

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Biologie a ochrana zájmových organismů

Katedra: Katedra biologických disciplín

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Jak, čím a proč cvakají při chůzi někteří zástupci  
turovitých (Bovidae)?

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Jan Robovský, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: Mgr. Marie Voldřichová

Autor diplomové práce: Bc. Markéta Rochová

České Budějovice 2014

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) 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 databáz kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, 13. 4. 2014

Tímto bych chtěla poděkovat školiteli RNDr. Janu Robovskému, Ph.D. za ochotu a trpělivost při vedení práce a mé konzultantce Mgr. Marii Voldřichové, bez jejíž pomoci by tato práce nevznikla. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Barboře Crkvové, RNDr. Libuši Veselé a Bc. Lubošovi Melicharovi za to, že mi umožnili nahrávat klikání. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat svému manželovi a rodině, za jejich psychickou podporu a trpělivost.

## SOUHRN

Některé druhy kopytníků cvakají. V této práci jsou zkoumány parametry klikání (dominantní frekvence, 25%, 50% a 75% kvartil) těchto druhů: kozorožec kavkazský (*Capra caucasica*), kozorožec dagestánský (*Capra cylindricornis*) a paovce hřivnatá (*Ammotragus lervia*), které výrazně klikají. Cvakání jednotlivých zvířat bylo nahráváno přenosným audiorekordérem Marantz PMD 620 se směrovým mikrofonem. Analýza zvuku byla provedena v programu Avisoft-SAS Lab Pro Software, verze 5.0.01 (2010). Data byla zpracována v programu STATISTICA, verze 9 (ANONYMUS 2009). Pomocí jednocestné ANOVY a diskriminační analýzy byly srovnáni jedinci v rámci druhů. Pomocí hierarchické ANOVY a diskriminační analýzy byly srovnány druhy a pohlaví. Pomocí statistické korelace byla prověřena otázka závislosti klikání na věku jedince. A dále byla určena fylogenetická distribuce klikání v rámci turovitých. Z výsledků vyplývá, že se od sebe jedinci v rámci druhu liší a liší se vůči sobě jednotlivé druhy. Rozdíl mezi pohlavími nevyšla signifikantně ani pro jeden z parametrů klikání. Korelace s věkem vyšla průkazně.

**Klíčová slova:** klikání, Caprini, turovití, kozorožec dagestánský, kozorožec kavkazský, paovce hřivnatá

## ABSTRACT

Some species of hoofed animals produce clicking sound. This work analysed clicking parameters (dominant frequency, 25% quartile, 50% quartile, 75% quartile) of this species: Kuban Tur (*Capra caucasica*), Daghestan Tur (*Capra cylindricornis*) and Aoudad (*Ammotragus lervia*), which are clicking significantly. Clicks of each individual were recorded using solid state recorder Marantz PMD 620 with microphone. All clicks were analysed using program Avisoft-SAS Lab Pro Software, verze 5.0.01 (2010). Data were analysed using program STATISTICA, version 9 (ANONYMUS 2009). Individuals were compared using one-way ANOVA and discriminant analysis. Species and sexes were compared using discriminant analysis and nested ANOVA. Clicking parameters were correlated with age. A phylogenetic distribution of clicking was determined in Bovidae. Results suggest differences between individuals and species. Differences between sexes wasn't significant. Correlation with age was significant.

**Key words:** clicking, Caprini, Bovidae, Kuban Tur, Daghestan Tur, Aoudad

## OBSAH

1. ÚVOD.....	6
2. LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	7
2.1 Vznik cvakání.....	7
2.2 Význam cvakání .....	9
2.3 Evoluce cvakání .....	10
2.4 Cvakající druhy .....	10
3. CÍLE PRÁCE.....	12
4. METODIKA .....	13
4.1 Obecná část.....	13
4.1.1 Dokumentace klikajících druhů .....	13
4.1.2 Fylogenetická distribuce cvakání a rekonstrukce jeho ancestrálního stavu v tribu Caprini .....	13
4.2 Analýza klikání u vybraných druhů tribu Caprini.....	14
4.2.1 Druhy vybrané k analýze klikání .....	14
4.2.2 Určení způsobu klikání vybraných druhů .....	14
4.2.3 Nahrávání klikání .....	15
4.2.4 Analýza klikání .....	16
4.2.5 Statistická analýza dat .....	17
5. VÝSLEDKY .....	18
5.1 Obecná část.....	18
5.1.1 Dokumentace klikajících druhů .....	18
5.1.2 Distribuce cvakání v podčeledi Bovinae a tribu Caprini, Rekonstrukce ancestrálního stavu klikání v rámci Caprini.....	19
5.2 Analýza klikání u vybraných druhů tribu Caprini.....	23
5.2.1 Určení způsobu klikání vybraných druhů .....	23
5.2.2 Statistická analýza dat .....	23
6. DISKUZE .....	39
7. ZÁVĚR .....	42
8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	43
9. PŘÍLOHY .....	46

## 1. ÚVOD

O některých druzích kopytníků je známo, že při chůzi výrazně cvakají končetinami. Tento zvuk nevzniká při kontaktu kopyta s podkladem ani kontaktem paspárků při chůzi, ale vzniká patrně v kloubech končetin. Může vznikat nejen při chůzi, ale i při pouhém přesunu váhy těla. Toto cvakání se udává například pro antilopu losí, antilopu Derbyho, paovci hřivnatou, buvola kaferského (Mohr, 1917) a kozorožce alpského (Mohr, 1919) z čeledi turovití a pro soba, jelena milu, jelena bělohubého, losa (Mohr, 1917) a některé další z čeledi jelenovití (viz níže). Celkově se dá říci, že ačkoliv někteří autoři toto cvakání zmiňují, o jeho vzniku a funkci toho není moc známo. Doposud nebyl proveden žádný ucelený výčet klikajících a neklikajících druhů, ani nebyla zkoumána fylogenetická distribuce či evoluce tohoto znaku. Teorie o funkci klikání byly rovněž testovány jen velice omezeně a to na jediném druhu - antilopě losí (Bro-Jørgensen & Dabelsteen, 2008). V této práci jsem se pokusila na některé z otázek souvisejících s danou problematikou alespoň částečně zodpovědět.

Ve své studii jsem zkoumala distribuci klikajících druhů v rámci čeledi turovitých (Bovidae) a parametry klikání (dominantní frekvence, 25%, 50% a 75% kvartil) těchto zástupců tribu Caprini (*sensu* Groves & Grubb, 2011): kozorožec kavkazský (*Capra caucasica*), kozorožec dagestánský (*Capra cylindricornis*) a paovce hřivnatá (*Ammotragus lervia*). Tyto druhy výrazně a pravidelně cvakají. Všechny tři druhy obývají horské a podhorské oblasti, kozorožec kavkazský v západní části Velkého Kavkazu, kozorožec dagestánský ve východní části Velkého Kavkazu a paovce hřivnatá v severní Africe (Groves & Leslie, 2011).

## 2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

Řada savců patří mezi sociální druhy. Tento způsob života vyžaduje efektivní způsoby komunikace. Mnoho druhů k tomuto účelu využívá různé typy vokalizace, ale také zvuky produkované odlišnými prostředky (Remedios *et al.*, 2009). Mezi nehlasové způsoby komunikace patří například vibrace vznikající bubnováním části těla, obvykle končetin, o substrát (Randall, 2001), frkání, vrzání zubů, mlaskání či chřestění ostnů. Zmiňované zvukové projevy byly zaznamenány u překvapivě vysokého počtu savčích druhů ze skupin, jakými jsou třeba šelmy, kopytníci, hlodavci, zajícovci, bércouni, a vačnatci (Ozoga, 1972; Feist & Cullough, 1976; Policht *et al.*, 2008; Gogoleva *et al.*, 2010; Randall, 2001). O těchto formách nehlasové komunikace je známo, že přenáší širokou paletu signálů (Randall, 2001), avšak daná problematika je relativně málo studovaná. Jedním z takových typů akustických signálů by mohlo být rovněž klikání některých druhů kopytníků.

Kopytníci jsou velmi rozmanitou skupinou z hlediska jejich tělesného rámce, barevnosti a vzoru srsti, tedy celkově morfologie, ale také samozřejmě i ekologickými nároky a rozličnými prvky a projevy chování (např. Estes, 1991; Wilson & Mittermeier, 2011).

Klikání (angl. „knee clicks“) je vysoce nápadný zvuk vydávaný zvířaty většinou při chůzi. Svou podstatou skutečně připomíná ostré cvaknutí, přičemž má různou hlasitost, ať již u různých druhů, tak pohlaví a zvířat různého věku (osobní pozorování). Literatura uvádí, že klikání u dospělců jelena milu je slyšitelné do vzdálenosti 50 metrů (Wemmer *et al.*, 1984) a antilopy losí až do vzdálenosti okolo 100 metrů (Groves & Leslie, 2011) stejně jako u jelenů bělohubých (pozorování konzultanta). Pro svou nápadnost bývá tento jev zmiňován v literatuře (Flerov 1952; Schaller & Hammer, 1978; Miura *et al.*, 1988; Groves & Leslie, 2011) a o jeho funkci existuje řada teorií (viz níže). Avšak z vědeckého hlediska se mu doposud nikdo systematicky nevěnoval, což z něj činí prvek chování v mnoha ohledech nepoznaný a přehlížený.

### 2.1 Vznik cvakání

Jak již bylo v předchozí části rešerše uvedeno, někteří kopytníci při chůzi a pomalejším běhu výrazně cvakají. Tento specifický zvuk vzniká v kloubech končetin

při zdvihnutí nebo i pouhém odlehčení nohy, jako například při natahování krku (Mohr, 1917).

Mechanismus vzniku tohoto zvuku není doposud přesně znám a bývá vysvětlován celou řadou hypotéz, které jsou uváděny pouze pro zástupce jelenovitých a antilopu losí. Pro Caprini nebyly dohledány žádné literární údaje.

Většina autorů uvádí jen obecná tvrzení, jako je úvaha, že cvakání je určitým způsobem dáno morfologií paznehtů, neboť se vyskytuje především u druhů zvířat s širokými a vysokými kopyty jako je jelen milu (*Elaphurus davidianus*), sob (*Rangifer tarandus*) a jelen bělohubý (*Cervus albirostris*) (Schaler & Hammer, 1978). Kingdon (1982) ve své práci zmiňuje, že cvakání je produkováno kolenními vazy. Rovněž Müller-Using a Schloeth (1967) uvádí pouze to, že ke cvaknutí dochází při odskočení vazy a Whitehead (1972) se domnívá, že jde přímo o cvakání kopytních či spěnkových kostí („foot bones“). Leslie (2010) mluví jen o zvuku vycházejícím z karpálních kloubů. Wemmer *et al.* (1984) zmiňuje, že lupnutí je produkováno karpálními a tarsálními klouby s tím, jak při pohybu roste jejich zatížení a na tvorbě zvuku se pravděpodobně podílí i šlachy.

Podrobnější vysvětlení udává Mohrová (1917). Cvakání u soba podle ní vzniká následným mechanismem: při usazení končetin jsou prstní články vůči metakarpu natolik prohnuté, že vzniká mezi metakarpem a prstem přepětím synoviální membrány „podtlak“. Při počátku zvedání nohy dojde na okamžik k uvolnění synoviální membrány, stlačení synoviálního vaziva a samotnému naražení vaziva na pevné části kloubu. Podobnou teorii navrhuje i Flerov (1952). Podle něj je cvakání způsobeno otíráním napnutých úponů ohybače hlezenního kloubu o sezamské kosti ve chvíli, kdy zvíře při chůzi začne zvedat nohu.

Odlišné vysvětlení popisuje ve své práci o antilopě losí i Bro-Jørgensen a Dabelsteen (2008). Ti ve studii uvádí, že dle obecného názoru lupnutí vzniká při sklouznutí šlachy přes karpální kost. Naopak Carnaby (2008) u stejného druhu antilopy uvádí teorii, že váha zvířete způsobí roztažení paznehtů do strany a klik je pak výsledkem opětovného „scvaknutí“ kopyta při zvednutí nohy.

Pro vznik tohoto zvuku je pravděpodobně nutný určitý vývoj končetiny, proto necvakají mláďata, může to ale být i z důvodu nutnosti dosažení kritické váhy jedince. U soba se cvakání vyskytuje asi od pěti měsíců věku (Mohr, 1917), u antilopy losí dokonce až od čtyř let (Bro-Jørgensen & Dabelsteen, 2008). Váha těla



se promítá na rozdílně silném cvakání. Čím je zvíře větší a těžší, tím je cvakání nápadnější, přičemž nejvíce cvakají staří samci (Mohr, 1917).

## 2.2 Význam cvakání

Na význam klikání existuje řada teorií, ale prakticky žádná z nich doposud nebyla vědecky testována. Podrobněji se klikáním zabýval jen Bro-Jørgensen a Dabelsteen (2008) u antilopy losí. Dle jejich závěru by mohlo klikání být tzv. poctivý, tedy nezfalšovatelný signál ("honest signal") informující o hmotnosti zvířete. V tomto ohledu se shodují s Kingdon (1982), který došel u stejného druhu ke stejnému závěru. Podle autorů studie je dominantní frekvence cvakání ve vztahu s hmotností a tím i velikostí jedince, přičemž platí, že nižší frekvenci cvakání produkují mohutnější jedinci. Tyto tělesné parametry mají vliv na úspěch samců ve vzájemných soubojích, ke kterým dochází především v období páření, jedná se tedy o významný vnitrodruhový komunikační signál.

Tyto výsledky jsou obdobné závěrům vyplývajícím ze studií zaměřených na vokální komunikaci samců jelena evropského v říji, kde je formantní frekvence (vznikající rezonancí dutin) považována za spolehlivý indikátor hmotnosti těla a věku a je silně negativně korelována s reprodukčním úspěchem (zvířata s nižší formantní frekvencí jsou mohutnější, starší a reprodukčně úspěšnější) (Reby & McComb, 2003; Charlton & McComb, 2007). Podobný mechanismus byl navržen i pro samce sajk, jejichž volání (mručení „roar“) má mimo říji vyšší formantní frekvenci než v období páření. Je možné, že snížení frekvence může být důležitým signálem kvality dominantního samce, informující rivaly o jeho velikosti a z toho odvozené bojeschopnosti (Frey *et al.*, 2007). Hodnoty akustických frekvencí tedy mohou být u kopytníků důležitým komunikačním prostředkem. V tomto ohledu by klikání mohlo hrát obdobnou úlohu.

Další teorie hovoří o tom, že cvakání by mohlo upozornit ostatní členy stáda na hrozící nebezpečí. Zvířata nevěnují mnoho pozornosti cvakání při pomalé chůzi, ale při zvuku vydávaném při běhu zpozorní (Miura *et al.*, 1988). Mohlo by se uplatňovat při udržování soudržnosti ve stádě za podmínek, kdy se členové stáda nemohou dobře vidět, například při sněhových vánicích u sobů (Müller-Using & Schloeth, 1967; Whitehead, 1972). Mohlo by se ale jednat i o formu mezidruhové

komunikace, například signál potenciálnímu predátorovi o kondici a tedy zranitelnosti zvířete (Kotrba R., 2013, pers. comm.).

### 2.3 Evoluce cvakání

O konfrontaci distribuce cvakání u jednotlivých druhů versus jejich fylogenetické pozice a případné evoluci znaku doposud nebylo nic publikováno. Je však známo, že určité typy a parametry vokalizace samců jelenovitých nesou poměrně výrazný fylogenetický signál (Cap *et al.*, 2008) a obdobnou informaci by tedy mohly nést i jiné akustické signály. Proto jsem se ve své práci pokusila alespoň v základních rysech podchytit fylogenetickou distribuci znaku a jeho ancestrální stav namapováním na kladogram.

Fylogeneze kopytníků je poměrně dobře známá a na toto téma byla publikovaná celá řada studií (Robinson & Mathee, 1999; Hassanin & Douzery, 2003; Ropiquet & Hassanin, 2005). V rámci své práce jsem použila taxonomicky bohaté fylogeneze posledních let, které navíc stojí na analýzách velkého počtu molekulárních znaků, konkrétně především tuto studii Hassanin *et al.* (2012) doplněnou o dvě práce, které zahrnují detailněji rod *Ovis* a *Capra* (Pidancier *et al.*, 2006, Rezaei *et al.*, 2010).

### 2.4 Cvakající druhy

Literatura uvádí výskyt klikání u následujících taxonů z čeledi turovitých (Bovidae): antilopa losí (*Tragelaphus oryx*) (Mohr, 1917; Kingdon, 1982; Bro-Jørgensen & Dabelsteen, 2008; Carnaby, 2008; Groves & Leslie, 2011), antilopa Derbyho (*Tragelaphus derbianus*), paovce hřivnatá (*Ammotragus lervia*), buvol kaferský (*Syncerus caffer*) (Mohr, 1917), kozorožec alpský (*Capra ibex*) (Mohr, 1919).

Z čeledi jelenovití (Cervidae) dle literatury výrazně cvakají sob (*Rangifer tarandus*) (Mohr, 1917; Flerov, 1952; Müller-Using & Schloeth, 1967; Whitehead, 1972; Whitehead, 1993; Rue III, 2004), srnec (*Capreolus*) (Müller-Using & Schloeth, 1967), jelen milu (*Elaphurus davidianus*) (Mohr, 1917; Schaller & Hamer, 1978), jelen bělohubý (*Cervus albirostris*) (Miura *et al.*, 1988; Geist, 1998; Schaller, 1998; Leslie, 2010), los (*Alces*) (Mohr, 1917) a někteří další (blíže je řešeno v

tématicky podobné práci o cvakání zaměřené právě na jelenovité – Lucie Pojerová, v přípravě).

Cvakání bylo v literatuře nebo při pozorování (mé či kolegů) zaznamenáno i u domestikantů – zebu (větších plemen) (Mohr, 1917; Mohr, 1919) a u koz domácích (několika plemen).

V této práci se věnuji pouze podrobnější charakteristice divokých druhů turovítých a domestikovanými formami se nezabývám.

### 3. CÍLE PRÁCE

Práce byla provedena na zástupcích čeledi turovití (Bovidae).

- Dokumentace cvakajících druhů a konfrontace těchto pozorování s údaji uvedenými v literatuře.
- Zjistit fylogenetickou distribuci klikání v rámci turovitých
- Provést rekonstrukci ancestrálního stavu cvakání a v hrubých rysech odvodit evoluci jeho cvakání v rámci tribu Caprini (*sensu* Groves & Leslie, 2011; Groves & Grubb, 2011).
- Zaznamenání kliků formou audio a video nahrávek a analýza vybraných parametrů cvakání (dominantní frekvence, kvartily) u vybraných druhů tribu Caprini.
  - Objasnění způsobu cvakání těchto druhů (jakou končetinou a případně jak – lokace zvuku) formou přímého pozorování a videonahrávek.
  - Porovnání klikání mezi jedinci a druhy.
  - Asocice cvakání s biologickými charakteristikami jedinců (věk, pohlaví).

## 4. METODIKA

Práce sestávala z obecné části zaměřené na výskyt klikání u jednotlivých druhů čeledi Bovidae a fylogenetické distribuci cvakání v rámci tribu Caprini a části věnované detailní analýze klikání u tří druhů tribu Caprini.

### 4.1 Obecná část

#### 4.1.1 Dokumentace klikajících druhů

Z dostupné literatury byl získán přehled druhů z čeledi turovitých označovaných autory prací za klikající taxony. Tento literární výčet byl konfrontován a doplněn pozorováními vlastními a kolegů (konzultant, školitel, odborní spolupracovníci) pro druhy chované v Unii českých a slovenských zoologických zahrad. Výsledkem je výčet taxonů s údaji o přítomnosti či nepřítomnosti kliků.

#### 4.1.2 Fylogenetická distribuce cvakání a rekonstrukce jeho ancestrálního stavu v tribu Caprini

Z literárních údajů a přímým pozorováním byl získán výčet klikajících (viz kapitola 4.1.1.) a neklikajících taxonů. Výjimkou jsou domestikované formy koz, ovcí a turů. Pro tyto druhy s ohledem k rozvolněné variabilitě morfologických znaků a behaviorálních projevů (Hemmer, 1990) nelze přítomnost a parametry klikání jednoduše charakterizovat. Navíc je možné, že řada plemen ovcí a dobytka má hybridní původ (Bradley *et al.*, 1998; Hiendlerer *et al.*, 2002; Dobney & Larson, 2006). Proto nebyly do rekonstrukce evoluce klikání zařazeny.

U rozsáhlé podčeledi Bovinae nebylo možné prověřit dostatečné množství taxonů k získání spolehlivého přehledu cvakajících a necvakajících taxonů, proto pro tuto podčeď nebylo provedeno mapování znaku na kladogram a fylogenetický strom byl přiložen jen jako reference pro druhy s uvedenou přítomností/nepřítomností klikání. Kladogram byl přejet z Hassanin *et al.* (2012).

Vizualizace fylogenetické distribuce klikání a rekonstrukce ancestrálního stavu znaku skupiny Caprini byla provedena namapováním daného znaku (cvakání) na kladogram přejatý z Pidancier *et al.* (2006). Taxony, které nebyly zahrnuty do tohoto fylogenetického stromu byly doplněny v souladu s výsledky předchozích fylogenetických prací: taxony *Ovibos moschatus* a *Naemorhedus griseus* byly

přidány jako sesterské k liniím ovcí a koz z Hassanin *et al.* (1998). *Ovis canadensis*, *Ovis dalli*, *Ovis ammon*, *Ovis vignei (bocharensis)* a *Ovis orientalis* byly přidány jako sesterská skupina k linii vedoucí ke kozám a paovci z Rezaei *et al.* (2010). *Hemitragus jemlahicus* byl přidán jako sesterský ke *Capra sibiricus* opět z Hassanin *et al.* (1998).

Znak cvakání v naší analýze nabýval dvou možných stavů:

- klikání přítomné, pravidelné a výrazné, **označení +**
- klikání nepřítomné, **označení –**

Pro rekonstrukci ancestrálního stavu znaku byl zvolen parsimonní přístup. Vybrána byla ta varianta (varianty) evoluce klikání, která vyžadovala v rámci kladogramu nejmenší počet změn (čili kroků).

## 4.2 Analýza klikání u vybraných druhů tribu Caprini

### 4.2.1 Druhy vybrané k analýze klikání

Pro svou studii jsem následující zástupce:

kozorožec kavkazský (*Capra caucasica*)

kozorožec dagestánský (*Capra cylindricornis*)

paovce hřivnatá (*Ammotragus lervia*)

Fotografická dokumentace viz **Příloha III**.

Tyto tři druhy byly vybrány, protože jejich zástupci pravidelně a poměrně silně cvakají a zároveň jsou v dostatečném množství chovány v zoologických zahradách.

Klikání bylo nahráváno pouze u dospělých zvířat srovnatelné velikosti a kondice. Jednotliví jedinci byli individuálně identifikováni podle ušních značek popřípadě jiných jedinečných znaků (tvar rohů, nepravidelnosti v osrstění).

U těchto jedinců bylo rovněž zaznamenáno jejich pohlaví a věk v měsících. Bohužel u paovce hřivnaté se přesné údaje o stáří kusů dohledat nepodařilo.

### 4.2.2 Určení způsobu klikání vybraných druhů

Na základě pozorování zvířat a jejich nahrávek byl učiněn pokus o určení, kterými končetinami a v které fázi pohybu dochází ke vzniku kliknutí.

### 4.2.3 Nahrávání klikání

Cvakání bylo nahráváno v průběhu léta a podzimu 2013. Přesný datum a lokalitu nahrávání udává **tabulka 1**.

**Tab. 1:** *Lokality a data nahrávání jednotlivých druhů.*

lokality	druh	datum
ZOO Liberec	kozorožec dagestánský	17.-18.9. 2013
ZOO Olomouc	kozorožec kavkazský	4.-6.9. 2013
ZOO Praha	kozorožec kavkazský paovce hřivnatá	13.-14.8. a 22.10. 2013

Cvakání jednotlivých zvířat bylo nahráváno přenosným audiorekordérem Marantz PMD 620 se směrovým mikrofonem, přičemž nahrávaná zvířata nebyla od mikrofonu vzdálená více než 2 metry.

Celkem bylo nahráno cvakání 16 jedinců. Kozorožec kavkazský byl zastoupen 7 jedinci ve dvou stádech (1 samec + 2 samice a 1 samec + 3 samice), kozorožec dagestánský 5 jedinci z jednoho stáda (2 samci + 3 samice) a paovce hřivnatá 4 jedinci z jednoho stáda (1 samec + 3 samice). Údaje o jedincích a počtech kliků vstupujících do analýz jsou shrnuty v **tabulce 2**. Počet analyzovatelných kliků získaných od jednotlivých jedinců se lišil z důvodů odlišné intenzity aktivity jednotlivých kusů a tolerance k přítomnosti osoby nahrávajícího a mírným výkyvům v pravidelnosti kliků.

**Tab. 2:** *Nahrání jedinci a údaje o jejich pohlaví (M – samec, F – samice), věku (měsíce), ZOO a počty kvalitních kliknutí použité pro analýzy.*

Druh	Pohlaví	Věk	ZOO	Počet kliknutí
kozorožec kavkazský	M	46	Olomouc	31
	F	52	Olomouc	20
	F	64	Olomouc	31
	M	122	Praha	53
	F	85	Praha	44
	F	110	Praha	22
	F	133	Praha	45

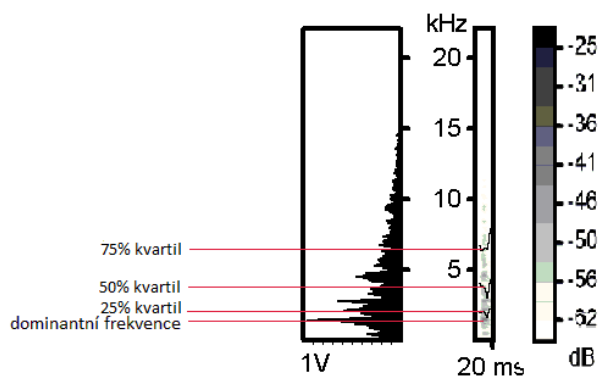
kozorožec dagestánský	M	76	Liberec	79
	M	87	Liberec	37
	F	51	Liberec	21
	F	99	Liberec	23
	F	99	Liberec	24
paovce hřivnatá	M	72	Praha	93
	F	-	Praha	24
	F	-	Praha	17
	F	-	Praha	15

#### 4.2.4 Analýza klikání

Analýza zvuku byla provedena v programu Avisoft-SAS Lab Pro Software, verze 5.0.01 (2010). Parametry spektrogramu byly následující: Hamming Window, Fast-Fourier-Transformation (FFT) 256 bodů, Frame = 100%, overlap 50%.

Pro každé jednotlivé cvaknutí byla určena dominantní frekvence, 25%, 50% a 75% kvartil v jednotkách Hz (**viz obr. 1**). Dominantní frekvence je definována jako nejhlasitější frekvence zvuku. 25% kvartil je definován jako bod, pod nímž leží čtvrtina intenzity zvuku, 50% kvartil je definován jako bod, pod nímž leží ½ intenzity zvuku a 75% kvartil je definován jako bod, pod nímž leží 75% intenzity zvuku.

**Obr.1:** Znáznornění měřených parametrů kliku. V rámečku uprostřed je zobrazen klik a na něm čarami vyznačené kvartily. Dominantní frekvence se na kliku zobrazuje jako nejtmavší bod podle stupně šedi na stupnici decibelů v pravo a nejvýraznější pik na spektrogramu vlevo.





#### 4.2.5 Statistická analýza dat

Analyzovány byly celkem 4 parametry každého kliku: dominantní frekvence, 25%, 50% a 75% kvartil.

Data byla zpracována v programu STATISTICA, verze 9 (ANONYMUS 2009).

Grafické znázornění netransformovaných dat bylo provedeno pomocí krabicových grafů.

Ověřovány byly následující otázky:

##### 1) Existují mezi jedinci signifikantní rozdíly v klikání?

Použité statistické metody:

- jednocestná ANOVA
- diskriminační analýza.

Analýzy byly provedeny vždy zvlášť pro zástupce jednotlivých druhů.

##### 2) Existují mezi druhy a pohlavími signifikantní rozdíly v klikání?

Použité statistické metody:

- hierarchická ANOVA
- diskriminační analýza.

Pro provedení diskriminační analýzy bylo vzhledem k výrazně nestejnému počtu (N) jedinců v rámci jednotlivých druhů nutné náhodně odebrat dva jedince z taxonu kozorožec kavkazský (jedinec 3 a jedinec 6).

##### 3) Je klikání závislé na věku jedince?

Použité statistické metody:

- statistické korelace

Jedním z předpokladů použití diskriminační analýzy a ANOVY je homogenita variancí. Provedený test homogenity variance vyšel průkazně, a proto byla data pro použité statistické metody transformována přirozeným logaritmem.

Diskriminační analýza byla použita pro zjištění, zda je na základě akustické struktury zvuku možné se signifikantní přesností správně přiřadit jednotlivé kliky k apriorně stanoveným skupinám („jedinec“, „druh“) a určit, které konkrétní parametry kliku mají na správném přiřazení největší podíl.

Analýza variance (ANOVA) porovnává variabilitu uvnitř a mezi skupinami v rámci daných kategorií („jedinec“, „druh“, „pohlaví“) a zjištění, zda se od sebe signifikantně liší.

## 5. VÝSLEDKY

### 5.1 Obecná část

#### 5.1.1 Dokumentace klikajících druhů

V **tabulce 3** je uveden přehled klikajících druhů turovitých chovaných v Unii českých a slovenských zoologických zahrad. Uvedeny jsou druhy známé z literatury spolu s druhy nově identifikovanými na základě pozorování mého, mých kolegů (školitel, konzultant) a odborníků obeznámených s fenoménem klikání, jmenovitě:

RNDr. Libuše Veselá, vedoucí zoolog v zoo Olomouc

Ing. Radim Kotrba, Ph.D., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta tropického zemědělství

**Tab 3:** Přehled klikajících druhů čeledi turovití (*Bovidae*) spolu s údaji o pohlaví, které cvakání produkuje. Tučně jsou vyznačeny nově identifikované druhy.

taxon	pohlaví	reference
<b>podčeleď Bovinae</b>		
antilopa losí ( <i>Tragelaphus oryx</i> )	**♂	Mohr, 1917; Kingdon, 1982; Bro-Jørgensen & Dabelsteen, 2008; Carnaby, 2008; Groves & Leslie, 2011
antilopa Derbyho ( <i>Tragelaphus derbianus</i> )	♂, ♀	Mohr, 1917
buvol kaferský ( <i>Syncerus caffer</i> )	?	Mohr, 1917
zebu ( <i>Bos primigenius indicus</i> )	?	Mohr, 1917; Mohr, 1919
<b>tribus Caprini</b>		
***kozorožec alpský ( <i>Capra ibex</i> )	?	Mohr, 1919
<b>kozorožec kavkazský</b> ( <i>Capra caucasica</i> )	♂, ♀	v. p. autora, Robovský J. v. p., Veselá L., v. p.
<b>kozorožec dagestánský</b> ( <i>Capra cylindricornis</i> )	♂, ♀	v. p. autora, Robovský J., v. p.
<b>kozorožec sibiřský</b> ( <i>Capra sibirica</i> )	♂	Robovský J., v. p. Veselá L., v. p.
<b>*koza šrouborohá, turkmenský poddruh</b> ( <i>Capra falconeri heptneri</i> )	♂	Robovský J., v. p., Veselá L., v. p.
<b>koza domácí</b> ( <i>Capra hircus</i> )	?	Robovský J. v. p.

<b>kamzík běláč</b> ( <i>Oreamnos americanus</i> )	?	<i>Robovský J., v. p.</i>
<b>ovce bucharská</b> ( <i>Ovis bocharensis</i> )	♂	<i>Robovský J., v. p. ****,</i> <i>Voldřichová M. v. p.</i>
<b>paovce hřivnatá</b> ( <i>Ammotragus lervia</i> )	♂, ♀	<i>Mohr, 1919</i>

*Vysvětlivky: v. p. – vlastní pozorování, ♂ - samec, ♀ - samice, ? - neurčeno*

*\*Klikání u kozy šrouborohé bylo zaznamenáno pouze u samců poddruhu koza šrouborohá turkmenská v ZOO Liberec (Robovský J., vlastní pozorování), v zoo Olomouc nebylo pozorováno (Veselá L., vlastní pozorování)*

*\*\* Klikání bylo rovněž zaznamenáno u samic s cystami na vaječnicích (Kotrba R., vlastní pozorování).*

*\*\*\* U kozorožce alpského se klikání zatím nepodařilo přímým pozorováním potvrdit (Robovský pers. comm.)*

*\*\*\*\* cvakání je jemné, nepravidelné (Robovský pers. comm.)*

V literatuře je uváděno celkem 6 klikajících taxonů z čeledi turovitých, jmenovitě antilopa losí, antilopa Derbyho, buvol kaferský a zebu (větší plemena) z podčeledi Bovini a paovce hřivnatá a kozorožec alpský z tribu Caprini.

Na základě přímých pozorování bylo možné tento seznam doplnit celkem o 7 nových, doposud nikde neuvedených klikajících taxonů. Jedná se o následující druhy: kozorožec kavkazský, kozorožec dagestánský, kozorožec sibiřský, koza šrouborohá, kamzík běláč, ovce bucharská a některá plemena kozy domácí.

Stručné biologické charakteristiky těchto nově zdokumentovaných klikajících druhů (vynechána je koza domácí a zebu) uvádím jsou uvedeny v **Příloze I.**

### **5.1.2 Distribuce cvakání v podčeledi Bovinae a tribu Caprini,**

#### **Rekonstrukce ancestrálního stavu klikání v rámci Caprini**

V rámci literární rešerše a cíleného pozorování skupiny Caprini můžeme přítomnost klikání prokázat pro taxony uvedené v kapitole 5.1.1.

Nepřítomnost klikání v literatuře není výslovně uváděna, naopak reference často chybí i u druhů prokazatelně klikajících, proto jsou uváděny jen taxony, u nichž byla nepřítomnost klikání prokázána přímým pozorováním. Jedná se o tyto druhy chované v Unii českých a slovenských zoologických zahrad (sborník Walia 2013):

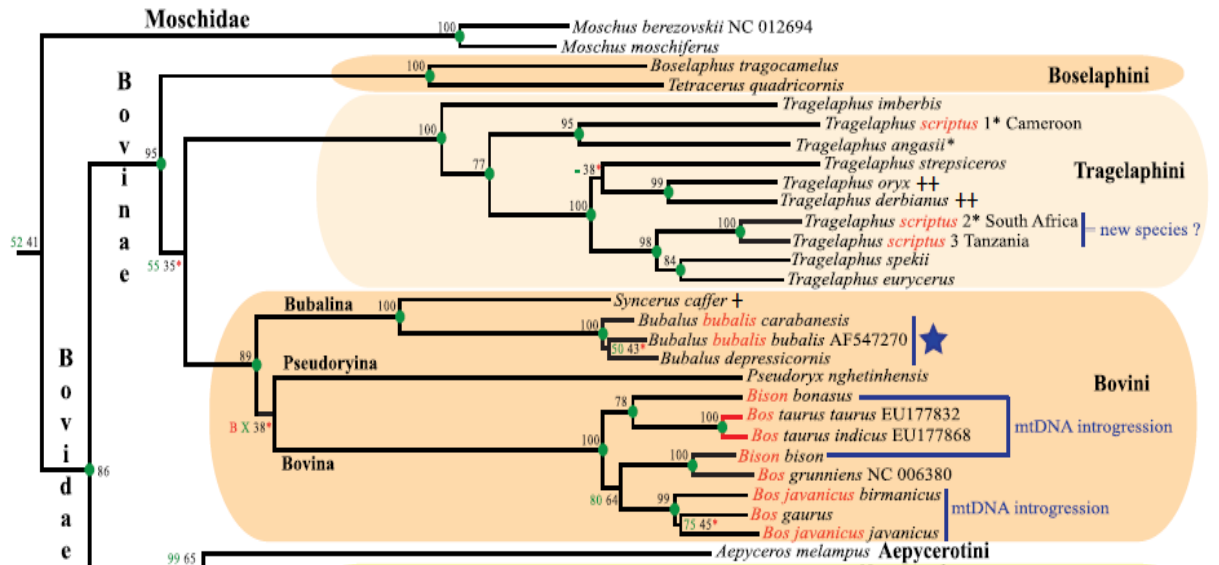
pižmoň severní (*Ovibos moschatus*), goral sečuánský (*Naemorhedus griseus*), ovce tlustorohá (*Ovis canadensis*), ovce aljašská (*Ovis dalli dalli*), muflon (*Ovis orientalis*), kamzík horský (*Rupicapra rupicapra*, *R. r. rupicapra*), takin indický (*Budorcas taxicolor taxicolor*), takin čínský (*B. t. bedfordi*), nahur modrý (*Pseudois nayaur*), tahr himalájský (*Hemitragus jemlahicus*) a koza bezoárová (*Capra aegargus*, *C. a. „cretica“*). Dále neklikají argali (*Ovis ammon*). Klikání se rovněž nevyskytuje u ovce domácí a řady plemen domácích koz, tyto domestikované formy však do analýz nebyly zařazeny.

Údaje o cvakání se nepodařilo dohledat pro orongo (*Pantholops hodgsonii*), a proto tento taxon na schematizovaném kladogramu chybí.

V rámci podčeledi Bovinae byly na základě přímého pozorování jako necvakající vyhodnoceny tyto taxony: nilgau pestrý (*Boselaphus tragocamelus*) - tribus Boselaphini, nyala nížinná (*Tragelaphus angasii*), kudu malý (*Tragelaphus imberbis*) – tribus Tragelaphini, anoa nížinný (*Bubalus depressicornis*), zubr evropský (*Bison bonasus*), bizon (*Bison bison*) – tribus Bovini, gazela džežran (*Gazella subgutturosa*), voduška červená (*Kobus leche*), voduška velká znamenaná (*Kobus ellipsiprymnus ellipsiprymnus*), chocholotka červená (*Cephalophus natalensis*), buvolec pestrý (*Damaliscus pygargus*), antilopa koňská (*Hippotragus equinus*), antilopa vraná (*Hippotragus niger*) a adax (*Addax nasomaculatus*) - různé skupiny „antilop“ (vyjma Caprini). Klikání se rovněž nevyskytuje u tura domácího, domácí formy jaka a bantenga – tribus Bovini.

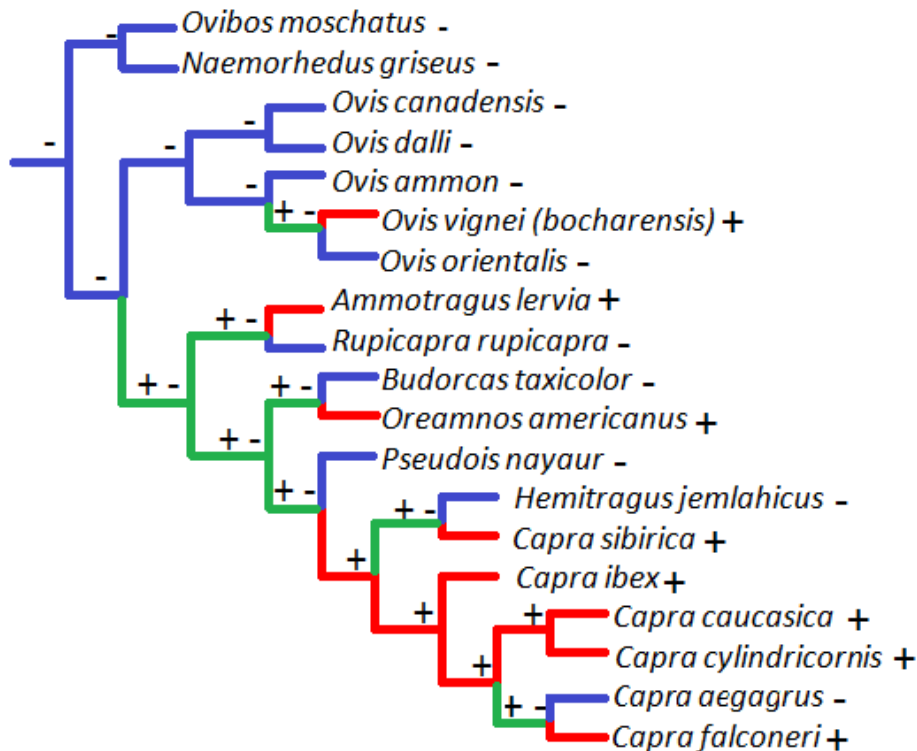
**Obrázek 2** zobrazuje referenční kladogram skupiny Bovinae. Fylogenetickou distribuci klikání v rámci tribu Caprini ukazuje **Obrázek 3**.

**Obr 2.** Kladogram skupiny Bovinae převzatý z Hassanin et al. 2012. Znaménky + jsou označeny cvakající druhy, ++ jsou označeny silně cvakající druhy.



**Obr 3:** Fylogenetická distribuce klikání v rámci tribu Caprini.

Znak cvakání nabýval třech stavů: klikání přítomné, pravidelné a výrazné, **označení** +, klikání nepřítomné, **označení** -. Barvy znázorňují přítomnost klikání v linii: nepřítomné - **modrá**, přítomné - **červená**, neurčitelný stav - **zelená**.



### 5.1.2.1 Fylogenetická distribuce cvakání v rámci Bovinae a Caprini:

Oba kladogramy ukazují, že klikání vzniklo v rámci podčeledi turovítí (Bovinae) hned několikrát, jednou u lesoňů (Tragelaphini), dvakrát u turů (Bovini) a nejméně dvakrát u skupiny Caprini.

V rámci lesoňů (Tragelaphini) se objevilo u dvou sesterských druhů antilopa losí a antilopa Derbyho.

V rámci turů (Bovini) objevilo dvakrát nezávisle: jednou u buvola kaferského, podruhé u větších plemen zebu, která nejsou v kladogramu zobrazena.

Jedině u skupiny Caprini nacházíme cvakání u více zástupců, které jsou proloženy druhy bez cvakání.

### 5.1.2.2 Rekonstrukce ancestrálního stavu klikání v tribu Caprini

Z distribuce cvakání na kladogramu je možno odvodit následující:

Předek celé podčeledi Caprini necvakal.

Cvakání u ovce bucharské vzniklo nezávisle u jinak necvakajících ovcí rodu *Ovis*

Pro tři nody nelze určit stav předka. První nod souvisí s linií vedoucí k paovci hřivnaté + kamzíku, druhý náleží k linii vedoucí k takinům + bělákovci a třetí nod odděluje linii nahura modrého.

Cvakáním patrně disponoval předek tahra himálajského + kozorožců (sibiřský, alpský, kavkazský, dagestánský) + koz (bezoárová + domácí a šrouborohá). Tahr himálajský a dále předek kozy bezoárové (a pravděpodobně kozy domácí) pak klikání druhotně ztratily.

Tyto výsledky naznačují dvě možné varianty vývoje v linii taxonů sesterské k rodu *Ovis*:

Varianta 1: Cvakání si pořídila celá větev sesterská k rodu *Ovis* a pak docházelo k opakovaným ztrátám (u obou kamzíků, takinů, nahura modrého a tahra himálajského).

Varianta 2: Cvakání nezávisle vzniklo u paovce hřivnaté, kamzíka běláka a předka tahra + kozorožců (popř. dvakrát pro kozorožce). Tato varianta je o jeden evoluční krok menší než možnost, že si cvakání pořídila, jde tedy o parsimonnější řešení.

Vzhledem k tomu, že se obě varianty liší jediným evolučním krokem, není rozdíl mezi nimi dostatečně velký na to, abychom mohli s jistotou určit, který z evolučních scénářů je pravděpodobnější.

## 5.2 Analýza klikání u vybraných druhů tribu Caprini

### 5.2.1 Určení způsobu klikání vybraných druhů

Na základě pozorování a videonahrávek pohybujících se zvířat jsem u vybraných taxonů zjistila následující způsob klikání:

Kozorožec dagestánský – kliká předními končetinami, klikání pravidelné.

Kozorožec kavkazský – kliká předními končetinami, klikání pravidelné

Paovce hřivnatá – kliká předními končetinami, klikání slabší, nepravidelné

Přesnější lokace původu zvuku není možná (na tento problém poukázala opakovaně Erna Mohrová – 1917, 1919).

### 5.2.2 Statistická analýza dat

#### 5.2.2.1 Existují mezi jedinci signifikantní rozdíly v klikání?

#### Diskriminační analýza

##### Kozorožec dagestánský

Klasifikační diskriminační analýza byla použita k sestavení klasifikační funkce pro každého jedince (**tab. 4**). Pomocí těchto funkcí byla data zpětně klasifikována, výsledek pravděpodobnosti zařazení do skupin je uveden v **tabulce 5**. V **tabulce 6** jsou uvedeny standardizované koeficienty diskriminační funkce.

**Tab. 4:** *Koeficienty klasifikační funkce.*

znak	1 ♂ p=,4293	2 ♂ p=,2011	3 ♀ p=,1141	4 ♀ p=,1250	5 ♀ p=,1304
dominantní f	16,221	15,948	14,109	16,572	15,688
25% kvartil	45,863	42,756	56,823	47,504	50,335
50% kvartil	-27,223	-25,268	-29,750	-27,556	-28,418
75% kvartil	179,111	180,921	180,204	179,045	177,766

**Tab. 5:** *Výsledky diskriminační analýzy pro klasifikaci jedinců. Procento úspěšnosti a počty případů zpětného zařazení kliků do původních kategorií.*

jedinci	% správných klasifikací	1 ♂ p=,42935	2 ♂ p=,20109	3 ♀ p=,11413	4 ♀ p=,12500	5 ♀ p=,13043
1 ♂	84,81	67	7	4	0	1
2 ♂	24,32	27	9	1	0	0
3 ♀	76,19	5	0	16	0	0
4 ♀	0,00	21	1	1	0	0
5 ♀	0,00	20	0	4	0	0
celkem	50,00	140	17	26	0	1

V průměru se podařilo k jedinci správně přiřadit 50% kliků. Nejvíce kliků analýza správně zařadila k jedinci 1 (84,81 %), což je samec a k jedinci 3 (76,19 %), což je samice kozorožce dagestánského.

**Tab. 6:** Standardizované koeficienty diskriminační funkce. Parametry klikání, které nejvíce přispívají k odlišení druhů, jsou zvýrazněny tučně.

znak	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4
dominantní f	-0,348572	-0,485102	1,28879	-0,08887
25% kvartil	<b>1,531761</b>	-0,243192	-1,07766	0,94925
50% kvartil	-0,418668	0,388470	0,31452	-2,30147
75% kvartil	-0,056947	0,730271	0,49936	1,50607
Eigenval	0,443244	0,078469	0,00506	0,00030
Cum.Prop	0,840943	0,989819	0,99943	1,00000

První kanonická osa vysvětluje 84,09 % variability, druhá osa vysvětluje 14,89 % variability.

### Kozorožec kavkazský

Klasifikační diskriminační analýza byla použita k sestavení klasifikační funkce pro každého jedince (**tab. 7**). Pomocí těchto funkcí byla data zpětně klasifikována, výsledek pravděpodobnosti zařazení do skupin je uveden v **tabulce 8**. V **tabulce 9** jsou uvedeny standardizované koeficienty diskriminační funkce.

**Tab. 7:** Koeficienty klasifikační funkce.

znak	1 ♂ p=,1260	2 ♀ p=,0813	3 ♀ p=,1260	4 ♂ p=,2154	5 ♀ p=,1789	6 ♀ p=,0894	7 ♀ p=,1829
dominantní f	6,55	10,19	8,15	7,61	8,01	9,19	7,43
25% kvartil	66,23	62,56	71,48	68,04	73,42	74,33	69,84



50% kvartil	-85,40	-82,22	-89,06	-82,54	-83,40	-85,48	-81,06
75% kvartil	274,45	270,56	271,53	272,44	266,23	271,17	267,92

**Tab. 8:** *Výsledky diskriminační funkce pro jedince. Procento úspěšnosti klasifikace a počty případů zpětného zařazení kliků do původních kategorií.*

jedinci	% správných klasifikací	1 ♂	2 ♀	3 ♀	4 ♂	5 ♀	6 ♀	7 ♀
		p=,12602	p=,08130	p=,12602	p=,21545	p=,17886	p=,08943	p=,18293
1 ♂	45,16	14	0	1	12	2	0	2
2 ♀	20,00	5	4	1	4	3	1	2
3 ♀	25,81	4	1	8	8	9	0	1
4 ♂	52,83	7	2	6	28	5	3	2
5 ♀	38,64	3	1	3	12	17	5	3
6 ♀	36,36	0	0	3	6	5	8	0
7 ♀	13,33	6	3	2	11	11	6	6
celkem	34,55	39	11	24	81	52	23	16

V průměru se podařilo správně přiřadit 34,55 % kliků. Nejvíce kliků analýza správně zařadila k jedinci 4 (52,83 %) a k jedinci 1 (45,16 %), oba jedinci jsou samci kozorožce kavkazského.

**Tab. 9:** *Standardizované koeficienty diskriminační funkce. Parametry klikání, které nejvíce přispívají k odlišení druhů, jsou zvýrazněny tučně.*

znak	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4
Dominantní f	0,235232	0,373194	-1,42359	-0,16532
25% kvartil	<b>1,036201</b>	0,302861	1,56984	1,30031
50% kvartil	0,081308	<b>-0,683479</b>	0,01048	-2,55774
75% kvartil	-0,570302	-0,647136	-0,79645	1,62479
Eigenval	0,351807	0,109405	0,04005	0,03392
Cum.Prop	0,657364	0,861792	0,93662	1,00000

První kanonická osa vysvětluje 65,74 % druhá 20,44 %, třetí 7,48 % a čtvrtá 6,34 % variability.

### Paovce hřivnatá

Klasifikační diskriminační analýza byla použita k sestavení klasifikační funkce pro každého jedince (**tab. 10**). Pomocí těchto funkcí byla data zpětně

klasifikována, výsledek pravděpodobnosti zařazení do skupin je uveden v **tabulce 11**. V **tabulce 12** jsou uvedeny standardizované koeficienty diskriminační funkce.

**Tab. 10:** *Koeficienty klasifikační funkce.*

znak	1 ♂ p=,6242	2 ♀ p=,1611	3 ♀ p=,1141	4 ♀ p=,1007
dominantní f	7,04	8,36	7,72	9,26
25% kvartil	60,25	66,69	62,84	55,97
50% kvartil	-92,74	-92,11	-89,59	-91,23
75% kvartil	261,20	255,68	259,30	260,45

**Tab. 11:** *Výsledky diskriminační funkce pro jedince. Procento úspěšnosti klasifikace a počty případů zpětného zařazení kliků do původních kategorií.*

jedinci	% správných klasifikací	1 ♂ p=,62416	2 ♀ p=,16107	3 ♀ p=,11409	4 ♀ p=,10067
1 ♂	95,70	89	4	0	0
2 ♀	45,83	12	11	1	0
3 ♀	5,88	12	4	1	0
4 ♀	6,67	11	3	0	1
celkem	68,46	124	22	2	1

V průměru se podařilo správně zařadit 68,46 % kliků. Nejvíce kliků analýza správně zařadila k jedinci 1 (95,70 %), což je samec paovce hřivnaté.

**Tab. 12:** *Standardizované koeficienty diskriminační funkce. Parametry klikání, které nejvíce přispívají k odlišení druhů, jsou zvýrazněny tučně.*

znak	Root 1	Root 2	Root 3
dominantní f	-0,22402	<b>-0,871489</b>	-1,28650
25% kvartil	<b>-1,01914</b>	0,311191	2,53332
50% kvartil	-0,22095	0,316168	-1,48656
75% kvartil	0,65276	0,639654	-0,40103
Eigenval	0,33338	0,045168	0,01572
Cum.Prop	0,84558	0,960140	1,00000

První kanonická osa vysvětluje 84,56 %, druhá osa 11,46 % a třetí 3,99 % variability.

## Jednocestná ANOVA

### Kozorožec dagestánský

Pomocí jednocestné ANOVY vyšel průkazný rozdíl mezi jedinci na základě dominantní frekvence ( $Df = 4$ ;  $F = 5,86$ ;  $p = 0,00$ ), 25% kvartilu ( $Df = 4$ ;  $F = 17,7$ ;  $p = 0,00$ ), 50% kvartilu ( $Df = 4$ ;  $F = 8,3$ ;  $p = 0,00$ ) i 75% kvartilu ( $Df = 4$ ;  $F = 4,8$ ;  $p = 0,00$ ). Tyto znaky, které podle jednocestné ANOVY oddělují druhy od sebe, jsem zobrazila do grafů Box & Whiskers plot (**obr. 4, 5, 6, 7**).

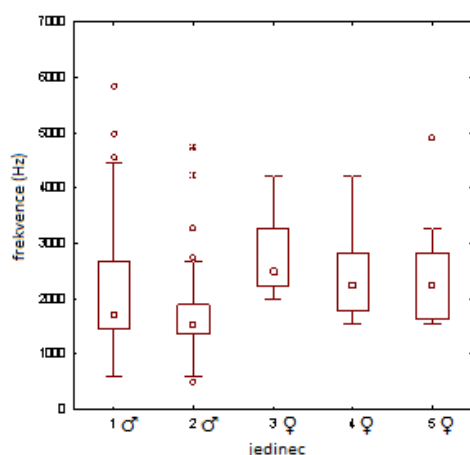
Provedené Post-hoc (Unequal N HSD) testy prokázaly následující:

Na základě dominantní frekvence se prokazatelně liší druhý jedinec od třetího (viz **příloha II, tab. 1**). Na základě 25% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od třetího, druhý jedinec od třetího a pátého, třetí jedinec od čtvrtého a pátého, tedy se třetí jedinec prokazatelně liší od všech ostatních (viz **příloha II, tab. 2**). Na základě 50% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od třetího, druhý jedinec od třetího, třetí jedinec od čtvrtého a pátého, tedy se také liší od všech ostatních jedinců (viz **příloha II, tab. 3**). Na základě 75% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od třetího a třetí jedinec od čtvrtého a pátého (viz **příloha II, tab. 4**).

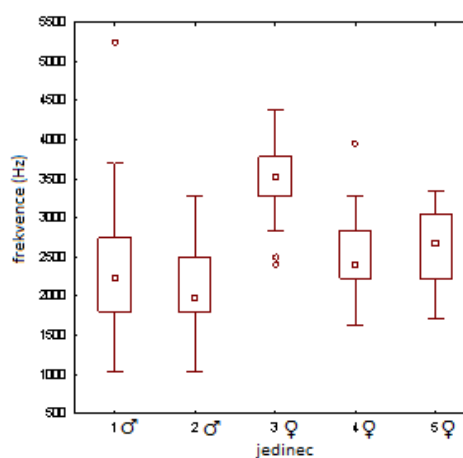
Nejvíce se tedy od ostatních zvířat odlišuje třetí jedinec, což je samice.

Grafické srovnání parametrů klikání jedinců kozorožce dagestánského.

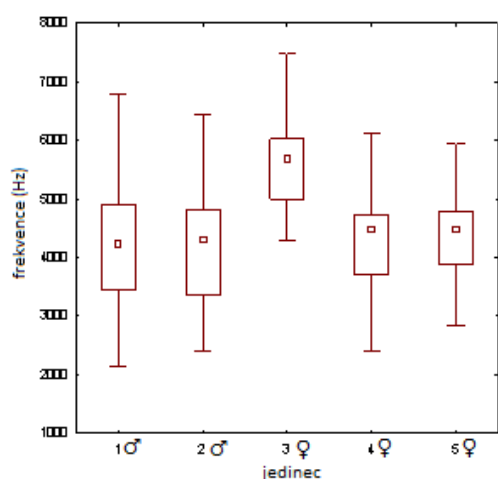
□ Medián, □ 25% -75% kvartil, I Min-Max (1,5 IQR), ○ odlehlá pozorování, \* extrémní hodnoty



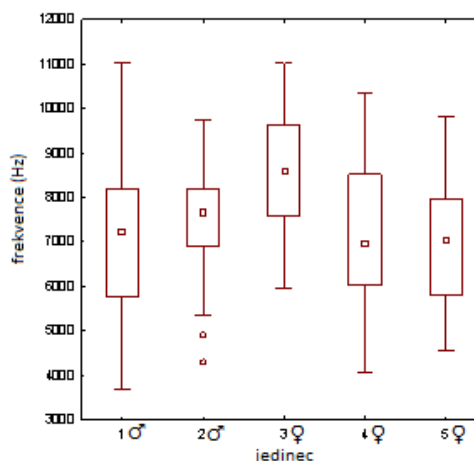
**Obr. 4:** Srovnání jedinců na základě dominantní frekvence.



**Obr. 5:** Srovnání jedinců na základě 25% kvartilu.



**Obr. 6:** Srovnání jedinců na základě 50% kvartilu.



**Obr. 7:** Srovnání jedinců na základě 75% kvartilu.

### Kozorožec kavkazský

Pomocí jednocestné ANOVY vyšel průkazný rozdíl mezi jedinci na základě dominantní frekvence ( $Df = 6$ ;  $F = 10,1$ ;  $p = 0,00$ ), 25% kvartilu ( $Df = 6$ ;  $F = 11,9$ ;  $p = 0,00$ ), 50% kvartilu ( $Df = 6$ ;  $F = 7,5$ ;  $p = 0,00$ ) i 75% kvartilu ( $Df = 6$ ;  $F = 4,8$ ;  $p = 0,00$ ). Znaky, které podle jednocestné ANOVY oddělují druhy od sebe, jsem zobrazila do grafů Box & Whiskers plot (**obr. 8, 9, 10, 11**).

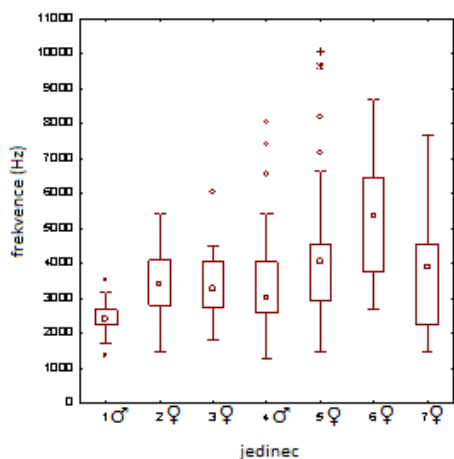
Provedené Post-hoc (Unequal N HSD) testy prokázaly následující:

Na základě dominantní frekvence se prokazatelně liší první jedinec od šestého, druhý jedinec od šestého a třetí jedinec od čtvrtého a šestého (viz **Příloha II, tab. 5**). Na základě 25% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od čtvrtého, pátého, šestého a sedmého, druhý jedinec od pátého a šestého, třetí jedinec šestého, čtvrtý jedinec od šestého a šestý jedinec od sedmého (viz **Příloha II, tab. 6**). Na základě 50% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od čtvrtého a šestého, druhý jedinec od šestého, třetí jedinec od čtvrtého a šestého (viz **Příloha II, tab. 7**). Na základě 75% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od šestého, druhý jedinec od šestého a třetí jedinec od čtvrtého a šestého (viz **Příloha II, tab. 8**).

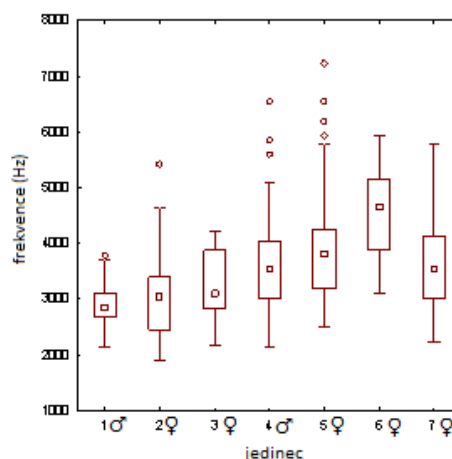
Nejvíce se od ostatních odlišuje šestý jedinec, což je samice.

Grafické srovnání parametrů klikání jedinců kozorožce kavkazského.

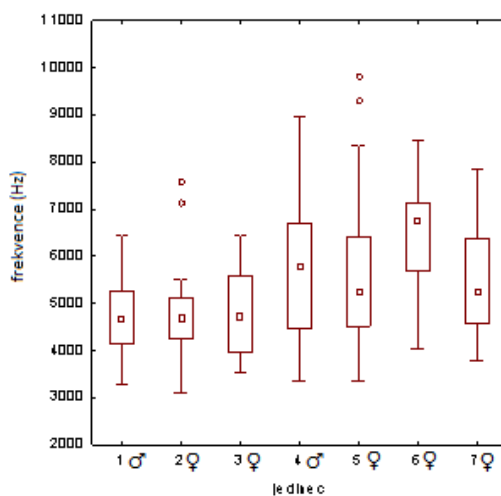
□ Medián, □ 25% -75% kvartil, ┆ Min-Max (1,5 IQR), ○ odlehlá pozorování, \* extrémní hodnoty



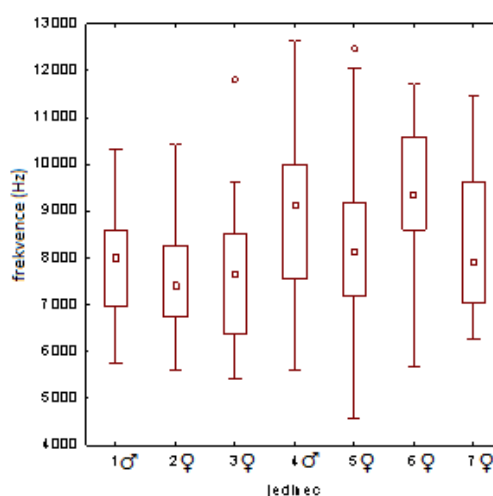
**Obr. 8:** Srovnání jedinců na základě dominantní frekvence.



**Obr. 9:** Srovnání jedinců na základě 25% kvartilu.



**Obr. 10:** Srovnání jedinců na základě 50% kvartilu.



**Obr. 11:** Srovnání jedinců na základě 75% kvartilu.

### Paovce hřivnatá

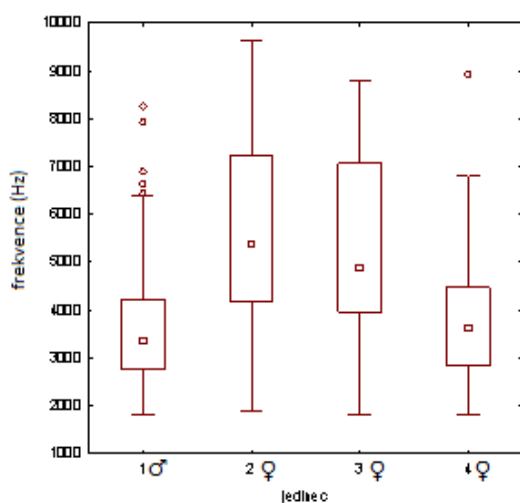
Pomocí jednocestné ANOVY vyšel průkazný rozdíl mezi jedinci na základě dominantní frekvence ( $Df = 3$ ;  $F = 11,99$ ;  $p = 0,00$ ), 25% kvartilu ( $Df = 3$ ;  $F = 13,3$ ;  $p = 0,00$ ), 50% kvartilu ( $Df = 3$ ;  $F = 8,5$   $p = 0,00$ ) i 75% kvartilu ( $Df = 3$ ;  $F = 3,9$ ;  $p = 0,00$ ).

= 0,01). Znaky, které podle jednocestné ANOVY oddělují druhy od sebe, jsem zobrazila do grafů Box & Whiskers plot (**obr. 12, 13, 14, 15**).

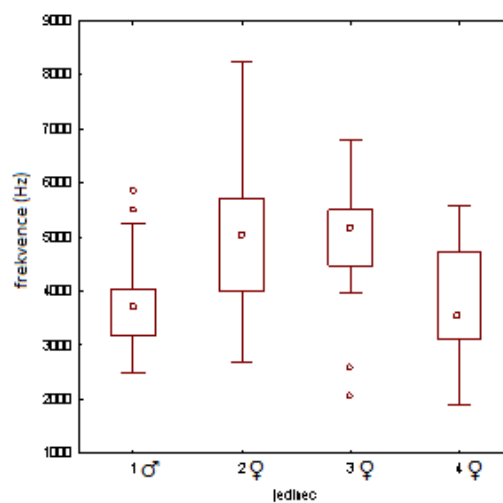
Na základě dominantní frekvence se prokazatelně liší první jedinec od druhého a třetího a druhý jedinec od čtvrtého (viz **Příloha II, tab. 9**). Na základě 25% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od druhého a třetího, druhý jedinec od čtvrtého a třetí jedinec od čtvrtého (viz **Příloha II, tab. 10**). Na základě 50% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od druhého a třetího a třetí jedinec od čtvrtého (viz **Příloha II, tab. 11**). Na základě 75% kvartilu se prokazatelně liší třetí jedinec od čtvrtého (viz **Příloha II, tab. 12**).

Grafické srovnání parametrů klikání jedinců paovce hřivnaté.

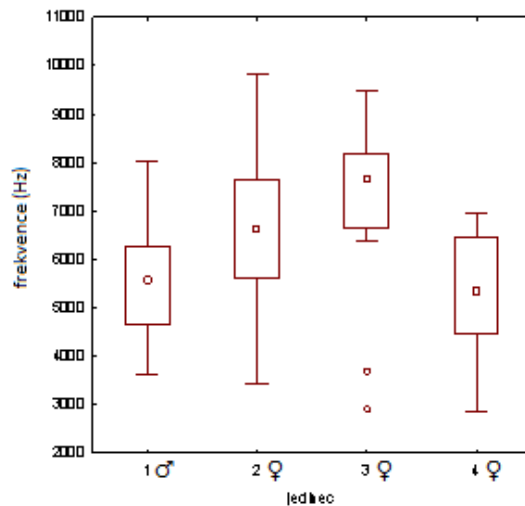
□ Medián, □ 25% -75% kvartil, I Min-Max (1,5 IQR), ○ odlehlá pozorování, \* extrémní hodnoty



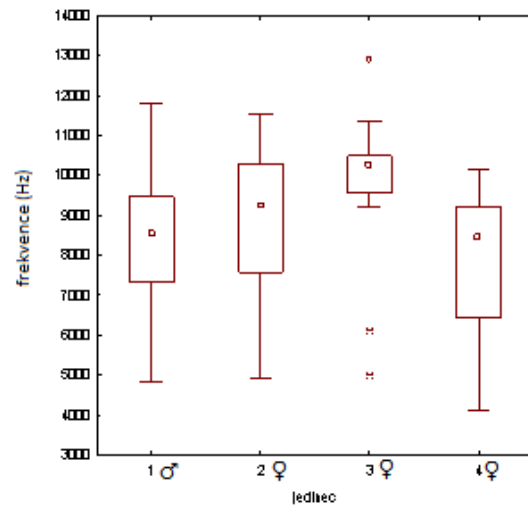
**Obr. 12:** Srovnání jedinců na základě dominantní frekvence.



**Obr. 13:** Srovnání jedinců na základě 25% kvartilu.



**Obr. 14:** Srovnání jedinců na základě 50% kvartilu.



**Obr. 15:** Srovnání jedinců na základě 75% kvartilu.

### 5.2.2.2 Existují mezi druhy signifikantní rozdíly v klikání?

#### Diskriminační analýza

Druhy se průkazně lišily 75% kvantilem (**tab. 13**). Výsledek pravděpodobnosti zařazení do skupin je uveden v **tabulce 14**. V **tabulce 15** jsou uvedeny standardizované koeficienty diskriminační funkce. Znaky, které podle diskriminační analýzy nejlépe oddělují druhy od sebe, jsem zobrazila do grafů Box & Whiskers plot (**obr. 16**). Na **obrázku 17** je výsledek analýzy druhů. První diskriminační osa zřetelně odděluje kozorožce dagestánského od kozorožce kavkazského a paovce hřivnaté. Kozorožec kavkazský a paovce hřivnatá jsou od sebe podle druhé diskriminační osy dobře odlišitelné, i když s patrným překryvem.

**Tab. 13:** Výsledky diskriminační analýzy pro druhy. Znaky, v nichž se zvířata signifikantně liší, jsou vyznačeny tučně.

znak	Wilks' Lambda	F-remove (2,520)	p-value
Dominantní f	0,200156	2,980851	0,11
25% kvartil	0,115999	0,045687	0,96
50% kvartil	0,191619	2,683097	0,13
75% kvartil	<b>0,254743</b>	<b>4,884677</b>	<b>0,04</b>

**Tab. 14:** Výsledky diskriminační analýzy pro druhy (1- kozorožec kavkazský, 2 – kozorožec dagestánský, 3 – paovce hřivnatá). Procento úspěšnosti a počty případů zpětného zařazení kliků do původních kategorií.

druh	%správných klasifikací	1 p=,36692	2 p=,34981	3 p=,28327
1	100,00	5	0	0
2	100,00	0	5	0
3	50,00	2	0	2
celkem	85,71	7	5	2

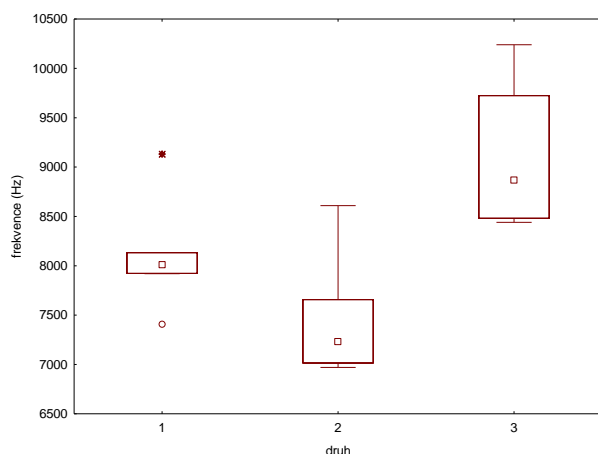
**Tab. 15:** Standardizované koeficienty diskriminační analýzy.

znak	Root 1	Root 2
dominantní f	-2,09552	0,61768
25% kvartil	0,48323	0,30114
50% kvartil	2,95790	-2,88938
75% kvartil	-2,70657	1,46548
Eigenval	5,22539	0,40060
Cum.Prop	0,92880	1,00000

První kanonická osa vysvětluje 92,88 % variability, druhá kanonická osa vysvětluje 7,12 % variability.

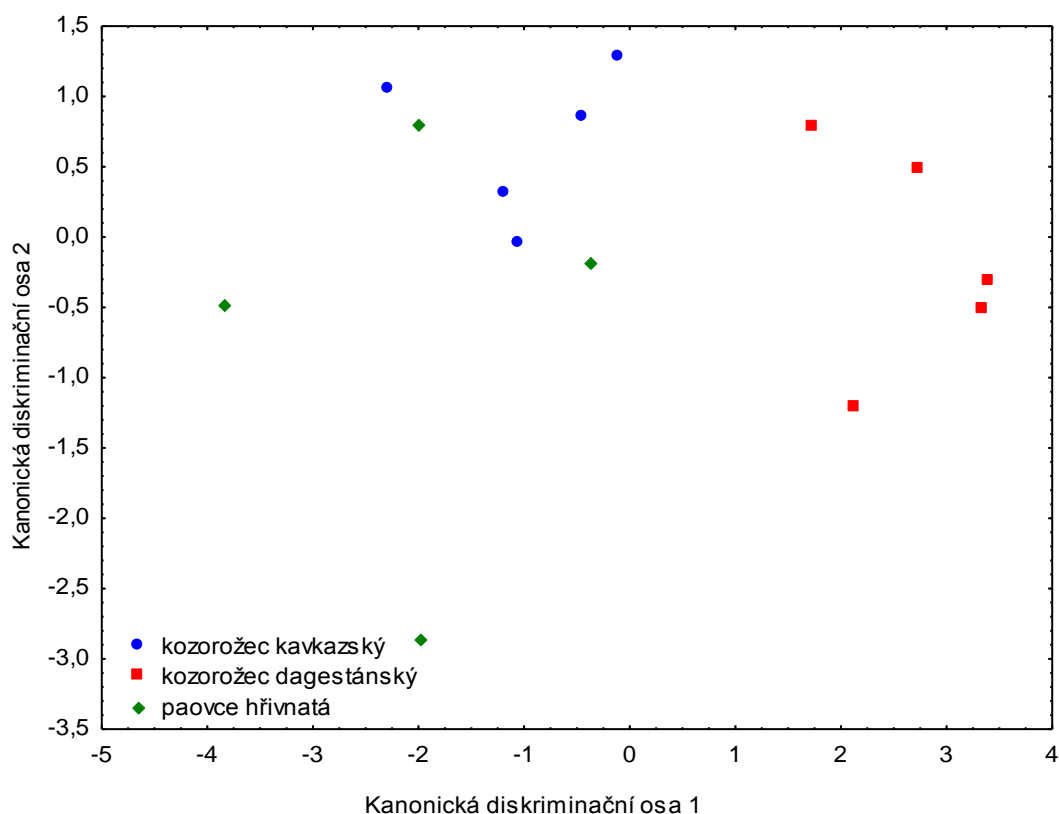
Grafické srovnání parametrů klikání jednotlivých druhů

□ Medián, □ 25% -75% kvartil, I Min-Max (1,5 IQR), ○ odlehlá pozorování, \* extrémní hodnoty



**Obr. 17:** Srovnání druhů na základě 75% kvartilu (druhy: 1 – kozorožec kavkazský, 2 – kozorožec dagestánský, 3 – paovce hřivnatá).





**Obr. 18:** Bodový graf znázorňující rozložení jedinců všech tří studovaných druhů na základě kombinace všech parametrů jejich cvakání ve dvou osách vytvořených diskriminační analýzou. Na první kanonické ose se zřetelně odděluje kozorožec dagestánský. První kanonická osa vysvětluje 92% variability, druhá kanonická osa vysvětluje 8% variability.

### Hierarchická ANOVA

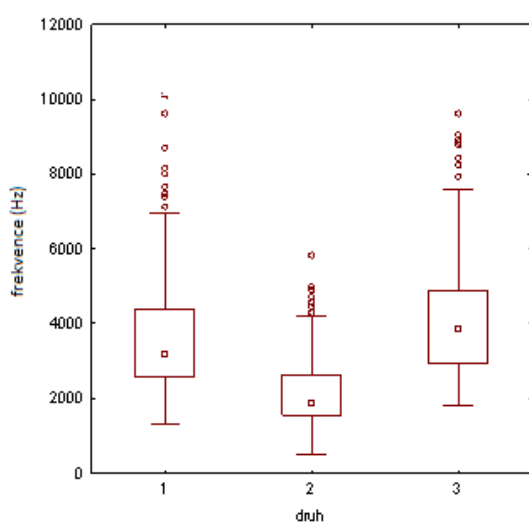
Podle hierarchické ANOVY vyšel průkazný rozdíl mezi druhy na základě dominantní frekvence ( $Df = 2$ ;  $F = 15,22$ ;  $p = 0,00$ ), 25% kvartilu ( $Df = 2$ ;  $F = 11,70$ ;  $p = 0,01$ ), 50% kvartilu ( $Df = 2$ ;  $F = 7,70$ ;  $p = 0,01$ ) a 75% kvartilu ( $Df = 2$ ;  $F = 5,0$ ;  $p = 0,02$ ). Znaky, které podle hierarchické ANOVY oddělují druhy od sebe, jsem zobrazila do grafů Box & Whiskers plot (**obr. 18, 19, 20, 21**). Na základě dominantní frekvence, 25% kvartilu a 50% kvartilu se od sebe navzájem signifikantně liší všechny tři druhy (viz **Příloha III, tab. 13, 14, 15**), podle 75% kvartilu se od sebe liší pouze kozorožec kavkazský od kozorožce dagestánského a kozorožec

dagestánský od paovce hřivnaté, přičemž se kozorožec kavkazský od paovce hřivnaté neliší prokazatelně (Viz Příloha III, tab. 16) .

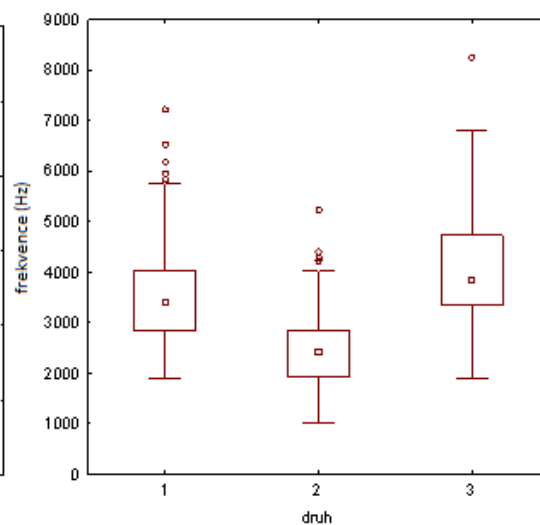
Grafické srovnání parametrů klikání jednotlivých druhů.

druhy: 1 – kozorožec kavkazský, 2 – kozorožec dagestánský, 3 – paovce hřivnatá

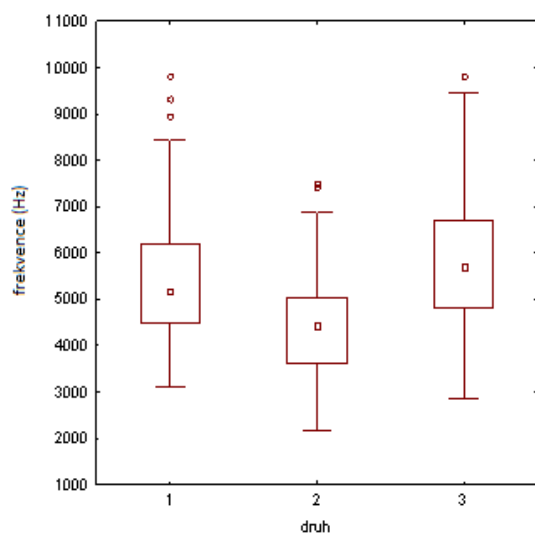
□ Medián, ◻ 25% -75% kvartil, ⊥ Min-Max (1,5 IQR), ○ odlehlá pozorování, \* extrémní hodnoty



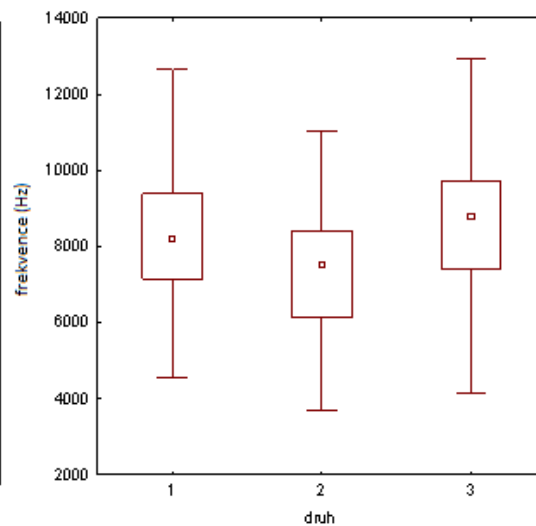
**Obr. 18:** Srovnání druhů na základě dominantní frekvence.



**Obr. 19:** Srovnávající druhů na základě 25% kvartilu.



**Obr. 20:** Srovnání druhů na základě 50% kvartilu.



**Obr. 21:** Srovnání druhů na základě 75% kvartilu.

### 5.2.2.3 Existují mezi pohlavími signifikantní rozdíly v klikání?

#### Hierarchická ANOVA

##### **Kozorožec dagestánský**

Pomocí hierarchické ANOVY nevyšel průkazně rozdíl mezi pohlavími na základě dominantní frekvence ( $Df = 1$ ;  $F = 9,46$ ;  $p = 0,06$ ), 25% kvartilu ( $Df = 1$ ;  $F = 5,19$ ;  $p = 0,11$ ), 50% kvartilu ( $Df = 1$ ;  $F = 2,14$ ;  $p = 0,24$ ) ani 75% kvartilu ( $Df = 1$ ;  $F = 0,42$ ;  $p = 0,57$ ).

##### **Kozorožec kavkazský**

Pomocí hierarchické ANOVY nevyšel průkazně rozdíl mezi pohlavími na základě dominantní frekvence ( $Df = 1$ ;  $F = 3,48$ ;  $p = 0,12$ ), 25% kvartilu ( $Df = 1$ ;  $F = 1,10$ ;  $p = 0,34$ ), 50% kvartilu ( $Df = 1$ ;  $F = 0,13$ ;  $p = 0,73$ ) ani 75% kvartilu ( $Df = 1$ ;  $F = 0,18$ ;  $p = 0,69$ ).

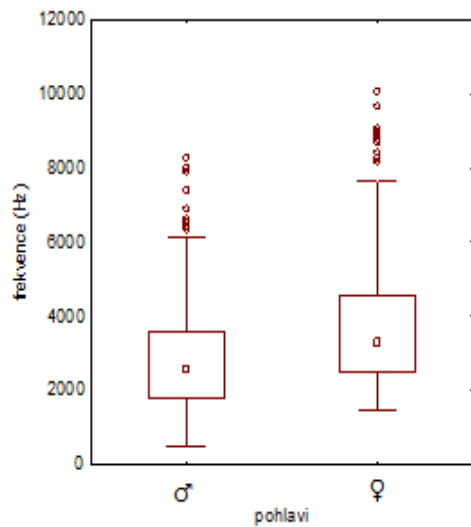
##### **Pavoce hřivnatá**

Pomocí hierarchické ANOVY nevyšel průkazně rozdíl mezi pohlavími na základě dominantní frekvence ( $Df = 1$ ;  $F = 2,02$ ;  $p = 0,32$ ), 25% kvartilu ( $Df = 1$ ;  $F = 0,76$ ;  $p = 0,49$ ), 50% kvartilu ( $Df = 1$ ;  $F = 0,67$ ;  $p = 0,51$ ) ani 75% kvartilu ( $Df = 1$ ;  $F = 0,30$ ;  $p = 0,65$ ).

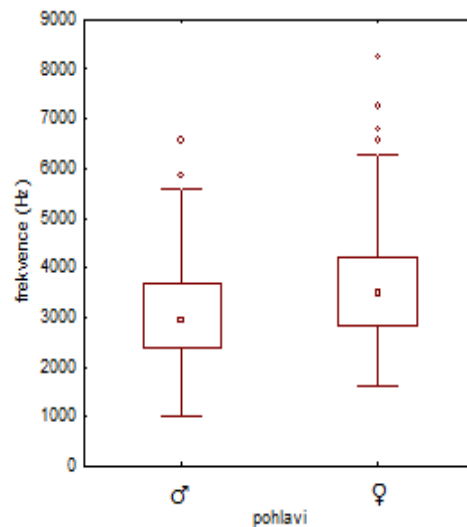
Rozdíly mezi pohlavími u pro všechny druhy jsem na základě jednotlivých parametrů klikání zobrazila do grafů Box & Whiskers plot (**obr. 22, 23, 24, 25**).

Grafické srovnání parametrů klikání jednotlivých druhů.

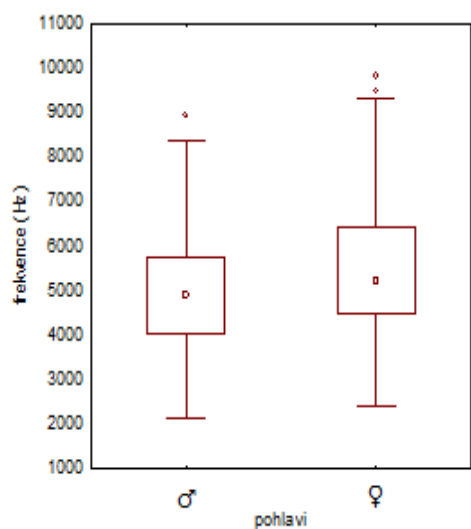
□ Medián, □ 25% -75% kvartil, ⊥ Min-Max (1,5 IQR), ○ odlehlá pozorování, \* extrémní hodnoty



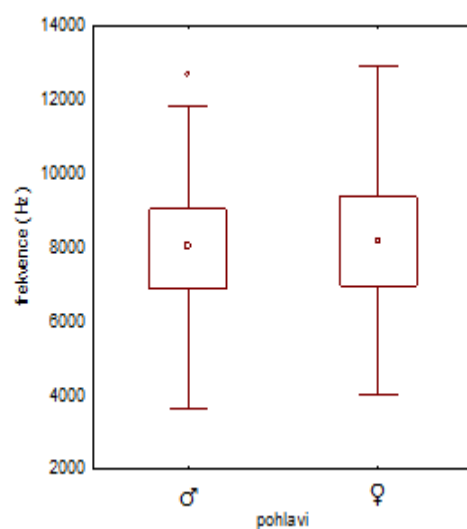
**Obr. 22:** Srovnání pohlaví na základě dominantní frekvence.



**Obr. 23:** Srovnání pohlaví na základě 25% kvartilu.



**Obr. 24:** Srovnání pohlaví na základě 25% kvartilu.



**Obr. 25:** Srovnání pohlaví na základě 50% kvartilu.

#### 5.2.2.4 Je klikání závislé na věku jedince?

##### Statistická korelace

Pro paovci hřivantou nebylo možné spočítat korelaci parametrů cvakání s věkem, protože se nepodařilo dohledat informace o věku jedinců.

### Kozorožec dagestánský

Korelace parametrů cvakání s věkem vyšla pro samce neprůkazně na základě dominantní frekvence, 25%, 50% i 75% kvartilu (**tab. 16**). Pro samice vyšla průkazně na základě 25%, 50% a 75% kvartilu (**tab. 17**).

**Tab. 16:** Korelace parametrů cvakání s věkem pro samce kozorožce dagestánského. První řádek zobrazuje korelační koeficienty  $r$ , druhý řádek hladinu významnosti.

	dominantní f	25% kvartil	50% kvartil	75% kvartil
věk	-,1415 p=0,13	-,1450 p=0,12	,0453 p=0,63	,1313 p=0,16

**Tab. 17:** Korelace parametrů cvakání s věkem pro samice kozorožce dagestánského. První řádek zobrazuje korelační koeficienty  $r$ , druhý řádek hladinu významnosti. Hladiny průkaznosti  $< 0,05$  jsou vyznačeny tučně.

	dominantní f	25% kvartil	50% kvartil	75% kvartil
věk	-,2271 p=0,06	<b>-,6587</b> <b>p=0,00</b>	<b>-,5668</b> <b>p=0,00</b>	<b>-,4537</b> <b>p=0,00</b>

### Kozorožec kavkazský

Korelace parametrů cvakání s věkem vyšla pro samce průkazně na základě dominantní frekvence, 25%, 50% i 75% kvartilu (**tab. 18**). Pro samice vyšla průkazně na základě 25%, 50% a 75% kvartilu (**tab. 19**).

**Tab. 18:** Korelace parametrů cvakání s věkem pro samce kozorožce kavkazského. První řádek zobrazuje korelační koeficienty  $r$ , druhý řádek hladinu významnosti. Hladiny průkaznosti  $< 0,05$  jsou vyznačeny tučně.

	dominantní f	25% kvartil	50% kvartil	75% kvartil
věk	<b>,4050</b>	<b>,4233</b>	<b>,3811</b>	<b>,2990</b>
	<b>p=0,00</b>	<b>p=0,00</b>	<b>p=0,00</b>	<b>p=0,00</b>

**Tab. 19:** Korelace parametrů cvakání s věkem pro samice kozorožce kavkazského. První řádek zobrazuje korelační koeficienty  $r$ , druhý řádek hladinu významnosti. Hladiny průkaznosti  $< 0,05$  jsou vyznačeny tučně

	Dominantní f	25% kvartil	50% kvartil	75% kvartil
věk	,1167	<b>,2147</b>	<b>,2565</b>	<b>,2028</b>
	$p=0,14$	<b><math>p=0,00</math></b>	<b><math>p=0,00</math></b>	<b><math>p=0,01</math></b>

## 6. DISKUZE

### Dokumentace klikajících druhů

V literatuře je uváděno 6 klikajících taxonů z čeledi turovitých: antilopa losí (Mohr, 1917; Kingdon, 1982; Bro-Jørgensen & Dabelsteen, 2008; Carnaby, 2008; Groves & Leslie, 2011), antilopa Derbyho, buvol kaferský, zebu (větší plemena), paovce hřivnatá (Mohr, 1919) a kozorožec alpský (Mohr, 1917). Podařilo se zdokumentovat cvakání u 7 dalších taxonů: kozorožec kavkazský, kozorožec dagestánský, kozorožec sibiřský, koza šrouborohá turkmenská, kamzík bělák, ovce bucharská a některá plemena kozy domácí.

V literatuře také není většinou uváděno, jestli cvakají samci i samice. U antilopy losí je uvedeno, že cvakají dospělí samci (Bro-Jørgensen & Dabelsteen, 2008). U paovce hřivnaté Mohrová (1917) uvádí, že nejvíce cvakají staří samci. Z našeho pozorování vyplývá, že u kozorožce kavkazského, kozorožce dagestánského a paovce hřivnaté cvakají obě pohlaví, u všech třech druhů přitom platí, že samci cvakají výrazněji než samice.

### Distribuce cvakání v podčeledi Bovinae a tribu Caprini a rekonstrukce ancestrálního stavu klikání Caprini

V rámci podčeledí Bovinae a tribu Caprini vzniklo klikání hned několikrát nezávisle na sobě, jedná se tedy o evolučně nehomologický znak s opakovaným vznikem. U Caprini existují dvě základní varianty evoluce klikání, které se od sebe liší jediným evolučním krokem, nelze tedy s jistotou rozhodnout, která z nich je pravděpodobnější. Podle první varianty si klikání pořídila celá větev sesterská k rodu *Ovis* a pak docházelo k opakovaným ztrátám (u obou kamzíků, takinů, nahura modrého a tahra himalájského). Podle druhé vzniklo klikání nezávisle u paovce hřivnaté, kamzíka běláka a předka tahra + kozorožců (popř. dvakrát pro kozorožce).

U turů (Bovinae) se cvakání objevilo dvakrát u dvou sesterských druhů antilopa losí a antilopa Derbyho, které jsou největšími zástupci celé skupiny. Cvakání se v rámci turů (Bovini) objevilo dvakrát nezávisle: jednou u buvola kaferského, podruhé u větších plemen zebu, zatímco buvol kaferský je vůči svým nejbližším příbuzným větší, zebu je srovnatelně velký s necvakavými z řad svých nejpříbuznějších (zubr, domácí skot odvozený od pratura).

## **Způsob klikání u turovitých**

Autoři většinou nespécifikují, kterými končetinami zvířata zvuk vydávají, pouze u antilopy losí se uvádí, že cvaká předními končetinami (Bro-Jørgensen & Dabelsteen, 2008). Z mého pozorování a pozorování mých kolegů (školitel, konzultant) a odborníků obeznámených s fenoménem klikání se zdá, že kamzík běláček cvaká předními a asi i zadními končetinami, nicméně předními pravidelněji, kozorožec dagestánský předními, antilopa Derbyho předními, kozorožec kavkazský předními a paovce hřivnatá také předními končetinami.

## **Statistická analýza klikání vybraných druhů tribu Caprini.**

Při porovnání jedinců v rámci druhů diskriminační analýzou měl z kozorožců dagestánských nejvíce správně přiřazených kliků jedinec 1 (84,81 %) a jedinec 3 (76,19 %), jedinec 1 je samec a jedinec 3 samice. Zároveň bylo k jedinci 1 přiřazeno i nejvíce kliků. Z kozorožců kavkazských nejvíce kliků analýza správně zařadila k jedinci 4 (52,83 %) a k jedinci 1 (45,16 %), oba jedinci jsou samci, zároveň bylo k jedinci 4 přiřazeno i nejvíce kliků. Z jedinců paovce hřivnaté správně zařadila analýza nejvíce kliků k jedinci 1 (95,70 %), což je samec. Podle výsledků jednocestné ANOVY se v rámci kozorožce dagestánského nejvíce od ostatních odlišoval jedinec 3, což je samice, v rámci kozorožce kavkazského jedinec 6, což je také samice.

Při druhovém srovnání se velmi lišil kozorožec dagestánský od kozorožce kavkazského a paovce hřivnaté a už méně se lišil kozorožec kavkazský od paovce hřivnaté. Velký rozdíl mezi cvakáním kozorožce kavkazského a dagestánského by mohl být způsoben tím, že se tyto dva druhy mohou v přírodě potkat (Groves & Leslie, 2011) a cvakání by mohlo fungovat při mezidruhové komunikaci.

Rozdíl v klikání mezi pohlavími je podle výsledků hierarchické ANOVY nesignifikantní u všech druhů, ale trend klikání samců je patrný – jejich kliky mají nižší frekvenci. Diskriminační analýza přiřadila správně nejvyšší počet kliků většinou k samcům: kozorožec dagestánský – jedinec 1 (84,81 %), kozorožec kavkazský - jedinec 4 (52,83 %) a jedinec 1 (45,16 %), paovce hřivnatá – jedinec 1 (95,70 %). To by mohlo znamenat, že mají odlišnou akustickou strukturu kliku než samice. Rovněž Box & Whiskers ploty zřetelně ukazují, že samci klikají obecně níže než samice.



Korelaci klikání s věkem jsem rozdělila podle pohlaví, protože byl patrný rozdíl v klikání mezi samcem a samicí. Pro kozorožce kavkazského vyšla korelace pro samce neprůkazně na základě dominantní frekvence, 25%, 50% i 75% kvartilu, pro samice vyšla průkazně na základě 25%, 50% a 75% kvartilu. Pro kozorožce dagestánského vyšla pro samce průkazně na základě dominantní frekvence, 25%, 50% i 75% kvartilu, pro samice vyšla průkazně na základě 25%, 50% a 75% kvartilu. Bohužel byly počty jedinců malé, protože jsou limitované velikostí chovných skupin v ZOO.

Mohrová (1917) udává pro paovci hřivnatou, že cvakání je tím nápadnější, čím větší a těžší je zvíře, přičemž nejvíce cvakají staří samci a velký vliv má větší zátěž na přední končetiny – jak již bylo zmíněno, věk nebyl analyzován a vliv pohlaví se statisticky neprokázal.

I když se nám také jevilo, že samci cvakání nápadněji, statistické neprokázání může mít dva důvody. Celkově nám vznikl dojem, že veškeré cvakavé zvuky byly lépe detekovatelné naším sluchem než při nahrávání aparaturou a dále je vhodné zmínit, že jsme sledovali, v souladu s podobnými studiemi, dominantní frekvenci, nikoliv hlasitost zvuku.

U kozorožce dagestánského cvakal jeden samec výrazně a hlasitě, zatímco druhý samec cvakal v podstatě jako samice. Podobně podle pozorování Ing. Radima Kotrby, Ph.D pokud byli dva klikající samci antilopy losí dáni dohromady a ustájeni, v hierarchii níže postavený samec klikání dokázal „potlačit/vypnout“.

## 7. ZÁVĚR

Ve své práci jsem podala doposud nejucelenější výčet klikajících a neklikajících druhů a porovнала čtyři vybrané parametry klikání (dominantní frekvence, 25%, 50% a 75% kvartil) u tří druhů kopytníků (kozorožec kavkazský, kozorožec dagestánský a paovce hřivnatá). Své závěry jsme konfrontovala s dostupnou literaturou. Má práce prokázala, že oproti literárním údajům je klikání rozšířenější fenomén, než bylo dříve uvažováno a odhalila, že mezi klikáním druhů i jedinců existují prokazatelné rozdíly. Učinila jsem rovněž několik neobvyklých pozorování. Například výrazný rozdíl v klikání mezi oběma kozorožci, kteří se jen málo liší vahou a velikostí, v kontrastu s podobností klikání kozorožce kavkazského a paovce, což může být dáno sympatrickým výskytem obou kozorožců a tedy snahou o jejich vzájemně odlišení z důvodu druhového rozpoznání. U kozorožce kavkazského, kde byly ve stádě dva samci, měl jeden z nich o něco nižší dominantní frekvenci kliku než samice, zatímco druhý se v klikání od samic prakticky nelišil. To by mohlo být způsobeno tím, že méně dominantní jedinec své klikání potlačil. Tyto pracovní hypotézy jsou snad vhodným námětem k dalšímu studiu.

## 8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Bradley D. G., Loftus R. T., Cunningham P., MacHugh D. E. (1998): Genetics and Domestic Cattle origin. *Evolutionary Anthropology* 6(3): 79-86
- 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.
- Cap H., Deleporte P., Joachim J., Reby D. (2008): Male vocal behavior and phylogeny in deer. *Cladistic* 24: 917-931.
- Carnaby T. (2008): *Beat About the Bush: Mammals*. Jacana Media: 172 pp.
- Dobney K., Larson G. (2006): Genetics and animal domestication: new windows on an elusive process. *Journal of Zoology* 269: 261-271.
- Estes R. D. (1991): *The behaviour guide to African mammals including hoofed mammals, carnivores, primates*. University of California Press, California, 611 pp.
- Feist J. D., McCullough D. R. (1976): Behaviour patterns and communication in feral horses. *Z. Tier-psychol.* 41: 337-371.
- 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.
- Frey R., Volodin I., Volodina E. (2007): Nose that roars: Anatomical specializations and behavioural features of rutting male saiga. *J. Anat.* 211 (6): 717-736.
- Geist, V. (1998): *Deer of the World. Their evolution, behaviour, and ecology*. Stackpole Books, Mechanicsburg, 432 pp.
- Gogoleva S. S., Volodin I. A., Volodina E. V., Kharlamova A. V., Trut L. N. (2010): Vocalization toward conspecifics in silver foxes (*Vulpes vulpes*) selected for tame or aggressive behavior towards humans. *Behavioural Processes* 84: 547 – 554.
- Groves C., Grubb P. (2011): *Ungulate Taxonomy*. Johns Hopkins University Press, 336 pp.
- Groves C. P., Leslie D. M. Jr. (2011): Family Bovidae (hollow-horned ruminants). In: D. E. Wilson & R. A. Mittermeier (Eds.), *Handbook of the mammals of the World, vol. 2 – Hoofed mammals*. Barcelona, Lynx: str. 444-779.
- Hassanin A., Douzery J. P. E. (2003): Molecular and morphological phylogenies of Ruminantia and the alternative position of the Moschidae. *Syst. Biol.* 52(2): 206-228.
- Hemmer H. (1990): *Domestication. The decline of enviromental appreciation*. Cambridge University Press: 210 pp.

- Hiendlerer S., Kaupe B., Wassmuth R., Janke A. 2002: Molecular analysis of wild and domestic sheep questions current nomenclature and provides evidence for domestication from two different subspecies. *Proc. R. Soc. Lond. B* 269(2): 893-904.
- 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.
- Hassanin A., Pasquet E., Vigne J.-D. (1998): Molecular systematics of the subfamily Caprinae (Artiodactyla, Bovidae) as determined from cytochrome b sequences. *Journal of Mammalian Evolution* 5(3): 217-236.
- Charlton B. D., McComb K. (2007): Female red deer prefer the roars of larger males. *Biol. Lett.* 3: 382 – 385.
- Kingdon, J. (1982). East African mammals. An atlas of evolution in Africa. Volume 3. Part B (Bovids). New York: Academic Press, New York: 127-141.
- Leslie, D. M. Jr. (2010): *Przewalskium albirostre* (Artiodactyla: Cervidae). *Mamm. Species* 42(849): 7-18.
- Mathee C. A., Robinson T. J. (1999): Cytochrome *b* of the family Bovidae: Resolution within the Alcelaphini, Antilopini, Neotragini, and Tragelaphini. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 12(1): 31-46.
- Miura S., Ohtaishi N., Kaji K, Wu J. (1988): A preliminary study of behavior and acoustic repertoire of captive white-lipped deer, *Cervus albirostris*, in China. *J. Mamm. Soc. Japan* 13(2): 105-118.
- 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.
- Müller-Using, D., Schloeth, R. (1967): Das Verhalten der Hirsche (Cervidae). *Handbuch der Zoologie* 28: 1-60.
- Ozoga John J. (1972): Aggressive behavior of white-tailed deer at winter cuttings. *The Journal of Wildlife Management* 36(3): 861-868.
- Pidancier N., Jordan S., Luikart G., Taberlet P. (2006): Evolutionary history of the genus *Capra* (Mammalia, Artiodactyla): Discordance between mitochondrial DNA and Y-chromosome phylogenies. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 40: 739-749.
- Policht R., Tomášová K., Holečková D., Frynta D. (2008): The vocal repertoire in Northern white rhinoceros *Ceratotherium simum cottoni* as recorded in the last surviving herd. *Bioacoustics: The International Journal of Animal Sound and its Recording* 18(1): 69-96.

- Randall J. A. (2001): Evolution and function of drumming as communication in Mammals. *Amer. Zool.* 41: 1143-1156.
- Reby D., McComb K. (2003): Anatomical constraints generate honesty: acoustic cues to age and weight in the roars of red deer stags. *Animal Behaviour* 65(3): 519-530.
- Remedios R., Logothetis N. K., Kayser Ch. (2009): Monkey drumming reveal common networks for perceiving vocal and nonvocal communication sounds. *Proceedings of the National Academy Of Sciences* 106(46): 18010-18015.
- 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.
- Ropiquet A., Hassanin A. (2005): Molecular phylogeny of caprines (Bovidae, Antilopinae): the question of their origin and diversification during the Miocene. *JZS* 43(1): 49-60.
- Rue III L. L. (2004): *The encyclopedia of deer*. Voyageur Press, Stillwater, 160 pp.
- Schaller G. B. (1998): *Wildlife of Tibetan steppe*. The University of Chicago Press, Chicago and London, ix + 373 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.
- Wemmer C. M., Collins L. R., Beck B. B., Rettberg (1984): The ethogram. In: B. Beck, C. M. Wemmer (Eds.), *The Biology and Management of an Extinct Species Pere David's Deer*. Noyes Publ: 91-125
- Wilson D. E., Mittermeier R. A. (2011): *Handbook of the mammals of the World, vol. 2 – Hoofed mammals*. Barcelona, Lynx: 886 pp.
- Whitehead G. (1972): *Deer of the world*. New York, Viking Press, 194 pp.
- Whitehead G. (1993): *The Whitehead encyclopedia of deer*. Voyageur Press, 597 pp.

## **9. PŘÍLOHY**

- Příloha I**      Stručné charakteristiky klikajících druhů
- Příloha II**     Výsledky Post-hoc testů pro jednocestnou ANOVU
- Příloha III**    Výsledky Post-hoc testů pro hierarchickou ANOVU
- Příloha IV**    Fotky analyzovaných druhů tribu Caprini

## **Příloha I**

Pro cvakající druhy turovitých bych ráda zmínila některé základní biologické charakteristiky, které budou uvažovány v souvislosti se cvakáním (váha, rozdíly mezi pohlavími, prostředí). Blíže se třeba nevěnuji vnitrodruhovému dělení (rozlišování poddruhů), neboť to v kontextu práce nedává opodstatnění.

### **Antilopa losí**

Antilopa losí se vyskytuje v jižní polovině afrického kontinentu (konkrétněji na jih od rovníku a částečně i nad ním (Uganda, Súdán, Etiopie, Somálsko). Je to jeden z nejprizpůsobivějších afrických druhů kopytníků, obývá různé druhy prostředí, přičemž se nejčastěji vyskytuje v otevřených lesích a savanách s porosty akácií. Může se vyskytovat v nadmořské výšce až 4600 m. Tvoří stáda o velikosti 100-500 jedinců, ale velikost stád se sezónně mění. Samci jsou výrazně větší než samice, samci váží 400-942 kg, samice váží 390-600 kg. Obě pohlaví mají dlouhé spirálovitě stočené rohy. Samice je mají delší (51-70 cm), tenčí a méně stočené než samci (43-67 cm). Rozmnožování a rození mláďat probíhá v průběhu celého roku, ale nejvíce porodů bývá na konci období sucha a na začátku období dešťů. Březost trvá 8-9 měsíců (Groves & Leslie, 2011).

### **Antilopa Derbyho**

Antilopa Derbyho se nyní vyskytuje ve třech oddělených oblastech: první se nachází na jihovýchodu Senegalu, severu Guiney, jihozápadu Mali a východu Guinea-Bissau, druhá na severu Kamerunu, jihozápadu Čadu a ve východní a centrální Nigérii, třetí ve Středoafričské republice, na jihovýchodu Čadu, jihozápadu Súdánu, severozápadu Demokratické republiky Kongo a severozápadu Ugandy. Obývá stromovou savanu i horské oblasti. Tvoří stáda o velikosti 10-30 jedinců, ale není výjimkou i 60 a více jedinců. Velikost stáda bývá stabilní a sezónně se nemění. Samci jsou větší než samice. Samci váží 440-950 kg, samice asi 440 kg. Obě pohlaví mají rohy (80-123 cm dlouhé), ale samci je mají delší než samice. Rozmnožování probíhá v průběhu celého roku. Samice jsou březí 8-9 měsíců (Groves & Leslie, 2011).

## **Buvol kaferský**

Buvol kaferský (*Syncerus caffer* v úzkém smyslu slova - Groves & Leslie, 2011) se vyskytuje ve východní a jižní Africe, konkrétněji od jihu Etiopie až na jih Jihoafrické republiky. Obývá savany, otevřené lesy, ale i horské oblasti nad 3000 m n. m. Tvoří stáda o velikost až tisíc jedinců. Samci jsou větší než samice, samci váží 500-900 kg, samice 350-620 kg. Obě pohlaví mají rohy, samci je mají větší. K rozmnožování může docházet v průběhu celého roku, ale v oblastech s obdobími sucha a dešťů je sezónní. Samice mají mláďata poprvé ve 4-5 letech. Březost je dlouhá asi 11,5 měsíce (Groves & Leslie, 2011).

## **Kozorožec alpský**

Kozorožec alpský se vyskytuje v Alpách v horských a podhorských oblastech ve výšce 1600-3200 m n. m. Samci mohou být až o polovinu větší než samice, samci váží 70-120 kg, zatímco samice jen 40-50 kg. Samci mají také výrazně delší rohy než samice, samci je mají dlouhé 75-102 cm, samice do 35 cm. Říje probíhá v prosinci a lednu. Samice rodí mláďata v červnu po 165-175 dnech březosti. Samci i samice mohou pohlavně dospívat už v 1,5 roce, ale samice mají obvykle první mláďata nejdříve ve 3 až 4 letech (Groves & Leslie, 2011).

## **Paovce hřivnatá**

Paovce hřivnatá se vyskytuje ostrůvkovitě v severní Africe, byla vysazena na jihozápadě USA, ve Španělsku a na Kanárských ostrovech. Obývá horské oblasti s řídkou vegetací. Tvoří stáda o velikosti 5-20 jedinců. Samci jsou větší než samice, jejich váha je průměrně 82 kg, samice váží průměrně 41,3 kg. Obě pohlaví mají rohy, samice je mohou mít stejně dlouhé jako samci, ale tenčí. Říje většinou probíhá od září do listopadu, po březosti trvající 155-165 dní rodí jedno až dvě mláďata v březnu až dubnu. Samice se většinou páří poprvé ve věku 18 měsíců (Groves & Leslie, 2011).

## **Kozorožec kavkazský**

Kozorožec kavkazský se vyskytuje v západní části Velkého Kavkazu na území Gruzie a Ruska. Žije v podhorských a horských oblastech o nadmořské výšce



1000-3000 m. Stáda tvoří většinou 11-20 jedinců. Samci jsou větší než samice, váží 120-155 kg, samice váží 58-71 kg. Obě pohlaví mají rohy, samci je mohou mít 66-107 cm dlouhé, samice do 30 cm. K páření dochází především v listopadu a prosinci. Samice rodí mláďata v květnu až červnu po 165-175 dnech březosti. Samci se v přírodě rozmnožují až od věku 6 let, samice rodí první mláďata ve třech až čtyřech letech (Groves & Leslie, 2011).

### **Kozorožec dagestánský**

Kozorožec dagestánský se vyskytuje na východě Kavkazu. Vyskytuje se v horských a podhorských oblastech v nadmořské výšce 1000-4000 m. Samci jsou výrazně větší než samice, samci váží 100-143 kg, samice 48-64 kg. Obě pohlaví mají rohy, samci je mají výrazně delší (70-90 cm) než samice (20-22 cm). Říje začíná v polovině listopadu a končí na začátku ledna. Březost trvá 165-175 dní, samice rodí od konce května do konce července. Samice pohlavně dospívají ve 2 letech, ale obvykle rodí poprvé ve třech až čtyřech letech. Samci se většinou podílejí na rozmnožování až od věku 8 let (Groves & Leslie, 2011).

### **Kozorožec sibiřský**

Kozorožec sibiřský se vyskytuje v horách Střední Asie v nadmořských výškách od 700 m n. m. v poušti Gobi až do 6700 v pohoří Himálaj. Velikost stád závisí na velikosti populace, průměrně mají 5-29 jedinců, ale může je tvořit až 100-200 jedinců. Samci opouštějí stáda samic v květnu až červenci a opět se k nim připojují na podzim. Samci jsou větší než samice, váží 60-130 kg, zatímco samice 30-56 kg. Obě pohlaví mají rohy, samci je mají 91-148 cm dlouhé, samice 19-39 cm. Říje probíhá od října do ledna. V severních oblastech výskytu probíhají porody od dubna do začátku května, v Himálaji a v pohoří Ťan-šan od konce května do začátku června, v Pamíru v červnu. Březost trvá 170-180 dní. Samice poprvé zabřezávají ve věku 2,5 až 3,5 roku (Groves & Leslie, 2011).

### **Koza šrouborohá**

Koza šrouborohá se vyskytuje v horách Střední Asie na území Afghánistánu, Pákistánu, Tádžikistánu, Turkmenistánu a Uzbekistánu

v nadmořských výškách 600-3600 m, v Himálaji až 1700-3600 m. Samice jsou asi o polovinu lehčí než samci, samci váží 80-108 kg a samice 32-50 kg. Obě pohlaví mají rohy, samci je mohou mít 80-165 cm dlouhé, samice je mají dlouhé do 35 cm. Na severu Pakistánu probíhá říje od poloviny prosince do začátku ledna. Jižní poddruh *megaceros* se páří v říjnu až listopadu. Po 165-175 dnech březosti rodí samice mláďata od konce dubna do začátku června. Samice rodí poprvé ve 2-3 letech (Groves & Leslie, 2011).

### **Kamzík bělák**

Kamzík bělák se vyskytuje na západě Kanady a USA. Vyskytuje se v horských oblastech s extrémními klimatickými podmínkami ve výškách od hladiny moře do 2700 m n. m. Skupiny sameců a samic jsou od sebe oddělené kromě období páření. Samci jsou výrazně větší než samice, samci váží 95-115 kg a samice 60-75 kg. Obě pohlaví mají rohy a mohou je mít přibližně stejně dlouhé (21-30 cm), ale samci mají rohy u báze silnější. K páření dochází v listopadu a prosinci. Samice rodí mláďata v květnu a červnu po 185-195 dnech březosti. Samice obvykle poprvé rodí ve 4 až 5 letech (Groves & Leslie, 2011).

### **Ovce bucharská**

Ovce bucharská se vyskytuje v horách Střední Asie na území Turkmenistánu, Uzbekistánu, Tádžikistánu a Afghánistánu v nadmořských výškách 1000-4500 m. Je to středně velký druh ovce. Samci i samice mají rohy, samci je mohou mít dlouhé až 73 cm. K rozmnožování dochází v listopadu a prosinci. Mláďata se rodí po 150-160 dnech v květnu a červnu.

## PŘÍLOHA II

Porovnání jedinců v rámci tří druhů kopytníků tribu Caprini metodou jednocestné ANOVY

Výsledky post-hoc testů (Unequal N HSD):

### Kozorožec dagestánský

**Tab. 1:** Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi jedinců na základě dominantní frekvence. Hladiny průkaznosti  $< 0,05$  jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.

jedinec	1 ♂ (7,5616)	2 ♂ (7,4011)	3 ♀ (7,8827)	4 ♀ (7,7184)	5 ♀ (7,7143)
1 ♂					
2 ♂	0,44				
3 ♀	0,08	<b>0,00</b>			
4 ♀	0,69	0,06	0,69		
5 ♀	0,69	0,06	0,67	1,00	

**Tab. 2:** Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi jedinců na základě 25% kvartilu. Hladiny průkaznosti  $< 0,05$  jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.

jedinec	1 ♂ (7,7052)	2 ♂ (7,6320)	3 ♀ (8,1558)	4 ♀ (7,8135)	5 ♀ (7,8543)
1 ♂					
2 ♂	0,71				
3 ♀	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>			
4 ♀	0,58	0,09	<b>0,00</b>		
5 ♀	0,23	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	0,98	

**Tab. 3:** Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi jedinců na základě 50. kvartilu. Hladiny průkaznosti  $< 0,05$  jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.

jedinec	1 ♂ (8,3035)	2 ♂ (8,3321)	3 ♀ (8,6240)	4 ♀ (8,3680)	5 ♀ (8,3656)
1 ♂					
2 ♂	0,94				
3 ♀	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>			

4 ♀	0,88	0,98	<b>0,00</b>	
5 ♀	0,88	0,99	<b>0,00</b>	1,00

**Tab. 4:** Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi na základě 75% kvartilu. Hladiny průkaznosti < 0,05 jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.

jedinec	1 ♂ (8,8310)	2 ♂ (8,9033)	3 ♀ (9,0543)	4 ♀ (8,8656)	5 ♀ (8,8366)
1 ♂					
2 ♂	0,60				
3 ♀	<b>0,01</b>	0,16			
4 ♀	0,98	0,98	<b>0,04</b>		
5 ♀	0,99	0,82	<b>0,01</b>	0,99	

### Kozorožec kavkazský

**Tab. 5:** Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi jedinců na základě dominantní frekvence. Hladiny průkaznosti < 0,05 jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.

jedinec	1 ♂ (8,9691)	2 ♀ (8,9219)	3 ♀ (8,9233)	4 ♂ (9,0713)	5 ♀ (8,9781)	6 ♀ (9,1382)	7 ♀ (9,0054)
1 ♂							
2 ♀	0,99						
3 ♀	0,96	1,00					
4 ♂	0,34	0,16	<b>0,04</b>				
5 ♀	0,99	0,97	0,92	0,24			
6 ♀	<b>0,05</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	0,91	0,08		
7 ♀	0,99	0,81	0,61	0,65	0,99	0,23	

**Tab. 6:** Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi jedinců na základě 25% kvartilu. Hladiny průkaznosti < 0,05 jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.

jedinec	1 ♂ (7,9598)	2 ♀ (8,0047)	3 ♀ (8,0789)	4 ♂ (8,1609)	5 ♀ (8,2328)	6 ♀ (8,4019)	7 ♀ (8,1665)
1 ♂							
2 ♀	0,99						

3 ♀	0,33	0,94				
4 ♂	<b>0,01</b>	0,26	0,76			
5 ♀	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>	0,08	0,72		
6 ♀	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,14	
7 ♀	<b>0,00</b>	0,23	0,70	1,00	0,79	<b>0,01</b>

**Tab. 7:** Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi jedinců na základě 50% kvartilu. Hladiny průkaznosti < 0,05 jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.

jedinec	1 ♂ (8,4565)	2 ♀ (8,4654)	3 ♀ (8,4578)	4 ♂ (8,6261)	5 ♀ (8,5964)	6 ♀ (8,7551)	7 ♀ (8,5984)
1 ♂							
2 ♀	1,00						
3 ♀	1,00	1,00					
4 ♂	<b>0,03</b>	0,19	<b>0,03</b>				
5 ♀	0,12	0,44	0,13	0,99			
6 ♀	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,40	0,16		
7 ♀	0,11	0,42	0,12	0,99	1,00	0,17	

**Tab. 8:** Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi jedinců na základě 75% kvartilu. Hladiny průkaznosti < 0,05 jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.

jedinec	1 ♂ (8,9691)	2 ♀ (8,9219)	3 ♀ (8,9233)	4 ♂ (9,0713)	5 ♀ (8,9781)	6 ♀ (9,1382)	7 ♀ (9,0054)
1 ♂							
2 ♀	0,99						
3 ♀	0,96	1,00					
4 ♂	0,34	0,16	<b>0,04</b>				
5 ♀	0,99	0,97	0,92	0,24			
6 ♀	<b>0,05</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	0,91	0,08		
7 ♀	0,99	0,81	0,61	0,65	0,99	0,23	

## Paovce hřivnatá

**Tab. 9:** Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi jedinců na základě dominantní frekvence. Hladiny průkaznosti  $< 0,05$  jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.

jedinec	1 ♂ (8,1428)	2 ♀ (8,5883)	3 ♀ (8,4897)	4 ♀ (8,2177)
1 ♂				
2 ♀	<b>0,00</b>			
3 ♀	<b>0,03</b>	0,86		
4 ♀	0,94	<b>0,03</b>	0,17	

**Tab. 10:** Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi jedinců na základě 25% kvartilu. Hladiny průkaznosti  $< 0,05$  jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.

jedinec	1 ♂ (8,1987)	2 ♀ (8,4569)	3 ♀ (8,4548)	4 ♀ (8,1598)
1 ♂				
2 ♀	<b>0,00</b>			
3 ♀	<b>0,01</b>	0,99		
4 ♀	0,97	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	

**Tab. 11:** Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi jedinců na základě 50% kvartilu. Hladiny průkaznosti  $< 0,05$  jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.

jedinec	1 ♂ (8,5986)	2 ♀ (8,7704)	3 ♀ (8,8369)	4 ♀ (8,5573)
1 ♂				
2 ♀	<b>0,04</b>			
3 ♀	<b>0,01</b>	0,83		
4 ♀	0,96	0,05	<b>0,00</b>	

**Tab. 12:** Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi na základě 75% kvartilu. Hladiny průkaznosti  $< 0,05$  jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.

jedinec	1 ♂ (9,0146)	2 ♀ (9,0774)	3 ♀ (9,1711)	4 ♀ (8,9652)
1 ♂				
2 ♀				
3 ♀				
4 ♀				

1 ♂				
2 ♀	0,70			
3 ♀	0,10	0,52		
4 ♀	0,91	0,41		<b>0,02</b>

### PŘÍLOHA III

Porovnání tří druhů kopytníků tribu Caprini (kozorožec kavkazský, kozorožec dagestánský, paovce hřivnatá) metodou hierarchické ANOVY

Výsledky Post-hoc testů (Unequal N HSD):

**Tab. 13:** Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi druhů na základě dominantní frekvence. Hladiny průkaznosti  $< 0,05$  jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.

druh	kozorožec kavkazský (8,1308)	kozorožec dagestánský (7,6055)	paovce hřivnatá (8,2617)
kozorožec kavkazský			
kozorožec dagestánský	<b>0,00</b>		
paovce hřivnatá	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	

**Tab. 14:** Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi druhů na základě 25% kvartilu. Hladiny průkaznosti  $< 0,05$  jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.

druh	kozorožec kavkazský (8,1479)	kozorožec dagestánský (7,7749)	paovce hřivnatá (8,2656)
kozorožec kavkazský			
kozorožec dagestánský	<b>0,00</b>		
paovce hřivnatá	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	

**Tab. 15:** Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi na základě 50% kvartilu. Hladiny průkaznosti  $< 0,05$  jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.

druh	kozorožec kavkazský (8,5716)	kozorožec dagestánský (8,3620)	paovce hřivnatá (8,6493)
kozorožec kavkazský			
kozorožec dagestánský	<b>0,00</b>		
paovce hřivnatá	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	



**Tab. 16:** *Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi na základě 75% kvartilu. Hladiny průkaznosti < 0,05 jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku jedince.*

druh	kozorožec kavkazský (9,0049)	kozorožec dagestánský (8,8761)	paovce hřivnatá (9,0376)
kozorožec kavkazský			
kozorožec dagestánský	<b>0,00</b>		
paovce hřivnatá	0,34	<b>0,00</b>	

#### Příloha IV



**Obr. 1:** Samec paovce hřivnaté, ZOO Praha



**Obr. 2:** Samec kozorožce kavkazského, ZOO Praha





**Obr. 3:** Samec kozorožce dagestánského, ZOO Liberec



**Obr. 4:** Kozorožec dagestánský, ZOO Liberec