

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta

Cvakavé zvuky při chůzi u turovitých (Bovidae)

Bakalářská práce

Anežka Špindlerová

Školitel: RNDr. Jan Robovský Ph. D.
Konzultant: Mgr. Marie Voldřichová

České Budějovice 2017

Špindlerová, A., 2017. Cvakavé zvuky při chůzi u turovitých (Bovidae). [Knee-clicking sounds in Bovids. Bc. Thesis, in Czech.] - 37 pp. Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace

Several species of bovids and cervids produce knee-clicking sounds while walking, their origin and purpose remain unknown in detail. My thesis attempts to summarize all sources concerning this topic. In the second part I analyzed knee-clicks in two antelope species in order to compare particular species, sexes and individuals.

Key words: Knee-clicks, Common eland, Giant eland, bovids

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval/a samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 18. 4. 2017

Podpis.....

Poděkování

V první řadě bych ráda poděkovala mému školiteli, RNDr. Janu Robovskému Ph. D. za trpělivost a cenné rady, mé konzultantce Mgr. Marii Voldřichové a za dílčí rady RNDr. Janu Riegertovi Ph. D. a Mgr. Saše Průchové. Dále pak všem, kteří se podíleli na pozorování a nahrávání, jmenovitě Ing. Radimu Kotrbovi Ph. D., Ing. Karolíně Brandlové Ph. D., Ing. Markétě Glonekové Ph. D., Bc. Markétě Švejcarové, Mgr. Barboře Dobiášové, MVDr. Daně Hylákové, Ing. Pavlu Královi, RNDr. Martině Nemčkové Ph. D., Dr. Paulu Vercammenovi, Veronice Anděrové a p. Belěšovi.

Samozřejmě bych také chtěla poděkovat mojí rodině a blízkým za obrovskou podporu při studiu.

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíle práce	2
3. Metodika a materiál	3
3.1 Dokumentace cvakajících druhů	3
3.2 Fylogenetická distribuce znaku a rekonstrukce jeho ancestrálního stavu v tribech Bovini a Caprini	4
3.3 Dílčí dokumentace a analýza cvakání antilop losích a antilop Derbyho	4
3.4 Statistická analýza dat	7
4. Výsledky	8
4.1 Literární rešerše	8
4.2 Dokumentace cvakajících druhů	12
4.3 Fylogenetická distribuce znaku a rekonstrukce jeho ancestrálního stavu v tribech Bovini a Caprini	14
Předek obou skupin byl podle předložené rekonstrukce necvakavý.	16
4.4 Analytická část	16
5. Diskuze	21
6. Závěr	24
7. Literární zdroje	25
8. Přílohy	28

1. Úvod

V živočišné říši se můžeme setkat s různými druhy komunikace, u sociálních živočichů jsou často zprostředkované akustickými signály (Frie et al. 2016). Akustická komunikace hraje důležitou roli v životě jedince, protože přenáší širokou škálu informací během jeho každodenního života (např. varování před nebezpečím), dále při námluvách, vyhraňování teritoria nebo během rodičovské péče (Bradbury 1998). Komunikace se neomezuje jen na projevy zvukové (Morozov 1983), ale může být i tzv. nonvokální, produkovaná tedy mimo hlasový aparát. Mezi takovou můžeme zařadit např. tělesné postoje, pohyby nebo naježenou srst (Morozov 1983) či její modifikace (např. ostny dikobrazů apod.). Keporkakové (*Megaptera novaeangliae*) kromě vokalizace spolu komunikují vyskakovaním z vody nebo plesknutím prsní či ocasní ploutve o tělo (Clark 1900, Herman & Tavalga 1980), šimpanzi pak bubnují končetinami o kmeny stromů (Arcadi et al. 1998). U některých druhů rodů turovitých a jelenovitých lze nalézt cvakání při chůzi (Mohr 1917), které je tvořeno doposud ne zcela známým mechanismem v končetinách (pro detail viz níže).

Komunikace u turovitých probíhá různými způsoby a hlasové projevy jsou značně různorodé – bučení, chrochtání, ryčení, mručení či pískání. Význam a repertoár těchto zvuků samozřejmě záleží na situaci a na aktérech (Volf 1987, Groves & Leslie 2011). V porovnání se šelmami, primáty nebo dokonce s koňovitými, mají turoviti velmi omezeně vyvinutou svalovinu obličeje a tudíž omezenou škálu mimických projevů. Avšak postoj, pozice, pohyb krku, hlavy, rohů, nohou, či naježení srsti předává rozmanité signály o tom, k jakému druhu jedinec patří, o jeho sexuálním a sociálním postavení, o emocionálním stavu a o jeho záměrech (Estes 1991). Jako další zdroj komunikace může sloužit už zmíněné cvakání při chůzi (z ang. knee-clicks).

Cvakání je výrazný zvuk vznikající v končetině. Tento zvuk je nápadný jak při chůzi a běhu, tak i při přesunu váhy těla (Mohr 1917). Zvuk má různé parametry u jednotlivých druhů, pohlaví a u jedinců rozdílného stáří (Mohr 1917). U řady druhů cvaká jak samec, tak samice, ale třeba u antilopy losí se cvakání vyskytuje jen u dospělých samců (Bro-Jorgensen & Beeston, 2015). Antilopa losí je ostatně jediný zástupce, u kterého cvakání bylo zdokumentováno detailně, s použitím moderních metod, a diskutováno v moderním evolučním kontextu. Pro antilopu losí je známo, že začínají cvakat samci starší 4 let a zvuk lze slyšet až na vzdálenost 400 metrů, přičemž je cvakání úzce spojeno s kondicí samce (tzv. poctivý signál kvalit samce) (Bro-Jorgensen & Beeston 2015).

Přestože se cvakání vyskytuje u známých druhů, jakými jsou například sob polární (*Rangifer tarandus*), jelen milu (*Elaphurus davidianus*), antilopa losí (*Taurotragus oryx*) či

antilopa Derbyho (*Taurotragus derbianus*) (Mohr 1917), není o tomto fenoménu příliš známo. Pro svou zajímavost bývá zmiňován v literatuře, avšak již bez hlubšího vysvětlení mechanismu vzniku nebo jeho významu či základní dokumentace těchto zvuků (např. dominantní frekvence). Tato práce se snaží sumarizovat dosavadní informace o cvakání u turovitých a doplnit je o vlastní pozorování.

2. Cíle práce

Na základě úvodu lze cíle mé práce shrnout to těchto bodů, přičemž je vhodné upozornit, že se zaměřuje na čeleď turovitých (Bovidae).

- Zpracování literární rešerše o výskytu, vzniku a významu cvakání.
- Dokumentace cvakajících druhů a její konfrontace s literaturou.
- Zmapování fylogeneze cvakání u tribů Bovini a Caprini (sensu A. Hassanin et al. 2012).
- Audiodokumentace cvakání vybraných druhů turovitých, analýza vybraných parametrů zvuku (dominantní frekvence, 25%, 50% a 75% kvartil). Porovnání cvakání jedinců s ohledem k druhu, pohlaví a věku analyzovaných jedinců.
- Navrhnutí dalších perspektiv studia cvakání.

V kontextu studia cvakání u kopytníků je vhodné zmínit, že souběžně vzniká bakalářská práce o jelenovitých (Veronika Anděrová) a obě tyto práce navazují na magisterské práce Markéty Rochové a Lucie Pojerové. Konkrétně v případě mé práce rozvíjím dosavadní poznatky o pozorování řady dalších sudokopytníků, čímž se mapování evoluce cvakání zpřesnilo a umožnilo doporučit některé dílčí druhy k analýze akustickou kamerou (Radim Kotrba a Petr Němeček a jejich kolegové, Praha), dále dokumentují cvakavé zvuky u antilopy Derbyho a několika samců antilopy losí.

3. Metodika a materiál

Obecná část práce se zaměřuje na výskyt cvakání v čeledi turovitých a fylogenetickou distribuci cvakání u tribu Bovini a Caprini. Analytická část se pak zabývá vyhodnocením nahrávek cvakání antilop losích (*Taurotragus/Tragelaphus oryx*) a antilop Derbyho (*Taurotragus/Tragelaphus derbianus derbianus*). Použité názvosloví většinově odpovídá studii Hassanin et al. (2012).

3.1 Dokumentace cvakajících druhů

Přehled cvakajících druhů byl sestaven z dostupné literatury a doplněn údaji získanými vlastním pozorováním (Zoo Praha – podzim 2015, Zoopark Vyškov – podzim 2016, Zoo Dvůr Králové – jaro 2017), pozorováním školitele a kolegů, v zásadě pro všechny dostupné taxony chované v Unii českých a slovenských zoologických zahrad. Povaha cvakavých zvuků se může lišit. U druhu, popřípadě i u jednotlivých jedinců, se může vyskytovat cvakání buď slabšího či silnějšího charakteru. Slabé cvaknutí je na hranici slyšitelnosti, silnější je naopak velmi dobře rozeznatelné, v obou případech z blízké vzdálenosti. Obě tyto varianty jsou v práci shrnuty do jednoho společného znaku, tedy že druh cvaká. U druhů, které cvakají slabě je tento fakt uveden pouze v poznámce. U sledovaných taxonů byla snaha pozorovat co největší počet jedinců, v ideálním případě obě pohlaví a získat informace o věku jednotlivců. Tyto poznatky vedly k určení, zdali se jedná o druh cvakavý či necvakavý. U některých jedinců se může totiž vyskytnout cvakání způsobené kosterními či kloubními vadami (např. artróza), a aby tento druh nebyl mylně označen jako cvakavý, důraz na pozorování více jedinců by mělo takovéto chybné zařazení eliminovat. Slabé nepravidelné cvakání bylo tedy klasifikováno jako nepřítomnost tohoto znaku. Také byla snaha zaznamenat, zdali zvuk přichází z přední či zadní končetiny, popřípadě z obou a pokud vzniká při usazení či zdvižení končetiny.

Spektrum cvakavých druhů je ovšem větší, viz Tab. VI., v rámci této rešeršní části práce je dobré podotknout, že níže uvedený přehled druhů je revidovaný, upřednostňujeme pozorování na základě většího počtu jedinců. Pokud třeba E. Mohrová uvádí cvakání u jedné samice buvola kaferského a my jsme pozorovali větší počet dospělých jedinců buvola kaferského a pralesního, upřednostňujeme naše pozorování nad pozorováním E. Mohrové.

3.2 Fylogenetická distribuce znaku a rekonstrukce jeho ancestrálního stavu v tribech Bovini a Caprini

Seznam cvakajících a necvakajících druhů byl asociován s publikovanými kladogramy, převzatými hlavně ze studie Hassanin et al. (2012) a u rodu *Ovis* z práce Rezaei et al. (2009). Na kladogramy byl parsimonně namapován znak, který ukazuje, zda pozorovaní jedinci druhu cvakají (1) či necvakají (tedy slabě nepravidelně či vůbec) (0), konkrétně v programu NONA 2.0 (Goloboff 1999) a Winclada Nixon (1999-2002). Na základě výsledného kladogramu se určil ancestrální stav u jednotlivých rozlišovaných skupin.

3.3 Dílčí dokumentace a analýza cvakání antilop losích a antilop Derbyho

Cvakání bylo zadefinováno jako pravidelné prasknutí v končetinách dospělého jedince při pohybu či přenesení váhy (Mohr 1917).

Nahrávky antilop Derbyho, konvenčně vymeзованého západního poddruhu *T. d. derbianus*, byly poskytnuty týmem Derbianus (jmenovitě díky značnému nasazení Markéty Glonekové a Markéty Švejarové, po dohodě s Dr. Karolínou Brandlovou), který je pořídil v rezervacích Bandia a Fathala, nacházejících se v Senegal, v únoru 2013. Vzhledem k silnému ohrožení druhu (IUCN 2008) se jedná o oplocené území s polodivokými jedinci (Brandlová et al. 2014). Detailní údaje o nahrávaných jedincích byly získány z ročenky projektu Derbianus (Brandlová et al. 2014). Celkem byly pořízeny nahrávky 12 jedinců, jejichž přehled je spolu s věkem zahrnut v tabulce I.

Tab. I: Údaje o pohlaví (M – samec, F – samice), věku jedinců v měsících a počtu cvaknutí získaného z audionahrávek pro antilopy Derbyho.

Jedinec	Pohlaví	Věk	Počet cvaknutí
Matam	M	110	50
Derby	M	98	36
Deedet	M	85	38
Dagana	F	131	21
Sao	F	73	31
Dewene	F	73	20
Ndigoye	F	121	26
Gaaw	M	96	11

Karang	M	121	13
Bandia	M	97	15
Bisaab	M	50	4
Donma	F	49	10

Jedinci zmíněni pod čarou nebyli zahrnuti do následného statistického vyhodnocení kvůli malému počtu kvalitních záznamů.

Cvakání antilop losích bylo nahráno na farmě Školního zemědělského podniku ČZU v Lánech v srpnu 2015, díky ochotě Dr. Radima Kotrby (ČZU Praha, VÚŽV Praha). Tato zvířata jsou odvozena od chovných antilop losích ze Zoo Dvůr Králové, které by měly pocházet z východní Afriky, což by odpovídalo i jejich fenotypu (např. nápadné pruhování), proto je patrně oprávněné je při srovnávání uvádět jako *T. o. pattersonianus* a *T. o. livingstonei* (vůči nepruhovatému *T. o. oryx*) (školitel, osobní sdělení). Tento chov se zaměřuje na ověření antilop losích jakožto alternativního druhu chovaného v našich podmínkách (<https://lany.czu.cz> 2017). Údaje o věku jedinců poskytl ŠZP Lány a jsou zahrnuty, společně s počtem cvaknutí, v tabulce II.

K nahrávání byl použit přenosný audiorekordér Marantz PMD 620MK II se směrovým mikrofonem Sennheiser.

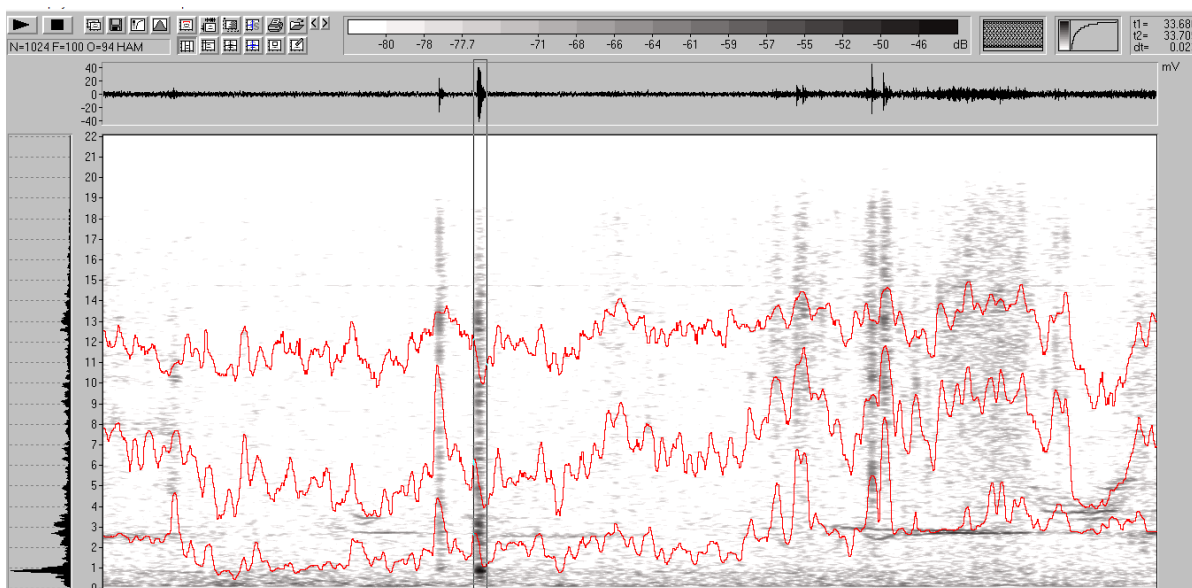
Tab. II: Údaje o pohlaví (M – samec, F – samice), věku jedinců v měsících a počtu cvaknutí získaného z audionahrávek pro antilopy losí.

Jedinec	Pohlaví	Věk	Počet cvaknutí
Hanno	M	97	275
Dael	M	76	55

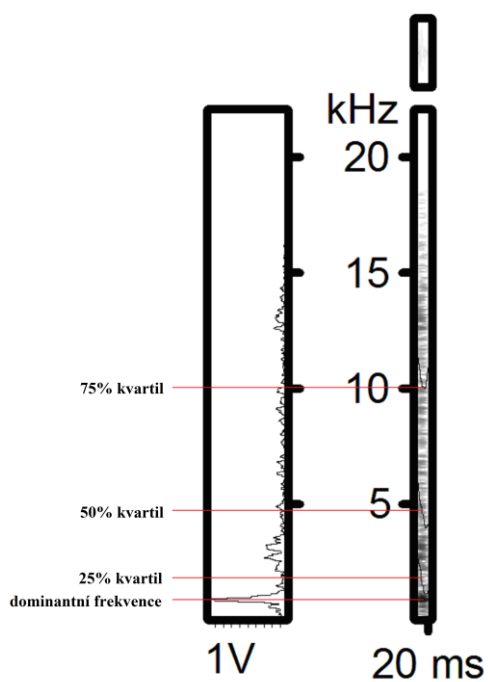
Z důvodu malého vzorku jedinců nebyli tito použiti v následném statistickém vyhodnocení srovnání jedinců mezi sebou, ani u korelace parametrů cvakání s věkem.

Analýzy audionahrávek obou druhů byly provedeny v programu Avisoft-SAS Lab Pro Software, verze 5.2.10 (2017). Parametry spektrogramu byly následující: Hamming Window, Fast-Fourier-Transformation (FFT) 256 bodů, Frame = 100%, overlap 50%. u každého cvaknutí byly naměřeny 4 parametry: dominantní frekvence, 25% kvartil, 50% kvartil a 75% kvartil. Dominantní frekvence je definována jakožto frekvence vlny s nejvyšší

amplitudou, jedná se tedy o nejvýraznější frekvenci v cvaknutí. Kvartily pak dělí výběr na čtvrtiny, 75% kvartil je bod, pod kterým leží $\frac{3}{4}$ zvuku, pod 50% kvartilem leží $\frac{1}{2}$ zvuku a pod 25% kvartilem $\frac{1}{4}$ intenzity zvuku.



Obr. 1: Zobrazení spektrogramu se cvaknutím antilopy Derbyho v programu Avisoft.



Obr. 2: Rozložení měřených parametrů cvaknutí.

3.4 Statistická analýza dat

Analýza naměřených dat byla provedena v programu STATISTICA, verze 12 (StatSoft 2013), ve kterém byly prověřeny tyto otázky:

1) Liší se parametry cvakání mezi jedinci jednoho druhu?

Použité testy: Kruskal-Wallisův test, jednocestná ANOVA

2) Liší se cvakání mezi pohlavími v rámci jednoho druhu?

Použité testy: Mann-Whitneyův test, dvouvýběrový t-test

3) Liší se ve cvakání druhy mezi sebou?

Použitý test: Mann-Whitneyův test

4) Je cvakání korelováno s věkem jedince?

Použité testy: korelace, Spearmannova korelace

Výběr parametrických vůči neparametrickým testů se řídil testem normality dat, v případě nenormálního rozdělení byla data logaritmována.

4. Výsledky

4.1 Literární rešerše

Vznik cvakání

Od počátku zkoumání tohoto jevu je badatelům známé, že se zvuk tvoří v končetině, názory se ale rozcházejí v přesné lokalizaci vzniku cvakání. Fenomén byl nejintenzivněji zkoumán na sobovi (*Rangifer tarandus*) (Mohr 1917).

Obecně lze teorie rozdělit na ty, příkládající zvuk vnějším a vnitřním příčinám. Teorie zabývající se vnějšími příčinami vznik zvuku přisuzují paspárkům či kopytům. Jedním z prvních nám známých vědců, který se tímto jevem zabýval, byl švédský přírodovědec K. Linné. Ten byl toho názoru, že cvakání pochází z kopyt a vzniká tak, že paznehty stojící končetiny jsou roztažené, ale jakmile dojde k zdvihnutí končetiny, paznehty se secvaknou a vydají známý zvuk (Linné 1732, v Mohrové 1919). K tomuto názoru se vrací Carnaby (2008), který vidí příčinu vzniku stejně, tentokrát u antilopy losí. S. Nilsson (1847, v Mohrové 1919) přičítal vznik zvuku kontaktu paspárků sousedních končetin při běhu či skoku sobů.

Při detailnějším pozorování se řada autorů shoduje na vnitřní příčině vzniku zvuku, tedy na lokaci v kloubech, liší se však v přesném umístění. Brehm (1873) zpočátku zastával názor zahrnující vnější příčiny, upustil od něj při důležitém zjištění, že k vyvolání cvaknutí stačí pouhé přenesení váhy a také pozorováním cvakání nohy obvázané plátnem. Dále doplnil své pozorování konstatováním, že ne každý krok je doprovázen cvaknutím a např. při brodění sněhem tento jev mizí. J. Hollsten se domníval, že cvakání vzniká mezi články prstů za pomoci sezamových kůstek (Hollsten 1774, v Mohrové 1919). Flerov tuto teorii dále rozvíjí a dodává, že zvuk vznikne třením sezamových kostí soba o napnuté ohybače hlezenního kloubu při zvednutí končetiny (Flerov 1952). Düben (1873) přemístil místo vzniku cvakání u soba do kloubního spojení mezi střední částí nohy a horním koncem článku prstů (něm. Fesselgelenk) a jeho příčinu příkládal šlachám pro *musculus tibialis posticus*, či jiným natahovačům svalů (Düben 1873). Bergström analyzoval nohu soba přímo, tedy hýbáním končetiny utraceného jedince; cvaknutí bylo jasně slyšet po ohnutí a natažení kloubů zápěstních a patních, ovšem než se dostavila posmrtná ztuhlost. Podobný zvuk se nepodařilo vyprodukovat ohýbáním článků prst a ani u vyšších kloubů, tedy kolenních a loketních (Bergström 1911). Ekman podrobil detailnímu zkoumání ochočené tažné soby a vyvrací názor, že by zvuk vznikal vnější příčinou, tj. uhozením paspárků o sebe, podle něj nastává cvaknutí při položení nohy, když se přesune váha těla (Ekman 1907). Erna Mohrová,

kteřá se cvakáním sudokopytníků zabývala detailně, se na rozdíl od Ekmana přiklání k názoru, že cvaknutí vzniká během zdvihu končetiny, a to tak, že při postavení nohy se články prstů ohnou oproti metakarpu tak daleko, že mezi nimi vzniká díky přetížení synoviální membrány podtlak. V okamžiku zvednutí končetiny se synoviální membrána uvolní, díky tlaku vnějšího vzduchu je synoviální vazivo natlačeno na tvrdé části kloubu a vytvoří tak cvaknutí; čím prudší pohyb, tím slyšitelnější zvuk. Podle Mohrové je ke vzniku zvuku zapotřebí určitého vývoje končetiny a dosažení určité hmotnosti, což dokládá pozorováním mláděte soba, které v pátém měsíci začalo cvakat jako dospělý jedinec. Mohrová dále uvádí, že cvakání se vyskytuje u předních končetin, z důvodu většího zatížení způsobeného vahou krku a hlavy s parohy; metakarpus tedy v průběhu vývoje zaujme ostřejší úhel oproti článkům prstů a nastane tak prostor pro vznik podtlaku a cvaknutí. Stejněho výsledku dosáhla pozorováním mláděte antilopy losí (Mohr 1917).

Beck a Wemmer dospěli k názoru, že cvakání vzniká v karpálních a tarsálních kloubech, jejichž zatížení se při pohybu mění; na jeho vzniku se můžou podílet i šlachy a vazivo (Wemmer et al. 1984). Vyvrací teorii Schallera, tedy že cvakání vzniká v kopytech (Schaller & Hamer 1978). Müller-Using a Schloeth se zmiňují, že zvuk u soba a srnce vzniká při odskočení šlachy (Müller-Using & Schloeth 1967, Nowak 1991); Kingdon také označuje kolenní šlachy jako původce vzniku cvaknutí a to u antilopy losí (Kingdon 1982). Hillman vnímá cvakání jako zvláštnost, nacházející se u starších samců antilop losích, která vzniká pouze v kloubech předních končetin, u jedinců starších čtyř let (Hillman 1974), toho názoru je i Posselt (1963). Whitehead pak jako původce zmiňuje pouze kopytní kosti (Whitehead 1972). Naopak Bro-Jorgensen a Dabelsteen se přiklání k teorii, že zvuk vzniká sklouznutím šlachy přes karpální kost (Estes 1991, Hillman 1979), což podporují negativní korelací dominantní frekvence cvaknutí s velikostí těla. Jejich hypotéza je, že délka a průměr šlachy se zvětšuje společně s velikostí těla, tedy i s věkem (Bro-Jorgensen & Dabelsteen 2008).

Zatím nebyla žádná z teorií o vzniku vědecky prokázána, každopádně se zdá, že je ke vzniku cvaknutí zapotřebí dosažení určitého stupně vývoje končetiny a dosažení určité hmotnosti těla (Mohr 1917, Hillman 1979).

Význam cvakání

K čemu cvakání slouží je otázka, kterou se mnoho autorů překvapivě nezabývá. Podle Mohrové se jedná o doprovodný jev k přizpůsobení chůze soba a losa v měkkém substrátu (Mohr 1919). Další z teorií cvakání označuje jako znak sloužící vnitrodruhové

komunikaci. Podle Toweilla a Thomase (2002) mohou velmi obezřetní losí s pomocí cvakání rozpoznat predátora od příslušníka svého druhu; žádný predátor totiž podobné zvuky nevydává.

Whitehead (1972) se domnívá, že cvakání může mít sociální význam, Müller-Using a Schloeth (1967) k tomu doplňují, že cvakání lze uplatnit při udržování soudržnosti ve stádě. Wemmer et al. (1984) navíc poukazuje, že zatímco pomalému cvakání při chůzi zvířata nevěnují tolik pozornosti, naopak zvuky vzniklé při běhu u nich vzbudí zájem. Mohlo by se jednat nejen o zvukový signál informující o existenci stáda, ale např. i signál udávající směr útěku v případě nebezpečí. Hillman (1974) popisuje situaci, kdy mladý samec antilopy losí ustoupí z blízkosti samic poté, co uslyší cvakání dospělého samce.

Nejpodrobněji se významu cvakání věnovali Bro-Jorgensen a Dabelsteen (2008) a Bro-Jorgensen a Beeston (2015) konkrétně na příkladu antilopy losí. Jde o první metodicky moderní studii na téma cvakání, ve které autoři porovnávali dominantní frekvenci cvakání s morfologickými a hierarchickými atributy. Cvakání označují jako tzv. honest signal, neboli poctivý signál, pravdivě informující obě pohlaví svého druhu o velikosti a mohutnosti jedince a jeho bojových schopnostech. Krční lalok a velikost rohů značí „jen“ věk a zbylé znaky (jako čupřina nebo zbarvení tváří či boků) jsou podle všeho spíše jen odrazem bojovnosti. Zdá se tedy, že pomocí velkého krčního laloku by stárnoucí samec mohl oklamat své soupeře, popřípadě samici, ale cvakání ho prozradí. Doplnují, že tento zvuk mohl mít v evoluci i další výhodu, totiž že s jeho pomocí lze např. velmi snadno alarmovat stádo před predátorem. Protože se samci antilopy losí, oproti ostatním turovitým, vokálně příliš neprojevují (Estes 1991, Hillman 1979), cvakání by mohlo fungovat jako nejúspornější možnost pro demonstrování svého postavení ve stádě obsahujícím více samců (Bro-Jorgensen & Dabelsteen 2008). V novější studii dodávají, že samci antilopy losí mají tendenci zdvihát přední končetinu i v klidu, a tím si upevňovat svou pozici (Bro-Jorgensen & Beeston 2015).

Cvakající druhy

V literatuře se uvádí cvakání následujících druhů z čeledi turovitých: antilopa losí (*Taurotragus/Tragelaphus oryx*) (Mohr 1917, Posselt 1963, Kingdon 1972, Hillman 1974, Carnaby 2008, Bro-Jorgensen & Dabelsteen 2008, Skinner & Chimimba 2005, Frost 2015), východní poddruh antilopy Derbyho (*Taurotragus/Tragelaphus derbianus gigas*) (Mohr 1917), paovce hřivnatá (*Ammotragus lervia*) (Mohr 1917), kozorožec alpský (*Capra ibex*)

(Mohr 1919), buvol kaferský (*Syncerus caffer caffer*) (Mohr 1917) a velkých plemen zebu (*Bos indicus* nebo *Bos taurus indicus*) (Mohr 1917).

U cvakání je (či by měl být) významný parametr frekvence u pozorovaných jedinců. Bro-Jorgensen a Dabelsteen (2015) pozorovali stádo asi 400 jedinců antilop losích, z čehož 280 bylo cvakajících samců. Mohrová zaznamenala cvakání u jedné samice buvola kaferského (Mohr 1917) a jednoho samce kozorožce alpského (Mohr 1919). V ostatních pracích údaje o počtu pozorovaných jedinců chybí.

Jak již bylo zmíněno, cvakavé zvuky při chůzi vydávají i někteří jelenovití (např. Mohr 1917, Müller-Using & Schloeth 1967, Groves & Leslie 2011), ti jsou zpracováni v jiné bakalářské práci (Veronika Anděrová).

Faktory ovlivňující cvakání

Jak bylo uvedeno výše v literární rešerši, na cvakání má vliv více faktorů. Jedním z nich je věk, patrně z důvodu postupného vývoje končetiny (Mohr 1917) a pravděpodobně asociované váhy (Mohr 1917, Kingdon 1982); s přibývajícím věkem se charakter zvuku mění (Bro-Jorgensen & Dabelsteen 2008).

Dalším faktorem je pohlaví (Wemmer et al. 1984), u některých druhů můžeme nalézt cvakající obě pohlaví, u jiných druhů cvaká jen jedno. Z výše zmiňovaných autorů pohlaví u cvakavých taxonů turovitých sice specifikuje Mohrová (1919), Hillman (1979) nebo Groves a Leslie (2011), ovšem nikdo z nich explicitně nezmiňuje významnost a rozmanitost sexuálních rozdílů u cvakání.

Dále je potřeba rozlišit, zdali se cvakání ozývá z přední či zadní končetiny (Mohr 1917), což by se při chůzi mělo projevat počtem cvakání (dvoutakt či čtyřtakt), přičemž u výše uvedených zástupců turovitých tento parametr zmiňuje jen Bro-Jorgensen & Beeston (2015) pro antilopy losí a to pro přední končetinu.

Nicméně je nutné poznamenat, že i u jedinců stejného druhu, kteří se velmi podobají velikostně i věkově se mohou parametry cvakání velmi lišit (Rochová 2014).

Biologie turovitých

V rámci pozdějšího pokusu o asociaci cvakání u dílčích taxonů s jejich biologií zde předkládám tabulky (viz příloha, Tab. III, IV, V) zahrnující obývané prostředí, hmotnost

samce a samice a jejich sociální uspořádání. Data byla převzata z knihy Bovids of the World (Castelló 2016) a jsou zaměřena na triby Bovini a Caprini, u nichž se cvakání nachází.

4.2 Dokumentace cvakajících druhů

V tabulce VI je uveden seznam pozorovaných druhů, u kterých bylo zaznamenáno cvakání. Seznam byl sestaven na základě pozorování mého, školitele, kolegů a chovatelů daných zoo, jmenovitě Mgr. Barbora Dobiášová (Zoo Praha), RNDr. Martina Nemčková Ph. D. (Zoo Bratislava), Ing. Pavel Král (Zoo Ústí nad Labem) a Dr. Paul Vercammen (Sharjah Breeding Centre). Seznam zahrnuje údaje o tom, které pohlaví vydává cvakavé zvuky, zda bylo cvakání zaznamenáno z přední či zadní končetiny, a zda při zvednutí či dosednutí nohy. Dále pak počty pozorovaných jedinců (samec, samice) a detaily o pozorování samém.

Tabulka VII (viz příloha) obsahuje seznam pozorovaných necvakavých druhů.

Tab. VI: Seznam pozorovaných cvakavých druhů s tučným vyznačením cvakajících jedinců.

druh	pohlaví	charakter cvakání	počet pozorovaných jedinců	lokace	pozorovatel	rok
tribus Bovini						
<i>Tragelaphus oryx</i>	♂ (♀*)	předními končetinami, při zvednutí	3,23	farmový chov v Lánech	vlastní pozorování	2015
<i>Tragelaphus derbianus derbianus</i>	♂,♀	předními končetinami	12,7	rezervace Bandia a Fathala (Senegal)	Markéta Gloneková, Markéta Švejcarová	2013
tribus Caprini						
<i>Ammotragus lervia</i>	♂,♀	předními končetinami	5,15	Zoo Praha	Marie Voldřichová	2013
<i>Oreamnos americanus</i>	♂,♀	cvaká předními končetinami, slabě	1,2	Zoo Plzeň	Jan Robovský	2013
<i>Capra sibirica</i>	♂	předními končetinami, při zvednutí	1,3; 2,11	Zoo Petrohrad; Zoo Olomouc	Jan Robovský	2013; 2014
<i>Capra nubiana</i>	alfa ♂, alfa ♀	předními končetinami, při zvednutí	2 z 16	Zoo Bratislava	Martina Nemčková	2017
<i>Capra caucasica</i>	♂,♀	předními končetinami	4,5	Zoo Praha	Marie Voldřichová, Markéta Rochová	2013
<i>Capra cylindricornis</i>	♂,♀	předními končetinami	2,5	Zoo Liberec	Jan Robovský, Markéta Rochová	2013

<i>Capra hircus</i> (koza domácí karpatská)	♂	předními končetinami, při zvednutí	1,0	Zoopark Vyškov	vlastní pozorování	2016
<i>Capra hircus</i> <i>aegagrus</i>	?	?	?	Zoo Mnichov	Veronika Anděrová	2016
<i>Capra falconeri</i> <i>heptneri</i>	♂	předními končetinami, při zvednutí	1,0; 1,2	Zoo Petrohrad; Zoo Mnichov	Jan Robovský; Veronika Anděrová	2014; 2016
<i>Ovis vignei</i> <i>bocharensis</i>	♂	předními, při odlehčení?	2,2	Zoo Liberec	Marie Voldřichová, Jan Robovský	2013

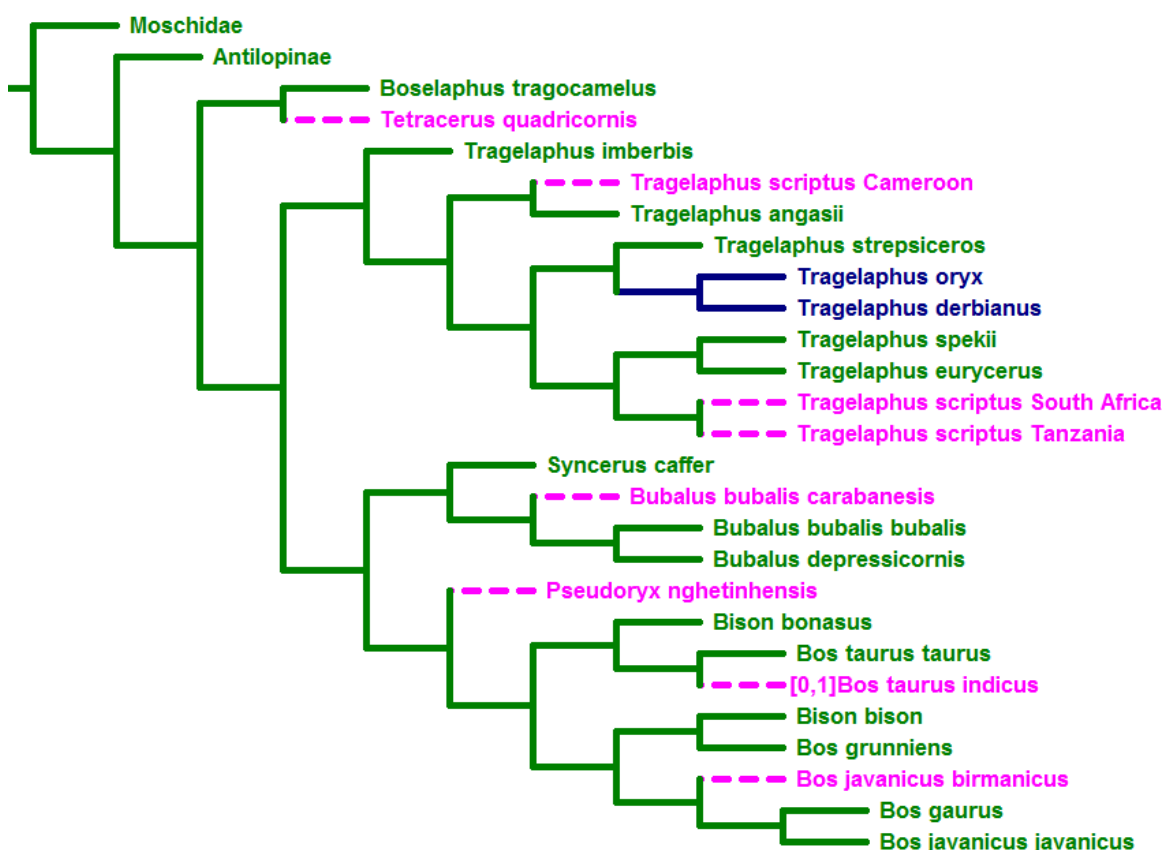
Vysvětlivky: ♂ - samec, ♀ - samice, ? – nebylo možné určit.

* jedná se o samici na chovné farmě v Lánech s cystami na vaječnicích a jednu starou samici v Zoo Ostrava

4.3 Fylogenetická distribuce znaku a rekonstrukce jeho ancestrálního stavu v tribech Bovini a Caprini

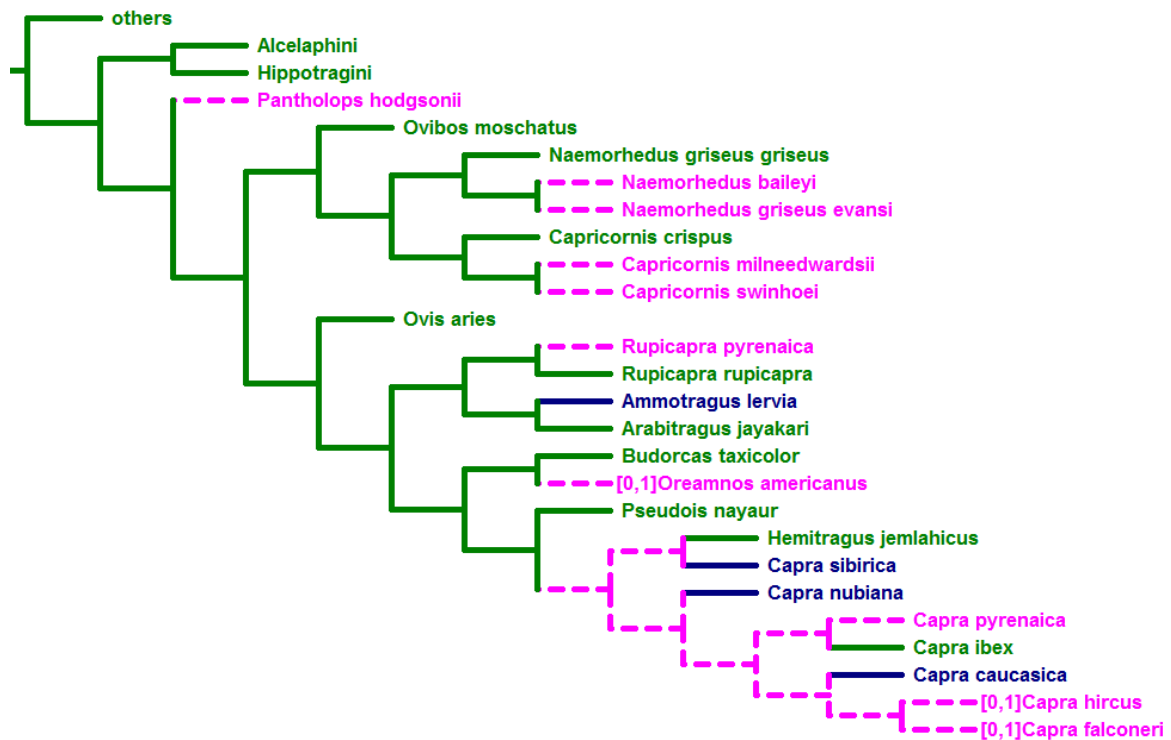
Na základě pozorování shrnutých v tabulkách VI a VII byl výskyt cvakání namapován na kladogramy převzaté z Hassanin et al. 2012 (triby Bovini a Caprini) a Rezaei et al. 2009 (jen rod *Ovis*).

Vysvětlivky: barvy znázorňují – nepřítomnost znaku (zelená), přítomnost cvakání (modrá), nezjištěný výskyt či neurčitá rekonstrukce (růžová).



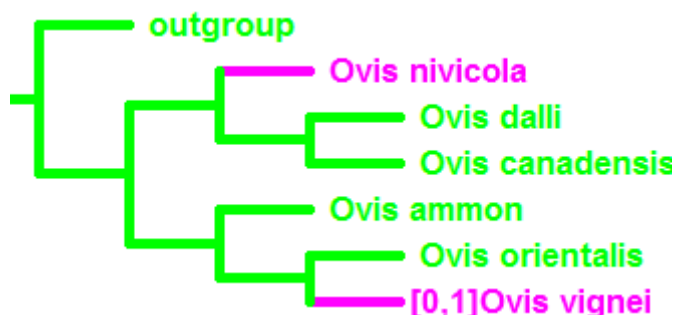
Obr. 4: Fylogenetická distribuce cvakání u tribu Bovini.

U skupiny Bovini se cvakání vyskytuje u sesterské dvojice antilopa losí (*Tragelaphus oryx*) a antilopa Derbyho (*Tragelaphus derbianus*). Zebu (*Bos taurus indicus*) má označení 0,1 z důvodů uvádění tohoto druhu jako cvakavého v literatuře (Mohr 1917), my jsme u zebu sice cvakání nepozorovali, ale šlo o drobná plemena, takže nemůžeme výskyt cvakání zahrnout. Pokud zebu jako taxon opravdu cvaká, pak by se u skupiny Bovini cvakání objevilo dvakrát.



Obr. 5: Fylogenetická distribuce cvakání u tribu Caprini.

U kozoovců se cvakání vyskytuje u paovce hřivnaté (*Ammotragus lervia*), kozorožce sibiřského (*Capra sibirica*), kozorožce núbijského (*Capra nubiana*) a kozorožce kavkazského (*Capra caucasica*). Druhy kamzíků běláček (*Oreamnos americanus*), koza domácí (*Capra hircus*) a koza šrouborohá (*Capra falconeri*) jsou opět jako 0,1, neboť se jedná o druhy, u kterých někteří dospělí jedinci cvakají pravidelně, jiní dospělí jedinci ale necvakají. Podle mapování se cvakání patrně objevilo několikrát nezávisle – paovce, běláček a u rodu *Capra*, kde je rekonstrukce evoluce cvakání bohužel neurčitelná.



Obr. 6: Fylogenetická distribuce cvakání u rodu *Ovis*.

U rodu *Ovis* se cvakání vyskytuje u samců uriala bucharského (*Ovis vignei bochariensis*), tento výskyt tedy navyšuje počet „vzniklých“ cvakání u skupiny Caprini.

Definovaný výskyt 0,1 je dán sesterskou pozicí uriala kaspického (*Ovis vignei arkal*), který necvaká.

Předek obou skupin byl podle předložené rekonstrukce necvakavý.

4.4 Analytická část

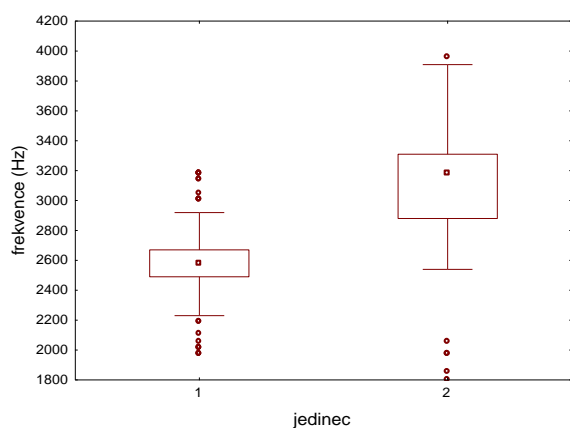
K vizualizacím dat pomocí grafů box and whisker plot, se vztahují tyto vysvětlivky:

□ Medián, 25%-75% kvartil, — Min – Max rozpětí (1,5 IQR) , ○ odlehlá pozorování.

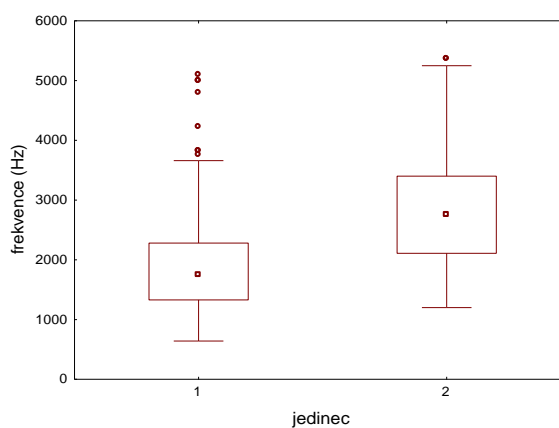
1) Liší se parametry cvakání mezi jedinci jednoho druhu?

Antilopa losí

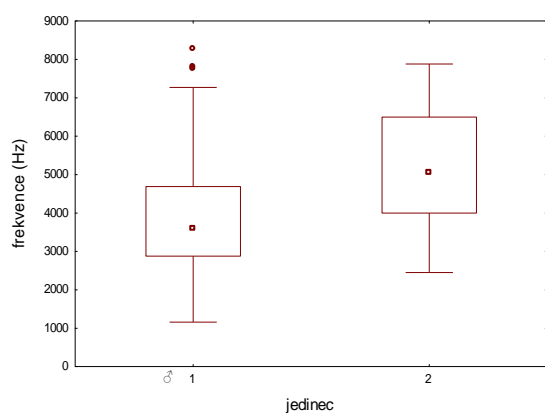
U antilop losích nebylo provedeno statistické zhodnocení, zdali se jedinci mezi sebou liší, a to kvůli malému počtu pozorovaných jedinců. Pole vizualizace dat (Obr. 7 a 8) se zdá, že se cvakaví jedinci (u tohoto druhu samci) mohou lišit.



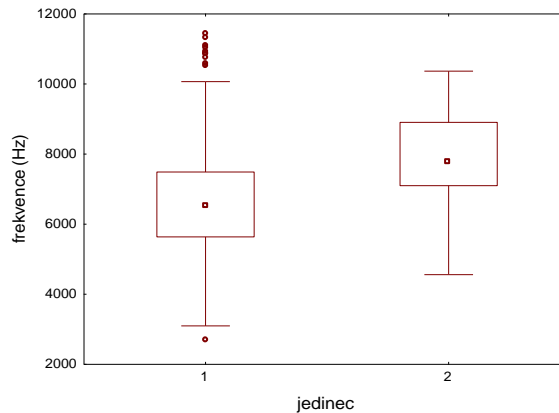
Obr. 7: Srovnání jedinců na základě dominantní frekvence.



Obr. 8: Srovnání jedinců na základě 25% kvartilu.



Obr. 9: Srovnání jedinců na základě 50% kvartilu.

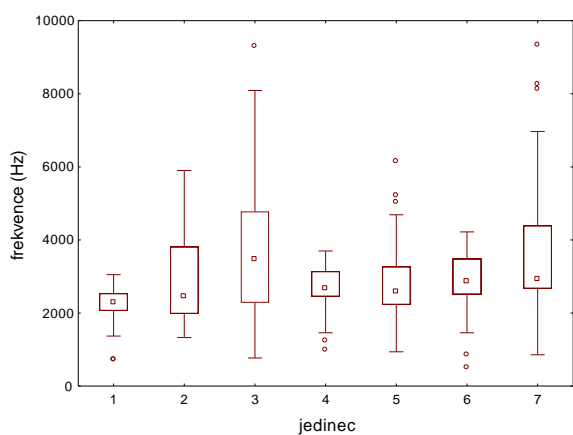


Obr. 10: Srovnání jedinců na základě 75% kvartilu.

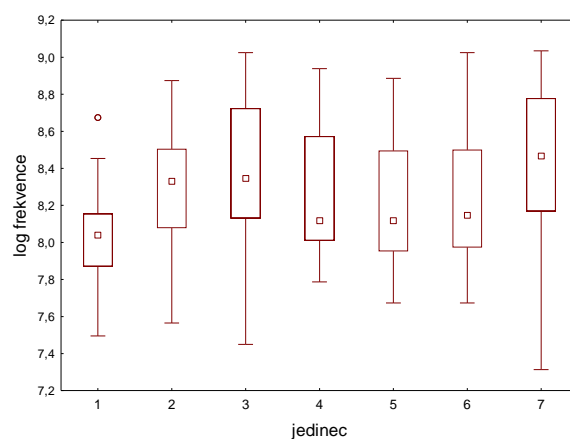
Antilopa Derbyho

Na základě dominantní frekvence vyšel rozdíl mezi jedinci průkazně (Kruskal-Wallis test: $H=27,19$; $p=0,00$), jakož na základě 25% kvartilu (jednocestná ANOVA: $F=4,2$; $p=0,00$). Rozdíly mezi jedinci naopak nevyšly na základě 50% (jednocestná ANOVA: $F=0,89$; $p=0,49$) a 75% kvartilu Kruskal-Wallis test $H=3,64$; $p=0,72$).

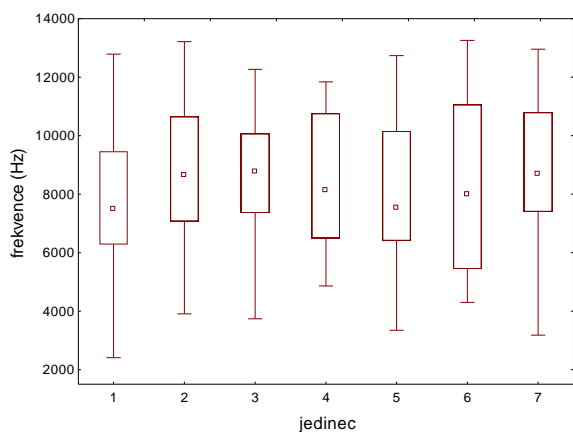
Provedený Post-hoc test (Unequal N HSD) pro dominantní frekvenci a test mnohonásobného porovnání u 25% kvartilu prokázaly, že je od sebe nejvíce liší na základě dominantní frekvence první jedinec od třetího, první od šestého a první jedinec od sedmého (viz příloha, Tab.VIII) a na základě 25% frekvence se nejvíce liší první jedinec od druhého, první od třetího a první jedinec od sedmého (viz příloha, Tab. IX).



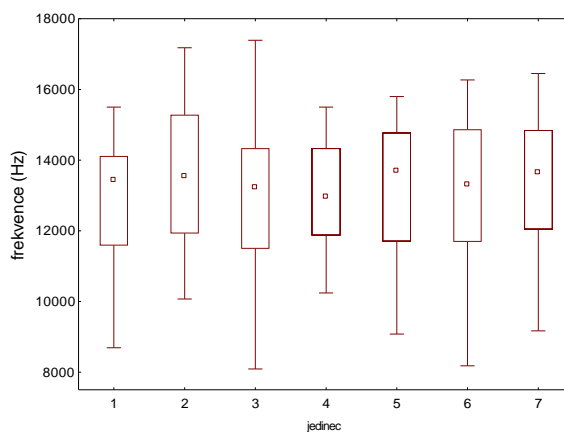
Obr. 11: Srovnání jedinců na základě dominantní frekvence.



Obr. 12: Srovnání jedinců na základě 25% kvartilu.



Obr. 13: Srovnání jedinců na základě 50% kvartilu.



Obr.14: Srovnání jedinců na základě 75% kvartilu.

2) Liší se cvakání mezi pohlavími v rámci jednoho druhu?

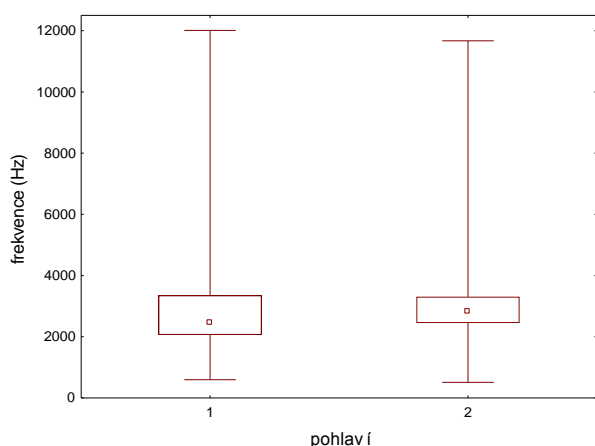
Antilopa losí

Pokud u antilopy losí vydávají cvakavé zvuky (typicky) jen samci, lze konstatovat, že se pohlaví liší, přímo výskytem tohoto zvláštního zvuku.

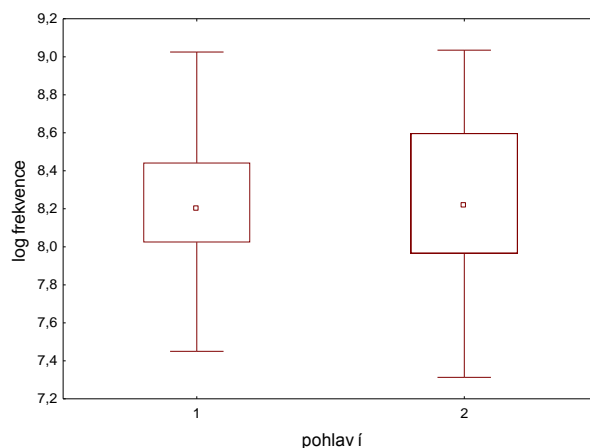
Antilopa Derbyho

Pohlaví se neliší na základě všech použitých parametrů zvuků, konkrétně dominantní frekvence (Mann-Whitney test: $U=5130$; $Z=-1,98$; $p=0,05$), 25% kvartilu (dvouvýběrový t-test: $t=-0,99$; $p=0,32$), 50% kvartilu (dvouvýběrový t-test: $t=-0,44$; $p=0,97$) a 75% kvartilu (Mann-Whitney test: $U=5882$; $Z=-0,41$; $p=0,68$).

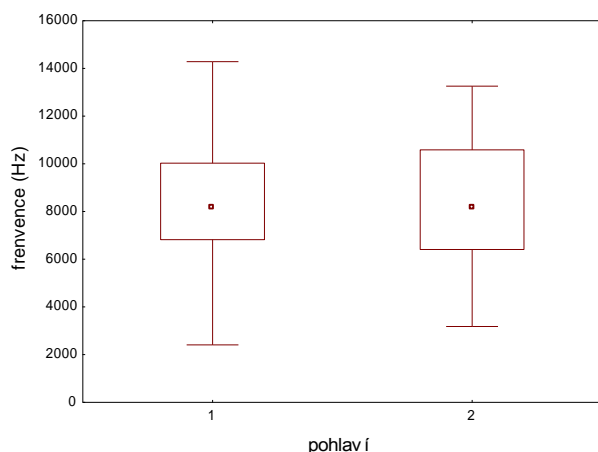
Vysvětlivky: pohlaví 1 - samci, pohlaví 2 - samice.



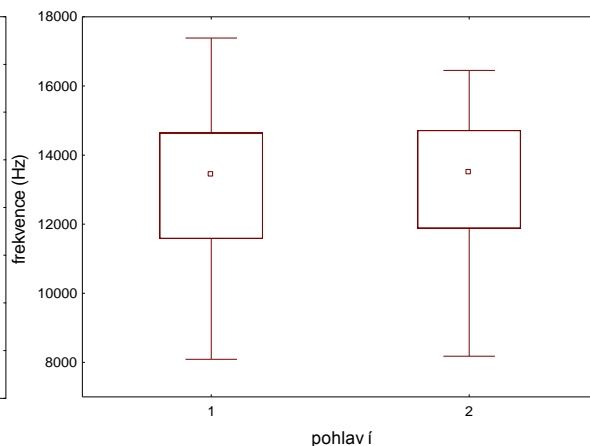
Obr. 15: Srovnání pohlaví na základě dominantní frekvence.



Obr. 16: Srovnání pohlaví na základě 25% kvartilu.



Obr. 17: Srovnání pohlaví na základě 50% kvartilu.

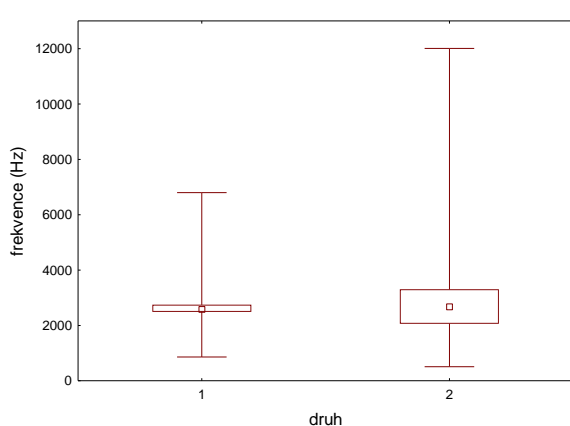


Obr. 18: Srovnání pohlaví na základě 75% kvartilu.

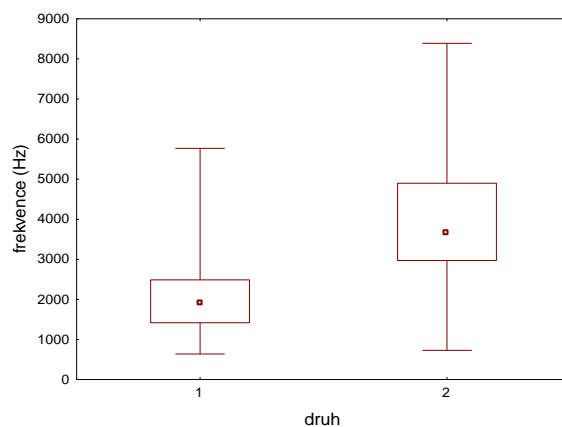
3) Existují mezi druhy signifikantní rozdíly ve cvakání?

Druhy se na základě dominantní frekvence neliší (Mann-Whitney test: $U=34157$; $Z=-1,35$; $p=0,18$), ale liší se na základě všech použitých kvartilů: 25% kvartil (Mann-Whitney test: $U=7788$; $Z=-15,70$; $p=0,00$), 50% kvartil (Mann-Whitney test: $U=4459$; $Z=-17,51$; $p=0,00$) a 75% kvartil (Mann-Whitney test: $U=784$; $Z=-19,51$; $p=0,00$).

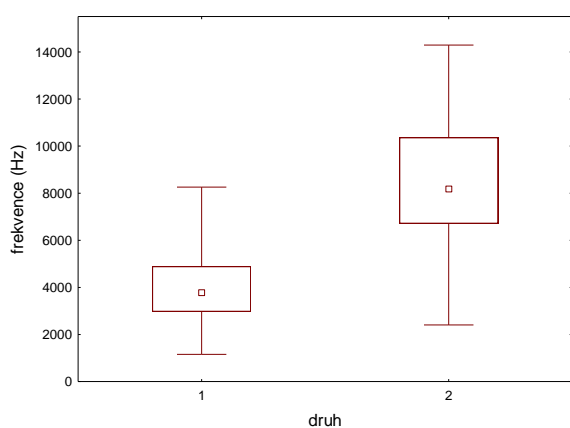
Vysvětlivky: druh 1 – antilopy losí, druh 2 – antilopy Derbyho.



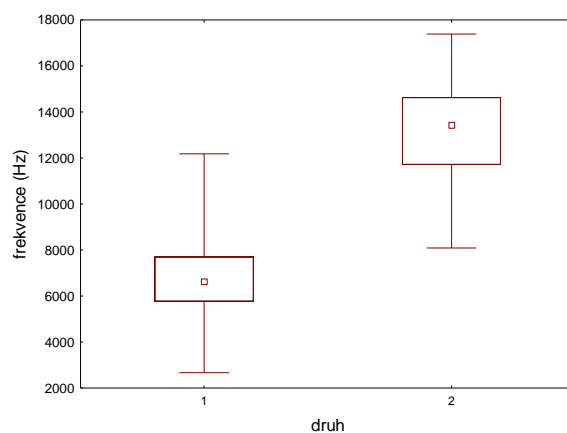
Obr. 19: Srovnání druhů na základě dominantní frekvence.



Obr. 20: Srovnání druhů na základě 25% frekvence.



Obr. 21: Srovnání druhů na základě 50% kvartilu.



Obr. 22: Srovnání druhů na základě 75% kvartilu.

4) Je cvakání závislé na věku jedince?

Korelace s věkem nevyšla průkazně pro jedince antilopy Derbyho na základě všech použitých parametrů cvakání.

Tab. X: Korelace parametrů cvakání s věkem pro antilopy Derbyho, v prvním řádku koeficienty r, v druhém hladiny významnosti.

	dominantní frekvence	25% kvartil	50% kvartil	75% kvartil
věk	-0,0863 p>0,050	-,0281 p=0,677	,0022 p=0,974	-0,0264 p>0,050

5. Diskuze

V literatuře se zmiňuje šest druhů turovitých, které produkují cvakavé zvuky při chůzi. Tento seznam byl díky našemu pozorování rozšířen o dalších sedm taxonů, o kterých se prozatím v literatuře nepsalo (koza šrouborohá, kozorožec kavkazský, kamzík bělák, kozorožec dagestánský, kozorožec núbijský, urial bucharský a některé plemena kozy domácí – např. koza domácí karpatská). Naše pozorování byla u některých taxonů v rozporu s údaji uváděnými v literatuře. Tento rozpor nastal například u buvola kaferského nebo kozorožce alpského, které ve své práci zmiňuje E. Mohrová (1917), popisuje znak však jen na jedné samici (buvol) a jednom samci (kozorožec). Její tvrzení se nepodařilo potvrdit pozorováním několika skupin, skládajícího se jak ze samců, tak ze samic. Proto jsou oba druhy v této práci uvedeny jako necvakavé. Dalším rozporuplným druhem bylo zebu. Mohrová uvádí, že cvakají jeho větší plemena (Mohr 1917). Nám dostupní jedinci však byli zebu zakrslí a u těch jsme cvakání nepozorovali, proto označuji cvakání u zebu polymorfně (01).

Tato práce se u cvakajících druhů pokusila určit, zda zvuk vychází z přední či zadní nohy, dále pak při zvednutí nebo usazení končetiny a jaké pohlaví ho produkuje, což jsou informace, které většina zdrojů neuvádí. U antilopy losí je cvakání vydáváno při zdvihání předních končetin (Bro-Jorgensen & Dabelsteen 2008), což bylo potvrzeno i při mých pozorováních. Dále se podařilo specifikovat u všech cvakavých taxonů. Cvakání se vyskytuje pouze u dospělých jedinců, končetina musí zřejmě dosáhnout určitého stupně vývoje (Mohr 1917) nebo je zde souvislost s dosažením váhy jedince, jak již bylo v rešeršní části zmíněno. U antilopy losí cvakají výhradně samci, ovšem ojediněle se může vyskytnout i u starých samic, či samic trpícími cystami na vaječnicích (Kotrba R. 2015, pers. comm.). Tento jev by mohl mít souvislost s hormonálními změnami, což je ovšem dosud nepotvrzená teorie. Cvakání obou pohlaví se vyskytuje u antilopy Derbyho, paovce hřívnaté, kozorožce kavkazského, kozorožce kavkazského, kozorožce núbijského; a cvakání výlučně samců bylo vypořádáno u kozy domácí karpatské, kozy šrouborohé, kozorožce sibiřského a uriala bucharského. V analogii s antilopou losí lze u těchto taxonů uvažovat, zda cvakání samců není jejich poctivým signálem kvalit (nabyté hmotnosti) (Bro-Jorgensen & Dabelsteen 2008).

Dále byl učiněn pokus asociovat výskyt cvakání s biologií druhu, konkrétně obývaným prostředím, váhou a sociálním uspořádáním cvakavých druhů s příbuznými necvakavými druhy. U tribu Bovini jsou cvakavé druhy, tedy antilopa losí a antilopa Derbyho, vůči svým nejbližším příbuzným (lesoni) hmotnější, což by mohlo napovědět, že

zvíře k vzniku cvakání potřebuje dosáhnout větší hmotnosti (Bro-Jorgensen & Dabelsteen 2008). Na druhou stranu z této teorie vybočují samy samice antilopy losí, které necvakají, přestože jsou hmotnostně srovnatelné se samicemi antilop Derbyho. Z pohledu sociality se antilopy losí a antilopy Derbyho odlišují od svých příbuzných tvorbou směsných velkých stád, což by mohlo znamenat, že cvakání používají jako komunikační prostředek k upevnování společenského postavení (Whitehead 1972, Bro-Jorgensen & Dabelsteen 2008) nebo k jiným projevům stádového způsobu života. U tribu Caprini nelze vyvodit závěry z hmotnostních ani sociálních aspektů, nemluvě o obývaném prostředí. Cvakající paovce hřivnatá je nejtěžší vůči svým příbuzným, kdežto cvakající kamzík bělák je vůči sesterským necvakavým takinům lehčí. Stejně tak urial bucharský se hmotností i biologií podobá např. necvakavému arkalovi. Uvedení cvakání do kontextu s biologií druhů je záležitost potřebná, avšak zdá se, že obývané prostředí, hmotnost, či sociální uspořádání nemají na prezentovanou distribuci cvakání žádná jasná a dobře čitelná pojitka.

Na základě pozorování cvakavých i necvakavých druhů byla snaha rekonstruovat ancestrální stav znaku, z níž vyplynulo, že předek tribu Bovini byl necvakavý a cvakání se vyvinulo u sesterských antilop losích a antilop Derbyho a dále možná u zebu; u tribu Caprini byl předek celé skupiny také necvakavý a cvakání se nezávisle vyvinulo u paovce hřivnaté, kamzíka běláka a rod *Capra* si se cvakáním pohrával v nerekonstruovatelné míře. Mimo oba triby jsme nenalezli cvakání u žádné další evoluční linie turovitých (Hassanin et al. 2012).

Posledním z bodů práce byla statistická analýza čtyř parametrů cvaknutí (dominantní frekvence, 25% kvartil, 50% kvartil, 75% kvartil). U antilop losích nebyla provedena statistická analýza, zdali se mezi sebou jedinci v parametrech cvakání liší, z důvodu malého počtu pozorovaných jedinců, z grafického znázornění však vyplývá, že se v jednotlivých parametrech odlišují. U antilop Derbyho se jedinci mezi sebou liší na základě dominantní frekvence a 25% kvartilu, v ostatních parametrech se však neliší. Nejvíce se od ostatních odlišuje jedinec 1, nejstarší, silně cvakající samec. Porovnání pohlaví v rámci druhu se u antilopy Derbyho neliší v žádném z parametrů. Cvakání antilop losích se od antilop Derbyho liší ve 25%, 50% i 75% kvartilu, ale v dominantní frekvenci se mezi sebou druhy neliší. Závislost parametrů cvakání na věku jedince u antilop Derbyho vyšla neprůkazně ve všech parametrech. Dominantní frekvence je u cvakavých zvuků nejčitelnější parametr a proto je upřednostňována (Bro-Jorgensen & Dabelsteen 2008). Ačkoliv bychom zhodnocení 25%, 50% a 75% kvartilu mohli vnímat jako zařazení šumu, statistická srovnání naznačují u jistých charakteristik jejich použitelnost.

Na závěr diskuse je vhodné mé výsledky konfrontovat s pozorováním Markéty Rochové, která se cvakáním turovitých zabývala v rámci své diplomové práce. Jími studované druhy byli: kozorožec dagestánský, kozorožec kavkazský a paovce hřivnatá, což jsou druhy, u kterých se cvakání vyskytuje jak u samce, tak u samice. Statistická analýza těchto druhů prokázala, že se jedinci každého jednoho druhu mezi sebou liší ve všech parametrech, což je výsledek podobný jako u antilop Derbyho, kde se cvakání liší ve dvou parametrech ze čtyř. Všechny tři analyzované druhy se mezi sebou lišily, stejně tak jako antilopy losí od antilop Derbyho, z čehož vyplývá, že 5 z celkových 11 evidovaných cvakavých druhů turovitých se od sebe v parametrech cvakání liší. Rozdíly mezi pohlavími nebyly ani u jednoho z druhů prokázány, opět jako u antilop Derbyho. Antilopy losí se tomuto vymykají a to z důvodu nepřítomnosti cvakání u samic. Poslední z analyzovaných faktorů ovlivňujících cvakání byl věk, který nebyl korelován s parametry zvuku u kozorožce dagestánského, opačně tomu bylo u kozorožce kavkazského. Stejná situace jako u kozorožce dagestánského vyšla i u antilop Derbyho. Celkově se statistické analýzy všech pěti druhů velmi podobají.

6. Závěr

Ve své práci jsem podala souhrn dostupných informací na téma cvakání u turovitých. Díky pozorování a rešerši literárních zdrojů snad vznikl ucelený a detailní seznam cvakavých a necvakavých druhů. Dále jsem provedla statistické vyhodnocení čtyř parametrů zvuku cvaknutí (dominantní frekvence, 25% kvartil, 50% kvartil, 75% kvartil), a to u antilop Derbyho a antilop losích. Na základě této analýzy lze říct, že se cvakání liší u jednotlivých jedinců a že parametry cvakání se liší u jednotlivých druhů.

Další perspektiva studia se naskýtá v úplném doplnění přítomnosti či nepřítomnosti cvakání u turů, popřípadě u jejich dalších příbuzných, s ohledem k dosavadnímu taxonomickému vzorkování Bovini a Caprini nelze ale asi očekávat zásadní navýšení cvakavých druhů. Stále zůstává nezodpovězena morfologická podstata samotného cvakání, jakožto i jeho význam, které vyžadují detailní morfologické studium (např. použití akustické kamery a pitva končetin cvakavých a necvakavých jedinců/druhů). Pro poznání významu by bylo zajímavé studovat reakce dílčích jedinců při playbackových experimentech. Dále by se dal studovat časový posun parametrů cvakání v dílčích sezónách a po delších časových intervalech (několik let). Ideální by bylo korelovat parametry zvuků s naváženou hmotností jedinců, jakož i asociovat distribuci cvakání ještě s mírou sexuálního dimorfismu, ovšem řada údajů o něm v literatuře bohužel chybí. V analogii s antilopou losí se nabízí testovat poctivý signál cvakání u druhů, kde cvaká jen samec.

Základní limitací všech-většiny cílů jsou možnosti získání dat (vážení; vzdálenost při nahrávání; výskyt rušivých zvuků) pro dostatečné množství jedinců.

7. Literární zdroje

Arcadi A. C., Robert D. & Boesch C., 1998. Buttress drumming by wild chimpanzees: temporal patterning, phrase integration into loud calls, and preliminary evidence for individual distinctiveness. *Primates* 39: 505-18.

Bergström E., 1911. En iakttagelse öfver renens knäppning. *Fauna och Flora (Uppsala)* 83-87.

Bradbury J. W. & Vehrencamp S. L., 1998. Principles of animal communication. Sunderland, MA: Sinauer, 882 pp.

Brandlová K., Vymyslická Jůnková P., Žáčková M., Fedorova T. & Hejcmanová P., 2014. African Studbook. Western Derby Eland, *Taurotragus derbianus derbianus* (Gray, 1847), volume 7. Czech University of Life Sciences, Prague, 83 pp.

Brehm A. E., 1873. Tierleben, Die Säugetiere. Bd. 3, Leipzig.

Bro-Jørgensen J. & Beeston J., 2015. Multimodal signalling in an antelope: fluctuating facemasks and knee-clicks reveal the social status of eland bulls. *Animal Behaviour*: 231-239.

Bro-Jørgensen J. & Dabelsteen T., 2008. Knee-clicks and visual traits indicate fighting ability in eland antelopes: multiple messages and back-up signals. *BMC Biology* 6: 47.

Carnaby T., 2008. Beat about the bush: Mammals. Jacana Media, Johannesburg, 172 pp.

Castelló J. R., 2016. Bovids of the World. Princeton University Press, New Jersey, 664 pp.

Clark C. W., 1990. Acoustic behaviour of mysticete whales, pp. 571-583. In: Thomas J. & Kastelein R. (Eds.) - Sensory abilities of cetaceans. Plenum Press, New York, NY, 710 pp.

Düben G., 1873. Om Lappland och lapparna, Stockholm, 528 pp.

Ekman S., 1907. Die Wirbeltiere der arktischen und subarktischen Hochgebirgszone im nördlichsten Schweden. In: Naturw. Unterw. d. Sarekgebirges in Schwedisch-Lappland, Stockholm.

Estes R. D., 1991. The behavior guide to African mammals including hoofed mammals, carnivores, primates. University of California Press, California, 611 pp.

Flerov K. K., 1952. Fauna of USSR. Mammals. Vol. 1, No. 2. Musk deer and deer. National Science Foundation and Smithsonian Institution, Washington, D. C. (Israel program for scientific translation), 257 pp.

Friel M., Kunc H. P., Griffin K., Asher L. & Collins L. M., 2016. Acoustic signalling reflects personality in a social mammal. *R. Soc. Open Sci.* 3: 160-178.

Frost W., 2015. The Antelope of Africa. Jacana Media, Johannesburg, 358 pp.

Goloboff P. A. 1999. NONA, Version 2.0. [Computer Software and Manual]. Tucumán, Argentina: Fundación E. Instituto Miguel Lillo.

Groves C. P. & Leslie D. M. Jr., 2011. Family Bovidae (hollow-horned ruminants), pp. 444-779. In: Wilson D. E. & Mittermeier R. A. (eds.) - Handbook of the mammals of the World, Vol. 2: Hoofed mammals. Lynx Edicions, Barcelona, 885 pp.

- Hassanin A., Delsuc F., Ropiquet A., Hammer C., Jansen van Vuuren B., Matthee C., Ruiz-Garcia M., Catzeflis F., Areskoug V., Nguyen T. T. & Couloux A., 2012. Pattern and timing of diversification of Cetartiodactyla (Mammalia, Laurasiatheria), as revealed by a comprehensive analysis of mitochondrial genomes. *C. R. Biologies* 335: 32-50.
- Herman L. M. & Tavalga W. N., 1980. The communication systems of cetaceans, pp. 149-209. In: Herman L. M. (Ed.) - *Cetacean behavior: Mechanisms and functions*: 480 pp.
- Hillman J. C., 1974. Ecology and behavior of the wild eland. *Wildlife News* 9: 6-9.
- Hillmann J. C., 1979. The biology of the eland (*Taurotragus oryx* Pallas) in the wild. Ph. D. thesis. University of Nairobi.
- Hollsten J., 1774. Afhandling om Renen. *K. Vetensk. Akad. Handl.*, Stockholm.
- Kingdon J., 1982. East African mammals. An atlas of evolution in Africa. Volume 3. Part C+D (Bovids). New York: Academic Press, New York, 404+358 pp.
- Linné C., 1889. *Iter lapponicum*. In Carl von Linné's ungdomskrifter, utgifna af K. Vetensk. Akad II., Stockholm.
- Mohr E., 1917. Über das „Knacken“ bei einigen Paarhufern, besonders beim Rentier. *Biol. Zentralbl.* 37: 177-188.
- Mohr E., 1919. Nochmals über das „Knacken“ beim Rentier. *Biol. Zentralbl.* 39: 251-256.
- Morozov V., 1983. *Jak se dorozumívají zvířata*. Znanije, Moskva, 192 pp.
- Müller-Using D. & Schloeth R., 1967. Das Verhalten der Hirsche (Cervidae). *Handbuch der Zoologie* 28: 1-60.
- Nilsson S., 1847. *Skandinavisk Fauna I. Däggdjuren*, C. W. K. Glerps Forlag Lund, 656 pp.
- Nixon K. C., 1999-2002. WinClada ver. 1.0000 Published by the author, Ithaca, NY, USA.
- Nowak R. M., 1991. *Walker's Mammals of the World, Fifth Edition, Vol. II*. The Hopkins University Press, Baltimore and London, 1629 pp.
- Posselt J., 1963. The domestication of the eland. *Rhodesian Journal of Agricultural Research* 1: 81-87.
- Rezaei H. R., Naderi S., Chintauan-Marquier I. C., Taberlet P., Virk A. T., Naghash H. R., Rioux D., Kaboli M. & Pompanon F., 2010. Evolution and taxonomy of the wild species of the genus *Ovis* (Mammalia, Artiodactyla, Bovidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54: 315-326.
- Rochová M., 2014. *Jak, čím a proč cvakají při chůzi někteří zástupci turovitých (Bovidae)?*. Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 61 pp.
- Rue III L. L., 2004. *The encyclopedia of deer*. Voyageur Press, Stillwater, 160 pp.
- Schaller G. B. & Hamer A., 1978. Rutting behavior of Père David's deer, *Elaphurus davidianus*. *Zool. Garten N.F.*, Jena 48(1): 1-15.
- Skinner J. D. & Chimimba C. T., 2006. *Mammals of the Southern African Sub-region*. Cambridge University Press, Cambridge, 872 pp.

Geist V., 2002. Adaptive behavioral strategies, pp. 389-433. In: Toweill D. E. & Thomas J. W. (Eds.) - North American elk: Ecology and management. Smithsonian Institution Press, Washington and London, 1128 pp.

Volf J., 1987. Zvířata celého světa Tuři. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 144 pp.

Wemmer C. M., Collins L. R., Beck B. B. & Wemmer C. M., 1984. The ethogram, 91-125. In: deLeiris L., B. Beck B. B. & Wemmer C. M. (Eds.) - The Biology and Management of an Extinct Species Pere David's Deer. Noyes Pubns, 193 pp..

Whitehead G., 1972. Deer of the world. New York, Viking Press, 194 pp.

www.iucnredlist.org (2017) The International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, dostupné na WWW: <<http://www.iucnredlist.org/details/22056/0>>.

www.lany.czu.cz (2017) Školní zemědělský podnik v Lánech, dostupné na WWW: <<https://lany.czu.cz/cs/r-11154-strediska/r-11395-farmove-chovy/r-11396-farmovy-chov-antilopy-losi>>.

8. Přílohy

Tab. III: Seznam zahrnující obývané prostředí, váhu samce a samice (kg) a sociální uspořádání u zástupců tribu Bovini analyzovaných v rámci evoluce cvakání.

druh	obývané prostředí	váha samce	váha samice	sociální uspořádání	cvaká
<i>Boselaphus tragocamelus</i>	travnaté stepi a lesy	200-290	120-212	stáda oddělená dle pohlaví nebo smíšená stáda 4-20 jedinců, staří samci mohou být samotáři	0
<i>Tetracerus quadricornis</i>	savana s opadavými lesy	15-25	15-25	obvykle samotářští nebo v párech	?
<i>Tragelaphus imberbis</i>	semi-aridní trnité nížiny, případně lesy	56-105	56-105	smíšené skupiny či oddělené dle pohlaví, staří samci samotářští	0
<i>Tragelaphus scriptus</i> (cf. <i>phaleratus</i>)	galériové lesy	32-115	32-42	obvykle samotářští, někdy v párech	?
<i>Tragelaphus angasii</i>	houští v zalesněné savaně a galériové lesy (houští)	55-140	55-140	skupiny oddělené dle pohlaví nebo smíšené skupiny o 2-10 jedinců, staří samci samotářští	0
<i>Tragelaphus strepsiceros</i>	suché polopouště - otevřené lesy	120-315	120-315	malá rodinná stáda složená ze samice, mláďate a subadultů, obvykle okolo 10 jedinců	0
<i>Tragelaphus oryx</i> (<i>pattersonianus</i> a <i>livingstonei</i>)	planiny s lesíky	300-1000 a 650-910	300-1000 a 400-600	velká smíšená skupina, obvykle 25-70 jedinců	1
<i>Tragelaphus derbianus derbianus</i>	širokolisté savany a mýtiny	440-900	440-900	smíšená stáda (15-25, až 75 jedinců), samci často samotářští	1
<i>Tragelaphus speki gratius</i>	bažinné lesy a mokřiny	40-120	40-120	samotářské nebo v malých ryze samičích skupinách	0
<i>Tragelaphus eurycerus isaaci</i>	horské pralesy	240-400	150-235	samotářské, v párech nebo v malých skupinách do 9 samic a mláďat	0
<i>Tragelaphus scriptus</i> (cf. <i>sylvaticus</i>)	otevřené lesy, zarostlé savany, husté lesy v blízkosti vody	40-80	24-60	obvykle samotářští, někdy v párech	?
<i>Tragelaphus scriptus</i> (cf. <i>ornatus</i> nebo cf. <i>fasciatus</i>)	husté pralesy, okraje pralesů a lesy v blízkosti vody	40-80	24-60	obvykle samotářští nebo pár samice a mláďe	?
<i>Syncerus caffer caffer</i>	otevřené savany až deštné pralesy	500-900	350-620	velká stáda skládající se z podskupin bakalářských samců, staří samci mohou být samotáři	0
<i>Syncerus caffer nanus</i>	pralesní mýtiny	320	260	malá smíšená stáda	0
<i>Bubalus bubalis carabensis</i>	louky u řek a galériové lesy	420-700	400-425	rodinná stáda 10-30 jedinců	?
<i>Bubalus bubalis bubalis</i>	louky u řek a galériové lesy	450-1000	450-1000	rodinná stáda 10-30 jedinců	0
<i>Bubalus depressicornis</i>	deštné pralesy	200-250	200-250	samotářští	0
<i>Pseudoryx ngetinhensis</i>	širokolisté pralesy	70-100	70-100	samotářští, občas v párech, obvykle matka a mláďe	?
<i>Bison bonasus</i>	smíšené opadavé lesy	350-1000	350-1000	mateřské skupiny okolo 20 jedinců, samci samotářští nebo v malých skupinách	0
<i>Bos taurus taurus</i>	původně lesostepi	150-1300	150-1300	stáda o 20-50 jedinců	0
<i>Bos taurus indicus</i>	tropické džungle a otevřené pláně	150-200	150-200	stáda o 20-40 jedinců	0
<i>Bison bison bison</i>	otevřená habitat (louky a prairie)	600-860	360-544	stáda samic a mláďat okolo 60 jedinců, samci v menších bakalářských stádech či samotářští	0
<i>Bos grunniens</i>	alpínské louky a stepi	197-593	230	stáda o 10-200 jedinců skládající se ze samic a mláďat, dospělí samci v bakalářských skupinách či samotářští	0
<i>Bos javanicus birmanicus</i>	opadavé monsunové lesy (travnaté pláně až tropický deštný prales)	600-800	600-800	stáda o 8-15 jedinců s jediným dospělým samcem	?

<i>Bos gaurus</i>	tropické lesy	700-1000	700-1000	stáda o 2-40 jedincích, dospělí samci mohou být samotářští	0
<i>Bos javanicus javanicus</i>	hustý les a bambusové džungle	600-800	400	stáda o 2-40 jedincích s jedním dospělým samcem	0

Tab. IV: Seznam zahrnující obývané prostředí, váhu samce a samice (kg) a sociální uspořádání u zástupců tribu Caprini analyzovaných v rámci evoluce cvakání.

	obývané prostředí	váha samce	váha samice	sociální uspořádání	cvaká
<i>Pantholops hodgsonii</i>	alpínské a pouštní stepi	35-40	25-30	stáda o 10-15 jedincích, dospělí samci samotářští	?
<i>Ovibos moschatus</i>	tundra	180-410	180-410	stáda o 10-20 jedincích s dospělým samcem a několika samicemi s mláďaty	0
<i>Naemorhedus griseus griseus</i>	kamenitý terén	20-35	20-35	malé skupiny o 4-12 jedincích, starší samci pravděpodobně samotářští	0
<i>Naemorhedus baileyi</i>	jehličnaté vysokohorské lesy	20-30	20-30	obvykle samotářští, občas ve skupinách do 3 jedinců (obvykle matka s potomkem)	?
<i>Naemorhedus griseus evansi</i>	kamenitý, strmý terén zarostlý vysokou vegetací	20-30	20-30	malé skupiny o 1-6 jedincích, starší samci pravděpodobně samotářští	?
<i>Capricornis crispus</i>	hustě zalesněná úbočí, jehličnaté lesy	31-48	31-48	samotářští, v párech nebo malých rodinných skupinách	0
<i>Capricornis mileedwardsii</i>	strmý kamenitý terén, ale také nížinné lesy	85-140	85-140	samotáři či malé skupiny	?
<i>Capricornis swinhoei</i>	alpínské louky a horské lesy	18-43	18-43	samotáři, ale mohou se dočasně objevit i páry	?
<i>Ovis aries</i>	od pouští po temperátní lesy	45-160	45-100	velké skupiny	0
<i>Rupicapra pyrenaica</i>	alpínské louky, kamenité oblasti, popř. zalesněné údolí	23-50	14-32	stáda o 15-30 jedincích, samice s mladými, dospělí samci samotářští	?
<i>Rupicapra rupicapra rupicapra</i>	alpínské louky a kamenité oblasti	14-62	14-62	samice a mláďata v malých skupinách o 5-30 jedincích, dospělí samci samotářští	0
<i>Ammotragus lervia</i>	skalnatá suchá pohoří	30-145	30-145	obecně samotářští nebo v malých skupinách	1
<i>Arabitragus jayakari</i>	severní svahy skalnatých suchých pohoří	38-45	17-20	samotářští nebo v malých skupinách skládajících se ze samice a potomka nebo samce	0
<i>Budorcas taxicolor + bedfordi + tibetana</i>	strmý kamenitý terén, bambusové či rhododendronové džungle, lesy nebo otevřené louky	150-350	150-350	malé smíšené skupiny (15-30 jedinců), staří samci často samotářští	0
<i>Oreamnos americanus</i>	horské oblasti	95-130	60-90	skupiny o méně než 4 jedincích, dospělý samci samotářští	ano i ne
<i>Pseudois nayaur</i>	svahy a alpínské louky nad hranicí lesa	52-75	32-55	samotářští nebo v malých skupinách o méně než 30 jedincích, složené jen ze samců nebo jen ze samic nebo ze samic s mladými nebo samic s mláďaty a dospělými samci	0
<i>Hemitragus jemlahicus</i>	skalnatá pohoří a horské lesy	70-140	30-50	smíšená stáda okolo 15 jedinců, staří samci často samotářští	0
<i>Capra sibirica</i>	suchá pohoří	60-130	30-56	mateřské skupiny nebo bakalářské skupiny samců, staří samci často samotářští	1
<i>Capra nubiana</i>	suchá pohoří (v pouštích)	50-85	25-50	skupiny oddělené dle pohlaví, potomci zůstávají s matkami do 3 let	1
<i>Capra pyrenaica</i>	skalnatá pohoří	35-120	31-41	samci a samice s mláďaty žijí odděleně	?
<i>Capra ibex</i>	vysokohorské louky s nízkými sněhovými srážkami	70-120	40-50	mateřská stáda o 10-20 jedincích, samci v bakalářských skupinách nebo samotářští	0
<i>Capra caucasica</i>	subalpínské a alpínské oblasti nebo zalesněná úbočí	65-80	50-60	stáda z několika desítek jedinců, ačkoliv se můžou vytvořit i stáda o stovkách jedinců	1
<i>Capra (caucasica) cylindricornis</i>	otevřené lesy nebo subalpínské a alpínské louky a skalnatá úbočí	100-143	48-64	samice tvoří nesourodé skupiny o desítkách jedinců	1
<i>Capra hircus</i>	suchý horský terén	20-113	20-113	5-10 členů (samci obvykle sami u kozy bezoárové)	některá plemena ano, jiná ne
<i>Capra falconeri heptneri</i>	horské stepi	80-90	45-50	samice s mláďaty ve stádech okolo 9 jedinců, dospělí samci obvykle samotářští	ano i ne

Tab V. Seznam zahrnující obývané prostředí, váhu samce a samice (kg) a sociální uspořádání u zástupců rodu *Ovis* analyzovaných v rámci evoluce cvakání.

	obývané prostředí	váha samce	váha samice	sociální uspořádání	cvaká
<i>Ovis nivicola</i>	alpínské kamenité louky	50-120	33-68	velké skupiny oddělené dle pohlaví	?
<i>Ovis dalli dalli</i>	subalpínské louky a suché horské oblasti	73-114	45-50	samice ve stádu s mláďaty, jednoletými a nedospělými samci; dospělí samci v bakalářských skupinkách	0
<i>Ovis canadensis canadensis</i>	horské hřebeny a kotliny, obvykle nad hranicí lesa	90-135	45-79	obvykle jednopohlavní stáda o 10 jedincích	0
<i>Ovis ammon polii</i>	aridní a ne moc produktivní pohoří	100-135	48-61	stáda do 100 jedinců, oddělená podle pohlaví kromě období říje	0
<i>Ovis orientalis gmelini</i>	aridní horské louky	55-67	35-45	samci ve skupinách oddělených od samic s mladými jedinci (kromě období říje)	0
<i>Ovis orientalis musimon</i>	horské lesy	40-60	30-40	samci ve skupinách oddělených od samic s mladými jedinci (kromě období říje)	0
<i>Ovis vignei arkal</i>	kopcovitý terén a skalnaté kaňony, otevřená krajina	62-91	36-45	samci ve skupinách oddělených od samic s mladými jedinci (kromě období říje)	0
<i>Ovis vignei bochariensis</i>	horský terén	62-90	36-42	stáda příbuzných jedinců, samic a mláďat	1

Tab. VII: Seznam pozorovaných necvakavých druhů.

druh	počet pozorovaných jedinců	lokace	pozorovatel	rok
tribus Bovini				
<i>Boselaphus tragocamelus</i>	4,5; 0,2	Zoo Ústí n. L.; Zoo Wrocław	Veronika Anděrová; Jan Robovský	2015
<i>Tragelaphus imberbis</i>	14,22	Zoo Dvůr Králové	Jan Robovský	2015
<i>Tragelaphus angasii</i>	2,4	Zoo Liberec	Jan Robovský	2015
<i>Tragelaphus strepsiceros</i>	7,12	Zoo Dvůr Králové	Jan Robovský	2015
<i>Tragelaphus speki gratus</i>	6,16	Zoo Praha	vlastní pozorování	2015
<i>Tragelaphus eurycerus isaaci</i>	1,6	Zoo Praha	vlastní pozorování	2015
<i>Syncerus caffer nanus</i>	1,4	Zoo Dvůr Králové	Jan Robovský	2015
<i>Syncerus caffer caffer</i>	5,18	Zoo Dvůr Králové	Jan Robovský	2015
<i>Bubalus bubalis</i>	0,3	Zoopark Vyškov	Vlastní pozorování	2016
<i>Bubalus depressicornis</i>	2,1; 2,2; 2,1	Zoo Ústí n. L.; Zoo Praha; Zoo Amsterdam	Veronika Anděrová; vlastní pozorování; Jan Robovský	2014; 2015; 2015
<i>Bison bonasus</i>	1,5; 1,5	Zoo Praha; Zoo Tábor	vlastní pozorování; Jan Robovský	2015; 2016
skot skotský náhorní (<i>Bos taurus</i>)	1,4	Zoopark Vyškov	vlastní pozorování	2016
skot stepní uherský (<i>Bos taurus</i>)	4	Zoopark Vyškov	vlastní pozorování	2016
tur domácí - watusi (<i>Bos taurus</i>)	2,4; 5,12	Zoopark Vyškov; Zoo Dvůr Králové	vlastní pozorování; Jan Robovský	2015; 2016
zebu zakrslý (<i>Bos taurus</i>)	2,4; 2,1	Zoopark Vyškov; Zoo Dvůr Králové	vlastní pozorování; Jan Robovský	2016; 2015

<i>Bison bison</i>	2,6; 3,5	Zoo Praha; Zoo Brno	vlastní pozorování; Jan Robovský	2013; 2015
<i>Bos grunniens</i>	1,4	Zoopark Vyškov	vlastní pozorování	2016
<i>Bos gaurus</i>	2,4	Zoo Berlin	Jan Robovský	2015
<i>Bos javanicus javanicus</i>	2,0; 1,5; 1,4	Zoo Wroclaw; Zoo Berlin; Zoo Hellabrunn (Mnichov)	Jan Robovský	2015
tribus Caprini				
<i>Ovibos moschatus</i>	1,1	Zoo Plzeň	Jan Robovský	2013
<i>Ovibos moschatus wardi</i>	2,2	Zoo Liberec	Jan Robovský	2013 a 2016
<i>Naemorhedus griseus</i>	3,3	Zoo Plzeň	Jan Robovský	2013
<i>Capricornis crispus</i>	0,1; cca 2,3	Zoo Ústí n. L.; Zoo Berlin+Zoo Vídeň	Jan Robovský	2014 a 2015
<i>Ovis dalli dalli</i>	2,2	Zoo Plzeň	Jan Robovský	2013
<i>Ovis canadensis canadensis</i>	1,2; 1,3	Zoo Praha; Zoo Arnhem	Jan Robovský	2013; 2014
<i>Ovis ammon polii</i>	2,3	Tierpark Berlin	Jan Robovský	2015
<i>Ovis gmelini/orientalis gmelinii</i>	1,5	Zoo Tallinn	Jan Robovský	2014
ovce domácí kamerunská (<i>Ovis aries</i>)	1,7	Zoopark Vyškov	vlastní pozorování	2016
ovce domácí suffolk (<i>Ovis aries</i>)	0,1	Zoopark Vyškov	vlastní pozorování	2016
ovce domácí valašská (<i>Ovis aries</i>)	1,3	Zoopark Vyškov	vlastní pozorování	2016
ovce domácí vřesovištví (<i>Ovis aries</i>)	0,2	Zoopark Vyškov	vlastní pozorování	2016
<i>Ovis aries musimon</i>	1,9,7	Zoo Olomouc	Jan Robovský	2013
<i>Ovis vignei arkal</i>	3,6	Zoo Chomutov	Jan Robovský	2013
<i>Rupicapra rupicapra</i>	3,2	Zoo Olomouc	Jan Robovský	2013
<i>Rupicapra rupicapra rupicapra</i>	1,1	Zoo Olomouc	Jan Robovský	2013
tahr arabský (<i>Arabitragus jayakari</i>)	desítky jedinců	Sharjah Breeding Centre (Spojené arabské emiráty)	Paul Vercammen	2017
<i>Budorcas taxicolor taxicolor</i>	1,2; 3,3	Zoo Praha; Zoo Brno	Marie Voldřichová	2013
<i>Budorcas taxicolor bedfordi</i>	4,5	Zoo Liberec	Jan Robovský	2013
<i>Budorcas taxicolor tibetana</i>	3,2; 1,1	Tierpark Berlin+Zoo Berlin	Jan Robovský	2015
<i>Pseudois nayaur</i>	3,4	Zoo Liberec	Jan Robovský	2013
<i>Hemitragus jemlahicus</i>	3,11	Zoo Praha	Marie Voldřichová, Jan Robovský	2013
<i>Capra nubiana</i>	2,3	Zoo Tallinn	Jan Robovský	2014
<i>Capra ibex</i>	4,4; 2,14	Zoo Innsbruck;	Jan Robovský; Markéta Rochová	2012 a 2013
<i>Capra aegagrus</i>	3,4; 2,0	Zoo Olomouc; Zoo Košice	Jan Robovský	2013; 2017
<i>Capra aegagrus cretica</i>	1,0; 2,0	Zoo Olomouc; Zoo Košice	Jan Robovský	2013; 2017

koza domácí kašmírská (<i>Capra hircus</i>)	9,7	Zoopark Vyškov	vlastní pozorování	2016
koza domácí hnědá krátkosrstá (<i>Capra hircus</i>)	1,0	Zoopark Vyškov	vlastní pozorování	2016
koza domácí kamerunská	1,3	Zoopark Vyškov	vlastní pozorování	2016
<i>Capra falconeri heptneri</i>	7,8; 4,6	Zoo Olomouc, Zoo Liberec	Marie Voldřichová, Jan Robovský	2013; 2015
jiné druhy sudokopytníků				
<i>Aepyceros melampus</i>	12,22	Zoo Dvůr Králové	Jan Robovský; revize – moje pozorování	2014, 2017
<i>Madoqua kirkii</i>	1,1	Zoo Bojnice	Jan Robovský	2014
<i>Litocranius walleri</i>	2,3	Tierpark Berlin	Jan Robovský	2015
<i>Antilope cervicapra</i>	2,4	Zoo Ústí n. L.	Pavel Král	2017
<i>Nanger dama</i>	1,1; 1,5	Zoo Ohrada; Dvůr Králové	Jan Robovský	2016; 2015
<i>Gazella subgutturosa subgutturosa</i>	2,3	Zoo Ohrada	Jan Robovský	2015
<i>Kobus elipsiprymnus defassa</i>	5,16; 0,15	Zoo Dvůr Králové	Jan Robovský; revize – moje pozorování	2014, 2017
<i>Kobus elipsiprymnus allipsiprymnus</i>	3,15; 5,17	Zoo Dvůr Králové	Jan Robovský; revize – moje pozorování	2014, 2017
<i>Kobus leche</i>	7,39; 8,43	Zoo Dvůr Králové	Jan Robovský; revize – moje pozorování	2014, 2017
<i>Cephalophus natalensis</i>	2,1; 1,1	Zoo Dvůr Králové	Jan Robovský; revize – moje pozorování	2014, 2017
<i>Damaliscus pygargus phillipsi</i>	4,4	Zoo Liberec	Jan Robovský	2015
<i>Connochaetes taurinus albojubatus</i>	2,7	Zoo Dvůr Králové	Jan Robovský	2015
<i>Connochaetes taurinus taurinus</i>	5,11; 2,6	Zoo Dvůr Králové	Jan Robovský; revize – moje pozorování	2014, 2017
<i>Conochaetes gnou</i>	5,6; 5,17;	Zoo Olomouc; Zoo Dvůr Králové	Jan Robovský	2015
<i>Hippotragus niger</i>	6,5; 8,19; 5,20	Zoo Praha; Zoo Dvůr Králové	Jan Robovský; revize – moje pozorování	2014, 2017
<i>Addax nasomaculatus</i>	1,4	Zoo Praha	Jan Robovský	2014
<i>Hippotragus equinus</i>	3,24; 1,4	Zoo Dvůr Králové; Zoo Liberec	Jan Robovský	2015
<i>Oryx beisa</i>	4, 5	Zoo Praha	Barbora Dobiášová	2017
<i>Oryx gazella</i>	5,14; 4,11	Zoo Olomouc; Zoo Dvůr Králové	Jan Robovský	2015;
<i>Oryx leucoryx</i>	2,4	Zoo Bratislava	Martina Nemčková	2017
<i>Oryx dammah</i>	2,7; 2,8	Zoo Dvůr Králové	Jan Robovský; revize – moje pozorování	2014, 2017

Tab. VIII: Výsledky testu mnohonásobného porovnání pro dominantní frekvenci cvaknutí u antilop Derbyho, tučně vyznačeny hodnoty $p < 0,05$, R značí průměrnou hodnotu cvaknutí.

jedinec	1 ♂	2 ♂	3 ♂	4 ♀	5 ♀	6 ♀	7 ♀
	R:74,2	R:111,1	R:135,9	R:114,3	R:110,3	R:125,9	R:135,9
1 ♂		0,178	0,000	0,342	0,293	0,049	0,001
2 ♂	0,178		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
3 ♂	0,000	1,000		1,000	1,000	1,000	1,000
4 ♀	0,342	1,000	1,000		1,000	1,000	1,000
5 ♀	0,293	1,000	1,000	1,000		1,000	1,000
6 ♀	0,049	1,000	1,000	1,000	1,000		1,000
7 ♀	0,001	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

Tab. IX: Výsledky post-hoc testu pro 25% kvartil u antilopy Derbyho, tučně vyznačena $p < 0,05$, číslo v závorce značí průměrnou hodnotu cvaknutí.

jedinec	1 ♂	2 ♂	3 ♂	4 ♀	5 ♀	6 ♀	7 ♀
	(8,0209)	(8,3052)	(8,3563)	(8,2479)	(8,2214)	(8,1723)	(8,3839)
1 ♂		0,028	0,002	0,470	0,379	0,875	0,011
2 ♂	0,028		0,997	0,999	0,978	0,930	0,990
3 ♂	0,002	0,997		0,970	0,811	0,736	0,999
4 ♀	0,470	0,999	0,970		0,999	0,996	0,913
5 ♀	0,379	0,978	0,811	0,999		0,999	0,730
6 ♀	0,875	0,930	0,736	0,996	0,999		0,587
7 ♀	0,011	0,990	0,999	0,913	0,730	0,587	