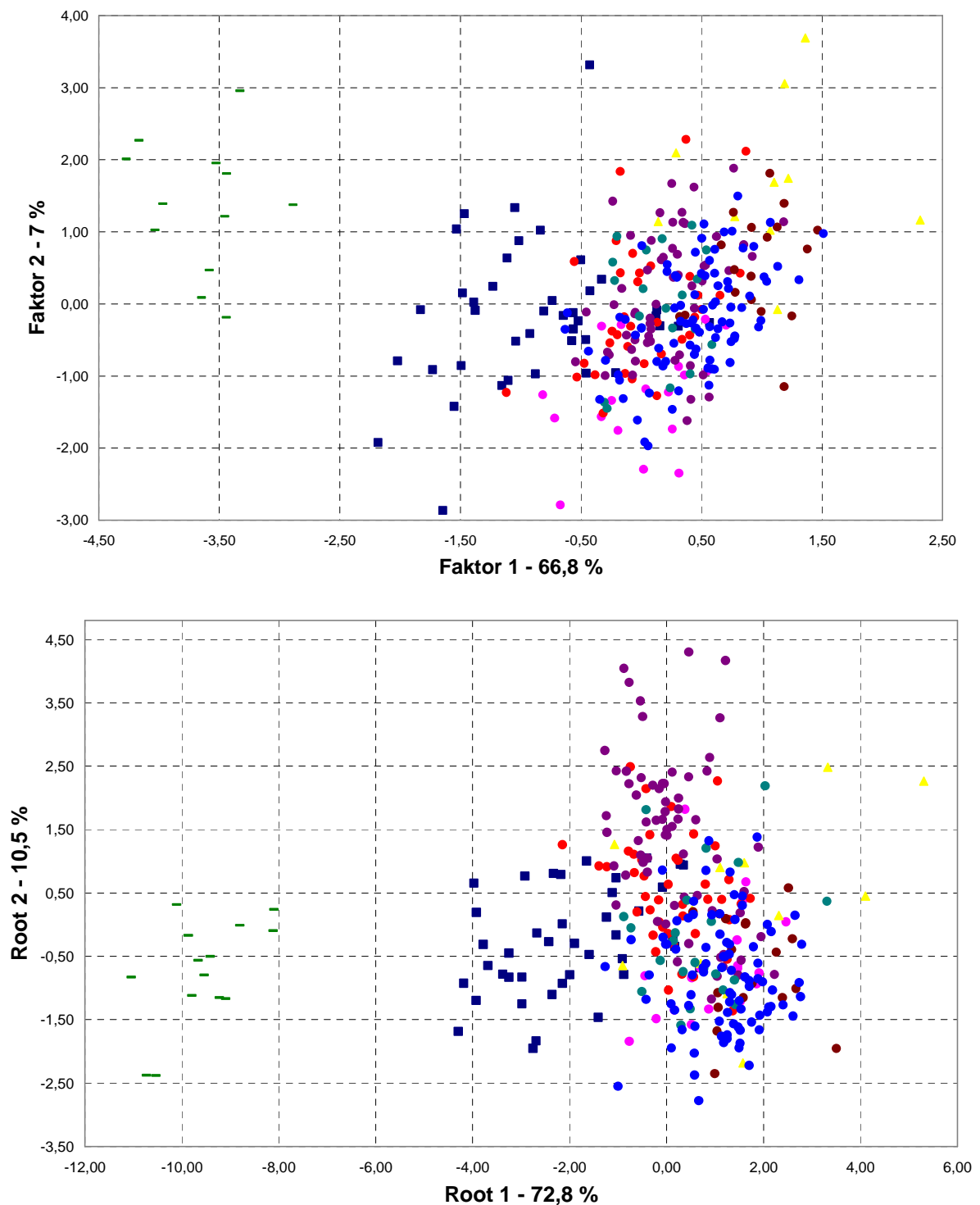
4.1.3.1.2. Výsledky faktorových a diskriminačních analýz

Vzájemné obecné podobnosti a odlišnosti mezi jednotlivými studovanými populacemi všech tří druhů ukazují výsledky FA a DA. Faktorové analýzy všech tří souborů kraniálních znaků (LCr-ACo, CC-CP₄ a LCr-CP₄) pro vzorky všech studovaných populací (skupiny 1–9) ukazují velmi výraznou separaci vzorků druhu *M. inflatus* (skupina 9) od populací druhu *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Výsledky pro jednotlivé typy FA (pro různé soubory znaků) a DA (vyjma pro soubor znaků CC-CP₄) ukazují výsledek více méně stejný, a sice, že vzorky druhu *M. inflatus* si jsou nejvíce podobné (avšak stále poměrně dosti odlišné) se vzorky ze Středního východu (druhu *M. schreibersii*). Nejméně potom se vzorky z Maroka (druhu *M. schreibersii*). Podrobnosti viz obr. 44. Výsledek DA pro soubor znaků CC-CP₄ je částečně odlišný (obr. 44). Procentuelní zastoupení na vysvětlení celkové variability pro první dva kořeny DA jednotlivých souborů znaků je uvedeno v tab. 7

Z prvních dvou provedených DA po soubor všech vzorků všech tří studovaných druhů vyšly jako nejvýznamnější ($p < 0.0001$) pro divergence jednotlivých studovaných populací tyto znaky: LCr, LaZ, LaInf, LaN, LaM, ANc, ACr, LMd, ACo, CC, M³M³, P⁴M³, I₁M₃, CM₃ a M₁M₃. Výsledky těchto DA vyšly takřka shodně jako pro soubory všech znaků u předešlých DA.

Shrnutím veškerých výše uvedených výsledků mohu konstatovat, že odlišnosti mezi populací druhu *M. inflatus* a populacemi druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* jsou dány

především celkovou velikostí lebky. Odlišnosti v proporcích jsou potom mnohem méně výrazné. Znak, které tyto proporční odlišnosti mezi jednotlivými populacemi všech tří druhů (skupiny 1–9) způsobují, jsou: LaM, ANc, ACr, ACo a CC.



Obrázek 44. Výsledky FA pro soubor všech kraniálních znaků (nahore) a DA pro soubor kraniálních znaků CC-CP₄ (dole) studovaných populací všech tří druhů. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afroarabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ; zelená – *M. inflatus*. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané faktory a kořeny.

4.1.3.2. Velikostní rozměry dentální

4.1.3.2.1. Základní analýza dat

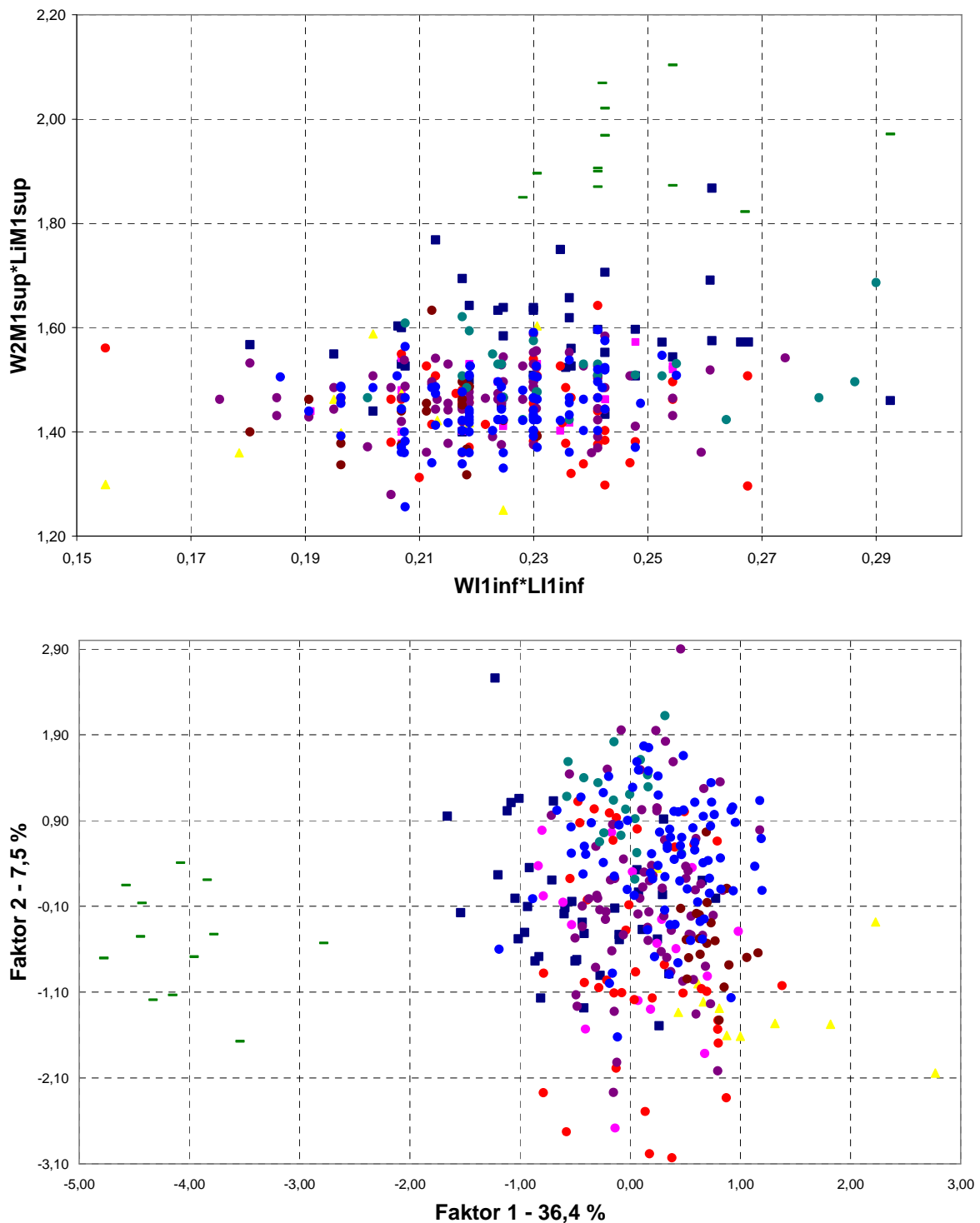
Výsledky ukazují, že vzorky druhu *M. inflatus* jsou ve všech zjišťovaných dentálních rozměrech výrazně větší než vzorky všech studovaných populací druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Absolutní hodnoty měřených dentálních a některých dentálně-kraniálních znaků, jejich základní a rozšířené indexy (vytvořené obdobným způsobem jako u kraniálních rozměrů) ukazují, že poměry daných znaků jsou u populace druhu *M. inflatus* od panonské populace druhu *M. schreibersii* (která byla použita pro srovnání ze stejných důvodů jako u analýzy kraniálních znaků. Odlišnosti v jednotlivých znacích od ostatních populací druhu *M. schreibersii* a *M. natalensis* jsou dobře patrné z tab. 8) poměrně výrazně odlišné. Odlišnosti jsou jednak v odlišném poměru znaků v rámci jednoho zubu, ale i v celkových velikostních poměrech různých zubů. Poměry celkových velikostí jednotlivých zubů na maxile i mandibule byly srovnávány obdobně jako v případě mezipopulačního srovnání (kapitola 4.1.2.2.1.).

Z výsledných hodnot jednotlivých základních a rozšířených indexů a jejich vizualizace jsou pro vzorky druhu *M. inflatus* patrné následující výraznější základní odlišnosti (podrobnosti viz tab. 8). V maxilární zubní řadě mají tyto vzorky velmi výrazně relativně vyšší špičáky. P^2 mají relativně delší (podobně jako u středovýchodních vzorků – druh *M. schreibersii*) a výrazně relativně vyšší, P^4 mírně relativně širší. M^1 je u druhu *M. inflatus* relativně delší v nejmenší délce zubu ku největší délce zubu (LoM^1/LiM^1), M^2 pak pouze mírně delší (podobně jako u středovýchodních a afro-arabských vzorků) a M^3 je také mírně relativně delší. Velikostní poměry celkových velikostí jednotlivých zubů v maxilární dentici jsou více méně stejné vyjma I^1 , P^4 a M^1 , kdy I^1 a P^4 , které jsou celkově relativně menší, M^1 potom výrazně relativně větší (obr. 45). V mandibulární dentici mají vzorky druhu *M. inflatus* relativně širší I_1 , P_4 . P_3 pouze mírně. Tyto premoláry (P_3) jsou navíc relativně nižší, podobně jako P_2 . P_4 jsou naopak relativně vyšší a špičáky výrazně relativně vyšší. Celkově mají tyto vzorky v mandibulární dentici mírně relativně menší I_1 , P_2 a P_4 , zatímco P_3 výrazně. Většina uvedených odlišností je u vzorků druhu *M. inflatus* přítomna ve větší míře než u vzorků jakékoli studované populace druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*.

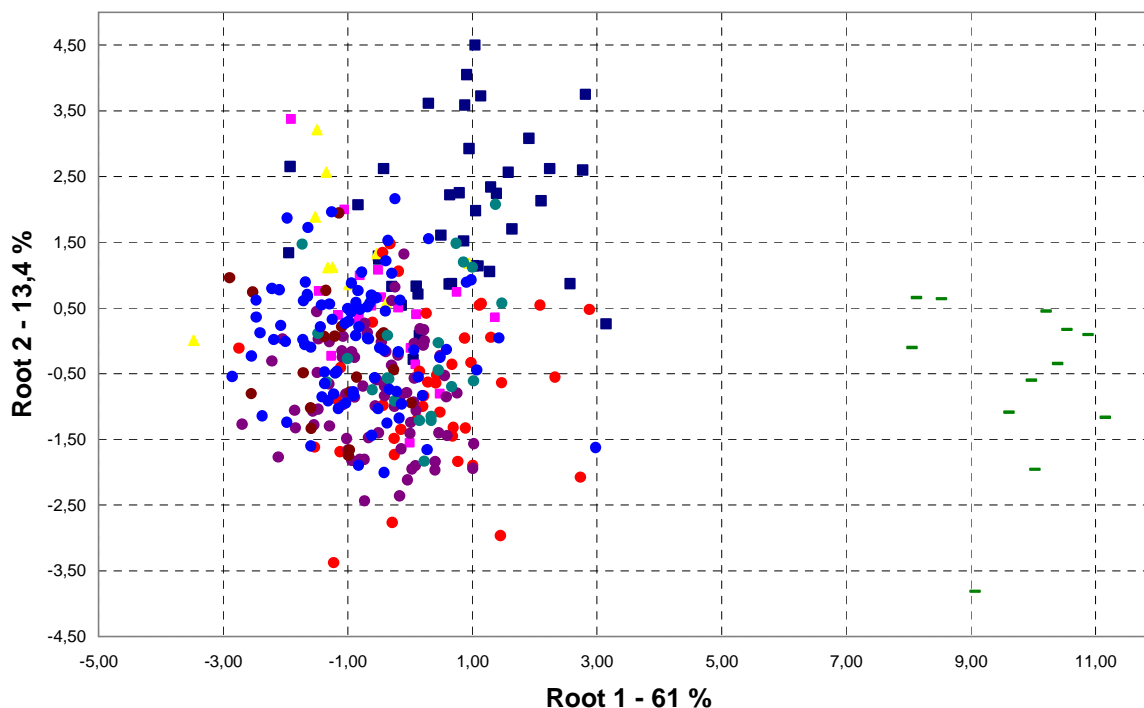
4.1.3.2.2. Výsledky faktorových a diskriminačních analýz souborů dentálních znaků

Odlišnosti a podobnosti mezi vzorky populace druhu *M. inflatus* a populacemi druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* sumarizují výsledky FA a DA. Ve všech typech provedených analýz se vzorky druhu *M. inflatus* ukazují od vzorků populací druhu *M. schreibersii* a *M. natalensis* velmi odlišné. Nejbližší jsou potom svými hodnotami vzorkům ze Středního východu (druhu *M. schreibersii*) a to ve všech provedených FA a DA vyjma FA a DA pro soubor dentálních znaků na mandibule, kde jsou si bližší s panonskými vzorky (druhu *M. schreibersii*) (obr. 46). Podobnosti a odlišnosti se vzorky z ostatních populací (pro různé

soubory znaků FA a DA) jsou potom různé. Výsledné vztahy na základě FA souboru všech dentálních znaků jsou zobrazeny na obr. 45. Procentuelní zastoupení na vysvětlení celkové variability pro první dva kořeny DA jednotlivých souborů znaků je uvedeno v tab. 9.



Obrázek 45. Poměr rozšířených dentálních indexů $W1inf \cdot LI1inf$ a $W2M1sup \cdot LiM1sup$ (nahore) a výsledky FA pro soubor všech dentálních znaků (dole) studovaných populací všech tří druhů. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ; zelená – *M. inflatus*. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané faktory.



Obrázek 46. Výsledky DA souboru všech dentálních znaků na mandibule (vyjma výšek zubů) studovaných populací všech tří druhů. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ; zelená – *M. inflatus*. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané kořeny.

Z dvou provedených DA po soubor všech vzorků všech tří studovaných druhů vyšly jako nejvýznamnější ($p < 0.0001$) pro divergence jednotlivých studovaných populací (všech tří druhů) tyto znaky: LI^2 , WC^{sup} , WP^2 , WP^4 , LiM^1 , $W1M^1$, $W2M^1$, LiM^2 , $W3M^2$, LI_2 , LI_3 , LD_{inf} , WD_{inf} , LP_2 , LP_4 , LM_1 a LM_3 . Tyto znaky byly následně použity pro další DA. Výsledky těchto DA vyšly velmi podobně jako DA předchozí.

Shrnutím veškerých výše uvedených výsledků mohu konstatovat, že odlišnosti mezi populací druhu *M. inflatus* a populacemi druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* jsou dány především celkovou velikostí jednotlivých zubů. Odlišnosti v proporcích jednotlivých zubů či v celkových velikostech zubů jsou potom mnohem méně výrazné. Zuby a tedy i na nich zjišťované znaky, které tyto proporční odlišnosti mezi jednotlivými populacemi studovaných druhů (skupiny 1–9) způsobují jsou v maxilární zubní řadě špičáky (výška), P^4 a M^1 . V mandibulární zubní řadě potom I_1 , špičáky (výška) a premoláry (zejména jejich výšky).

4.1.3.2.3. Výsledky faktorových a diskriminačních analýz souborů dentálně-kraniálních znaků

FA a DA dentálně-kraniálních souborů znaků pro soubor všech populací všech tří studovaných druhů ukazují téměř totožné výsledky jako FA a DA dentálních souborů znaků. Procentuelní zastoupení na vysvětlení celkové variability pro první dva kořeny DA jednotlivých souborů znaků je uvedeno v tab. 10.

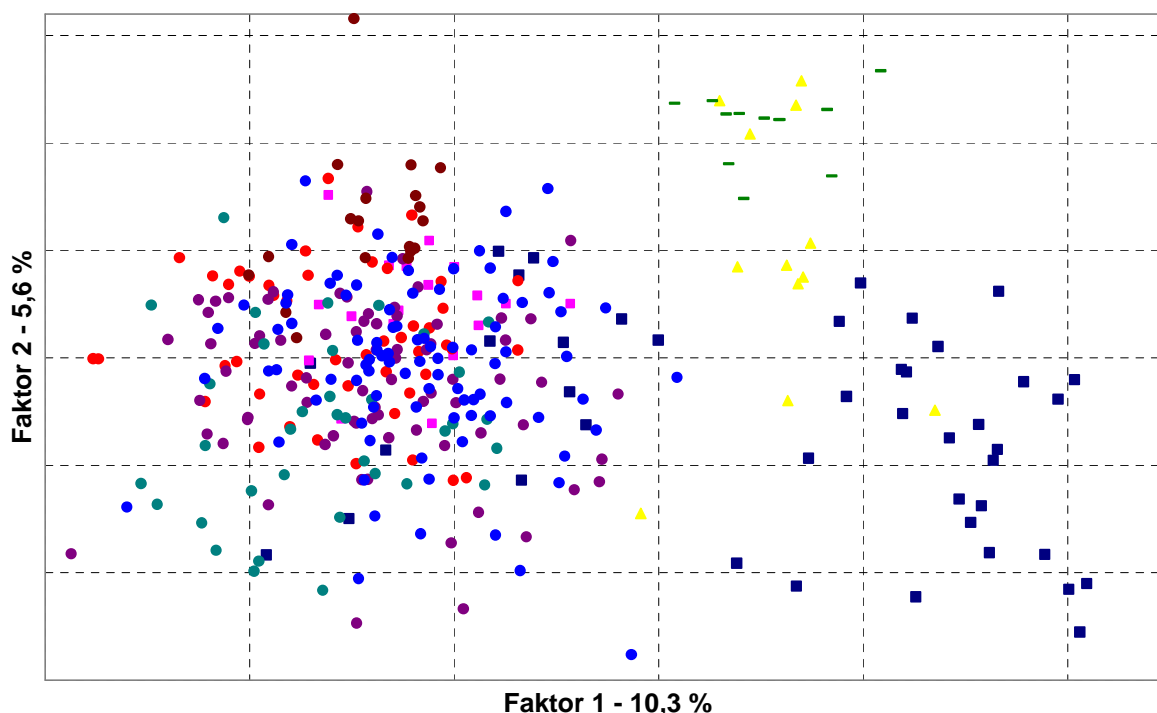
4.1.3.3. Fenetické znaky

4.1.3.3.1. Základní analýza dat

Zjištěné hodnoty fenetických znaků ukazují, že vzorky druhu *M. inflatus* se od vzorků panonské populace (která byla použita pro srovnání ze stejných důvodů jako u analýzy kraniálních a dentálních znaků. Odlišnosti v jednotlivých znacích od ostatních populací druhu *M. schreibersii* a *M. natalensis* jsou dobře patrné z tab. 11) druhu *M. schreibersii* odlišují nejvíce (jak v četnosti odlišností, tak v míře odlišnosti u daných znaků) ze všech studovaných populací všech tří druhů. Z výsledných hodnot je patrná největší podobnost vzorků druhu *M. inflatus* se vzorky afro-arabské populace – druhem *M. natalensis*. Znaky kterými se vzorky druhu *M. inflatus* nejvíce odlišují jsou zejména CingM1inf, CingM2inf3, P4sup4, P4sup6, M2sup, CingM2sup, Fmen a Emane (tab. 11). Ve všech těchto znacích vykazuje druhu *M. inflatus* výrazně nižší hodnoty, vyjma CingM1inf, kde je tomu opačně. Mají tedy výrazně větší míru progresu konvexity protocingula M_1 ventrálním směrem, vrchol konkavity cingula M_2 je položen mesiálněji, méně výrazný je mesio-okluzální oblouk P^4 a menší prohnutí na laterální straně tohoto zubu (v mesiální polovině). Okluzální hranu M^2 mají skloněnu výrazně distálním směrem a cingulární výběžek na distálně-okluzálním oblouku tohoto zubu mají méně výrazný. Dále mají výrazně relativně menší *foramen mentale* a výběžek na *ramus mandibulae* před *processus coronoideus* (detaily k uvedeným znakům viz tab. 3 a metodika obr. 17).

4.1.3.3.1. Výsledky faktorových a diskriminačních analýz

Vzájemné obecné podobnosti a odlišnosti mezi jednotlivými studovanými populacemi všech tří druhů ukazují výsledky FA a DA. Výsledky jednotlivých provedených FA a DA různých souborů fenetických znaků (detaily viz metodika) jsou navzájem mírně odlišné. Všechny ale jasně ukazují podobnost vzorků druhu *M. inflatus* se vzorky druhu *M. natalensis* z Afro-arabských lokalit a jejich výraznou odlišnost (největší ze všech studovaných populací) od západoevropských vzorků (druh *M. schreibersii*). Odlišnost a podobnost s ostatními studovanými populacemi je různá. Vzorový výsledek analýz je znázorněn na obr. 47. Procentuelní zastoupení na vysvětlení celkové variability pro první dva kořeny DA jednotlivých souborů znaků je uvedeno v tab. 12.



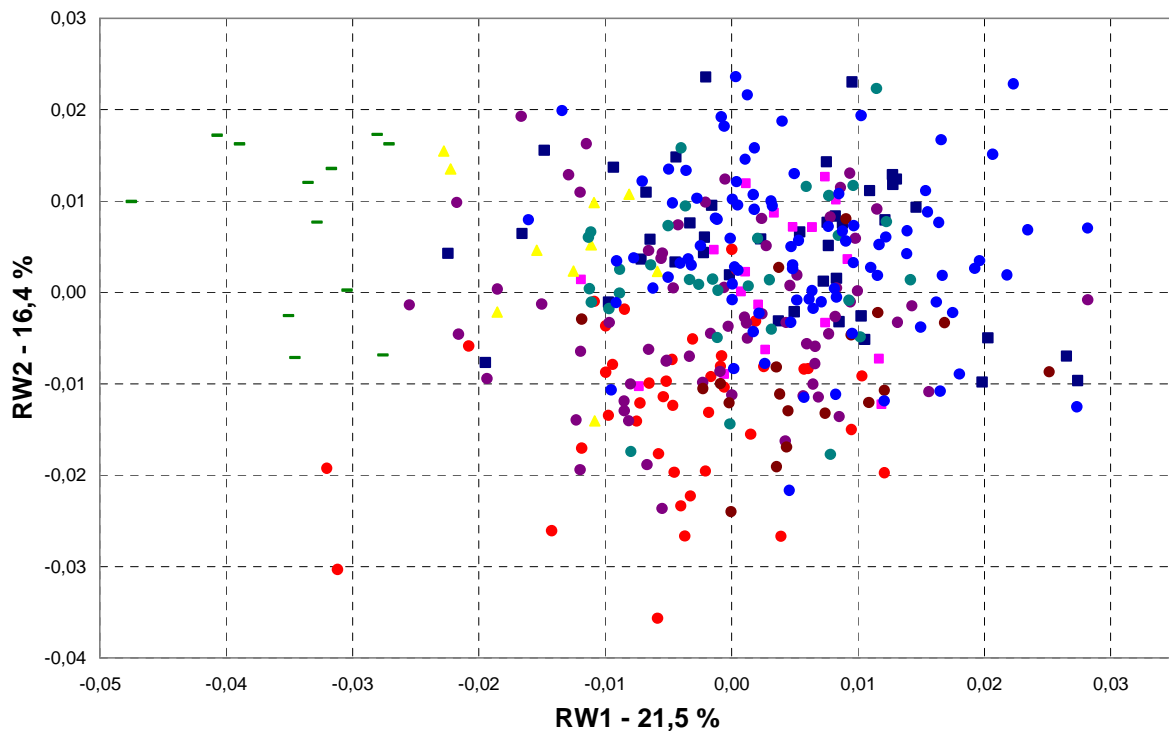
Obrázek 47. Výsledky FA pro soubor všech fenetických znaků studovaných populací všech tří druhů. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ; zelená – *M. inflatus*. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané faktory.

4.1.2.4. Tvarová proměnlivost

Pro laterální pohled na mandibulu bylo generováno 14 typů relativních deformací (RW), pro laterální pohled na lebku 22, pro ventrální pohled na lebku 18 a pro dorzální pohled na lebku 14 typů, pro všechny studované populace všech tří druhů. K analýzám byly použity vždy první 4 RW, které v každém případě vysvětlovaly více jak 50% tvarové proměnlivosti v daném pohledu na lebce i mandibule (hodnoty procentuelního zastoupení na vysvětlení celkové variability pro jednotlivé RW u jednotlivých pohledů a skupin udává tab. 13 a 14).

Jednotlivé indexy analyzovaných RW pro laterální pohled na lebku ukazují největší tvarovou podobnost vzorků duhu *M. inflatus* se vzorky afro-arabské populace (obr. 48). Pro ventrální pohled na lebku je výsledek podobný, ale méně častý a ne tak zřejmý, navíc je zde patrná podobnost i se západoevropskými vzorky. Tvarová odlišnost vzorků druhu *M. inflatus* od vzorků druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* se ukazuje jako nejvýraznější v dorzálním pohledu na lebku a tedy svým způsobem v délkových a šířkových proporcích lebky, což je v souladu se zjištěnými odlišnostmi v základních datech. I zde je patrná mírná podobnost s afro-arabskými vzorky. Nejvíce odlišné jsou tyto vzorky od panonských vzorků. Tvarová podobnost mandibul vzorků druhu *M. inflatus* nejvíce odpovídá krétským a marockým vzorkům či se druh *M. Inflatus* od druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* separuje nespécificky

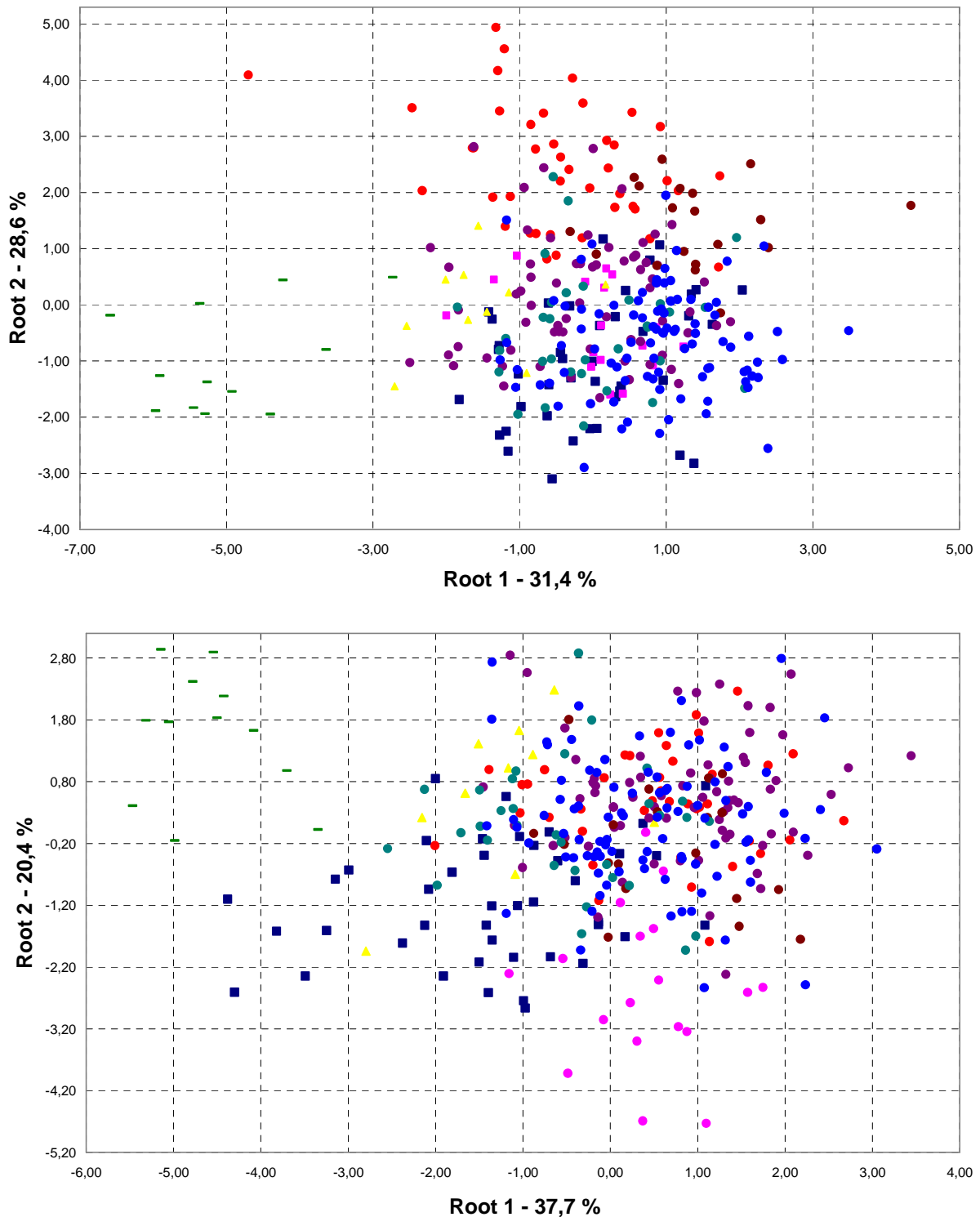
vzhledem k minimálním odlišnostem mezi populacemi druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Kombinace různých RW různých pohledů většinou vzorky druhu *M. inflatus* od vzorků druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* výrazně separují a to různým způsobem dle typu pohledu.



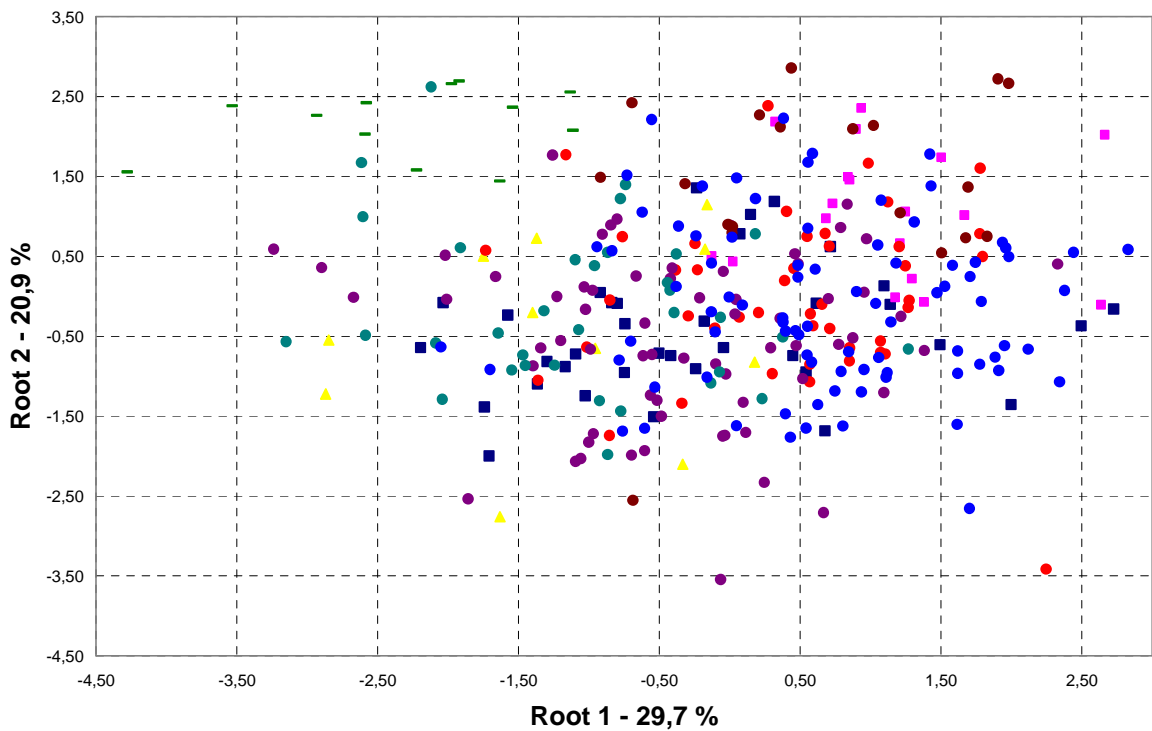
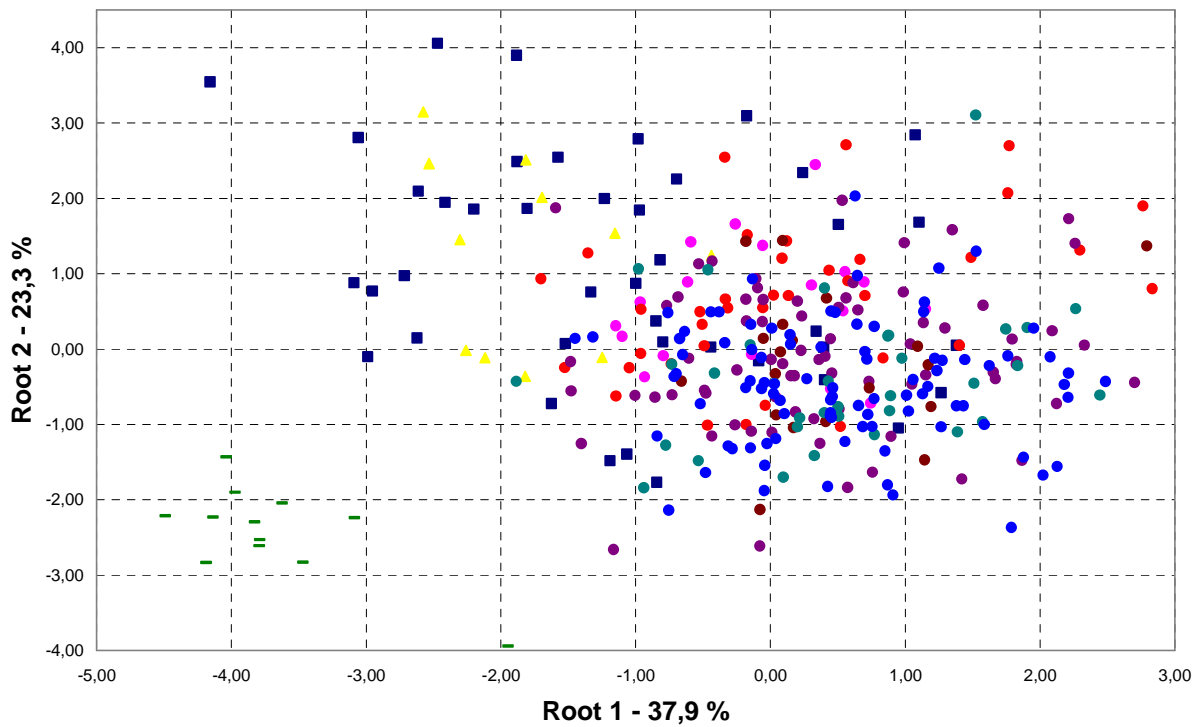
Obrázek 48. Tvarové odlišnosti v laterálním pohledu na lebku mezi studovanými populacemi všech tří druhů na příkladu RW1 vs. RW2. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ; zelená – *M. inflatus*. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané RW.

Výsledky DA provedených z hodnot parciálních deformací pro všechny studované populace (skupiny 1–9) tří druhů ukazují pro různé pohledy, na lebku či mandibulu, různé tvarové podobnosti či odlišnosti. Pro laterální pohled na lebku vzorky druhu *M. inflatus* tvarově nejvíce odpovídají vzorkům z Afro-arabských lokalit, nejvíce odlišné jsou pak od panonských vzorků. Ve ventrálním pohledu na lebku se vzorky druhu *M. inflatus* separují výrazněji než v předešlém pohledu. Tvarově nejvíce podobné jsou v tomto pohledu vzorkům Afro-arabských a západoevropských lokalit, nejméně potom marockým vzorkům. V dorzálním pohledu na lebku se vzorky druhu *M. inflatus* separují ze všech studovaných pohledů nejvýrazněji (od všech studovaných populací druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*) a s více méně stejnou odlišností od všech ostatních studovaných populací (skupin). V laterálním pohledu na mandibulu jsou vzorky druhu *M. inflatus* ze všech studovaných pohledů naopak nejméně tvarově odlišné (od všech studovaných populací druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*). Tvarově nejvíce podobné jsou západoevropským, krétským a afro-arabským vzorkům. Nejvíce odlišné jsou pak od blízkovýchodních vzorků. Další

podrobnosti k vzájemným podobnostem a odlišnostem vzorků druhu *M. inflatus* se vzorky druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* viz obr. 49 a 50.

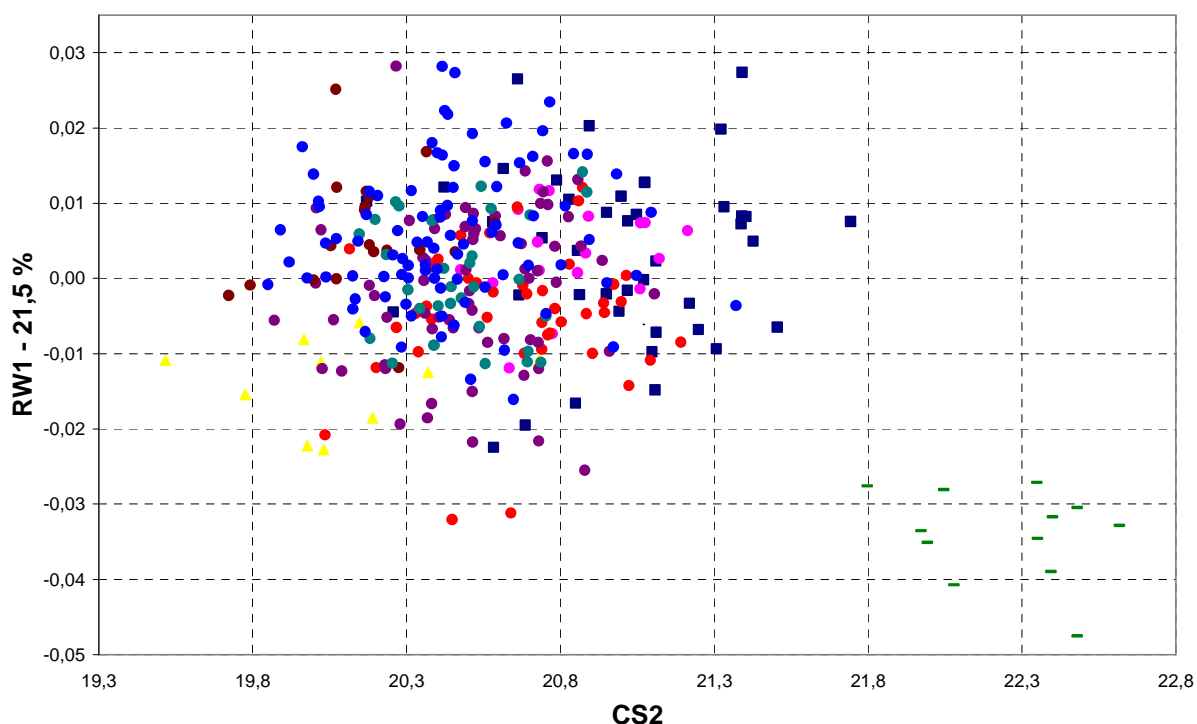


Obrázek 49. Výsledky DA z parciálních deformací laterálního (nahore) a ventrálního (dole) pohledu na lebku pro všechny studované populace všech tří druhů. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afroarabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ; zelená – *M. inflatus*. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané kořeny.

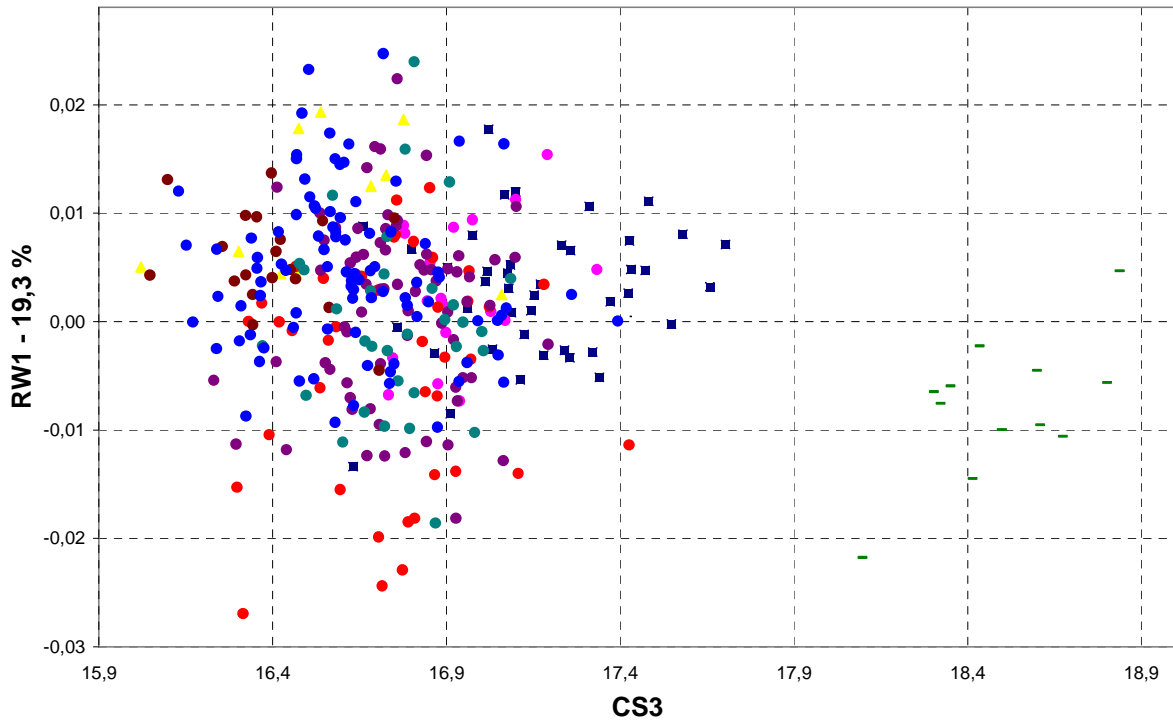


Obrázek 50. Výsledky DA z parciálních deformací dorzálního pohledu na lebku (nahore) a laterálního pohledu na mandibulu (dole) pro všechny studované populace všech tří druhů. Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ; zelená – *M. inflatus*. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané kořeny.

Poměry CS jednotlivých pohledů s jejich největší tvarovou odlišností v témže pohledu (např. CS2/RW1) ukazují výrazné odlišnosti mezi všemi třemi studovanými druhy. Tyto celkové odlišnosti (jak tvarové tak velikostní) jsou nejvýraznější pro laterální pohled na lebku (obr. 51), dále pro ventrální pohled na lebku, méně pro dorzální pohled na lebku a nejméně pro laterální pohled na mandibulu. Tyto indexy zároveň ukazují, že odlišnost v celkové velikosti lebky a mandibuly (CS) je relativně mírně výraznější než jejich tvarová odlišnost (RW). Tedy, že druhy (resp. jejich studované populace) se od sebe navzájem více liší celkovou velikostí lebek a mandibul než jejich tvarovými odlišnostmi. To je v souladu s analýzou kraniálních znaků, která také ukázala, že odlišnost mezi studovanými druhy je dána celkovou velikostí lebek a mandibul mnohem více než odlišnými poměry jejich kraniálních znaků. Tento motiv je nejvýraznější pro ventrální pohled na lebku (tedy – pro délkové a šířkové rozměry) (obr. 52), dále pro dorzální pohled na lebku (tedy obdobně jako v předešlém případě), méně pro laterální pohled na mandibulu a nejméně pro laterální pohled na lebku (tedy – pro délkové a výškové rozměry), kde je míra velikostní a tvarové odlišnosti více méně vyrovnaná.



Obrázek 51. Separace jednotlivých populací všech tří druhů na základě poměru odlišnosti v centroidové velikosti lebky v laterálním pohledu (CS2) a tvarové odlišnosti stejného pohledu (RW1). Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ; zelená – *M. inflatus*. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané RW.



Obrázek 52. Separace jednotlivých populací všech tří druhů na základě poměru odlišnosti v centroidové velikosti lebky ve ventrálním pohledu (CS3) a tvarové odlišnosti stejného pohledu (RW1). Tmavě modrá – Střední východ; růžová – Maroko; žlutá – Afro-arabská oblast; fialová – Pannonie; červená – Balkán; hnědá – Kréta; modrozelená – západní Evropa; světle modrá – Blízký východ; zelená – *M. inflatus*. Procentuelní hodnota je podíl vysvětlené variability z její celkové hodnoty pro dané RW.

Shrnutím výše uvedených výsledků mohu konstatovat, že studované druhy (resp. jejich populace) se od sebe tvarově nejvíce odlišují v dorzálním pohledu na lebku, dále ve ventrálním pohledu na lebku, méně v laterálním pohledu na lebku a nejméně v laterálním pohledu na mandibulu. Vzorky druhu *M. inflatus* se nejvíce tvarově podobají vzorkům druhu *M. natalensis* z Afro-arabských lokalit. Tyto výsledky jsou v souladu s analýzou nemetrických kraniálních znaků.

Konsenzuální uspořádání (pozice) jednotlivých landmarků pro všechny analyzované pohledy (LL, LV, LD, ML) pro všechny studované populace obou druhů (skupiny 1–9) je vizualizováno na obr. 42 a ukazuje tedy absolutní tvarové odlišnosti a podobnosti mezi těmito populacemi.

4.2. Molekulární analýza

Z celkového počtu 111 sekvencí z různých oblastí Starého světa s hlavním zřetelem k západní Palearktidě bylo získáno 86 haplotypových sekvencí. Veškeré sekvence (včetně outgroupových) obsahovaly 1034 znaků z nichž 591 bylo proměnlivých a z tohoto počtu 527 parsimoniálně informativních. Sekvence vykazaly vyšší podíl A/T (A = 0,347, T = 0,276) a nižší podíl C + G (C = 0,278, G = 0,098). ML analýza našla nejvěrohodnější strom s hodnotou log likelihood (lnL) = -10614,95. Hodnota lnL pro BA činila -10316,71.

4.2.1. Výsledná topologie

Výsledné topologie fylogenetických stromů provedených analýz (ML, BA, NJ) jsou si navzájem velmi podobné. Jednotlivé hlavní větve jsou umístěny ve většině případů stejně, pouze terminální větve haplotypů v rámci jednotlivých podskupin v některých případech alternují, stejně tak, jako hlavní větve samotné. Příbuznost jednotlivých studovaných haplotypů je však stejná. Z topologie výsledných fylogenetických stromů je patrné, že všechny analyzované vzorky rodu *Miniopterus* jsou rozděleny na dvě základní druhové linie. Západopalearktiko-afrotropická druhová linie (88/0.93/*) a australsko-orientální druhová linie (62/0.98/92). Čísla v závorkách jsou hodnoty bootstrapů (ML, NJ) a posteriorních pravděpodobností (BA) jednotlivých analýz, v pořadí v jakém jsou vypsány výše (tj. ML, BA, NJ), pro dané linie/sublinie/klady/skupiny/podskupiny. Hvězdička (*) představuje hodnotu plné podpory (100 nebo 1.00) pro dané linie/sublinie/klady/skupiny/podskupiny v dané analýze. 100* potom plnou podporu ve všech analýzách. Všechny vzorky analyzovány v této práci spadají do první jmenované linie. Ta je rozdělena na dvě sublinie: (1) afro-arabskou (96/*/*) a (2) západopalearktickou (99/*/*).

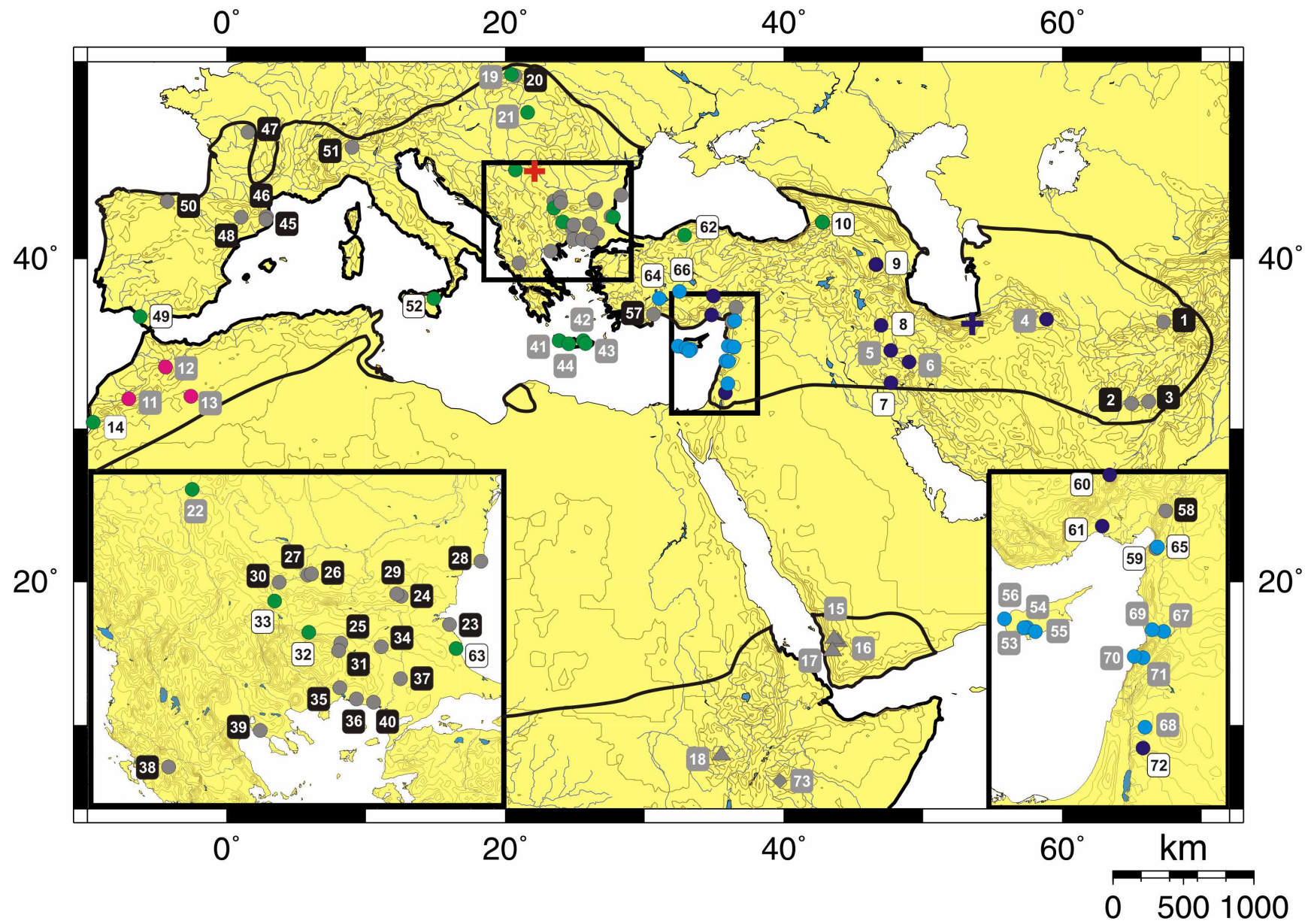
Topologie afro-arabské sublinie je následující: vzorky druhu *M. inflatus* z Etiopie tvoří monofyletickou skupinu (100*) sesterskou vzorkům formy *natalensis* druhu *M. schreibersii* (99/*/*) z Jižní Afriky. Společně tyto vzorky vytvářejí klad (67/0.64/56) sesterský ke všem ostatním vzorkům sublinie (1). Tento sesterský klad (77/*/78) je tvořen dvěma skupinami. První (57/0.55/-) je formována haplotypovými vzorky druhu *M. natalensis* z oblastí Etiopie a Jemenu (100*), které jsou sesterské ke vzorkům druhu *M. inflatus* z Ugandy a *M. manavi* z Madagaskaru. Poslední dva zmiňované vzorky jsou sesterské (96/*/98). Druhá skupina (100*) je potom tvořena dvěma vzorky z Tanzanie původně označené jako *M. schreibersii*.

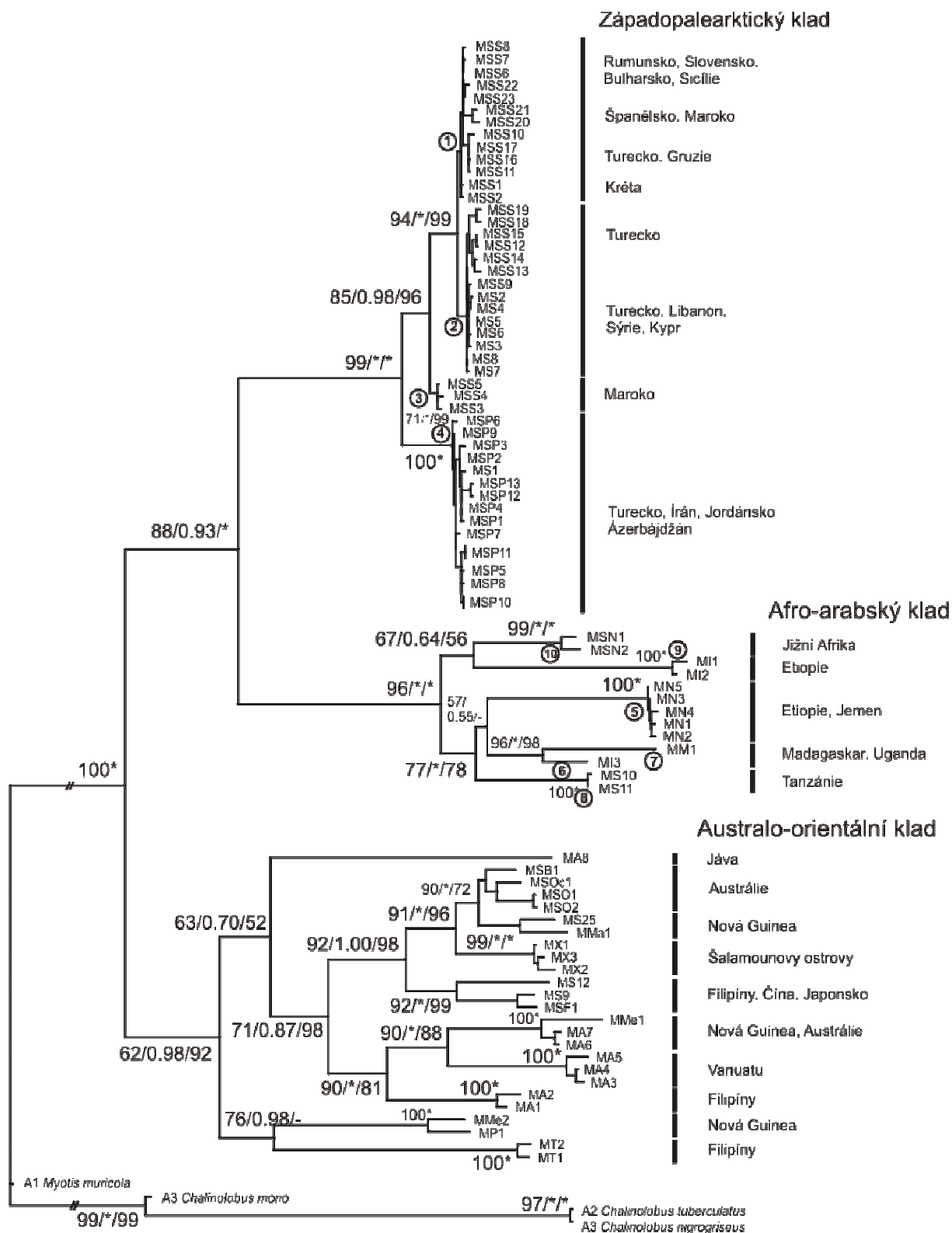
Západopalearktická sublinie (2) je tvořena haplotypy druhu *M. schreibersii*. Bazální klad (100*), sesterský všem ostatním vzorkům linie (2), tvoří haplotypy z Íránu, vnitrozemních oblastí Turecka, Ázerbájdžánu a Jordánska. Ostatní haplotypy vytvářejí sesterský klad (85/0.98/96) z kterého se na bázi odštěpují vzorky z Maroka (71/*/99). Zbylé haplotypy pak tvoří druhou skupinu (94/*/99), která se následně štěpí na dvě podskupiny – blízkovýchodní

podskupinu (haplotypy vzorků z příbřežních oblastí jižního Turecka, dále ze Sýrie, Libanonu a Kypru) (84/0.83/84) a evropskou podskupinu (haplotypy zastupující vzorky formy *schreibersii* ze Sicílie, Kréty, Slovenska, Rumunska, Bulharska, Španělska, příbřežních oblastí severního Turecka, Gruzie ale i dva GenBankové vzorky z Maroka) (80*/85). Postavení všech výše uvedených vzorků a ostatních vzorků Appletona *et al.* (2004) viz obr. 54 a 55. Lokality uvedených studovaných haplotypů jsou (dle příslušnosti k daným kladům) vyznačeny na obr. 53.

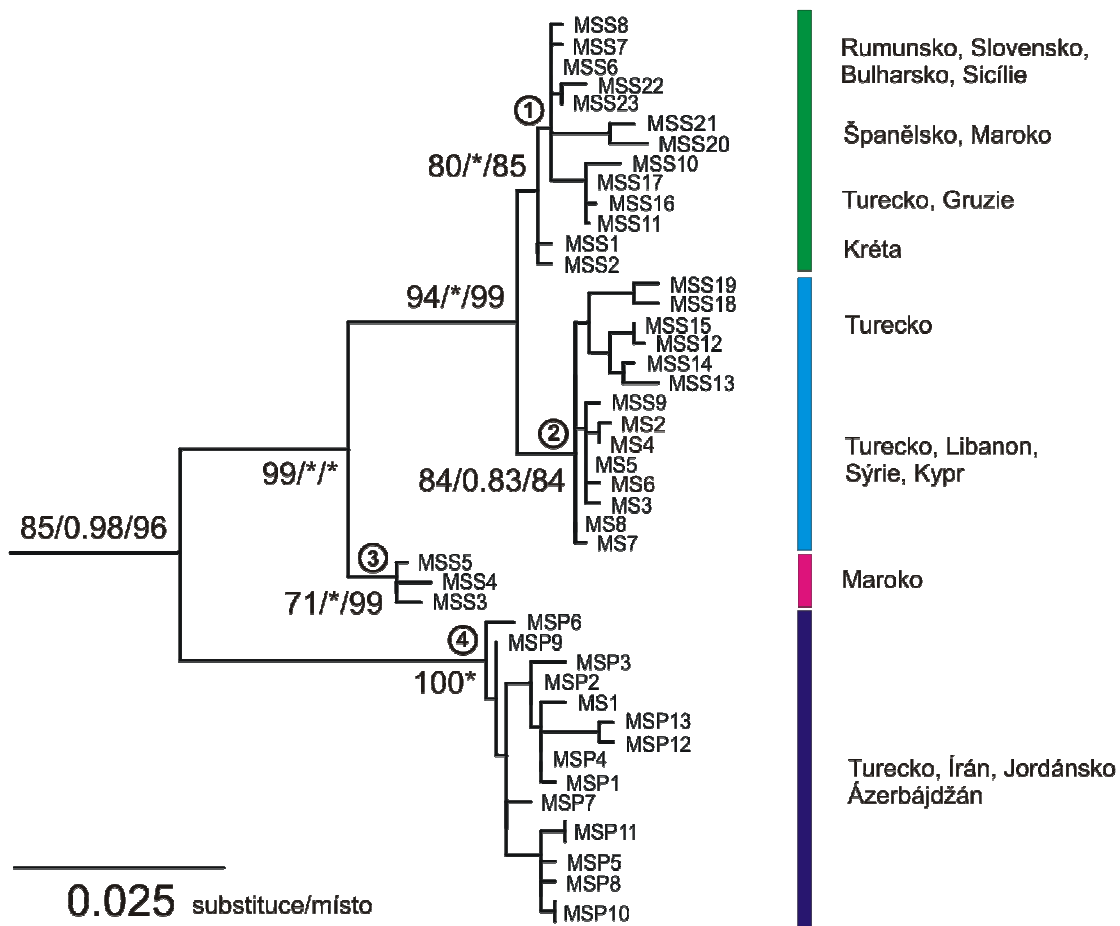
Obrázek 53. Přehled lokalit původu dokladovaného materiálu pro jednotlivé analýzy. V závorkách jsou uvedeny názvy vyššího správního celku či jeho sídla, dále potom označení haplotypů (západopalearktické sublinie) k daným lokalitám. Informace k uvedeným haplotypům jsou v tab. 1. Číslo v černých čtvercích označuje lokality vzorků, které byly použity pouze pro morfometrickou analýzu, v bílých čtvercích vzorky použité pouze pro molekulární analýzu, v šedivých čtvercích vzorky použité pro obě analýzy. Barvy zelená, růžová, světle modrá a tmavě modrá korespondují s barvami kladů v obr. 55. Šedivá barva značek představuje lokality, z kterých nebyly k dispozici vzorky pro molekulární analýzu či které nenáleží druhu *M. schreibersii*; Kruh = *M. schreibersii*; trojúhelník = *M. natalensis*; kosočtverec = *M. inflatus*; červený kříž = typová lokalita poddruhu *schreibersii*; modrý kříž = typová lokalita poddruhu *pallidus*. Tlustá černá čára vymezuje oblasti, které jsou obývané zástupci rodu *Miniopterus*. V mapě není vyznačen vzorek druhu *M. natalensis* ze Súdánu (nespec.) a vzorek druhu *M. schreibersii* ze střední Evropy (nespec.).

1 Jalalabad; 2 Samphshir Ghor (Kala bust); 3 Kandahár; 4 Miña – MSP4; 5 Bisotun (Kermanshah) – MSP2; 6 Dorud (Lorestan) – MSP3; 7 Sarin Ab-Garma – MSP6; 8 Karaftu – MSP7, MSP9; 9 Azokh (Nagorno-Karabakh) – MSP5, MSP8, MSP10; 10 Ghliana – MSS16, MSS17; 11 údolí Oued Tessaout (Talkout) – MSS3, MSS4; 12 řeka Oued El-Ammar (Sebt-des-Ait-Serhrouchen) – MSS3; 13 jesk. Azigza (Tazouguerte) – MSS5; 14 Agadir – MSS20; 15 Riqab (Jebel Bura); 16 Hajjah (At tur); 17 Hajja (Halhal); 18 řeka Baro (Masha); 19 jesk. Vyvieráčka (Drienovec) – MSS6; 20 jesk. Čertova díra (Dornica); 21 jesk. Betfia (Betfia) – MSS6, MSS7, MSS8; 22 jesk. Peštera Ponicevei (Dubova) – MSS7; 23 Maslen nos (Primorsko); 24 jesk. Zmejovi Dupki (Sliven); 25 jesk. Gardina Dupka (Mostovo); 26 Karlukovo; 27 jesk. Hajduška Paštera (Devenci); 28 Kamen Brjag; 29 jesk. Nirica Paštera (Kotel); 30 jesk. Ražiškata (Lakatnik); 31 jesk. Ivanova voda (Dobrostan); 32 Pazardzik – MSS22; 33 Sofie – MSS23; 34 Didimotichon (Thrákie); 35 Xánthi (Kimméria); 36 jesk. Polyphemos (Marónia); 37 jesk. Evros (Dodimótiho); 38 jesk. Ioánnina (Pápigo); 39 Petralona; 40 Ávas; 41 jesk. Spilion Tsanis (Omalos) – MSS1, MSS2; 42 jesk. Spilia Milatou (Milatos) – MSS1; 43 jesk. Vreikos (Kréta) – MSS1; 44 Moni Kato Preveli (Lefkogia) – MSS2; 45 Grotte de Poñade (Banyuls); 46 Chateau de Collioure (Banuyls); 47 St. Remy; 48 bei Tremp (Pyreneje); 49 Cadiz – MSS21; 50 Ramales de la Victoria; 51 Gargano; 52 Grotta di Intraleo (Etna) – MSS6; 53 les Trodos – sever (Kakopetria) – MS4, MS7; 54 les Trodos – jihozápad (Kakopetria) – MS7, MS8; 55 Kalavassos – MS7; 56 důl Magnesia (Akamas Peninsula) – MS7, MS8; 57 jesk. Insugu Majarasi (Anatolie); 58 Haruniye; 59 Akbez (Hassa) – MSS9; 60 Epiçik – MSP11; 61 Delikli – MSP12, MSP13; 62 Hizar – MSS10; 63 Horataşı – MSS11; 64 Zindan – MSS12, MSS15; 65 Karanlık – MSS13, MSS14; 66 Obruk – MSS18, MSS19; 67 Crac des Chevaliers – MS6; 68 Talsh'hab – MS5; 69 Safita – MS3, MS6; 70 Aamchite – MS4; 71 jesk. Er Rouais (Aaqura) – MS2, MS3; 72 jesk. Al Wardeh (Khashibah) – MS1; 73 Sof Omar.





Obrázek 54. Fylogenetický strom sestavený metodou ML ze sekvencí genu ND2. Čísla na nodech jsou hodnoty bootstrapu pro jednotlivé analýzy ML/BA/NJ. Hvězdička znamená plnou podporu (100 nebo 1.00) pro dané klad od dané analýzy. 100* potom plnou podporu od všech analýz. – znamená, že daný klad nemá podporu od dané analýzy. // znamená, že délka větve byla upravena zkrácením. Čísla v kruhu jsou čísla souborů haplotypů pro výpočet vzájemných *p* distancí (viz níže). Jednotlivé vzorky všech haplotypů a další informace k nim jsou v tab. 1.



Obrázek 55. Detail obrázku 54. znázorňující západopaleartický klad.

4.2.2. Genetické vzdálenosti

Celkový počet 86 haplotypů byl rozdělen do skupin podle výsledků fylogenetických analýz (ML, BA, NJ). Mezi těmito soubory haplotypů (výslednými klady analýz) byly spočteny průměrné p distance. Poté byly spočteny vzájemné p distance a počty substitucí jednotlivých haplotypů ve všech těchto vytvořených souborech. Takto analyzovány byly pouze originální vzorky této studie a vzorky jim nejvíce příbuzné. Veškeré spočtené vzdálenosti jsou nekorigované (*uncorrected p distances*). Přiřazení jednotlivých haplotypů do vytvořených souborů je následující: soubor 1 – haplotypy MSS1, MSS2, MSS6–8, MSS10–11, MSS16–17, MSS20–23 druhu *M. schreibersii* (Evropa, Turecko [příbřežní oblasti – sever], Gruzie, Maroko [příbřežní oblast]); soubor 2 – haplotypy MS2–8, MSS9, MSS12–15, MSS18–19 druhu *M. schreibersii* (Turecko [příbřežní oblasti – jih], Sýrie, Kypr, Libanon); soubor 3 – haplotypy MSS3–5 druhu *M. schreibersii* (Maroko [vnitrozemí]); soubor 4 – haplotypy MSP1–13, MS1 druhu *M. schreibersii* (Turecko [vnitrozemí], Írán, Jordánsko, Ázerbájdžán); soubor 5 – haplotypy MN1–5 druhu *M. natalensis* (Jemen, Etiopie); soubor 6 – jediný haplotyp MI3 druhu *M. inflatus* (Uganda); soubor 7 – jediný haplotyp MM1 druhu *M. manavi* (Madagaskar);

soubor **8** – dva haplotypy MS10–11 druhu *M. schreibersii* (Tanzanie); soubor **9** – dva haplotypy MI1–2 druhu *M. inflatus* (Etiopie); soubor **10** – dva haplotypy MSN1–2 formy *natalensis* druhu *M. schreibersii* (Jižní Afrika). Bližší informace k jednotlivým haplotypům viz tab. 1.

Výsledné hodnoty vzájemných průměrných p distancí mezi jednotlivými klady (soubory) jsou uvedeny v tab. 15. Průměrné hodnoty p distancí uvnitř analyzovaných souborů vyšel následně: soubor **1** - 0,6 %, soubor **2** - 0,5 %, soubor **3** - 0,4 %, soubor **4** - 0,6 %, soubor **5** – 0,4 %, soubor **8** – 0,2 %, soubor **9** – 1 %, soubor **10** – 1,6%, zbylé soubory obsahovaly pouze jediný haplotyp. Výsledné hodnoty p distancí a počty vzájemných substitucí mezi jednotlivými haplotypy analyzovaných souborů jsou uvedeny v tab. 16–19. Haplotypové sítě byly vytvořeny na základě parsimonního přístupu z haplotypových souborů **1** a **2** (obr. 56) a dále z haplotypového souboru **4** (obr. 57). Pravděpodobnostní limit parsimonie byl nastaven na 95 %.

Tabulka 15. Zjištěné průměrné hodnoty nekorigovaných p distancí (v procentech) mezi vybranými soubory haplotypů. Soubor 1 – Evropa, Turecko [příbřežní oblasti – sever], Gruzie, Maroko [příbřežní oblast]; soubor 2 – Turecko [příbřežní oblasti – jih], Sýrie, Kypr, Libanon; soubor 3 – Maroko [vnitrozemí]; soubor 4 – Turecko [vnitrozemí], Írán, Jordánsko, Ázerbájdžán; soubor 5 – Jemen, Etiopie; soubor 6 – Uganda; soubor 7 – Madagaskar; soubor 8 – Tanzanie; soubor 9 – Etiopie; soubor 10 – Jižní Afrika

soubor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2	0,9									
3	1,7	1,9								
4	4	3,9	3,2							
5	12,2	12	12,2	12,8						
6	11,7	11,8	11,9	13,1	7,4					
7	12,3	12,4	12,1	13	8,2	4,8				
8	12,1	11,9	11,8	12,1	7,7	6,5	8,2			
9	13,3	13,3	12,9	13,1	10,7	9,3	10,4	9,7		
10	10,9	10,9	10,9	12,1	9,3	7,3	8,8	7,7	8,6	

Tabulka 16. Zjištěné vzdálenosti mezi haplotypy souboru 1 (Evropa, Turecko [příbřežní oblasti – sever], Gruzie, Maroko [příbřežní oblast]). Horní matice udává hodnoty nekorigované p distance (v procentech), dolní matice počty substitucí mezi jednotlivými haplotypy.

Haplotyp	MSS6	MSS7	MSS8	MSS20	MSS21	MSS23	MSS24	MSS2	MSS1	MSS10	MSS11	MSS16	MSS17
MSS6		0,1	0,1	0,8	0,7	0,1	0,3	0,2	0,2	0,6	0,4	0,4	0,3
MSS7	1		0,2	0,9	0,8	0,2	0,4	0,3	0,3	0,7	0,5	0,5	0,4
MSS8	1	2		0,9	0,8	0,2	0,4	0,3	0,3	0,7	0,5	0,5	0,4
MSS20	8	9	9		0,5	0,9	1,1	1	1	1,4	1,2	1,2	1,1
MSS21	7	8	8	5		0,8	0,8	0,9	0,9	1,3	1,1	1,1	1
MSS22	1	2	2	9	8		0,2	0,3	0,3	0,7	0,5	0,5	0,4
MSS23	3	4	4	11	8	2		0,5	0,5	0,9	0,7	0,7	0,6
MSS2	2	3	3	10	9	3	5		0,2	0,8	0,6	0,6	0,5
MSS1	2	3	3	10	9	3	5	2		0,8	0,6	0,6	0,5
MSS10	6	7	7	14	13	7	9	8	8		0,4	0,4	0,3
MSS11	4	5	5	12	11	5	7	6	6	4		0,2	0,1
MSS16	4	5	5	12	11	5	7	6	6	4	2		0,1
MSS17	3	4	4	11	10	4	6	5	5	3	1	1	

Tabulka 17. Zjištěné vzdálenosti mezi haplotypy souboru 2 (Turecko [příbřežní oblasti – jih], Sýrie, Kypr, Libanon). Horní matice udává hodnoty nekorigované p distance (v procentech), dolní matice počty substitucí mezi jednotlivými haplotypy.

Haplotyp	MS3	MS5	MS6	MS4	MS2	MSS9	MS7	MS8	MSS12	MSS13	MSS14	MSS15	MSS18	MSS19
MS3		0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,8	0,7	0,5	0,7	0,9	0,9
MS5	1		0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,7	0,6	0,4	0,6	0,8	0,8
MS6	2	1		0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,8	0,7	0,5	0,7	0,9	0,9
MS4	2	1	2		0,1	0,2	0,3	0,2	0,8	0,7	0,3	0,7	0,9	0,9
MS2	3	2	3	1		0,3	0,4	0,3	0,9	0,8	0,4	0,8	1	1
MSS9	2	1	2	2	3		0,3	0,2	0,8	0,7	0,5	0,7	0,9	0,9
MS7	3	2	3	3	4	3		0,1	0,7	0,8	0,6	0,6	0,8	0,8
MS8	2	1	2	2	3	2	1		0,6	0,7	0,5	0,5	0,7	0,7
MSS12	8	7	8	8	9	8	7	6		0,7	0,5	0,1	0,7	1,1
MSS13	7	6	7	7	8	7	8	7	7		0,4	0,6	1,1	1,1
MSS14	5	4	5	3	4	5	6	5	5	4		0,4	1	1
MSS15	7	6	7	7	8	7	6	5	1	6	4		0,6	1
MSS18	9	8	9	9	10	9	8	7	7	11	10	6		0,4
MSS19	9	8	9	9	10	9	8	7	11	11	10	10	4	

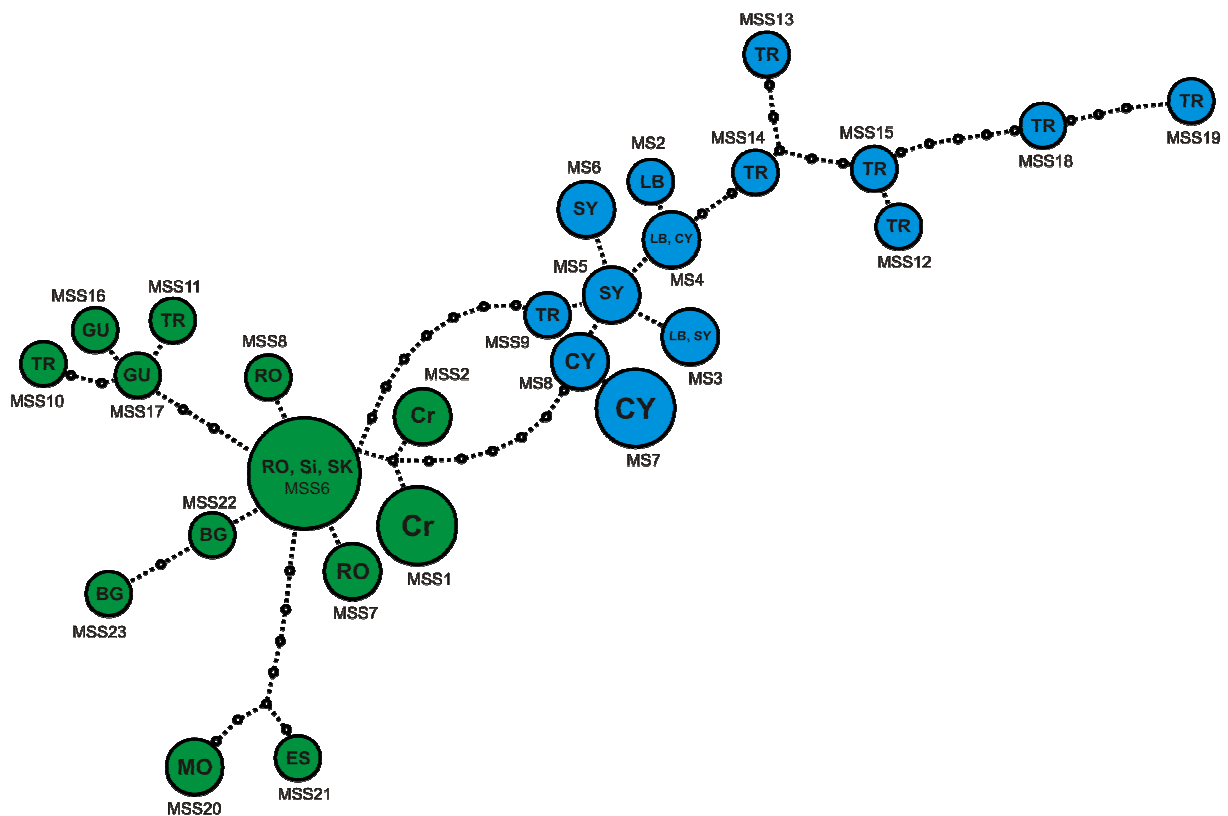
Tabulka 18. Zjištěné vzdálenosti mezi haplotypy souboru 4 (Turecko [vnitrozemí], Írán, Jordánsko, Ázerbájdžán). Horní matice udává hodnoty nekorigované p distance (v procentech), dolní matice počty substitucí mezi jednotlivými haplotypy.

Haplotyp	MSP1	MSP2	MSP3	MSP4	MS1	MSP5	MSP6	MSP7	MSP8	MSP9	MSP10	MSP11	MSP12	MSP13
MSP1		0,2	0,5	0,1	0,3	0,4	0,8	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7
MSP2	2		0,3	0,1	0,3	0,6	0,6	0,4	0,6	0,3	0,6	0,7	0,7	0,7
MSP3	5	3		0,4	0,6	0,9	0,5	0,7	0,9	0,4	0,9	0,1	1	1
MSP4	1	1	4		0,2	0,5	0,7	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6
MS1	3	3	6	2		0,7	0,9	0,7	0,7	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8
MSP5	4	6	9	5	7		0,8	0,6	0,2	0,5	0,2	0,3	0,9	0,9
MSP6	8	6	5	7	9	8		0,6	0,8	0,3	0,8	0,9	1,1	1,1
MSP7	6	4	7	5	7	6	6		0,6	0,3	0,6	0,7	0,9	0,9
MSP8	6	6	9	5	7	2	8	6		0,5	0,2	0,3	0,9	0,9
MSP9	5	3	4	4	6	5	3	3	5		0,5	0,6	0,8	0,8
MSP10	6	6	9	5	7	2	8	6	2	5		0,3	0,9	0,7
MSP11	7	7	10	6	8	3	9	7	3	6	3		0,8	1
MSP12	7	7	10	6	8	9	11	9	9	8	9	8		0,2
MSP13	7	7	10	6	8	9	11	9	9	8	7	10	2	

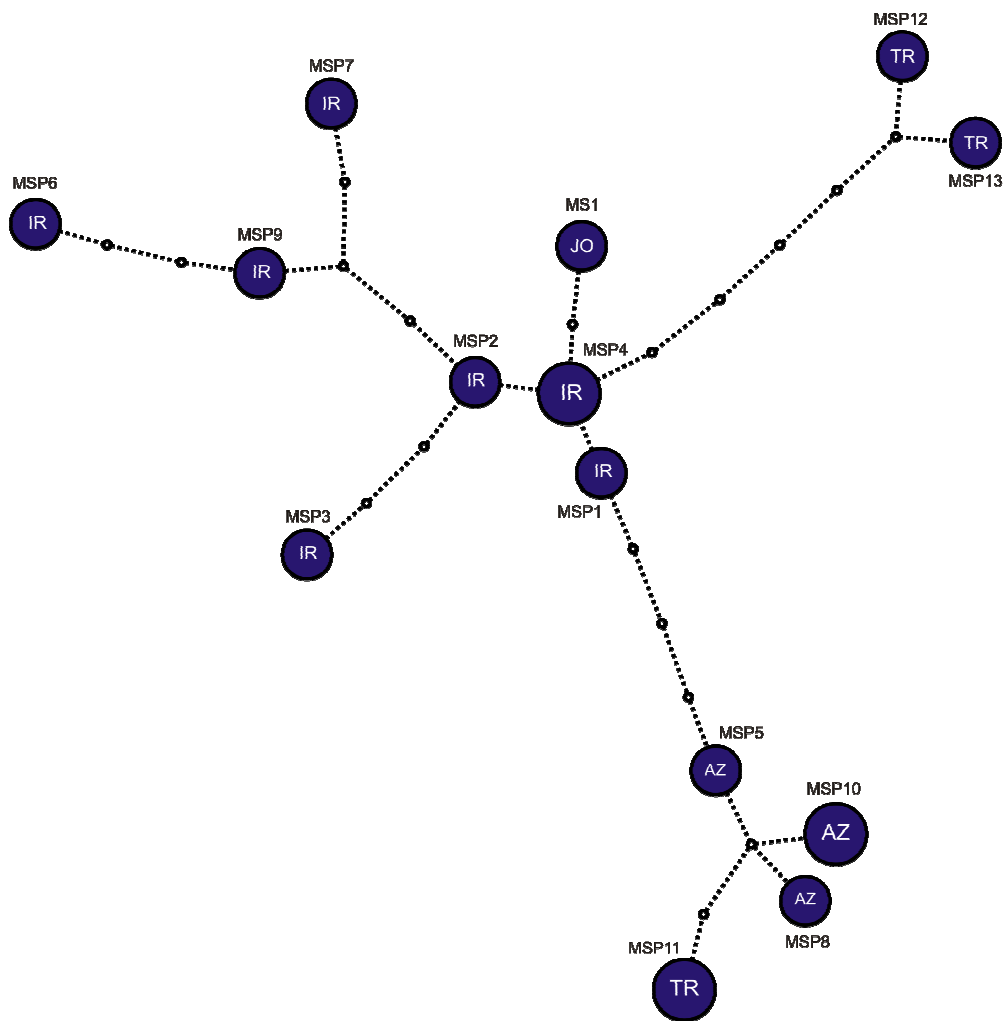
Tabulka 19. Zjištěné vzdálenosti mezi haplotypy souboru 5 (Jemen, Etiopie) - nahore, a souboru 3 (Maroko [vnitrozemí]) - dole. Horní matice udává hodnoty nekorigované p distance (v procentech), dolní matice počty substitucí mezi jednotlivými haplotypy.

Haplotyp	MN2	MN1	MN5	MN3	MN4
MN2		0,4	0,4	0,3	0,5
MN1	4		0,4	0,3	0,5
MN5	4	4		0,1	0,5
MN3	3	3	1		0,4

Haplotyp	MSS5	MSS3	MSS4
MSS5		0,3	0,4
MSS3	3		0,5
MSS4	4	5	



Obrázek 56. Grafické znázornění rozdílů mezi všemi evropskými (včetně dvou marockých – příbřežní oblast) a některými blízkovýchodními (včetně z příbřežních oblastí Turecka) haplotypy druhu *M. schreibersii*. Velikost oválu pozitivně koreluje s počtem vzorků nesoucích daný haplotyp (1, 2, 4 a 7 vzorků podle velikostního typu). Malé prázdné kroužky mezi haplotypy označují nenalezené haplotypy, čili počet substitučních kroků odlišující zjištěné haplotypy. Zkratky geografických oblastí: MO – Maroko; ES – Španělsko; Si – Sicílie; SK – Slovensko; RO – Rumunsko; BG – Bulharsko; Cr – Kréta; TR – Turecko; GU – Gruzie; SY – Sýrie; LB – Libanon; CY – Kypr. Barvy korespondují s barvami kladů v obr. 55. Informace k uvedeným haplotypům jsou v tab. 1.



Obrázek 57. Grafické znázornění rozdílů mezi iránskými, ázerbájdžánskými a vnitrozemními tureckými haplotypy druhu *M. schreibersii*. Velikost oválu pozitivně koreluje s počtem vzorků nesoucích daný haplotyp (jeden a dva vzorky podle velikostního typu). Malé prázdné kroužky mezi haplotypy označují nenalezené haplotypy, čili počet substitučních kroků odlišující zjištěné haplotypy. Zkratky geografických oblastí: IR – Írán; TR – Turecko; AZ – Ázerbájdžán. Barva koresponduje s barvou kladu v obr. 55. Informace k uvedeným haplotypům jsou v tab. 1.

5. Shrnutí výsledků – diskuze

Proměnlivost různých rozměrů letounů byla studována řadou autorů u různých druhů. Jednotlivé práce jsou většinou specializované na určitý typ rozdílů, nejčastěji však jde o mezidruhová či mezipopulační srovnání méně potom vnitropopulační srovnání, tedy systematické studie. Tato práce se snaží popsat různé aspekty variability, postižitelné jak na lebečním dokladovém materiálu (lebky, mandibuly, dentice), tak na genetickém materiálu. Práce se snaží zhodnotit podíl a vliv jednotlivých analyzovaných znaků (jednotlivé lebeční [i tvarové] a dentální rozměry, fenetické znaky, genetické znaky) na celkové variabilitě daného taxonu. Dále zhodnotit podíl, kterým mohou ovlivnit použitelnost těchto znaků v taxonomické praxi a výsledně klasifikaci studovaných taxonů.

5.1. Pohlavní proměnlivost

Pohlavní proměnlivost druhu *M. schreibersii* dosud nebyla příliš studována. Pokud ano, šlo o studie založené pouze na analýze kraniálních rozměrů a znaků. Pohlavní dvojtvárnost patrná v centroidové velikosti lebek a mandibul, a v dentálních, fenetických a tvarových znacích nebyla zatím studována. Goodman *et al.* (2008) studoval pohlavní proměnlivost na kryptických druzích *M. gleni* a *M. griffithsii* z Madagaskaru. Autoři nenašli výrazný pohlavní dimorfismus v jimi studovaných kraniálních znacích. Pokud ano, přisuzují ho chybě 2. typu či sezónním změnám. Maeda (1983, 1984) studoval pohlavní proměnlivost (kraniálních znaků) na velmi početném materiálu různých druhů rodu *Miniopterus*. Zjistil, že kraniální i externí rozměry jsou signifikantně větší u samců. Tento fakt se jevil zajímavý vzhledem k tomu, že ostatní příslušníci čeledi Vespertilionidae (kam byl rod *Miniopterus* řazen) vykazovaly v pohlavní dvojtvárnosti opačný vzorec (např. Findley & Traut 1970, Ralls 1976, Myers 1978, Williams & Findley 1979, Bogdaniwicz 1992). Dnes může být tento fakt příspěvkem ke zdůvodnění vymezení rodu *Miniopterus* do samostatné čeledi Miniopteridae (resp. povýšení podčeledi Miniopterinae na úroveň čeledi). Pohlavní dimorfismus druhu *M. schreibersii* v kraniálních znacích studovali pouze Uhrin *et al.* (1997). Jejich analýza slovenské populace druhu *M. schreibersii* (Uhrin *et al.* 1997), zjišťovaná v několika kraniálních rozměrech (LCr, LCb, LaZ, Lal, LaN, ACr, CM³, LMd, CM₃), ukázala stejný výsledek jako Maeda (1983, 1984) – všechny rozměry vykazovaly celkově větší hodnoty u samců. U dvou šířkových rozměrů (Lal, LaN) navíc vysoce signifikantně.

Výsledky mé práce nejsou tak jednoznačné jako výše zmiňované, nicméně vykazují značnou podobnost. Jednotlivé mnou studované populace druhu *M. schreibersii* (skupiny 1, 2, 5, 7, 8) ukazují, že ve většině (více než polovině) srovnávaných kraniálních rozměrů jsou větší samci. Tyto výsledky (resp. signifikantně rozdílné rozměry) jsou však u jednotlivých skupin různé. Analýza souboru marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků však

vykazuje opačný vzorec. To je už značně v rozporu s výsledky analýz zmiňovaných autorů (Maeda 1983, 1984, Uhrin *et al.* 1997). Analýza souboru všech vzorků druhu *M. schreibersii* a druhu *M. natalensis* ale ukazuje, že samci jsou ve všech kraniálních rozměrech větší, vyjma I_1M_3 a M_1M_3 . Pro oba soubory byl statisticky nejvýznamnější rozdíl hodnot ANc. Pro druhý zmiňovaný soubor dále také rozdíl hodnot LaZ a CM_3 . Jako vysoce signifikantní vyšla řada rozměrů (LCr, LCb, LaN, ANc) u blízkovýchodních vzorků navíc v řadě stejných rozměrů jako u vzorků z oblasti Středního východu, což může být významné vzhledem k blízké geografické poloze oblastí původu těchto populací a může to naznačovat jejich příbuznost. U analýz ostatních znaků však takovýto vzorec nebyl potvrzen. V centroidových velikostech lebek (ve všech třech pohledech) se ukázaly být ve všech studovaných populacích či souborech populací (skupin) větší rozměry samců, vyjma centroidové velikosti lebky v dorzálním pohledu pro soubor marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků a ve ventrálním pohledu pro balkánské vzorky. Tento výsledek poměrně dobře koreluje s výsledky výše uvedených tří prací. Centroidová velikost mandibul (v laterálním pohledu) ale ukazuje, že v některých populacích (středovýchodní, blízkovýchodní a soubor populací marockých, evropských a blízkovýchodních) vykazují větší hodnoty samice. Tvarové odlišnosti mezi pohlavími se ukázali být minimální. Statisticky průkazné ve větším rozsahu (soubor skupin 2, 4–8) byly prokázány pouze pro laterální pohled na lebku, tzn. v délkových a výškových proporcích lebky. To koreluje s výsledky analýzy kraniálních rozměrů.

Jak bylo výše zmíněno, sexuální dimorfismus na dentici (tj. rozdíly ve velikosti jednotlivých zubů, nikoliv zubních řad) nebyl dosud u tohoto druhu studován stejně tak jako fenetické znaky a tvarová proměnlivost. Tyto mé výsledky tedy není s čím srovnávat. Výsledky studia jednotlivých populací naznačily velmi různou míru dimorfismu, jak v odlišnosti daných dentálních znaků, tak v absolutní velikosti příslušníků jednotlivých pohlaví v daných znacích. V největších studovaných souborech (soubor marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků [skupiny 2, 4–8] a soubor všech vzorků druhu *M. schreibersii* a *M. natalensis* [skupiny 1–8]) se ale ukazuje, že samice jsou ve většině dentálních rozměrů větší, s výjimkou rozměrů špičáků a některých dalších zubů v maxilární dentici. Téměř ve všech studovaných skupinách ukázaly výsledky větší rozměry špičáků u samců, přičemž u řady skupin vysoce signifikantně. To by mohlo naznačovat souvislost s rozdíly v potravních strategiích tohoto druhu resp. jednotlivých pohlaví. Ovšem jaké rozdíly lze vůbec očekávat zůstává otázkou pro další bádání. Jako nejvýznamnější (jak v míře signifikance, tak v četnosti významně dimorfních znaků u studovaných skupin) sexuálně dimorfní fenetické znaky se ukazují být $P2P4_{inf2}$ a $P3P4_{inf}$ popisující relativní poměr výšky uvedených zubů v dolní dentici. Tento výsledek koreluje s absolutními hodnotami výšek těchto zubů. Dalším vysoce signifikantním fenetickým znakem je potom $M3_{sup2}$. Vysvětlení pro sexuální dimorfismus na těchto fenetických znacích bude podobné jako v případě výše

uvedených metrických dentálních znaků. Tvarové odlišnosti se ukazují být v některých případech signifikantní. Nejvíce pak pro soubor marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků v laterálním pohledu na lebku. To koreluje s dimorfizmem v kraniálních znacích ANc a ACr pro stejný soubor populací. Největší počet a nejvíce signifikantně sexuálně dimorfních znaků bylo přirozeně prokázáno u populací s největším počtem vzorků, tedy soubor marockých, evropských a blízkovýchodních vzorků a soubor všech vzorků druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. U některých skupin byl poměrně značně vychýlen poměr pohlaví či bylo k dispozici značně méně materiálu, signifikace výsledků tudíž není v těchto případech tak silná.

Nabízí se otázka proč je druh *M. schreibersii* (nebo jeho některé populace) sexuálně dimorfní v daných kraniálních (i tvarových), dentálních a fenetických znacích či pouze obecně celkově ve velikosti. U jiných druhů netopýrů (v rámci nejbližší čeledi Vespertilionidae) se pohlavní dimorfismus vysvětluje v souvislosti s graviditou samic (ty jsou u studovaných druhů větší než samci) v tom smyslu, že větší velikost samic zvyšuje rezistenci k hypotermii a narušení vývoje embrya (Findley & Wilson 1982) či obecně, že větší velikost znamená větší energetickou úspornost při udržování homeotermie u samic v průběhu gestace, kdy samci jsou hypotermičtí (Findley & Traut 1970, Williams & Findley 1979). Myers (1978) navíc zjistil, že míra sexuálního dimorfismu je u netopýrů úzce spjata s počtem mláďat ve vrhu (čím větší počet, tím větší míra dimorfismu). U mnou studovaného druhu se však samci ukazují vesměs větší než samice ačkoliv se vyskytují ve stejných oblastech jako řada druhů čeledi Vespertilionidae a podléhají tedy stejným podmínkám prostředí. Výše zmíněné motivy tedy u druhu *M. schreibersii* neplatí a sexuální dimorfismus musí být patrně způsoben jinými faktory anebo těmito faktory působícími jiným mechanismem. Nabízí se odpověď vycházející z biologie tohoto druhu v temperátní zóně, a sice, že samci zůstávají na zimovištích déle než samice. Ty odlétají do letních kolonií již časně zjara. To vystavuje samce delšímu působení teplotního stresu (nižší teplota, vyšší relativní humidita). Právě větší velikost by jim pomohla odolat tomuto delšímu působení. Podobný jev byl zjištěn u druhu *M. daubentoni* (Baagoe *et al.* 1988, Egsbaek & Jensen 1963, Stebbings 1977) avšak u samic. Tato hypotéza však příliš nekoreluje s mými výsledky z geografického hlediska, kdy se samci ukazují být větší zejména v oblastech Levanty, Íránu a Afganistanu, kde k tomuto jevu nemusí docházet, vzhledem k výrazně aridnějšímu a teplejšímu klimatu těchto oblastí. Navíc Bogdanowicz (1992) soudí, že u druhu *Myotis daubentoni* vlhkost a teplota vzduchu koreluje s mírou sexuálního dimorfismu – teplota koreluje negativně, vlhkost pozitivně. To, ačkoli u druhu nepříbuzného jak systematicky tak i ekologicky, není v souladu s mými výsledky. Míra vlivu mezidruhové potravní kompetice na míru sexuálního dimorfismu nebyla u jiných druhů potvrzena (Krzanowski 1971) není tedy důvod ji u druhu *M. schreibersii* předpokládat, avšak současně ji *a priori* vyloučit nelze. Jak

bylo uvedeno na začátku, sexuální dimorfismus dosud nebyl u druhu *M. schreibersii* příliš studován. Předkládaná práce je dosud nejdetailnější studií toho druhu (ale i obecně v rámci skupiny Chiroptera) ve smyslu celkového počtu sledovaných znaků. Ovšem pro vysvětlení zjištěných výsledků vztahujících se k otázce sexuálního dimorfizmu je potřeba provést studie zaměřené na tuto problematiku přímo.

5.2. Mezipopulační a mezidruhové srovnání

Areál rozšíření druhu *M. schreibersii* je chápán, jak bylo uvedeno v úvodu, různými autory různě. Starší pojetí (Tate 1941, Atallah 1977, Corbet 1978, Corbet & Hill 1992, Harrison & Bates 1991, Koopman 1993, Simmons 2005, *etc.*) chápají tento druh jako široce rozšířený v příhodných oblastech Starého světa, zahrnující řadu forem (podrobnosti viz úvod). V posledních letech však začíná převládat názor nastolený již Maedou (1982), chápající druh *M. schreibersii* jako západopalearktický element zahrnující nominotypickou formu (ve většině obývaných oblastí) a formu *pallidus* (v některých oblastech Středního východu) (Horáček *et al.* 2000, Benda *et al.* 2006, Bilgin *et al.* 2008, *etc.*). V oblasti Levanty (včetně Kypru) je potom situace nejasná (*o. c.*). Ostatní populace původně řazené k tomuto druhu, obývající oblasti Afriky, Asie a Austrálie, byly povýšeny na samostatné druhy. „Dceřinný“ druh *M. natalensis* je rozšířen v oblastech jižní Afriky, Súdánu, Etiopie, západního Somálska a na jihozápadě Arabského poloostrova (Nader & Kock 1987, Koopman 1994, Simmons 2005, *etc.*). Druh *M. inflatus*, jehož vzorky z Etiopie jsou v této práci použity jako outgroup pro srovnávací analýzy, obývá oblasti rovníkové Afriky (Peterson *et al.* 1995, *etc.*). Jeho přesné rozšíření je však nejasné (Hyaman & Hill 1971, Simmons 2005).

Výsledky morfometrických a molekulárních analýz prezentovaných v této studii většinou potvrzují stávající názory na klasifikaci jednotlivých studovaných populací *M. schreibersii* v západní Palearctidě. Někdy však ukazují nové či odlišné poznatky (viz níže).

Morfometrické srovnání, jakožto tradiční metodický přístup studia obratlovců, které bylo v této práci provedeno, zahrnovalo analýzu kraniálních, dentálních, fenetických a tvarových znaků. V centroidových velikostech se jako výrazně větší ukazují být vzorky druhu *M. inflatus* (skupina 9). Studované vzorky populací druhu *M. schreibersii* a zejména druhu *M. natalensis* jsou potom výrazně menší. Velikostí největší v rámci těchto dvou nominálních druhů jsou vzorky středovýchodních populací (forma *pallidus*). Dále marocké vzorky (forma *schreibersii*), panonské vzorky (*schreibersii*), západoevropské vzorky (*schreibersii*) a balkánské vzorky (*schreibersii*), následované blízkovýchodními vzorky (primárně nejasného taxonomického zařazení). Rozměrově nejmenší jsou potom vzorky krétské populace (forma *schreibersii*) a afro-arabské populace (druh *M. natalensis*). Výše zmíněný motiv je nicméně v souladu s dosavadními poznatky v tom smyslu, že je například známo, že vzorky formy *pallidus* jsou mírně větší než formy *schreibersii* (Allen 1959, Gaisler 1970), a že krétské

vzorky jsou vůči evropským, resp. pevninským vzorkům celkově menší (Ondrias 1978, Iliopoulou-Georgudaki 1986). Dále, že lebky druhu *M. inflatus* jsou výrazně větší než u druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis* (Hayman & Hill 1971, *etc.*). Nicméně detailní morfometrická analýza jednotlivých populací v oblasti západní Palearktidy (potažmo některých přilehlých oblastí) dosud chyběla. Jednotlivé kraniální či dentální znaky vykazují velmi podobný výsledek ve smyslu celkové odlišnosti či velikosti v rámci jednotlivých studovaných populací, nicméně u vzorků různých populací byla zjištěna řada výjimek pro různé znaky, jak kraniální, tak dentální.

Nejprve k studovaným populacím druhu *M. schreibersii* tradičně označovaným jako poddruhu *schreibersii*. Panonská populace obsahuje vzorky, jejichž lokality sběru (Slovenský kras, severo- a jihozápadní Rumunsko) jsou nejbližší typové lokalitě tohoto druhu – Kolumbazská jeskyně, jihovýchodního pohoří Banátu. V podstatě tedy reprezentují „topotypickou“ populaci. Tyto vzorky jsou proto v této studii brány jako výchozí (vzorové), jakožto nejvhodnější pro taxonomické porovnání vzorků ostatních studovaných populací.

Výsledky morfometrických analýz ukazují, že balkánské vzorky společně se západoevropskými vzorky, s kterými jsou jednoznačně ve většině výsledků morfometrických analýz výrazně podobné, se od panonských odlišují v souboru studovaných kraniálních znaků ze všech studovaných populací nejméně (stejně jako ve většině ostatních znaků). V souboru dentálních a dentálně-kraniálních znaků na maxile se balkánské vzorky odlišují výrazněji než v souboru kraniálních znaků. V souboru dentálních a dentálně-kraniálních znaků na mandibule potom méně. V souboru fenetických znaků na maxile pak nejvýrazněji, zatímco na mandibule minimálně. Tvarově se nejvíce odlišují v laterálním pohledu na lebku méně pak v dorzálním pohledu, ale v ostatních pohledech pouze minimálně. Znaky, které způsobují odlišnosti vzorků balkánské populace (a potažmo všech níže diskutovaných) od panonské, v jednotlivých analýzách, jsou vypsány v předešlých výsledkových kapitolách. Vzorky ze západní Evropy jsou ve výsledcích morfometrických analýz, jak bylo výše zmíněno, vzorkům z Balkánu velmi podobné. Odlišnosti od panonských vzorků jsou tedy u obou těchto evropských populací víceméně stejné. Odlišují se pouze tvarově v laterálním a zejména ventrálním pohledu na lebku. Molekulární analýzy vzorků z těchto tří populací ukazují jejich vzájemné divergence naprosto minimální (v průměru 0,5 %). Vzorky ze Sicílie, které byly použity pouze pro molekulární analýzy pak ukazují 100% shodu se slovenskými a některými rumunskými vzorky, což naznačuje, že ostrovní populace patrně jsou s populacemi evropskými v častém kontaktu. Vzorek ze Španělska (Appleton *et al.* 2004) se pak mírně odlišuje (0,7–0,8 % od [středo- a východo]evropských haplotypů). Odlišnost španělského vzorku by proto mohla odpovídat modelu divergence by distance. Nicméně pro to, aby mohl být tento motiv bezpečně prokázán (jako u některých jiných druhů netopýrů, např. rodu *Pipistrellus* – Hulva *et al.* 2004, 2007) chybí vzorky z méně vzdálených lokalit

západní Evropy. Lebky a mandibuly však analyzovány nebyly, protože materiál z oblasti Sicílie a Španělska nebyl pro detailní morfometrickou analýzu k dispozici či byl početně nedostačující.

Podobnost dosud diskutovaných populací s populací panonskou je v souladu s dosavadními poznatky (Fernandez & Ibañez 1989, Crucitti 1989, Spitzenberger 1981, Boye 2004, Appleton *et al.* 2004, Furman *et al.* 2009, *etc.*) a je poměrně předpokladatelná vzhledem k nevelké geografické vzdálenosti těchto populací (druh je navíc znám několikasetkilometrovými přelety mezi úkryty [Anděra & Horáček 2005]), a ke značné homogenitě prostředí v některých těchto oblastech. Nicméně odlišný výsledek (výraznější odlišnost mezi těmito populacemi) vyloučen být nemohl, protože druh *M. schreibersii* resp. obecně zástupci rodu *Miniopterus* jsou velmi konzervativní ve vztahu k obývaným úkrytům (Miller-Butterworth *et al.* 2003). To by mohlo mít značný význam mimo jiné např. v průběhu postglaciálního vývoje tohoto taxonu: jednotlivé, v průběhu glaciálu izolované, populace by spolu následně nebyly v kontaktu. Z tohoto výsledku je však zjevné, že studované populace, izolované v průběhu zalednění v glaciálních refugiích (iberském, balkánském, italském, atp.), spolu musely neustále komunikovat či se spolu následně křížit. Tento kontakt mohl být umožněn prostřednictvím středomořských ostrovů, v průběhu zalednění zvětšených vlivem poklesu mořské hladiny.

Populace geograficky vzdálenější od *t.t.* poddruhu *M. s. schreibersii* či ostrovní populace (resp. různým způsobem izolované populace) a populace, kde byla zjištěna předcházejících autorů nedostatečná k objasnění situace rozšíření či klasifikace forem v dané oblasti, mohou poskytnout zajímavější výsledky. Mezi takovéto mnou studované oblasti (populace) patří Kréta (skupina 6), Maroko (skupina 2), Blízký východ (skupina 8).

Vzorky krétské populace ve výsledcích molekulárních analýz spadají do jednoho kladu spolu s rumunskými, slovenskými, bulharským, španělským a sicilskými vzorky, které dohromady formují společnou evropskou fylogenetickou linii. To odpovídá dosavadním poznatkům (Tate 1941, Maeda 1982, *etc.*), a sice, že populace z Kréty náležejí poddruhu *schreibersii*. Výsledky morfometrických analýz však ukazují častější a výraznější separaci této skupiny než vzorků předešle zmíněných populací. Krétské vzorky jsou od vzorků z oblasti *t.t.* subspecie *schreibersii* (Panonie) odlišné poměrně výrazně ve výsledcích FA a DA souborů kraniálních znaků. Tato odlišnost je většinou způsobena pouze celkovou menší velikostí krétských jedinců. Krétská populace se dále odlišuje ve výsledcích FA a DA souborů dentálních a dentálně-kraniálních znaků zejména na maxile avšak ne tak výrazně jako u analýz kraniálních znaků. Ve fenetických znacích jsou vzorky této populace opět poměrně výrazně odlišné, zejména ve fenetických znacích na mandibule (nejvíce ze všech skupin 1–8). Tvarově pak velmi výrazně v laterálním pohledu na lebku. Krétské vzorky jsou ve všech analýzách – kraniálních, dentálních, fenetických a tvarových znaků (vyjma

molekulárních) nejvíce a poměrně výrazně podobné blízkovýchodním vzorkům, následně panonským, balkánským a západoevropským vzorkům. Výsledky morfometrických analýz tedy také podporují dosavadní pohled na krétské populace. Ondrias (1978) a Iliopoulou-Georgudaki (1986), kteří studovali populace tohoto druhu na řeckých ostrovech, uvádějí, že odlišnost krétských a kontinentálních populací může být způsobena klimatickými faktory, resp. silnými větry. Pravděpodobnější vysvětlení však zřejmě bude, že jde jednoduše o obecně ekologické jevy ostrovního fenoménu (MacArthur & Wilson 1967). V každém případě je však zajímavé, že genetická odlišnost je zde, navzdory poměrně značné morfologické odlišnosti, minimální. Molekulární a morfometrické výsledky jsou tedy u krétských vzorků silně v rozporu, kdy geneticky jsou nejvíce podobné ostatním evropským populacím, zatímco tvarově i velikostně odpovídají více populacím Levanty. Nicméně míra odlišnosti vzorků všech těchto populací (evropských, krétské a blízkovýchodní), patrná z výsledků analýz této studie, všechny tyto populace řadí do jedné fylogenetické linie (viz níže).

Marocké vzorky (vyjma vzorků z Agadiru převzatých z práce Appletona *et al.* 2004) vycházejí ve výsledcích molekulárních analýz vůči všem ostatním dosud diskutovaným populacím (skupiny 4–7) jako sesterská linie v časně fázi divergence (2,4–2,5 %). Vzorky z Agadiru (Appleton *et al.* 2004) poté vyšly velmi podobné vzorkům ze západní (Španělsko), ale i východní Evropy (Rumunsko, Bulharsko či Slovensko). Tyto výsledky naznačují, buď (1) že oblast Maroka je zřejmě obývána dvěma mírně odlišnými liniemi – evropskou a marockou linií, anebo, (2) že došlo k záměně vzorků a „marocké“ vzorky Appletona *et al.* (2004) nemusejí pocházet z Maroka. Nová studie Furmana *et al.* (2010b) podporuje první možnost. Zdá se tak, že přímořské oblasti (či oblasti s nižší nadmořskou výškou) mohou být v Maroku obývané příslušníky evropské linie, zatímco oblasti s vyšší nadmořskou výškou (v a za pohořím Atlas) sesterskou linií. Podobný motiv ukázali Furman *et al.* (2009) v Anatolii a stejná situace možná panuje i v Levantě (ovšem jedná se o paralelu jiných linií, viz níže). Pro porozumění příčinám takovýchto výsledků by bylo vhodné získat vzorky z různých populací Maroka a zjistit, zda tyto odlišné formy opravdu Maroko obývají a pokud ano, zda žijí v alopatrii či sympatrii. Bylo by také na místě podrobněji zmapovat situaci v celém regionu Maghrebu a v ostatních oblastech severní Afriky, kde se druh *M. schreibersii* vyskytuje (Kyrenaika, Tripolitanie). Marocké vzorky se ve výsledcích morfometrických analýz ze všech mnou studovaných populací formy *schreibersii* (skupiny 4–7[8]) separují nejvýrazněji. Vzorky z Maroka jsou od vzorků z oblasti *t.t.* subspecie *schreibersii* (Panonie) poměrně výrazně odlišné zejména v souboru kraniálních znaků (ovšem méně než vzorky z Kréty). Dále zhruba stejně odlišné v souboru dentálních a dentálně-kraniálních znaků na maxile, zatímco na mandibule mnohem méně výrazně. Dále ve fenetických znacích na maxile, nejvýrazněji ze všech studovaných populací (skupin 1–8), méně potom na mandibule. Vzorky marocké populace jsou tvarově odlišné od panonských vzorků v laterálním pohledu na lebku

(podobně jako vzorky balkánské a západoevropské populace) a ještě výrazněji ve ventrálním pohledu. Ve zbývajících pohledech na lebku a mandibulu se potom marocké vzorky separují pouze mírně a vždy podobně jako vzorky krétské. Marocké vzorky jsou celkově nejvíce podobné vzorkům balkánským a krétským. Tradičně jsou maghrebské populace druhu *M. schreibersii* (tedy včetně marockých) považovány za formu *schreibersii* (Ognev 1927, 1928, Ellerman & Morrison-Scott 1951, Aellen & Strinati 1970, Qumsiyeh & Schlitter 1982, Gaisler 1983, Kowalski & Rzebik-Kowalska 1991, Boye 2004), ale zjištěná úroveň separace této skupiny reflektující odlišnosti řady výše uvedených znaků je silná do té míry, že by bylo možné, podobně jako v případě výsledků molekulárních analýz, mnou studované populace v Maroku označit za separátní formu. Vzorky z oblastí Maroka obývané evropskou linií (Agadir a zřejmě obecně příbřežní oblasti) nebyly pro morfometrickou analýzu k dispozici.

Populace Blízkého východu zahrnují zejména vzorky z oblastí s dosud nejasným subspecifickým zařazením (Sýrie, Kypr, Libanon). Výsledky molekulární analýzy zde prezentované jasně ukazují, že tyto vzorky spadají do velmi rané vývojové linie sesterské k vzorkům z Rumunska, Slovenska, Sicílie a Kréty (tedy linie poddruhu *schreibersii*), a nikoliv do kladu se vzorky z oblastí výskytu subspecie *pallidus* (Írán, Afganistan, Ázerbájdžán, část asijského Turecka) o čemž se dosud spekulovalo (Horáček *et al.* 2000, Benda *et al.* 2006, Furman *et al.* 2009). Stejně dopadl i turecký vzorek z pobřeží Středozemního moře (lokalita Hassa), což potvrzuje názor, že tuto oblast Turecka, jakož i přímořské oblasti Levanty obývá evropská forma (*schreibersii*) (Karatas & Sözen 2004; Bilgin *et al.* 2006; Furman *et al.* 2009, 2010a, b). Morfometrické analýzy také ukazují, že blízkovýchodní vzorky jsou ve většině výsledků výrazně bližší panonským vzorkům než vzorkům ze Středního východu (zahrnující oblast *t.t.* formy *pallidus*). Od panonských vzorků se blízkovýchodní vzorky výrazněji liší především v souboru kraniálních znaků, dále v souboru dentálně-kraniálních znaků na maxile (v obou případech se ale separuje v menší míře než marocké a krétské vzorky). Ve fenetických znacích na maxile jsou také odlišné, zhruba na úrovni odlišnosti marockých vzorků. Tvarově se pak blízkovýchodní vzorky od panonských liší nejvýrazněji ze všech dosud diskutovaných populací. Zejména v laterálním a dorzálním pohledu na lebku, méně potom ve zbývajících dvou pohledech. Blízkovýchodní vzorky jsou celkově nejméně podobné z dosud diskutovaných populací marockým vzorkům. K vzorkům ostatních populací vykazují zhruba stejnou míru podobnosti. Tyto výsledky – jak molekulárních tak morfometrických analýz – potvrzují domněnku Horáčka *et al.* (2000), že mediteránní oblasti Levanty obývá shodná forma jako jižní a jihovýchodní Evropu. Nicméně dosud není zcela vyjasněna situace populací severního Iráku a východní Sýrie a nově i Izraele (usuzováno je na přítomnost další geneticky odlišné formy, viz Furman *et al.* 2010b). Z těchto oblastí však nebyly pro mojí studii k dispozici vzorky či nebyly k dispozici v dostatečném počtu (podrobnosti viz níže).

Velmi zajímavý výsledek molekulární analýzy ukazuje zařazení vzorku ze severozápadního, tedy mediterránního Jordánska do kladu společně se vzorky z Íránu, Ázerbájdžánu a některých tureckých lokalit. Na základě tohoto výsledku by bylo možné jordánské populace přiřadit k (tradičnímu) poddruhu *pallidus*. Pro morfometrickou analýzu, která by ukázala do jaké míry korelují kraniální a jiné rozměry vzorků z populací v těchto oblastech s výsledky molekulární analýzy, byl bohužel nedostatečný počet vzorků (dva kusy). Zajímavé přitom nepochybně je, že populace, z které byl tento vzorek získán (lokalita Khashibah), je geograficky velmi blízko populaci v jižní Sýrii (lokalita Talsh'hab) (oblast obývaná poddruhem *schreibersii*) – cca 65 km. Bylo by vhodné získat vzorky z oblastí východní Sýrie, severního Íránu a severovýchodního Jordánska, a analyzovat je jak molekulárně tak morfometricky, metodicky stejným způsobem jako vzorky ostatních populací v této studii. Výsledné informace by pak ukázaly přesné rozšíření jednotlivých genetických (a případně i morfologických) forem v těchto oblastech, především, zda se obě formy v těchto oblastech vyskytují sympaticky, alopaticky či striktně parapatricky, tak jako se to zdá zřejmé v Anatolii (Furman *et al.* 2009).

Vzorky ze Středního východu (tradičně forma *pallidus*) ve výsledcích molekulárních analýz vytvářejí sesterskou linii ke všem ostatním dosud diskutovaným vzorkům z Evropy, Maroka a Levanty (tj. skupinám 2, 4–8). Tento výsledek potvrzuje názor, že oblast Íránu, Ázerbájdžánu a některé oblasti Turecka obývá odlišná forma – označena jako *pallidus* Thomas, 1907 (Satunin 1914; Harrison 1964; Kuzjakin 1965; Lay 1967; Etemad 1967; Atallah 1977; Corbet 1978; Benda *et al.* 2006; Furman *et al.* 2009, 2010a, b). K molekulární analýze však nebyly k dispozici vzorky z lokalit v Afganistanu, kde by se forma *pallidus* také měla vyskytovat (Aellen 1959, Gaisler 1970, Maeda 1982) a u kterých by vzhledem k jejich značné geografické vzdálenosti a odlišným klimatickým podmínkám obývaných oblastí (vůči zejména oblasti severního Íránu) bylo možné předpokládat jistou odlišnost. Dále nebyly dostupné vzorky z oblastí východní Sýrie a severního Iráku. Pro morfometrické analýzy byly k dispozici vzorky naopak zejména z oblastí Afganistanu. Výsledky ukazují, že zástupci druhu *M. schreibersii* jsou v těchto oblastech ve většině rozměrů větší, než všechny dosud diskutované populace a to výrazněji, než činí vzájemné odlišnosti mezi těmito euro-mediterránními studovanými populacemi (skupiny 2, 4–8). Celková relativní míra odlišností v metrických, fenetických a tvarových znacích je zhruba na úrovni míry odlišnosti výsledku molekulárních analýz (podrobnosti viz výsledky). V souboru kraniálních znaků se středovýchodní vzorky odlišují od panonských velmi výrazně, zhruba na úrovni míry odlišnosti blízkovýchodních vzorků, ale méně než krétské vzorky. V souboru dentálních a dentálně kraniálních znaků, jak na maxilárních, tak na mandibulárních, potom výrazněji, nejvíce ze všech studovaných populací druhu *M. schreibersii*. V souboru fenetických znaků na mandibule se vzorky ze Středního východu odlišují (od panonských vzorků) opět

nejvýrazněji, dokonce více, než vzorky populace druhu *M. inflatus* (skupina 9) či *M. natalensis* (skupina 3). Na maxilární dentici potom o něco méně, ale stále velmi výrazně. Výsledky FA pro soubor všech fenetických znaků ukazují zajímavý výsledek, a sice, že se středovýchodní vzorky rozpadají na dvě poměrně odlišné populace. První, výrazně odlišná od všech ostatních studovaných populací *M. schreibersii*, tvořena vzorky z Jalalabadu (Afganistan). Druhá, velmi podobná blízkovýchodním vzorkům formovaná vzorky z ostatních lokalit Afganistanu a Íránu. Tyto výsledky (u ostatních analýz prokázány pouze v náznaku) tedy naznačují, že dvě populace Středního východu – západní a východní – jsou od sebe odlišné. Nicméně tento jev je nutno ověřit detailní multidisciplinární analýzou, která v této práci nemohla být provedena z důvodu nedostatečného množství vzorků. Tvarově se středovýchodní vzorky odlišují zejména v laterálním (podobně výrazně jako krétské vzorky) a ventrálním (stejně výrazně jako marocké vzorky) pohledu na lebku nejvíce ze všech studovaných populací druhu *M. schreibersii*. V dorzálním pohledu potom méně výrazně a laterálním pohledu na mandibulu pouze minimálně. Výsledky morfometrických analýz ukazují přibližně stejnou míru separace, jako v případě molekulárních analýz. Nicméně analyzovány byly ve většině vzorky z Afganistanu, kde může být situace mírně odlišná (viz výše), než v severním Íránu, východním Turecku či Ázerbájdžánu. Celkovou míru odlišnosti středovýchodních vzorků je – vzhledem ke genetické distanci 4 % (od panonských vzorků) a také s ohledem na prokázané morfologické rozdíly – možno hodnotit nejméně na úrovni poddruhu (e. g. Furman *et al.* 2009, 2010a, b). To odpovídá tradičnímu hodnocení těchto populací (Tate 1941, Maeda 1982, *etc.*). Středovýchodní vzorky jsou ve výsledcích morfometrických analýz tvarově nejvíce podobné afro-arabským vzorkům druhu *M. natalensis* (především v kraniálních a fenetických znacích), velikostně jsou však od nich značně odlišné. Méně podobné jsou potom balkánským a panonským vzorkům. To je v určitém rozporu s výsledky molekulární analýzy, které ukázaly bližší příbuznost k evropským než afro-arabským vzorkům a může to naznačovat, že výsledky molekulárních a morfometrických analýz spolu nemusí přímo korelovat.

Afro-arabské vzorky (druh *M. natalensis* sensu Koopman 1994 & Simmons 2005) se ukazují ve výsledcích molekulárních analýz jednoznačně jako samostatný druh, který se poměrně dlouho izolovaně vyvíjí. Vzorky spadají do africké (nyní afro-arabské) linie druhů rodu *Miniopterus*. Geneticky nejpříbuznější afro-arabským vzorkům jsou vzorky (v původním označení podle autorů komparovaných sekvencí) *M. schreibersii* z Tanzanie, vzorek *M. inflatus* z Ugandy a vzorek *M. manavi* z Madagaskaru. Nicméně podpory pro tyto vzájemné příbuzenské vztahy jsou značně nízké. Výsledky tedy potvrzují oprávněnost nedávného vymezení těchto populací jako samostatného druhu *M. natalensis* (Koopman 1994, Simmons 2005). Nicméně druhové označení těchto populací je vzhledem k výsledkům molekulárních analýz prezentovaných v této studii nutno revidovat. Je evidentní, že vzorky z Afro-arabských

lokalit představují vývojovou linii zcela odlišnou od jihoafrických populací řazených k druhu *M. natalensis*. Výsledky analýz Appletona *et al.* (2004) a výsledky mých molekulárních analýz dále ukazují, že v oblasti subsaharské Afriky (vyjma Madagaskaru) je klasifikace rodu *Miniopterus* dosud nevyřešena (což je patrné i z nízkých podpor vzájemných příbuzenských vztahů afrických vzorků). Z tohoto regionu je známo 6 druhů a řada forem, přičemž je nutná revize jejich klasifikace. Výsledky morfometrických analýz afro-arabských vzorků ukazují, že v souboru kraniálních znaků jsou tyto vzorky nejvíce podobné vzorkům krétským (především díky stejné celkové velikosti) a separují se od ostatních západopaleartických populací stejně výrazně jako středovýchodní vzorky. V souboru dentálních a dentálně-kraniálních znaků na maxile podobně, na mandibule pak méně výrazně a podobně jako krétské vzorky. V souboru všech fenetických znaků se separují afro-arabské vzorky velmi výrazně a téměř totožně jako vzorky druhu *M. inflatus*. Tvarově se afro-arabské vzorky separují nejvýrazněji ve výsledcích analýzy dorzálního pohledu na lebku, avšak méně než vzorky ze Středního východu. Poté se separují už pouze mírně v laterálním a ventrálním pohledu na lebku. V laterálním pohledu na mandibulu se pak prakticky neseperují. Z výsledků analýz je patrné, že odlišnosti na genetické úrovni nekorelují dostatečně s odlišnostmi morfometrickými – genetické odlišnosti jsou výrazně větší než morfometrické. Tento fakt je však v souladu s dosavadními poznatky, které ukazují, že jednotlivé druhy rodu *Miniopterus* si jsou navzájem morfologicky velmi podobné (Tate 1941, Maeda 1982, *etc.*) a jak již ukázalo více studií, jednotlivé morfotypy mohou reprezentovat více genetických linií (Tian *et al.* 2004, Appleton *et al.* 2004, Miller-Butterworth *et al.* 2005, *etc.*). Při studiu jednotlivých druhů je tedy nutno kombinovat výsledky morfologické a genetické analýzy a výsledkům molekulárních analýz přikládat přiměřenou váhu. Z výsledků je dále patrné, že jemenské a etiopské populace tohoto druhu jsou si blízce příbuzné a byly navzájem v kontaktu ve velmi nedávné době (vzhledem k jejich genetické a morfologické podobnosti). Fakt, že afro-arabské populace v Jemenu a Etiopii představují druh odlišný od *M. natalensis* (resp. jeho nominotypických jihoafrických populací) není nijak překvapující, vzhledem k velké geografické vzdálenosti, odlišným podmínkám geografickým, klimatickým a ekologickým v obou oblastech a předpokládaně i geografickým bariérám, které kontaktu mezi těmito populacemi mohou bránit, resp. umožnily/způsobily jejich vzájemnou izolaci.

Výsledky molekulárních analýz vzorků druhu *M. inflatus* ukazují, že populace tohoto druhu v oblasti Etiopie (lokalita Sof Omar) náleží do skupiny afro-arabských druhů – vzorky spadají do tohoto kladu, přičemž je patrné, že od ostatních druhů této oblasti jsou značně odlišné. Geneticky nejbližší jsou jim vzorky druhu *M. natalensis* z Jižní Afriky, nicméně podpora pro tento sesterský vztah je značně nízká (67/0.64/56). Z výsledků je dále zřejmé, že mnou studovaná populace v Etiopii je od vzorků druhu *M. inflatus* z pohoří Ruwenzori (západní Uganda) zcela odlišná, a to takovou měrou, že je namístě je považovat za odlišný

druh. Tento výsledek podobně jako v předchozím případě (u afro-arabské skupiny vzorků) poukazuje na nutnost revize klasifikace rodu *Miniopterus* v areálu subsaharské Afriky. Výsledky morfometrických analýz vzorků této populace ukazují, ve vztahu k ostatním dosud diskutovaným populacím (skupiny 1–8), že, jak bylo zmíněno výše, vzorky druhu *M. inflatus* jsou ve většině rozměrech výrazně větší, než studované populace druhů *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Ve výsledcích všech morfometrických analýz (kraniální, dentální, dentálně-kraniální, fenetická, tvarová) se vzorky tohoto druhu od studovaných populací druhu *M. schreibersii* (včetně *M. s. pallidus*) a *M. natalensis* velmi výrazně separují. Nejvíce v souboru dentálních znaků (především), dále v souboru dentálně-kraniálních znaků, následně v souboru kraniálních znaků. Méně potom v souboru fenetických znaků a v tvarových odlišnostech v jednotlivých pohledech. V dílčích souborech jednotlivých skupin znaků (např. CC-CP₄ či LCr-ACo u souborů kraniálních znaků) byla míra separace téměř stejná. V souborech různých znaků se vzorky druhu *M. inflatus* podobají různým skupinám (populacím) druhu *M. schreibersii* a *M. natalensis*. Není zde patrný žádný podobnostní motiv s určitou skupinou (populací) druhu *M. schreibersii*. Pouze je patrná velmi výrazná shoda ve fenetických znacích se vzorky afro-arabské populace (nominálně druh *M. natalensis*). Nejvíce jsou tedy zkoumané vzorky druhu *M. inflatus* v morfometrických znacích (v jejich poměrech, nikoliv v absolutních hodnotách) podobné právě těmto vzorkům, což je v souladu s výsledky molekulárních analýz.

Jak bylo již mnohokrát uvedeno, jednotlivé druhy a formy rodu *Miniopterus* se ve většině rozměrů liší pouze minimálně (Tate 1941, Maeda 1982, *etc.*) a to zejména v celkové velikosti. Výsledky této práce toto zjištění podporují. Jednotlivé studované populace se ve všech studovaných rozměrech liší pouze minimálně a většinou značně výrazněji v odlišné celkové velikosti všech znaků než v odlišném poměru jednotlivých znaků. Největší odlišnosti jsou potom patrné u kraniálních znaků. U dentálních znaků je míra odlišnosti menší. To však může být – alespoň dílem – způsobeno použitím příliš hrubého měřítka (s přesností na 0,025 mm). Ještě menší jsou potom odlišnosti ve fenetických znacích a nejmenší jsou odlišnosti tvarové. Genetické odlišnosti se ukázaly být u některých populací (afro-arabská, marocká) oproti veškerým morfometrickým odlišnostem podstatně výraznější. Nutno však podotknout, že se jedná o analýzu jediného mitochondriálního genu. Analýza metrických a fenetických znaků neprokázala přítomnost jakéhokoli klinálního motivu, jako například u některých jiných druhů netopýrů (Benda & Horáček 1995). Ukázalo se, že míry separací různých populací ve výsledcích různých morfometrických analýz většinou odpovídají separacím na genetické úrovni. Tato fakta tedy dávají výše prezentovaným výsledkům i jejich interpretacím odpovídající váhu.

6. Závěr

V předkládané práci byla různými metodami zhodnocena vnitropopulační (pohlavní), mezipopulační (geografická) a mezidruhová proměnlivost morfometrických poměrů, fenetických znaků a mitochondriálního genu ND2 u západopalearktických populací rodu *Miniopterus*, tj. druhu *Miniopterus schreibersii* a afro-arabských vzorků druhu *Miniopterus natalensis*, pro srovnání byly použity vzorky druhu *Miniopterus inflatus* z Etiopie. Studium této problematiky bylo dosaženo následujících výsledků:

(1) Rozdíly mezi pohlavními v morfometrických a fenetických znacích nejsou u vybraných populací (tedy poskytujících dostatečně bohatý srovnávací materiál) druhu *Miniopterus schreibersii* z hlediska variability populace či druhu příliš významné. Samci mají lebky celkově větší a oproti samicím relativně vyšší, kratší a užší. Mandibuly mají celkově větší samice, stejně jako více než polovinu dentálních rozměrů. Samci mají výrazně větší špičáky a celkově ku ostatním dolním premolárům relativně vyšší P₄. Pohlaví jsou navzájem nejvíce tvarově odlišná v P⁴ a v horních molárech.

(2) Hodnocením mezipopulační variability druhu *Miniopterus schreibersii* bylo zjištěno, že tradiční subspecifické dělení kriterii uváděnými autory taxonomických studií vesměs odpovídá výsledkům studia populací v této práci. Vzorky západoevropské, panonské, balkánské, krétské, sicilské, gruzínské, příbřežní turecké a marocké tak zřejmě náležejí poddruhu *M. s. schreibersii*, afgánské, íránské, ázerbájdžánské a vnitrozemní turecké pak poddruhu *M. s. pallidus*. Zjištěná míra odlišností marockých vzorků (vyjma publikovaných vzorků z Agadiru) od populací poddruhu *M. s. schreibersii* by pak mohla být na úrovni subspecie, což je v rozporu s dosavadním zjištěním předešlých autorů. Blízkovýchodní vzorky (jižní Anatólie, Kypr, Libanon, Sýrie), jejichž taxonomické postavení nebylo dosud zcela jasné (resp. nebylo dostatečně revidováno), zjevně náležejí stejné taxonomické jednotce jako evropské populace, tedy poddruhu *M. s. schreibersii*. Vzorky z Jordánska, pocházející na rozdíl od ostatních levantinských vzorků z východní strany Velkého riftu, však náležejí stejné formě jakou představují populace východního Turecka a Středního východu, tedy poddruhu *M. s. pallidus*. Jako nejvíce variabilní v rámci studovaných populací druhu *Miniopterus schreibersii* se ukázaly být tyto kraniální znaky: La1nf, LaN, ANc, ACr, ACo, I₁M₃ a M₁M₃; dentální znaky: WC^{sup}, WP⁴, LiM¹, LI₂ a LI₃; fenetické znaky především na maxilární dentici.

(3) Výsledky molekulární analýzy ukázaly, že studované vzorky z Afro-arabských lokalit (Jemen, Etiopie) hodnocených dosud jako příslušníci *M. schreibersii* anebo nověji *M. natalensis* jsou od vzorků obou druhů z Evropy a jižní Afriky zcela odlišné a tedy, že obě druhová jména jsou pro tuto populaci nepoužitelná. Místo nich navrhuji jméno *M. arenarius*

Heller, 1912. Podobně je nutno interpretovat výsledky analýzy vzorků druhu *Miniopterus inflatus* z Etiopie, které se ukázaly odlišné od vzorků z Ugandy.

(4) Výsledky dále ukázaly, že odlišnosti jednotlivých studovaných populací ukázané analýzou na molekulárně genetické úrovni jsou vesměs v souladu s odlišnostmi morfometrickými, ale přesněji popisují vzájemné vztahy studovaných populací a obecně vysvětlují fylogeografii druhu.

7. Seznam použité literatury

7.1. Přímé citace

- Allen V. 1959:** Contribution à l'étude de la faune d' Afghanistan 9. Chiroptères. *Revue Suisse de Zoologie* **66**: 353–386.
- Allen V. & Strinati P. 1970:** Chauves-souris cavernicoles de Tunisie. *Mammalia* **34**: 228–236.
- Agrawal V. C. & Sinha Y. P. 1973:** Studies on the bacula of some Oriental bats. *Anatomischer Anzeiger* **133**: 180–192.
- Akaike H. 1974:** A new look at the statistical model identification. *IEEE Trans. Automatic Control* **19**: 716–723.
- Albayrak I. & Coskun S. 2000:** Geographic variations and taxonomic status of *Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1819) in Turkey (Chiroptera: Vespertilionidae). *Turkish Journal of Zoology* **24**: 125–133.
- Anděra M. & Horáček I. 2005:** *Poznáváme naše savce. Druhé vydání.* Praha: Sobotáles, 327 pp.
- Ansell W. F. H. & Topál G. 1976:** The type locality of *Miniopterus schreibersii* (KUHL) (Mammalia: Chiroptera). *Vertebrata Hungarica* **17**: 15–17.
- Appleton B. R., McKenzie J. A. & Christidis L. 2004:** Molecular systematics and biogeography of the bent-wing bat complex *Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1817) (Chiroptera: Vespertilionidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* **31**: 431–439.
- Atallah S. I. 1977:** Mammals of the Eastern Mediterranean Region; their Ecology, Systematics and Zoogeographical Relationships. *Säugetierkundliche Mitteilungen* **25**: 241–319.
- Baagoe H. J., Degn H. J. & Nielsen P. 1988:** Departure dynamics of *Myotis daubentoni* (Chiroptera) leaving a large hibernaculum. *Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorisk Foreing* **147**: 7–24.
- Bates P. J. J. & Harrison D. L. 1997:** *Bats of the Indian Subcontinent.* Seveoaks: Harrison Zoological Museum, 258 pp.
- Benda P. & Horáček I. 1995:** Geographic variation in three species of *Myotis* (Mammalia: Chiroptera) in South of the Western Palearctics. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* **59**: 17–39.
- Benda P. & Horáček I. 1998:** Bats (Mammalia: Chiroptera) of the Eastern Mediterranean. Part 1. Review of distribution and taxonomy of bats in Turkey. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* **62**: 255–313.
- Benda P., Obuch J., Andreas M., Reiter A. & Uhrin M. 1999:** New records of bats from Iran. Pp.: 6. In: Cruz M. & Kozakiewicz K. (eds.): *VIIIth European Bat Resaerch Symposium.* Abstrakt. Kraków: Chiropterological Information center, Institute of animal Systematics and Evolution PAS, 86 pp.
- Benda P., Andreas M., Kock D., Lučan R. K., Munclinger P., Nová P., Obuch J., Ochman K., Reiter A., Uhrin M., Weinfurtová D. 2006:** Bats (Mammalia: Chiroptera) of the Eastern Mediterranean. Part 4. Bat fauna of Syria: distribution, systematics, ecology. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* **70**: 1–329.

- Bilgin R., Karatas A., Coraman E., Pandurski J., Papadatou E. & Morales J. C. 2006:** Molecular taxonomy and phylogeography of *Miniopterus schreibersi* (Kuhl, 1817) (Chiroptera: Vespertilionidae), in the Eurasian transition. *Biological Journal of the Linnean Society* **87**: 577–582.
- Bobrinsky N. A. 1925:** Materialy dlja fauny letučih myšej Turkestankogo kraja. (Zapadnyj Turkestan s Semirečenskoj i Zakaspijskoj oblastjami, Hiva i Buhara). *Bjulleten' Moskovskogo Obščestva Izpytatelej Prirody, Otdel Biologii, Novaja Serija* **34**: 330–374.
- Bodenheimer F. S. 1958:** The present taxonomic status of the terrestrial mammals of Palestine. *Bulletin of the Research Council of Israel. Section B: Zoology* **7**: 165–190.
- Bogdanowicz W. 1992:** Sexual dimorphism in size of the skull in European *Myotis daubentoni* (Mammalia: Chiroptera). Pp.: 17–25. In: Horáček I. & Vohrálik V. (eds.): *Prague studies in Mammalogy*. Prague: Charles University Press, 718 pp.
- Borisenko A. V. & Pavlinov I. Ja. 1995:** Podotrjad Microchiroptera [Sub – order Microchiroptera]. Pp.: 72–120. In: Pavlinov I. Ja., Borisenko A. V., Kruskop S. V. & Jahontov E. L. (eds.): Mlekopitajuščie Evrazii. II. Non-Rodentia. Systematiko-geografičeskij spravočnik [Mammals of Eurasia. II. Non-Rodentia. Systematical-geographical review]. *Sbornik trudov Zoologičeskogo Muzeja MGU* **23**: 1–334 (in Russian).
- Bookstein F. L. 1989:** „Size and shape“: a comment on semantic. *Systematical zoology* **38**: 173-180.
- Bookstein F. L. 1991:** *Morphometric Tools for Landmark Data: Geometry and Biology*. New York: Cambridge University Press, 435 pp.
- Boye P. 2004:** *Miniopterus schreibersii* Natterer in Kuhl, 1819 – Langflügelfledermaus. Pp: 1093–1122. In: Krapp F. (ed.): *Handbuch der Säugetiere Europas. Band 4: Fledertiere. Teil II: Chiroptera. Vespertilionidae 2. Molossidae, Nycteridae*. Wiebelsheim: Aula-Verlag, x+605–1186 pp.
- Breed W. G. & Inns R. W. 1985:** Variation in sperm morphology of Australian Vespertilionidae and its possible phylogenetic significance. *Mammalia* **46**: 105–108.
- Clement M., Posada D. & Crandall K. A. 2000:** TCS: a computer program to estimate gene genealogies. *Molecular Ecology* **9**: 1657–1659.
- Corbet G. B. 1978:** *The Mammals of the Palearctic Region: a taxonomic review*. London and Ithaca: British Museum (Natural History) and Cornell University Press, 314 pp.
- Corbet G. B. & Hill J. E. 1992:** *The Mammals of the Indomalayan Region: a Systematic Review*. London: Oxford University Press, 488 pp.
- Crucitti P. 1989:** Distribution, diversity and abundance of cave bats in Latium (Central Italy). Pp: 381–388. In: Hanák V., Horáček I. & Gaisler J. (eds.): *European Bat Research 1987*. Prague: Charles University Press, 718+xxii pp.
- DeBlase A. F. 1980:** The bats of Iran: systematics, distribution, ecology. *Fieldiana: Zoology, New Series* **4**: xvii+424 pp.
- Drummond A. J. & Rambaut A. 2007:** "BEAST: Bayesian evolutionary analysis by sampling trees." *BMC Evolutionary Biology* **7**: 214.
- Egsbaeg W. & Jensen B. 1963:** Results of bat banding in Denmark. *Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorisk Foreing* **125**: 269-296.

- Ellerman J. R. & Morrison-Scott T. C. S. 1951:** *Checklist of Palearctic and Indian Mammals 1758 to 1946*. London: British Museum (Natural History), 810 pp.
- Etemad E. 1967:** Notes on bats from Iran. *Mammalia* **31**: 275–280.
- Ferguson W. W. 2002:** *The Mammals of Israel*. Jerusalem: Gefen Publishing House, 160 pp.
- Fernandez R. & Ibañez C. 1989:** Patterns of distribution of bats in the Iberian Peninsula. Pp.: 357–361. In: Hanák V., Horáček I. & Gaisler J. (eds.): *European Bat Research 1987*. Prague: Charles University Press, 718+xxii pp.
- Felsenstein J. 1985:** Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* **39**: 783–791.
- Findley J. S. & Traut G. L. 1970:** Geographic variation in *Pipistrellus hesperus*. *Journal of Mammalogy* **51**: 741–765.
- Findley J. S. & Wilson D. E. 1982:** Ecological significance of chiropteran morphology. Pp. 243–260. In: Kunz T. H. (ed.): *Ecology of bats*. New York: Plenum Press, 425 pp.
- Furman A., Coraman E., Bilgin R. & Karatas A. 2009:** Molecular ecology and phylogeography of the bent-wing bat complex (*Miniopterus schreibersii*) (Chiroptera: Vespertilionidae) in Asia Minor and adjacent regions. *Zoologica skripta* **38**: 129–141.
- Furman A., Öztunc T., Postawa T., Çoraman E. 2010a:** Shallow genetic differentiation in *Miniopterus schreibersii* (Chiroptera: Vespertilionidae) indicates a relatively recent re-colonization of Europe from a single glacial refugium. *Acta Chiropterologica* **12**(1): 51–59.
- Furman A., Öztunc T., Çoraman E. 2010b:** On the phylogeny of *Miniopterus schreibersii schreibersii* and *Miniopterus schreibersii pallidus* from Asia Minor in reference to other *Miniopterus* taxa (Chiroptera: Vespertilionidae). *Acta Chiropterologica* **12**(1): 61–72.
- Gaisler J. 1970:** The bats (Chiroptera) collected in Afghanistan by the Czechoslovak Expedition of 1965–67. *Acta Scientiarum Naturalium Academiae Scientiarum Bohemoslovacaee Brno, Series Nova* **4**(6): 1–56.
- Gaisler J. 1983:** Nouvelles données sur les chiroptères du nord algérien. *Mammalia* **47**: 359–369.
- Goodman S. M., Maminirina C. P., Bradman H. M., Christidis L. & Appleton B. R. 2008:** Patterns of morphological and genetic variation in the endemic Malagasy bat *Miniopterus gleni* (Chiroptera: Miniopteridae), with the description of a new species, *M. griffithsi*. *Journal of Zoological Systematics & Evolutionary Research*, **48**(1): 75–86.
- Goodwin R. E. 1979:** The bats of Timor: Systematics and Ecology. *Bulletin of the American Museum of Natural History* **163**: 73–122.
- Guindon S. & Gascuel O. 2003:** A simple, fast and accurate method to estimate large phylogenies by maximum-likelihood. *Systematic Biology* **52**: 696–704.
- Hall T. A. 1999:** BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* **41**: 95–98.
- Harrison D. L. 1956a:** Mammals from Kurdistan, Iraq, with description of a new bat. *Journal of Mammalogy* **37**: 257–263.
- Harrison D. L. 1956b:** A key to the identification of the bats (Chiroptera) of the Arabian peninsula. *Proceedings of the Zoological Society of London* **127**: 447–452.

- Harrison D. L. 1964:** *The Mammals of Arabia. Volume 1. Introduction, Insectivora, Chiroptera, Primates.* London: Ernest Benn Ltd., 192 pp.
- Harrison D. L. & Bates P. J. J. 1991:** *The Mammals of Arabia. Second Edition.* Sevenoaks: Harrison Zoological Museum, 354 pp.
- Hatt R. T. 1959:** The Mammals of Iraq. *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan* **106**: 1–113, vi pl.
- Hayman R. W. & Hill J. E. 1971:** Part 2. Order Chiroptera. Pp.: 1–73. In: Meester J. & Setzer H. W. (eds.): *The Mammals of Africa: An Identification Manual.* Washington: Smithsonian Institution Press, not continuously paginated.
- Heller E. 1912:** New races of insectivores, bats, and lemurs from British East Africa. *Smithsonian Miscellaneous Collections* **60**: 1–13.
- Hill J. E. 1983:** Bats (Mammalia: Chiroptera) from Indo-Australia. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology Series* **43**: 103–208.
- Hooper S. R. & Van Der Bussche R. A. 2003:** Molecular phylogenetics of the chiropteran family Vespertilionidae. *Acta Chiropterologica* **5**: 1–59.
- Hordijk W. & Gascuel O. 2005:** Improving the efficiency of SPR moves in phylogenetic tree search methods based on maximum likelihood. *Bioinformatics* **21**: 4338–4347.
- Horáček I. 1986:** *Létající savci.* Praha: Academia, 156 pp.
- Horáček I., Hanák V. & Gaisler J. 2000:** Bats of the Palearctic region: a taxonomic and biogeographic review. Pp.: 11–157. In: Woloszyn B. W. (ed.): *Proceedings of the VIIIth European Bat Research Symposium. Vol. 1. Approaches to Biogeography and Ecology of Bats.* Kraków: Chiropterological Information Center, Institute of Systematics and Evolution of Animals PAS, 280 pp.
- Hulva P., Horáček I., Strelkov P.P. & Benda P. 2004:** Molecular architecture of *Pipistrellus pipistrellus* / *P. pygmaeus* complex (Chiroptera: Vespertilionidae): further cryptic species and Mediterranean origin of the divergence. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **32**: 1023–1035.
- Hulva P., Benda P., Hanák V., Evin A. & Horáček I. 2007:** New mitochondrial lineages within the *Pipistrellus pipistrellus* complex from Mediterranean Europe. *Folia Zoologica* **56** (4): 378–388.
- Karatas A. & Sözen M. 2004:** Contribution to karyology, distribution and taxonomic status of the Long-winged Bat, *Miniopterus schreibersii* (Chiroptera: Vespertilionidae), in Turkey. *Zoology in the Middle East* **33**: 51–64.
- Kirchman J. J., Hackett S. H., Goodman S. M. & Bates J. M. 2001:** Phylogeny and systematics of ground rollers (Brachypteraciidae) of Madagascar. *The Auk* **118**(4): 849–863.
- Koopman K. F. 1993:** Order Chiroptera. Pp.: 137–241. In: Wilson D. E. & Reeder D. M. (eds.): *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference.* Washington and London: Smithsonian Institution Press, 1206 pp.
- Koopman K. F. 1994:** Chiroptera: Systematics. Pp.: 1–217. In: Niethammer J., Schliemann H. & Starck D. (eds.): *Handbuch der Zoologie. Band VIII. Mammalia. Teilband 60.* Berlin and New York: Walter de Gruyter, vii +224 pp.
- Kowalski K. & Rzebik-Kowalska B. 1991:** *Mammals of Algeria.* Kraków: Zakład Narodowy im. Ossolińskich – Wydawnictwo, 370 pp.

- Krzanowski A. 1971:** Niche and species diversity in temperate zone bats (Chiroptera). *Acta Zoologica Cracoviensia* **16**: 683–693.
- Kuzjakin A. P. 1950:** *Letučie myši (Sistematika, obraz žizni o pol'za dlja sel'skogo i lesnogo hozjajstva) [Bats (Systematic, Life History and Utility in Agriculture and Forestry)]*. Moskva: Sovetskaja Nauka, 444 pp (in Russian).
- Kuzjakin A. P. 1965:** Otrjad Rukokrylye. Ordo Chiroptera [Order Bats. Ordo Chiroptera]. Pp.: 79–116. In: Bobrinskij N. A., Kuznecov B. A. & Kuzjakin A. P. (eds.): *Opredelitel' mlekopitajuščih SSSR [Key to identification of Mammals of the USSR]*. Moskva: Prosveščeniye, 384 pp (in Russian).
- Lay D. M. 1967:** A study of the mammals of Iran. Resulting from the Street Expedition of 1962–63. *Fieldiana: Zoology* **54**: 1–282.
- Larget B. & Simon D. L. 1999:** Markov chain Monte Carlo algorithms for the Bayesian analysis of phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution* **16**: 750–759.
- Lewis R. E. & Harrison D. L. 1962:** Notes on bats from the Republic of Lebanon. *Proceedings of the Zoological Society of London* **138**: 473–486.
- Lin Y-H. & Penny D. 2001:** Implications for bat evolution from two new complete mitochondrial genomes. *Molecular Biology and Evolution* **18** (4): 684–688.
- Lugon A. & Roue S. Y. 1999:** *Miniopterus schreibersii* forages close to vegetation. Results from fecal analysis from two eastern French mates colonies. P.: 79. In: Cruz M. & Kozakiewitcz K. (eds.): *VIIIth European Bat Resaerch Symposium*. Abstrakt. Kraków: Chiropterological Information center, Institute of animal Systematics and Evolution PAS, 86 pp.
- MacArthur R. H. & Wilson E. O. 1967:** *The Theory of Island Biogeography*. Princeton, N. J.: Princeton University Press, 203 pp.
- Maeda K. 1982:** Studies on the classification of *Miniopterus* in Eurasia, Australia and Melanesia. *Honyurui Kagaku (Mammalian Science)*, Supplement **1**: 1–176.
- Maeda K. 1983:** Geographic and sexual variations of taxonomical characters in *Miniopterus macrodens* Maeda, 1982, and *M. magnater* Sanborn, 1931. *Journal of the Mammalogical Society of Japan* **9**: 291–301.
- Maeda K. 1984:** Geographic and sexual variations of the external and skull characters in bats of the *Miniopterus australis* group. *Journal of the Mammalogical Society of Japan* **10**: 9–33.
- Mayr E. 1954:** Change of the genetic environment and evolution. Pp.: 159-180. In: Huxley J., Hardy A. C. & Ford E. B. (eds.). *Evolution as a process*. London: Allen & Unwinn, 370 pp.
- Mein P. & Tupinier Y. 1977:** Formule dentaire et position systématique du *Minioptère* (Mammalia, Chiroptera). *Mammalia* **41**(2): 207–211.
- Miller G. S. 1907:** The families and genera of bats. United States National Museum. Smithsonian institution, Washington. *Bulletin* **57**: 282+xiv pp.
- Miller-Butterworth C. M., Jacobs D. S. & Halley E. H. 2003:** Strong population substructure is correlated with morphology and ecology in a migratory bat. *Nature* **424**: 187–191.
- Miller-Butterworth C. M., Eick G., Jacobs D. S., Schoeman M. C. & Halley E. H. 2005:** Genetic and phenotypic differences between South African long-fingered bats, with a global miniopterinae phylogeny. *Journal of Mammalogy* **86**(6): 1121–1135.

- Miller-Butterworth C. M., Murphy W. J., O' Brien S. J., Jacobs D. S., Springer M. S. & Teeling E. C. 2007:** A Family Matter: Conclusive Resolution of the Taxonomic Position of the Long-Fingered Bats, *Miniopterus*. *Molecular Biology and Evolution* **24**(7): 1553–1561.
- Myers P. 1978:** Sexual dimorphism in size of Vespertilionid bats. *American Naturalist* **112**: 701–711.
- Nader I. A. & Kock D. 1987:** First record of *Miniopterus schreibersii* (Kuhl 1819) (Mammalia: Chiroptera) from North Yemen with zoogeographical relationship evidenced by wing mites (Acarina: Spinturnicidae). *Senckenbergiana biologica* **67**: 225–229.
- Ognev S. I. 1927:** A synopsis of the Russian bats. *Journal of Mammalogy* **8**: 140–157.
- Ognev S. I. 1928:** *Zveri vostočnoj Evropy i severnoj Azii. Tom I. [The Mammals of the Eastern Europe and of the Northern Asia. Vol. I]*. Moskva & Leningrad: Gosudarstvennoe Izdatel'stvo, 631 pp (in Russian).
- Osborne M. J. & Christidis L. 2001:** Molecular Phylogenetics of Australo-Papuan Possums and Gliders (Family Petauridae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* **20**(2): 211–224.
- Palmeirim J. M. 1989:** Status of bats in Portugal. Pp.: 373–379. In: Hanák V., Horáček I. & Gaisler J. (eds.): *European Bat Research 1987*. Prague: Charles University Press, 718+xxii pp.
- Pavlinov I. Ja. & Rossolimo O. L. 1987:** Sistematika mlekopitajuščih SSSR [Systematics of the mammals of the USSR]. *Sbornik Trudov Zoologičeskogo Muzeja MGU* **25**: 1–285 (in Russian).
- Peterson R. L., Eger J. L. & Mitchell L. 1995:** Chiroptères. *Faune de Madagascar* **84**: 1–204.
- Posada D. 2003:** Using Modeltest and PAUP* to select a model of nucleotide substitution. Pp.: 6.5.1–6.5.14. In: Baxevanis A. D., Davison D. B., Page R. D. M., Petsko G. A., Stein L. D. & Stormo G. D., (eds.). *Current Protocols in Bioinformatics*. New York: John Wiley & Sons, 2600 pp.
- Qumsiyeh M. B. & Schlitter D. A. 1982:** The bat fauna of Jabal Al Akhdar, northeast Libya. *Annals of Carnegie Museum* **51**: 377–389.
- Rakhmatulina I. K. 1995:** Zoogeography of bats in Eastern Transcaucasia. *Myotis* **32–33**: 135–144.
- Rakhmatulina I. K. 2005:** *Rukokrylye Azerbajdžana (fauna, ekologija, zoogeografija) [Bats of Azerbaijan (Fauna, Ecology, Zoogeography)]*. Baku: Nacional'naja Akademija Nauk Azerbajdžana, 480 pp (in Russian).
- Ralls K. 1976:** Mammals in which females are larger than males. *The Quarterly Review of Biology* **51**: 245–276.
- Rohlf F. J. & Marcus L. F. 1993:** A revolution in morphometrics. *Tree* **8**(4): 129–132.
- Rohlf F. J. 2004, 2008 & 2009:** Morphometric at Sunny Stony Brook. <<http://life.bio.sunysb.edu/morph/>>.
- Ronquist F. & Huelsenbeck J. P. 2003:** MRBAYES 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics* **19**: 1572–1574.
- Rozas J., Librado P., Sánchez-DelBarrio J. C., Messenger X. & Rozas R. 2009:** DnaSP (DNA sequence polymorphism) version 5.10.01. <<http://www.ub.es/dnasp/>>.
- Satunin' K. A. 1914:** *Opređelitel' mlekopitajuščih" Rossijskoj Imperii. Vypusk" pervyj. (Rukokrylyja, Nasekomojadnyja i Hiščnyja) [Key of the Mammals of Russian Empire. First Volume. (Bats, Insectivores and Carnivores)]*. Tiflis: Kanceljarija Namestnika E. I. V. na Kavkaze, 148 pp (in Russian).
- Schwarz G. 1978:** Estimating the dimension of a model. *Annals of Statistics* **6**: 461–464.

- Simmons N. B. 1998:** A reappraisal of interfamilial relationships of bats. Pp.: 3–26. In: Kunz T. H. & Racey P. A. (eds.). *Bat biology and conservation*. Washington (DC): Smithsonian Institution Press, 384 pp.
- Simmons N. B. 2005:** Order Chiroptera. Pp.: 312–529. In: Wilson D. E. & Reeder D. M. (eds.) : *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. Third Edition. Volume 1*. Baltimore: The John Hopkins University Press, xxxviii+743 pp.
- Spitzenberger F. 1981:** Die Langflügel-Fledermaus (*Miniopterus schreibersii* Kuhl, 1819) in Österreich – Mammalia austriaca 5. *Mitteilungen der Abteilung für Zoologie am Landesmuseum Joanneum* **2**: 139–156.
- Stebbing R. E. 1977:** Order Chiroptera. Bats. Pp.: 66–128. In: Corbet G. B. & Southern H. N. (eds.): *The handbook of British mammals*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, second ed., 520 pp.
- Steiner H. M. & Gaisler J. 1994:** On the collection of bats (Chiroptera) from NE Turkey and N Iran. *Acta Scientiarum Naturalium Academiae Scientiarum Bohemicae Brno, Series Nova* **28**(1): 1–37.
- Storer R. W. 1966:** Sexual dimorphism and food habits in three North American accipiters. *Auk* **83**: 423–436.
- Strelkov P. P. 1963:** II Otrjad Chiroptera – Rukokrylye [II. Order Chiroptera-bats]. Pp.: 122–218. In: Sokolov I. I. (ed.): *Mlekopitajuščie fauny SSSR. Část 1 [Mammals of the fauna of the USSR. Part 1]*. Moskva & Leningrad: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 640 pp (in Russian).
- Strelkov P. P. 1981:** Otrjad Chiroptera Blumenbach, 1779 – Rukokrylye [Order Chiroptera Blumenbach, 1779 – Bats]. Pp.: 31–53. In: Gromov I. M. & Baranova G. I. (eds.): *Katalog mlekopitajuščih SSSR. Pliocen-Sovremennost' [Catalogue of Mammals of the USSR. Pliocen-Recent]*. Leningrad: Nauka, 456 pp (in Russian).
- Strelkov P. P., Sosnovcena V. P. & Babaev N. V. 1978:** Letučie myši (Chiroptera) Turkmenii [The bats of Turkmenia]. *Trudy Zoologičeskogo Instituta Akademii Nauk SSSR* **79**: 3–71 (in Russian, with a subtitle in English).
- Strinati P. 1959:** Mission Coiffait-Strinati en Macedonie, Grèce et Turquie (Avril–May 1955): Chiroptera. *Mammalia* **23**: 72–76.
- Swofford D. L. 2003:** PAUP*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and other methods). Version 4. *Sinauer Associates*, Sunderland.
- Tamura K., Dudley J., Nei M. & Kumar S. 2007:** MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution* **24**:1596–1599.
- Tate G. H. H. 1941:** Results of the Archbold Expeditions. No. 40. Notes on vespertilionid bats of the subfamilies Miniopterinae, Murinae, Kerivoulinae, and Nyctophilinae. *Bulletin of the American Museum of Natural History* **78**: 567–597.
- Tavaré S. 1986:** Some probabilistic and statistical problems in the analysis of DNA sequences. Pp. 57–86. In: Miura R. M. (ed.): *Some mathematical questions in biology – DNA sequence analysis*. Providence: American Mathematical Society, 124 pp.
- Thomas O. 1907:** On mammals from Northern Persia, presented to the National Museum by Col. A. C. Baiward. *The Annals and Magazine of Natural History* **20**(7): 197–202.

- Thompson J. D., Gibbon T. J., Plewniak F., Jeanmougin F. & Higgins D. G. 1997:** The CLUSTAL_X windows interface: flexible strategie for multiple sequence alignment aided by duality analysis tools. *Nucleic Acids Research* **25**(24): 4876–4882.
- Tian L., Liang B., Maeda K., Metzner W. & Zhang S. 2004:** Molecular studies on the classification of *Miniopterus schreibersii* (Chiroptera: Vespertilionidae) inferred from mitochondrial cytochrome b sequences. *Folia Zoologica* **53**(3): 303–311.
- Tiunov M. P. 1989:** The taxonomic implication of different morphological systems in bats. Pp.: 67–75. In: Hanák V., Horáček I. & Gaisler J. (eds.): *European Bat Research 1987*. Prague: Charles University Press, 718+xxii pp.
- Uhrin M., Lehotská B., Benda P., Lhotský R. & Matis Š. 1997:** Rozšírenie netopierov na Slovensku. Časť 3, *Miniopterus schreibersii*. *Vespertilio* **2**: 113–130.
- Williams D. F. & Findley J. S. 1979:** Sexual size dimorphism in vespertilionid bats. *American Midland Naturalist* **102**: 113–126.

7.2. Nepřímé citace

- Gapalakrishna A. & Chari G. C. 1983:** A review of the taxonomic positron of *Miniopterus* based on embryological characters. *Current Science* (India), **52**(24): 1176–1180. Citováno podle Miller-Butterworth *et al.* (2007).
- Iliopoulou-Georgudaki J. 1986:** The relationship between climatic factors and forearm length of bats: evidence from the chiroptero fauna of Lesbos island (Greece – East Aegean). *Mammalia* **50**: 475–482. Citováno podle Boye (2004).
- Kuhl H. 1817:** Die deutschen Fledermäuse. Privately published, Hanau, 67 pp. Citováno podle Furman *et al.* (2010a).
- Miller G. S. 1912:** *Catalogue of the Mammals of Western Europe (Europe exclusive of Russia) in the Collection of the British Museum*. London: British Museum (Natural History), 1019 pp. Citováno podle Albayrak & Coskun (2000).
- Ondrias J. C. 1978:** Population variation in *Miniopterus schreibersii* from Greece. *Biologia Gallo-Hellenica* **7**: 223–232. Citováno podle Boye (2004).
- Pierson E. D. 1986:** *Molecular systematics of the Microchiroptera: higher taxon relationships and biogeography*. [PhD dis.] University of Kalifornia, Berkely. Citováno podle Miller-Butterworth *et al.* (2007).
- Presetnik P. 2002:** *Prehrana in biologija dolgija dolgokrilega netopirja (Miniopterus schreibersii Kuhl, 1817) na gradu Grad nad Goričkem (SV Slovenia)*. Unpublished M.Sc. Ljublana: University of Ljublana, 57 pp. Citováno podle Benda *et al.* (2006)
- Van Der Marwe M. 1985:** The vestigial teeth of *Miniopterus fraterculus* and *Miniopterus infantus*. *South African Journal of Zoology* **20**(4): 250–252. Citováno podle Miller-Butterworth *et al.* (2007).

Appendix 1

Přehled zpracovaného dokladového materiálu, lokalit jeho původu a dalších informací.

Vysvětlivky:

ZFMK - zoologické sbírky Zoologického ústavu a muzea Alexandra Koeniga v Bonnu

NMP - zoologické sbírky Národního Muzea v Praze

PH – zoologické sbírky Dr. Pavla Hulvy

AUB – zoologické sbírky Americké univerzity v Bejrútu

Mx – neznámí druh rodu *Miniopterus*

Minf – druh *Miniopterus inflatus*

Mnat - druh *Miniopterus natalensis*

Mschs - forma *schreibersii* druhu *Miniopterus schreibersii*

Mschp - forma *pallidus* druhu *Miniopterus schreibersii*

Mschx – neznámá forma druhu *Miniopterus schreibersii*

f – samice

m – samec

x – neznámé pohlaví

Materiál pro morfometrické analýzy

Skupina 1: Afgánistán a Írán (druh *Miniopterus schreibersii*)

Jalalabad 9f (ZFMK: 97.226, 97.227, 97.228, 97.229, 97.232, 97.234 – 1. 3. 1966; 97.238 – 14. 5. 1965; 97.243, 97.243 – 4. 3. 1966), 16m (ZFMK: 97.215, 97.216, 97.218, 97.220, 97.221, 97.222, 97.224, 97.225, 2 vzorky bez čísla – 14. 5. 1965; 97.231, 97.233 – 1. 3. 1966; 97.239, 97.240, 97.241 – 14. 5. 1965; 97.244 – 4. 3. 1966), 1x (ZFMK: 97.230 – 1. 3. 1966), *Mschp*, legit: J. Niethammer; **Samphshir Ghor** (Kala bust) 1f (ZFMK: 97.237 – 29. 3. 1972), 2m (ZFMK: 97.235, 97.236 – 29. 3. 1972), *Mschp*, legit: J. Niethammer; **Kandahár** 1f (ZFMK: 97.245 – 28. 2. 1965), *Mschp*, legit: J. Niethammer; **Mina** 7m (NMP: pb3226–pb3231 – 22. 5. 2006), *Mschp*, legit: P. Benda; **Bisotun** (Kermanshah) 1f (NMP: pb1341 – 10. 8. 1998), 2m (NMP: pb1340, pb1342 - 10. 8. 1998), *Mschp*, legit: P. Benda; **Dorud** (Lorestan) 1m (pb1346 - 10. 8. 1998), *Mschp*, legit: P. Benda.

Skupina 2: Maroko (druh *Miniopterus schreibersii*)

Jesk. Azigza (Tazouguerte) 6f (NMP: pb3910, pb3912–pb3914, pb3916, pb3917 – 26. 4. 2008), 4m (pb3907–pb3909, pb3911 - 26. 4. 2008), *Mschs*, legit: P. Benda; **údolí Oued Tessaout** (Talkout) 3f (NMP: pb2659, pb2662, pb2667 – 30. 8. 2003), 4m (NMP: pb2663–pb2665, pb2668 - 30. 8. 2003),

Mschs, legit: P. Benda; **řeka Oued El-Ammar** (Sebt-des-Ait-Serhrouchen) 1f (NMP: pb2716 – 9. 9. 2003), *Mschs*, legit: P. Benda.

Skupina 3: Yemen, Etiopie, Súdán (druh *Miniopterus natalensis*)

Jebel Bura (Riqab) 1f (NMP: pb3129 – 30. 10. 2005), 5m (NMP: pb3126–pb3128, pb3130, pb3131 - 30. 10. 2005), *Mnat*, legit: P. Benda; **At Tur** (Hajjah) 1m (ZFMK: 85.64 – 1. 3. 1985), 1x (ZFMK: 85.63 – 1. 3. 1985), *Mnat*, legit: F.Schutte, H.P. Fritéz; **Halhal** (Haja) 1m (NMP: pb3747 – 2. 11. 2007), *Mnat*, legit: P. Benda; **řeka Baro** (Masha) 2f (NMP: pb2532, pb2533 – 5. 9. 2003), *Mnat*, legit: P. Benda; **Súdán** (nespec.) 1x (ZFMK: 212 – datum nevedeno), *Mnat*, legit: nevedeno.

Skupina 4: Slovensko, Rumunsko (druh *Miniopterus schreibersii*)

Jesk. Čertova diera (Dornica) 16f (NMP: 70/58, 76/58, 85/58, 89/58, 92/58, 94/58, 96/58, 100/58 – 3. 2. 1958; J – 114, J – 117, J – 118, J – 123, J – 176, J – 177, J – 178, J – 180 – 10. 12. 1956), 4m (NMP: 93/58, 99/58 – 3. 2. 1958; J – 174, J – 181 - 10. 12. 1956), 9x (NMP: 80/66 – datum nevedeno; ČD, ČD 1, ČD 2, ČD 3, ČD 4, ČD 5, ČD 6, ČD-NX – 5. 11. 1958), *Mschs*, legit: V. Hanák; **jesk. Drienovecká Vyvieráčka** (Drienovec) 6f (NMP: 150/58, 155/58 – 6. 2. 1958; 246/61 – 17. 2. 1961; 613/59 – 1. 6. 1959; pb4260, pb4261 – 17. 7. 2009), 2m (NMP: 156/58 – 6. 2. 1958; 570/59 – 31. 5. 1959), *Mschs*, legit: V. Hanák; P. Benda; **jesk. Betfia** (Betfia) 11f (NMP: pb4247–pb4254, pb4256–pb4258 – 13. 7. 2009), *Mschs*, legit: P. Benda.

Skupina 5: Bulharsko, kontinentální Řecko (druh *Miniopterus schreibersii*)

Maslen nos (Primorsko) 21f (NMP: B – 0066, B – 0073, B – 0081, B – 0082, B – 0091, B – 0098, B – 0100, B – 0105, B – 0106, B – 0113 – 5. 6. 1957; B – 0371 – 27. 8. 1961; B – 0373 – 7. 8. 1961; B – 0375, B – 0377-B – 0383, B – 0385 – 27. 8. 1961), 12m (NMP: B – 0060, B – 0067, B – 0072, B – 0083, B – 0104, B – 0107, B – 0109, B – 0110 – 5. 6. 1957; B – 0376, B – 0384, B – 0388 – 27. 8. 1961), *Mschs*, legit: V. Hanák; **jesk. Zmejovi Dupki** (Sliven) 7f (NMP: B – 0010, B – 0016, B – 0019, B – 0038 – 25. 5. 1957; B – 0051, B – 0052, B – 0054 – 27. 5. 1957), 4m (NMP: B – 0012, B – 0039 – 25. 5. 1957; B – 0053, B – 0055 – 27. 5. 1957), *Mschs*, legit: V. Hanák; **Karlukovo** 5f (NMP: B – 0132 – 3. 7. 1976; B – 0142, B – 0149, B – 0150 – 5. 7. 1976; B – 0161 – 6. 7. 1976), 1m (NMP: B – 0143 – 5. 7. 1976), *Mschs*, legit: M. Braniš *et al.*; **jesk. Gardina Dupka** (Mostovo) 3f (NMP: B – 0837, B – 0839, B – 0840 – 22. 8. 1987), 3m (NMP: B – 0808 – 22. 6. 1984; B – 0836, B – 0838 – 22. 8. 1987), *Mschs*, legit: P.Musil; **jesk. Hajduška Peštera** (Devenci) 3f (NMP: B – 0258 – B – 0260 – 14. 6. 1977), *Mschs*, legit: V. Bejček *et al.*; **jesk. Nirica Peštera** (Kotel) 1f (NMP: B – 0545 – 15. 7. 1979), 1m (NMP: B – 0544 – 15. 7. 1979), *Mschs*, legit: P.Donát *et al.*; **Kamen Brjag** 2f (NMP: B – 0826, B – 0827 – 12. 7. 1986), *Mschs*, legit: V. Hanzal *et al.*; **jesk. Ivanova voda** (Dobrostan) 1m (NMP: B – 0559 – 23. 7. 1979), *Mschs*, legit: P. Donát *et al.*; **jesk. Ražiškata** (Lakatnik) 1m (NMP: 117/65 – 21.12. 1956), *Mschs*, legit: J. Figala *et al.*; **Didimotichon** (Thrákie) 1x (ZFMK: 97.247 – 3. 8. 1971), *Mschs*, legit: J. Niethammer; **Xánthi** (Kimméria) 3f (NMP: TH – 084-TH – 086 – 16. 6. 1989), 1m (NMP: TH – 087 – 16. 6. 1989), *Mschs*, legit: V. Hanák & V. Vohrálik; **jesk. Évros** (Didimótiho) 2f (NMP: TH – 129, TH – 131 – 22. 6. 1989), 1m (NMP: TH – 130 – 22. 6. 1989), *Mschs*, legit: V. Hanák

& V. Vohrálík; **Polyphemus** (Marónia) 2f (NMP: TH – 094, TH – 095 -18. 6. 1989), 1m (NMP: TH – 104 – 19. 6. 1989), *Mschs*, legit: V. Hanák & V. Vohrálík; **Petralona** 1f (NMP: TH – 071 – 28. 9. 1988), 1m (NMP: TH – 070 – 28. 9. 1988), legit: V. Hanák & V. Vohrálík *et al.*, 1x (ZFMK: 77.51 – 25. 5. 1962), legit: Wolf, *Mschs*; **jesk. Ioánnina** (Pápigo) 2f (NMP: TH – 035, TH – 036 – 26. 9. 1988), *Mschs*, legit: V. Hanák & V. Vohrálík *et al.*; **Ávas** 1m (NMP: TH – 120 – 20. 6. 1989), *Mschs*, legit: V. Hanák & V. Vohrálík.

Skupina 6: Kréta (druh *Miniopterus schreibersii*)

jesk. Spilion Tsanis (Omalos) 1f (NMP: pb3361 – 1. 10. 2006), 11m (NMP: pb3360, pb3361–pb3370, pb3375 – 1. 10. 2006), *Mschs*, legit: P. Benda; **jesk. Spilia Milatou** (Milatos) 2f (NMP: pb3422, pb3425 – 7. 10.), 3m (NMP: pb3419–pb3421 – 7. 10. 2006), *Mschs*, legit: P. Benda; **jesk. Vreikos** (Kréta) 1f (NMP: pb3591 – 12. 10. 2007), *Mschs*, legit: nevedeno; **Moni Kato Preveli** (Lefkogia) 1m (NMP: pb3586 – 11. 10. 2007), *Mschs*, legit: nevedeno.

Skupina 7: západní Evropa (Španělsko, Francie, Itálie) (druh *Miniopterus schreibersii*)

Bei Tresp (Pyreneje) 3f (ZFMK: 56.735, 56.737, 56.738 – 28. 5. 1955), 4m (ZFMK: 56.1068, 56.733, 56.734, 56.736 – 28. 5. 1955), *Mschs*, legit: J. Niethammer; **Ramales de la Victoria** 1m (ZFMK: 97.246 – 19. 4. 1963), *Mschs*, legit: J. Niethammer; **Grotte de Pořade** (Banyuls) 9f (ZFMK: 59.120, 59.124, 59.127–59.131, 59.133, 59.134 – 8. 4. 1959), 7m (NMP: 59.121–59.123, 59.125, 59.126, 59.132 – 8. 4. 1959, 59.350 – 23. 5. 1959), *Mschs*, legit: A. Heymer; **Chateau de Collioure** (Banuyls) 2f (ZFMK: 59.348, 59.349 – 11. 5. 1959), 1m (ZFMK: 59.347 – 11. 5. 1959), *Mschs*, legit: A. Heymer; **St. Remy** 3f (ZFMK: 59.531b, 59.531c, 59.531d – 5. 11. 1959), 1m (ZFMK: 59.531a – 5. 11. 1959), *Mschs*, legit: H. Roer; **Gargano** 2f (ZFMK: 66.338 – 2. 8. 1961, 66.360 – 4. 8. 1961), 1x (ZFMK: 66.359 – 2. 8. 1961), *Mschs*, legit: G'. Witte; Monte Gargano (nespec.) 1x (ZFMK: 66.357 – datum nevedeno), *Mschs*, legit: nevedeno; **Kaiserstuhl** 1x (ZFMK: 84.529 – 27. 3. 1952), *Mschs*, legit: Eisentraut.

Skupina 8: Blízký východ (Turecko, Sýrie, Kypr, Libanon) (druh *Miniopterus schreibersii*)

Jesk. Indigu Majarasi (Antalya) 1f (ZFMK: 66.626 – 11. 4. 1966), 6m (ZFMK: 66.619 – 20. 4. 1966, 66.625, 66.627–630 – 11. 4. 1966), *Mschs*, legit: K. Dobat; **Haruniye** 2x (ZFMK: 58.282, 58.283 – 1953 (nespec.), *Mschs*, legit: nevedeno; **Safita** (Hama) 4f (NMP: pb1911–pb1914 – 29. 5. 2001), *Mschx*, legit: P. Benda; **Crac des Chevaliers** (Hama) 2f (NMP: 49989 – 10. 5. 2001, pb1904 – 29. 5. 2001), *Mschx*, legit: R. Lučan, P. Benda; **Talsh'hab** (Der'a) 1m (NMP: pb1883 – 25. 5. 2001), *Mschx*, legit: P. Benda; **Smigies Trail** (Akamas Peninsula) 5f (NMP: CH 32, CH 33, CH 35, CH 38 – 27. 3. 2005; CH 129 – 12. 10. 2005), 3m (NMP: CH 34, CH 36, CH 39 – 27. 3. 2005), *Mschx*, legit: I. Horáček *et al.*; **les Trodos – údolí N od Kakopetria** (Kakopetria) 5m (NMP: pb2805–pb2807 – 11. 4. 2005), *Mschx*, legit: P. Benda; **les Trodos – údolí 4 km SW od Kakopetria** (Kakopetria) 2m (NMP: CH 45, CH 46 – 29. 3. 2005), *Mschx*, legit: I. Horáček *et al.*; **Kalavastos** 1m (pb2836 – 19. 4. 2005), *Mschx*, legit: P. Benda; **jesk. Er Rouais** (Aaqura) 3f (NMP: pb3456, pb3457 – 22. 1. 2007; LE 86 – 26. 6. 2006), 7f (NMP: pb3454, pb3455 – 22. 1. 2007; LE 87–LE 91 – 26. 6. 2006), *Mschx*, legit: P.

Benda *et al.*; I. Horáček *et al.*; **jesk. Saleh** (Amchite) 22f (NMP: LE 77 – 25. 6. 2006, pb3487 – 28. 1. 2007; AUB: M – 085-M – 089 – 13. 10. 1960; M – 091 – 14. 8. 1960; M – 108-M – 111 – 13. 10. 1960; M – 113 – 13. 10. 1960; M – 1162, M – 1165 – 17. 4. 1960; M – 119, M – 124, M – 127, M – 129, M – 133, M – 139, M – 140 – 18. 3. 1961), 31m (NMP: LE 78 – 25. 6. 2006; AUB: M – 084 – 13. 10. 1960; M – 092-M – 094 – 14. 8. 1960; M – 097 -13. 10. 1960; M – 101-M – 105, M – 112 – 13. 10. 1960; M – 115 – 18. 3. 1961; M – 1163, M – 1164 – 17. 4. 1965; M – 120-M – 123, M – 125, M – 126, M – 128, M – 130-M – 132, M – 134-M – 138, M – 142 – 18. 3. 1961), Mschx, legit: I. Horáček *et al.*; P. Benda, R. E. Lewis.

Skupina 9: *Miniopterus inflatus* (druh *Miniopterus inflatus*)

Sof Omar 10f (NMP: pb2466, pb2467, pb2472–pb2474, pb2476, pb2478–pb2481 – 5. 2. 2003), 2m (NMP: pb2471, pb2475 - 5. 2. 2003), Minf, legit: P. Benda.

Materiál pro molekulární analýzy

Mina 2m (NMP: pb3226, pb3227 – 22. 5. 2006), Mschp, legit: P. Benda; **Bisotun** 2m (NMP: pb1340, pb1342 - 10. 8. 1998), Mschp, legit: P. Benda; **Dorud** (Lorestan) 1m (pb1346 - 10. 8. 1998), Mschp, legit: P. Benda; **Jesk. Azigza** (Tazouguerte) 2m (pb3906, pb3908 - 26. 4. 2008), Mschs, legit: P. Benda; **údolí Oued Tessaout** (Talkout) 2m (NMP: pb2660, pb2664 - 30. 8. 2003), Mschs, legit: P. Benda; **řeka Oued El-Ammar** (Sebt-des-Ait-Serhrouchen) 1f (NMP: pb2716 – 9. 9. 2003), Mschs, legit: P. Benda; **Jebel Bura** (Riqab) 2m (NMP: pb3127, pb3128 - 30. 10. 2005), Mnat, legit: P. Benda; **Halhal** (Haja) 1m (NMP: pb3747 – 2. 11. 2007), Mnat, legit: P. Benda; **řeka Baro** (Masha) 2f (NMP: pb2532, pb2533 – 5. 9. 2003), Mnat, legit: P. Benda; **jesk. Drienovecká Vyvierka** (Drienovec) 2f (NMP: pb4260, pb4261 – 17. 7. 2009), Mschs, legit: P. Benda; **jesk. Betfia** (Betfia) 2f (NMP: pb4256, pb4258 – 13. 7. 2009), Mschs, legit: P. Benda; 2x (PH: R2, R5 – 2008), Mschs, legit: P. Hulva; **Peštera Ponicevi** (Dubova) 1f (NMP: pb4419 – 27. 9. 2009), Mschs, legit: P. Benda; **jesk. Spilion Tsanis** (Omalos) 1f (NMP: pb3371 – 1. 10. 2006), 1m (NMP: pb3365 – 1. 10. 2006), Mschs, legit: P. Benda; **jesk. Spilia Milatou** (Milatos) 1f (NMP: pb3423 – 7. 10.), 1m (NMP: pb3420 – 7. 10. 2006), Mschs, legit: P. Benda; **jesk. Vreikos** (Kréta) 1f (NMP: pb3591 – 12. 10. 2007), Mschs, legit: P. Benda; **Moni Kato Preveli** (Lefkogia) 1m (NMP: pb3586 – 11. 10. 2007), Mschs, legit: P. Benda; **Grotta di Intraleo** (Etna), 2f (PH: Si28, Si30 – 17. 6. 2007), 1m (PH: Si22 – 17. 6. 2007), Mschs, legit: P. Hulva; **jesk. Akbez** (Hassa) 1x (NMP: TR99-09 – 29. 9. 2009), Mx, legit: I. Horáček *et al.*; **Safita** (Hama) 2f (NMP: pb1912, pb1914 – 29. 5. 2001), Mschx, legit: P. Benda; **Crac des Chevaliers** (Hama) 2f (NMP: pb1904 – 29. 5. 2001, 49989 – 10. 5. 2001), Mschx, legit: P. Benda; **Talsh'hab** (Der'a) 1m (NMP: pb1883 – 25. 5. 2001), Mschx, legit: P. Benda, R. Lučan; **Smigies Trail** (Akamas Peninsula) 2x (NMP: CH 31, CH 69 - 12. 10. 2005), Mschx, legit: I. Horáček *et al.*; **les Trodos – údolí N od Kakopetria** (Kakopetria) 1m (NMP: pb2806 – 11. 4. 2005), 1x (NMP: pb2807 – 11. 4. 2005), Mschx, legit: P. Benda; **les Trodos – údolí 4 km SW od Kakopetria** (Kakopetria) 2x (NMP: CH 24, CH 50 – 29. 3. 2005), Mschx, legit: I. Horáček; **Kalavastos** 1m (pb2836 – 19. 4. 2005), Mschx, legit: P.

Benda; **jesk. Er Rouais** (Aaqura) 1f (NMP: pb3456 – 22. 1. 2007), 1m (NMP: pb3455 – 22. 1. 2007), Mschx, legit: P. Benda; **jesk. Mogharet Saleh** (Aamchite) 1f (NMP: pb3487 – 28. 1. 2007), Mschx, legit: P. Benda; **jesk. Al Wardeh** (Khashibah) 1f (NMP: pb4215 – 26. 5. 2009), Mschx, legit: P. Benda; **Sof Omar** 1f (NMP: pb2473 – 5. 2. 2003), 1m (NMP: pb2475 - 5. 2. 2003), Minf, legit: P. Benda.

Appendix 2

Základní informace k tabulkám základních statistických hodnot jednotlivých rozměrů a dalších parametrů. Tabulky samotné jsou k dispozici na přiloženém DVD.

Kraniální rozměry a jejich indexy

Tabulky základních statistických hodnot jednotlivých kraniálních rozměrů, jejich indexů, hodnot FA a DA pro různé soubory znaků a populací, hodnot RW různých pohledů pro různé soubory populací – vše pro jednotlivé studované populace (skupiny 1–9) či soubory populací (1–8; 2, 4–8) a pohlaví (skupiny 1, 2, 5, 7, 8 a soubory 2, 4–8 a 1–9). Pro každý studovaný znak/index atp. je v tabulkách dále uvedena výsledná p a F hodnota analýzy rozptylu (ANOVA) a t -testu jakožto vyjádření odlišnosti mezi pohlavími. Míra pravděpodobnosti výsledků analýzy rozptylu (ANOVA) a t -testu je v tabulkách pro lepší orientaci znázorněna barvou (zelená = $p < 0,05$; modrá = $p < 0,01$; červená – $p < 0,001$).

Dentální znaky a jejich indexy

Tabulky základních statistických hodnot jednotlivých dentálních rozměrů, jejich indexů, hodnot FA a DA pro různé soubory znaků a populací – vše pro jednotlivé studované populace (skupiny 1–9) či soubory populací (1–8; 2, 4–8) a pohlaví (skupiny 1, 2, 5, 7, 8 a soubory 2, 4–8 a 1–9). Pro každý studovaný znak/index atp. je v tabulkách dále uvedena výsledná p a F hodnota analýzy rozptylu (ANOVA) a t -testu jakožto vyjádření odlišnosti mezi pohlavími. Míra pravděpodobnosti výsledků analýzy rozptylu (ANOVA) a t -testu je v tabulkách pro lepší orientaci znázorněna barvou (zelená = $p < 0,05$; modrá = $p < 0,01$; červená – $p < 0,001$).

Fenetické znaky

Tabulky základních statistických hodnot jednotlivých fanatických znaků, jejich indexů, hodnot FA a DA pro různé soubory znaků a populací – vše pro jednotlivé studované populace (skupiny 1–9) či soubory populací (1–8; 2, 4–8) a pohlaví (skupiny 1, 2, 5, 7, 8 a soubory 2, 4–8 a 1–9). Pro každý studovaný znak atp. je v tabulkách dále uvedena výsledná p a F hodnota analýzy rozptylu (ANOVA) a t -testu jakožto vyjádření odlišnosti mezi pohlavími. Míra pravděpodobnosti výsledků analýzy rozptylu (ANOVA) a t -testu je v tabulkách pro lepší orientaci znázorněna barvou (zelená = $p < 0,05$; modrá = $p < 0,01$; červená – $p < 0,001$).

Hodnoty Storerova indexu.

Výsledné hodnoty daných znaků pro studované populace či jejich soubory. Záporné hodnoty výsledků vyjadřují relativně větší rozměry samců, kladné samic.

Hodnoty FA pro dané znaky v jednotlivých analýzách.

Zleva výsledky analýz vždy pro soubor všech studovaných populací (skupiny 1–9), dále pouze pro soubor populací druhu *M. schreibersii* a *M. natalensis* (skupiny 1–8) a následně pouze pro soubor marockých, evropských a blízkovýchodní populací druhu *M. schreibersii* (skupiny 2, 4–8). Hodnoty větší než 0.7, jsou vyznačeny červeně a představují z daného souboru znaků znaky nejvýznamější. Bylo pracováno vždy s maximálně pěti faktory příslušných FA.