

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
jelenovitých (Cervidae)?**

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

Konzultant diplomové práce: Mgr. Marie Voldřichová

Autor diplomové práce: Bc. Lucie Pojerová

České Budějovice 2014

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lucie POJEROVÁ**
Osobní číslo: **Z12648**
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Biologie a ochrana zájmových organismů**
Název tématu: **Jak, čím a proč cvakají při chůzi někteří zástupci jelenovitých?**
Zadávací katedra: **Katedra biologických disciplin**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Standardní dokumentace a srovnání cvakavých zvuků vydávaných při chůzi u jelenovitých (jelen milu, sob, los, jelen evropský). Konfrontace zjištěných údajů s literaturou a asociace s biologickými charakteristikami "cvakavých" a "necvakavých" druhů. Dokumentace by se měla zaměřit na několik parametrů cvakavých zvuků - druhová příslušnost, pohlaví a věk cvakajících jedinců, způsob cvakání (jakou končetinou a případně jak - lokace zvuku), a to formou osobního pozorování, zvukových a videonahrávek. Vyhodnocení zvuků bude vycházet z jediné práce, která je nyní k dispozici, Bro-Jorgensen & Dabelsteen (2008). Nejzásadnější dominantní frekvence bude korelována s biologickými údaji o jedincích (pohlaví, věk), analýzy budou prováděny s pomocí programu AviSoft a STATISTIKA.

Rozsah grafických prací: 10 - 15 stran

Rozsah pracovní zprávy: 20 - 25 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Bro-Jorgensen 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. doi:10.1186/1741-7007-6-47

Geist, V., 1998. Deer of the world, their evolution, behavior, and ecology. Mechanicsburg, PA: Stackpole books, 423 str

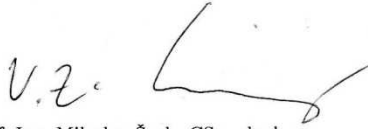
Vedoucí diplomové práce: **RNDr. Jan Robovský, Ph.D.**

Katedra zoologie


Konzultant diplomové práce: **Mgr. Marie Voldřichová**

Datum zadání diplomové práce: **10. října 2014**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2015**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUĎEJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentů 13
370 05 České Budějovice


doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 13. října 2014

PROHLÁŠENÍ

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 databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích

Bc. Lucie Pojerová

PODĚKOVÁNÍ

Mé poděkování patří všem, kteří větší či menší měrou přispěli a podíleli se na zpracování mé diplomové práce. Zvláště bych chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce RNDr. Janu Robovskému, Ph.D. a konzultantce Mgr. Marii Voldřichové za jejich ochotu a trpělivost při vzniku práce. Dále děkuji kurátorům ZOO, jmenovitě Miroslavu Brtnickému, Barboře Dobiášové, Libuši Veselé, Jitce Vokurkové, ve kterých jsem natáčela, za jejich ochotu a pomoc při pobytu tam. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat mé rodině za podporu během studia.

SOUHRN

O některých kopytnících je známo, že cvakají končetinami, o některých to známo není. V této práci je řešena otázka ohledně cvakání u pěti taxonů z čeledi jelenovitých: sob polární (*Rangifer tarandus*), jelen milu (*Elaphurus davidianus*), jelen evropský (*Cervus elaphus*), los evropský (*Alces alces*) a jelen berberský (*Cervus elaphus barbarus*). U těchto druhů je zkoumána dominantní frekvence, 25% kvartil, 50% kvartil a 75% kvartil, dále je zkoumáno, které pohlaví a jakou končetinou cvaká. Sledovaná zvířata byla nahrávána přenosným audiorekordérem Marantz PMD 620 se směrovým mikrofonem za použití sluchátek. Analýza zvuku byla provedena v programu Avisoft-SAS Lab Pro Software, verze 5.0.01 (2010). Data byla zpracována v programu STATISTICA 12 (Anonymus 2012). Pomocí diskriminační analýzy a jednocestné ANOVY byly porovnávány rozdíly ve cvakání mezi jedinci v rámci druhu. Pomocí diskriminační analýzy a hierarchické ANOVY byly porovnávány rozdíly ve cvakání mezi sledovanými druhy. Hierarchická ANOVA porovnávala rozdíly mezi pohlavími a pomocí statistické korelace bylo porovnáváno, jestli je cvakání závislé na věku jedince. Dále byla určena fylogenetická distribuce cvakání v rámci jelenovitých. Z výsledků vyplývá, že se od sebe jedinci v rámci druhu liší, odlišnosti druhů ovšem závisí na použité metodě (liší se v hierarchické ANOVĚ, ale neliší se vyjma jelena berberského v diskriminační analýze). Rozdíl mezi pohlavími nevyšel signifikantně ani pro jeden z parametrů cvakání. Korelace s věkem vyšla průkazně a zdá se, že prapředek jelenovitých disponoval cvakáním a evoluce cvakání šla spíše cestou redukce.

Klíčová slova: jelenovití, sob polární, jelen milu, jelen evropský, los evropský, jelen berberský, cvakání, dominantní frekvence, kvartily

ABSTRACT

It is well known that some ungulates produce clicking sound by limbs, but often without more details. This study deals with the clicking sound in five cervid taxons, specifically in Caribou (*Rangifer tarandus*), Père David's deer (*Elaphurus davidianus*), Western Red Deer (*Cervus elaphus*), Moose (*Alces alces*), Barbary stag (*Cervus elaphus barbarus*) in detail. Dominant frequency, 25% quartile, 50% quartile, 75% quartile were investigated for these species, with the particular attention to sex, age and limb position (forelimb, hind-limb) of studied individuals. Clicks sounds were recorded by solid state recorder Marantz PMD 620 with microphone and handset and analysed using program Avisoft-SAS Lab Pro Software, verze 5.0.01 (2010). Statistical analysis of obtained sound parameters were performed using program STATISTICA, version 12 (ANONYMUS 2012). Individuals within the species were compared using discriminant analysis and one-way ANOVA, species using discriminant analysis and nested ANOVA. Nested ANOVA was also used for testing of the sex and age influence on click parameters. Phylogenetic distribution of clicking was determined using the parsimony approach. Results suggest differences among within particular taxon, but differences among species depend on used methods (they are different using nested ANOVA, but they are not different except for Barbary stag in discriminant analysis). Click parameters were significantly associated with age, but not with sex of particular individuals. Ancestor of cervids seems to produce clicking, the evolution of this sound was associated later with its reduction in course of cervid evolution.

Key words: Cervidae, Caribou, Père David's deer, Western Red Deer, Moose, Barbary stag, clicking, dominant frequency, quartiles

OBSAH

1 ÚVOD.....	9
2 LITERÁRNÍ REŠERŠE	10
2.1 Vznik cvakání	10
2.2 Význam cvakání	12
2.3 Cvakající druhy.....	13
2.4 Evoluce cvakání	14
3 CÍLE PRÁCE.....	15
4 METODIKA	16
4.1 Obecná část	16
4.1.1 Dokumentace cvakajících druhů.....	16
4.1.2 Fylogenetická distribuce cvakání.....	16
4.2 Analýza cvakání u vybraných druhů čeledi Cervidae	16
4.2.1 Druhy vybrané k analýze cvakání.....	16
4.2.2 Určení způsobu cvakání vybraných druhů.....	17
4.2.3 Nahrávání cvakání	17
4.2.4 Analýza cvakání.....	20
4.2.5 Statistická analýza dat.....	21
5 VÝSLEDKY	23
5.1 Obecná část	23
5.1.1 Dokumentace cvakajících druhů.....	23
5.1.2 Evoluce cvakání	24
5.2 Analýza cvakání u vybraných druhů čeledi jelenovití.....	26
5.2.1 Určení způsobu cvakání vybraných druhů.....	26
5.2.2 Statistická analýza dat.....	26
5.2.2.1 Existují mezi jedinci signifikantní rozdíly ve cvakání?.....	26
5.2.2.2 Existují mezi druhy signifikantní rozdíly ve cvakání?	41
5.2.2.3 Existují mezi pohlavími signifikantní rozdíly ve cvakání?	45
5.2.2.4 Je cvakání závislé na věku jedince?.....	47
6 DISKUSE.....	49
6.1 Dokumentace cvakajících druhů.....	49
6.2 Způsob cvakání u jelenovitých	49
6.3 Statistická analýza cvakání vybraných druhů čeledi jelenovitých.....	50
7 ZÁVĚR	52
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	53
9 PŘÍLOHY	56

1 ÚVOD

Mnoho zvířat využívá pro účely komunikace různé typy vokalizace. Zvukové signály jsou asi nejčastější způsoby komunikace, ale zvířata se mohou dorozumívat i jinak než hlasivkovým projevem, jako například vrzáním zubů, frkáním, mlaskáním nebo vibracemi vznikajícími dupotem zvířete (Randall, 2001). Mezi nehlasové projevy patří i cvakání některých druhů kopytníků. Jakési rámcové informace o tomto fenoménu jsou, ale nikdo jej doposud podrobně nezkoumal. Nebyl například sepsán ucelený seznam cvakajících či necvakajících druhů a fylogenezí, ani evolucí tohoto znaku se taktéž doposud nikdo nezabýval.

Cvakání (“knee clicks“) je vysoce nápadný zvuk, který zvířata vydávají zejména při chůzi, ale leckdy i při pouhém přenesení váhy těla. Tento cvakavý zvuk vzniká pravděpodobně v kloubech končetin a jeho funkce je vysvětlována řadou hypotéz. Cvakání je udáváno například pro soba, losa, jelena milu a jelena bělohubého z čeledi jelenovitých a z turovitých pro antilopu losí, buvola kaferského (Mohr, 1917) a kozorožce alpského (Mohr, 1919).

Ve své práci jsem sledovala pět druhů zvířat z čeledi jelenovití: sob polární (*Rangifer tarandus*), jelen milu (*Elaphurus davidianus*), jelen evropský (*Cervus elaphus*), los evropský (*Alces alces*) a jelen berberský (*Cervus elaphus barbarus*). Pokusila jsem se u nich určit fylogenezi cvakání, sledovala jsem parametry tohoto zvuku (dominantní frekvenci, 25% kvartil, 50% kvartil a 75% kvartil), jestli cvaká samec nebo samice a pokusila se vyhodnotit, kterou nohou cvakají a v jaké fázi pohybu. Všechny sledované druhy disponují cvakáním a to u obou pohlaví. Má studie se tedy snaží přispět k poznání tohoto zvláštního zvuku pro všechny druhy, které byly k dispozici.

2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1 Vznik cvakání

Příčina vzniku cvakání je stále nejasná a málo řešená, přesto se někteří autoři tímto tématem zabývají. Tento specifický zvuk je patrný při běhu či chůzi zvířat. Vzniká v kloubech končetin při zvednutí nebo pouhém odlehčení nohy či při přenesení váhy těla, nebo se tak může dít při ohýbání celého těla (Mohr, 1917; Flerov, 1952).

Cvakání je známo pouze u některých zástupců čeledi jelenovití a u antilopy losí, pro jiné taxony není uváděno. Mechanismus tohoto zvuku však dosud není zcela objasněn, jedná se pouze o hypotézy.

Většina autorů podává pouze obecná tvrzení o mechanismu vzniku cvakavého zvuku. Schaller & Hammer (1978) uvažují nad tím, že cvakání je určitým způsobem dáno morfologií paznehtů, neboť se vyskytuje u druhů, které mají dlouhá, široká a vysoká kopyta. Například sob (*Rangifer tarandus*), jelen milu (*Elaphurus davidianus*) nebo jelen bělohubý (*Cervus albirostris*). Stejně tak Linné (1732; z práce Mohr 1917) se domnívá, že cvakání je spojeno s morfologií kopyt. Váha zvířete způsobí roztažení paznehtů do strany a klik je pak výsledkem opětovného „scvaknutí“ kopyta při zvednutí nohy. Stejnou teorii zastává i Carnaby (2008) pro antilopu losí.

Düben (1873; z práce Mohr 1917) byl první, kdo s pozdějším Bergströmem (1911; z práce Mohr 1917) uvažoval o tom, že cvakání vzniká výše (než u kopyt) v končetině, konkrétně jej hledá ve „Fesselgelenk“ (kloubní spojení mezi střední částí nohy a koncem článku prstů) a příčinu spatřuje ve šlaše svalu *musculus tibialis posticus* nebo u jiných natahovačů (svalů). K hypotéze těchto dvou autorů se připojuje i Mohrová (1917), která taktéž popírá domněnku, že cvakání vzniká v kopytech a tvrdí, že vzniká v kloubech nohy. Whitehead (1972) uvádí, že jde o cvakání kopytních či spěnkových kostí („foot bones“), Müller-Using & Schloeth (1967) zmiňují, že cvakání vzniká při odskočení vazů. Podobně Miura *et al.* (1988) pouze uvádí, že jde o nonvokální mechanický zvuk, který je pravděpodobně spojen s pohybem kloubu v nohách. Zvuk je podle Flerova (1952) způsoben třením napjatě rozšířené ligatury na ohybač (flexor) kloubu (hlezna) k sezamovým kostem při zvednutí nohy. Leslie (2010) i Groves & Leslie (2011) zmiňují, že rezonanční cvakavé zvuky vycházejí pouze z karpálních kloubů. Kdežto Wemmer *et al.* (1984) uvádí, že zvuk se zdá být

produkován nejenom karpálními, ale i tarzálními klouby, podle toho jak jsou při pohybu zatěžovány a na tvorbě zvuku se pravděpodobně podílejí i šlachy.

Na základě dlouhého pozorování u ochočených sobů se k problematice cvakání vyjádřil Ekman (1907; z práce Mohr 1917). Cvakání se podle něho produkuje při pokládání nohou (kdy se během okamžiku přesune váha těla), ne při zvedání. Dále také komentuje pozorování při pomalé chůzi – nedochází ke kontaktu paspárků, aby byly navíc tak slyšitelné. K tomu Mohrová (1917) dodává, že vypozerovat původ cvaknutí je obtížné, ale po pozorování více jedinců po delší dobu (měsíc) si je téměř jistá, že cvakání vzniká při zvednutí nohou, tedy opačný pohled než Ekman (1907; z práce Mohr 1917).

Mohrová (1917) dále předkládá podrobnější tvrzení, které je zaměřeno na cvakání u soba: Ve srovnání soba s dalšími jelenovitými platí, že zaujímají prsty vůči metakarpu u soba menší úhel, působí tedy „hlubším“ dojmem, resp. krátkonohým dojmem. Paznehty jsou od sebe rozevřeny (což je výhodné při pohybu ve sněhu nebo močálovitém terénu, neboť se tolik neboří). „Pokles“ končetin je natolik značný, že se pravidelně otiskují do stop i protažené paspárky. 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. Cvakání se projevuje výrazně při prudkých pohybech, zvláště při klusu. Při pomalých a opatrných pohybech je cvakání vzácné a slabé. Cvakání přestává, pokud se nohy obvážou plátnem nebo obvazem (pozorování Brehma (1873; z práce Mohr 1917), což si autorka vykládá tak, že se zamezí prohnutí a vzniku „podtlaku“.

Brehm (1873; z práce Mohr 1917) poznamenává k cvakání sobů, že nápadné cvakání vydávají i při brodění se v hlubokém měkkém sněhu. Naproti tomu Hilzheimer (1916; z práce Mohr 1917) uvádí, že cvakání přestává při pohybu v měkkém substrátu, s čímž souhlasí i Mohrová (1917), která uvádí, že jen vzácně pozorovala cvaknutí při pohybu sobů v měkkém substrátu – nohy zřejmě nemohou zaujmout pozici nutnou pro cvaknutí.

Mohrová (1917) také uvedla, v jaké fázi dochází ke cvaknutí. U soba, losa, jelena milu a možná jelenů rodu *Cervus* ke cvakání dochází při zdvihnutí nohy, u všech ostatních při dosednutí.

Pro vznik cvakavého zvuku je pravděpodobně limitující stáří zvířete a s tím spojený vývoj končetin, proto mladí jedinci necvakají. Může to být ale i z důvodu nutnosti dosažení určité váhy jedince. Váha těla ovlivňuje hlasitost a intenzitu cvakání. Čím je zvíře větší a těžší, tím je cvakání nápadnější, přičemž nejvíce cvakají staří samci (Mohr, 1917).

2.2 Význam cvakání

O tom, jaký význam má cvakání u jelenovitých, existuje řada teorií, avšak prakticky žádná z nich nebyla dosud testována ani podrobněji zkoumána.

Předpokládá se, že tento specifický zvuk má nějaký společenský význam. Cvakání je zvukový signál, kterým se zvířata udržují pohromadě ve stádě (zvukové povědomí o stádě). Uplatňuje se zejména, když se jedinci stáda nevidí (sobi ve vánici), díky cvakání se slyší a odhadnou, jak blízko jsou u sebe a neztratí se. Cvakání jednotlivého zvířete může být slyšet na vzdálenost i více než 30 - ti metrů. Při pohybu velkého stáda jsou zvuky slyšitelné na ještě větší vzdálenost. O této funkci soudržnosti pojednává Whitehead (1972, 1993) a Müller-Using & Schloeth (1967).

Další teorie, s kterou přišli Schaller & Hamer (1978) a Toweill & Thomas (2002), předpokládá, že cvakání slouží jako signál alarmu (poplachu). Zvířata nevěnují příliš pozornosti cvakání při pomalé chůzi, avšak když se zvýší frekvence cvakání, zvířata zpozorní. Ostatní jedinci stáda (možná i ostatní druhy zvířat) tuto změnu zaznamenají a jsou seznámeni s tím, že nejspíš hrozí nějaké nebezpečí. Uplatňuje se zejména ve velkých nepřehledných stádech nebo jako v předcházejícím odstavci, při sněhových bouřích nebo vánicích (zejména u sobů).

Kotrba (2013, pers. comm.) má další teorii ohledně významu cvakání. Domnívá se, že cvakání by mohlo sloužit jako signál fitness - je to čestný indikátor váhy (velikosti) zvířete - zvířata pak například v bojích o postavení atp. poznají, který jedinec je mohutnější a tím pádem i silnější (čím nižší dominantní frekvence, tím těžší zvíře - prokázáno u antilop losích) (Bro-Jørgensen a Dabelsteen (2008).

Může sloužit i jako signál fitness pro šelmy – ten samý princip. Čím mohutnější zvíře, tím nižší dominantní frekvence - může to být informace i pro šelmu, že zvíře je velké, v dobré kondici, tudíž není dobré jej napadat (Voldřichová 2013, pers. comm.). Teorií alarmu si Mohrová (1917) není jistá a nepředpokládá účelnost, neboť vydávání

cvakání nevzbuzuje u zvířat žádnou pozornost a navíc umožňuje vyzaření zvířete (vůči predátorovi).

Mohrová (1917) si je téměř jistá, že u soba, losa a jelena milu jde bezesporu o “by-product“ přizpůsobení na chůzi v měkkém podkladu (sníh, bažiny).

U jelenovitých nebyla dosud žádná z navrhovaných hypotéz testována, ani nebyl nahráván cvakající zvuk a nebyly popsány jeho zvukové parametry. První, kdo se pokusil nahrát cvakání a popsat zvukové parametry jelena bělohubého, byla moje konzultantka Marie Voldřichová. Z tohoto výzkumu zatím nebyl sepsán článek, pouze podoba posteru.

2.3 Cvakající druhy

Z dostupné literatury, která řeší problematiku cvakání, jsou jako klikající taxony z čeledi jelenovitých uváděny následující: sob (*Rangifer tarandus*) (Mohr, 1917; Flerov, 1952; Müller-Using & Schloeth, 1967; Whitehead, 1972; Schaller & Hamer, 1978; Miura *et al.*, 1988; Whitehead, 1993; Toweill & Thomas, 2002; Rue III, 2004; Leslie, 2010; Groves & Leslie, 2011), jelen milu (*Elaphurus davidianus*) (Mohr, 1917; Flerov, 1952; Schaller & Hamer, 1978; Wemmer *et al.*, 1984; Miura *et al.*, 1988; Toweill & Thomas, 2002; Leslie, 2010; Groves & Leslie, 2011), jelen bělohubý (*Cervus albirostris*) (Flerov, 1952; Miura *et al.*, 1988; Geist, 1998; Schaller, 1998; Toweill & Thomas, 2002; Leslie, 2010; Groves & Leslie, 2011; Rue III, 2004). U těchto druhů je cvakání znatelné na velkou vzdálenost (Mohr, 1917).

Kromě těchto hlasitě cvakajících taxonů (soba, jelen milu, jelen bělohubý) je celá řada dalších druhů jelenovitých, u kterých lze podobné cvakání slyšet v blízkosti. K těm patří los (*Alces alces*) (Mohr, 1917; Bro-Jørgensen & Dabelsteen, 2008), někteří jeleni rodu *Rusa* a *Axis*. U *Axis axis* je cvakání velmi nápadné a pravidelně slyšitelné, u ostatních druhů rodu *Rusa* je cvakání ojedinělé, ale přesto přítomno. U pozorovaných druhů autorka poznamenává necvakání u *Axis porcinus* a *Rusa alfredi*. Podobně jako někteří jeleni rodu *Rusa* cvaká i další indický jelen a to barasinga (*Rucervus duvaucelii*) (Mohr, 1917).

Jelen wapiti (*Cervus canadensis*) (Mohr, 1917; Toweill & Thomas, 2002), jelen evropský (*Cervus elaphus*) (Mohr, 1917; Toweill & Thomas, 2002) a daněk evropský (*Dama dama*), cvaká jen v omezené míře (Mohr, 1917). U těchto jelenů (rod *Cervus* a u daňka v pojetí Mohrové (1917)) je zvláštní, že cvakání je nápadnější u samic než u

samců. Je o to zvláštnější, když si uvědomíme, že samci nesou paroží a jsou tedy těžší. Dalším cvakajícím zástupcem je srnec obecný (*Capreolus capreolus*) (Müller-Using & Schloeth, 1967).

Z čeledi turovití (Bovidae) se cvakání vyskytuje u těchto taxonů: antilopa losí (*Tragelaphus oryx*) (Mohr, 1917; Kingdon, 1982; Bro-Jørgensen & Dabelsteen, 2008; Carnaby, 2008; Groves & Leslie, 2011), antilopa Derbyho (*Tragelaphus derbianus*) (Mohr, 1917), kozorožec alpský (*Capra ibex*) (Mohr, 1919), paovce hřivnatá (*Ammotragus lervia*) (Mohr, 1917), buvol kaferský (*Syncerus caffer*) (Mohr, 1917) a i někteří další (blíže je řešeno v tématicky podobné práci o cvakání zaměřené právě na turovitě – Markéta Rochová).

2.4 Evoluce cvakání

Pokus o to říci, jak se cvakání u druhů uvedených výše vyvíjelo v evoluci, doposud nikdo nepodnikl. Přitom fylogeneze těchto kopytníků je poměrně dobře známá a existuje celá řada kladogramů (Hassanin & Douzery, 2003; Gilbert *et al.*, 2006), které by to umožňovaly.

3 CÍLE PRÁCE

Práce byla provedena na zástupcích čeledi jelenovití (Cervidae).

- Standardní dokumentace a srovnání cvakavých zvuků (např. frekvence, kvartily) vydávaných při chůzi jelenovitých.
- Asociace zjištěného cvakání s biologickými charakteristikami jednotlivých jedinců (pohlaví, věk) a „cvakavých“ a „necvakavých“ druhů.
- Konfrontace zjištěných údajů s literaturou.
- Pokusit se odvodit evoluci cvakání v rámci jelenovitých.

4 METODIKA

Práce se skládala z části obecné, která byla zaměřena na výskyt cvakání u jednotlivých druhů čeledi Cervidae a fylogenetické distribuci cvakání v rámci této čeledi. Druhá část byla věnována detailní analýze cvakání u pěti druhů této skupiny.

4.1 Obecná část

4.1.1 Dokumentace cvakajících druhů

Za pomoci dostupné literatury byl sepsán přehled cvakajících druhů z čeledi jelenovitých. Tento literární výčet byl konfrontován a doplněn pozorováními vlastními a kolegů (školitel, konzultant, odborní spolupracovníci) pro druhy chované v Unii českých a slovenských zoologických zahrad. Výsledkem je výčet taxonů s údaji o nepřítomnosti či přítomnosti cvakání.

4.1.2 Fylogenetická distribuce cvakání

Z literatury a vlastních pozorování byl získán výčet cvakajících a necvakajících taxonů, ty byly (resp. jejich cvakání x necvakání) vyznačeny na kladogram přejatý z práce Gilbert *et al.* (2006), přičemž cvakání bylo namapováno pro každou větev fylogenetického stromu – pro rekonstrukci byl užit parsimonní přístup, tj. hledání nejmenšího počtu evolučních změn (viz **obr. 3**).

4.2 Analýza cvakání u vybraných druhů čeledi Cervidae

4.2.1 Druhy vybrané k analýze cvakání

Pro svou studii jsem měla zvolené tyto zástupce:

sob polární (*Rangifer tarandus*)

los evropský (*Alces alces*)

jelen milu (*Elaphurus davidianus*)

jelen evropský (*Cervus elaphus*)

jelen berberský (*Cervus elaphus barbarus*)

Fotografická dokumentace viz **Příloha IV**.

Tito zástupci čeledi jelenovití byli vybráni na základě toho, že všichni cvakají, většina z nich pravidelně a poměrně silně. Dalším aspektem bylo, že jsou u nás hojně chovány v zoologických zahradách (výjimkou je jelen berberský – chovaný v Tierparku v Berlíně).

Nahrávání byli pouze dospělí jedinci v dobré a podobné tělesné kondici. V každém stádě byli nahrávání všichni samci a alespoň tři samice, pokud to podmínky dovolily. Vybraní jedinci byli individuálně identifikováni podle ušních značek, zářezů na uších či podle jiného specifického znaku (tvar paroží, barva srsti, hustota osrstění). U sledovaných jedinců byly zaznamenávány pohlaví a věk v měsících. Bohužel u jelenů evropských chovaných v ZOO Větrovy se nepodařilo dohledat informace o stáří jedinců.

4.2.2 Určení způsobu cvakání vybraných druhů

Na základě vlastního přímého pozorování zvířat a pomocí videonahrávek těchto jedinců byl učiněn pokus o určení, kterými končetinami a v jaké fázi pohybu dochází ke vzniku cvaknutí.

4.2.3 Nahrávání cvakání

Cvakání bylo nahráváno v průběhu léta a podzimu roku 2013. Přesný datum a místo nahrávání udává **tab. 1**.

Tab. 1: Lokality a data nahrávání jednotlivých druhů.

lokality	druh	datum
ZOO Olomouc	sob polární los evropský	4. - 6. 9. 2013
ZOO Praha	sob polární los evropský jelen milu	13. - 14. 8. 2013
Zoopark Chomutov	jelen milu jelen evropský	7. - 8. 10.2013

ZOO Větrovy	jelen evropský	6. 10. 2013
* VÚŽV Praha Uhřetěves	jelen milu	26. 9. 2013
CHARZA Dolní Dobřejov	los evropský	23. 9. 2013
** Tierpark Berlin	jelen berberský	6. - 7. 11. 2013

* Výzkumný ústav živočišné výroby Praha Uhřetěves

** Tierpark Berlin jsem nenavštívila já osobně, ale moje konzultantka, Mgr. Marie Voldřichová; na doporučení mého školitele, která se danou problematikou taktéž zabývá

Cvakání jedinců bylo nahráváno přenosným audiorekordérem Marantz PMD 620 se směrovým mikrofonom a za použití sluchátek pro lepší slyšitelnost cvakání. Pro přesnější výsledky jsem nahrávala zvířata do vzdálenosti dvou metrů. Videá potřebná pro dokumentaci lokace zvuku jsem natáčela na vlastní fotoaparát.

Celkem bylo nahráno cvakání 28 jedinců v sedmi institucích. Z celkového počtu jedinců byli dva jedinci vyloučeni z analýzy, vzhledem k malému množství nasbíraných dat (jedná se o sobí a losí samice z Prahy). V **tab. 2** je podrobněji vypsáno složení stád jednotlivých druhů v různých ZOO.

Tab. 2: Složení stád sledovaných druhů, celkový počet nahrávaných jedinců a kolik jedinců jakého pohlaví v které ZOO.

druh	počet jedinců	ZOO	jedinci v ZOO
sob polární	8	Olomouc	♂ 2 ♀ 3
		Praha	♂ 1 ♀ 2
jelen milu	6	Chomutov	♂ 1 ♀ 3
		Praha	♂ 1
		Uhřetěves	♂ 1
jelen evropský	5	Větrovy	♂ 2 ♀ 2
		Chomutov	♀ 1
los evropský	3	Praha	♂ 1 ♀ 1
		Dobřejov	♂ 1

jelen berberský	4	Berlín	♂ 1 ♀ 3
-----------------	---	--------	------------

Údaje o jedincích a počtu kvalitních kliků zahrnuté do analýzy jsou shrnuty v **tab. 3**. Počet analyzovatelných kliků získaných od jednotlivých jedinců se lišil z důvodů odlišné aktivity jednotlivých zvířat a tolerance k přítomnosti nahrávající osoby a mírným výkyvům v pravidelnosti kliků.

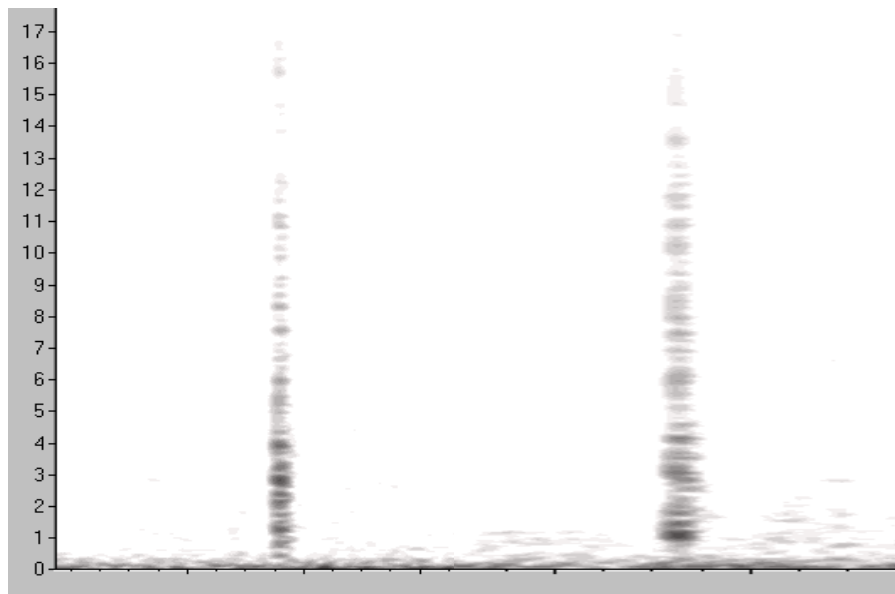
Tab. 3: Nahrání jedinci a údaje o jejich pohlaví (*M* – samec; *F* – samice), věku (v měsících), ZOO a počtu kliků využitých pro analýzu.

druh	pohlaví	věk	ZOO	počet kliknutí
sob polární	M	146	Olomouc	100
	M	28	Olomouc	73
	F	29	Olomouc	100
	F	64	Olomouc	100
	F	39	Olomouc	78
	M	135	Praha	100
	F	99	Praha	40
	F	98	Praha	36
jelen milu	M	53	Uhřetěves	100
	M	160	Praha	100
	M	66	Chomutov	47
	F	150	Chomutov	80
	F	150	Chomutov	81
	F	90	Chomutov	99
jelen evropský	M	–	Větrovy	100
	M	–	Větrovy	70
	F	–	Větrovy	77
	F	–	Větrovy	70
	F	144	Chomutov	82
los evropský	M	108	Dobřejov	85
	M	51	Praha	88
	F	99	Praha	86
jelen berberský	M	138	Berlín	80
	F	101	Berlín	48
	F	97	Berlín	21
	F	97	Berlín	21

4.2.4 Analýza cvakání

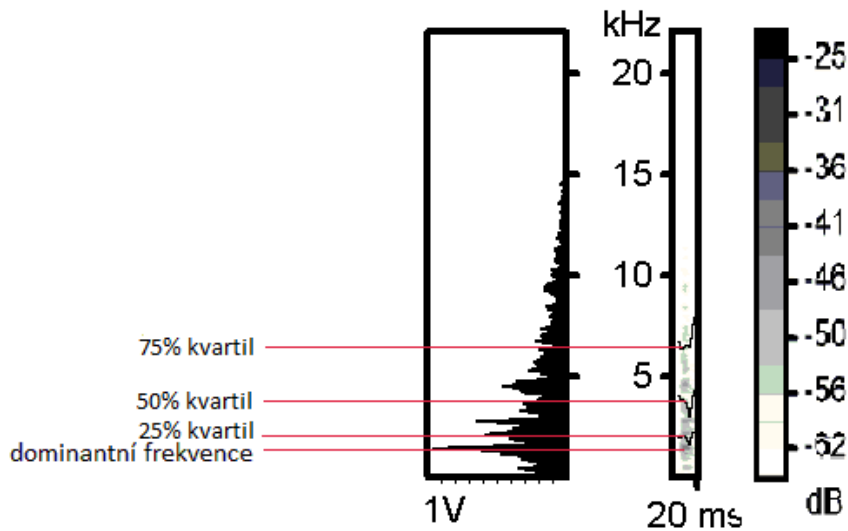
Analýza nahraných zvuků byla provedena v programu Avisoft-SAS Lab Pro Software, verze 5.0.01 (2010). Parametry spektrogramu byly následující: Hamming Window, Fast-Fourier-Transformation (FFT) 256 bodů, Frame = 100%, overlap 50%. Na **obr. 1** je ukázka, jak se zobrazují jednotlivé kliky v tomto programu.

Obr. 1: Grafické znázornění dvou kliků soba v programu Avisoft. Na ose Y se zobrazuje Frekvence (Hz).



Pro každé jednotlivé cvaknutí byla určena dominantní frekvence, 25%, 50% a 75% kvartil v jednotkách Hz (viz **obr. 2**). 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 1/2 intenzity zvuku a 75% kvartil je definován jako bod, pod nímž leží 75% intenzity zvuku.

Obr. 2: 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 vpravo a nejvýraznější pík 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 12 (ANONYMUS 2012).

Grafické znázornění netransformovaných dat bylo provedeno pomocí krabicových grafů.

Ověřovány byly následující otázky:

1) Existují mezi jedinci signifikantní rozdíly ve cvakání?

Použité statistické metody:

- diskriminační analýza
- jednocestná ANOVA

Analýzy byly provedeny vždy zvlášť pro zástupce jednotlivých druhů.

2) Existují mezi druhy signifikantní rozdíly ve cvakání?

Použité statistické metody:

- diskriminační analýza
- hierarchická ANOVA

3) Existují mezi pohlavími signifikantní rozdíly ve cvakání?

Použité statistické metody:

- hierarchická ANOVA

4) Je cvakání 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.

Statistická korelace sleduje vzájemný lineární vztah mezi dvěma proměnnými („cvakání“ a „věk“) na sobě pravděpodobně závislých. Míru korelace pak vyjadřuje korelační koeficient, který může nabývat hodnot od -1 až po $+1$.

5 VÝSLEDKY

5.1 Obecná část

5.1.1 Dokumentace cvakajících druhů

V **tab. 4** je uveden přehled cvakajících druhů jelenovitých chovaných v Unii českých a slovenských zoologických zahrad. Uvedeny jsou druhy známé z literatury, s kterými se shodují i odborníci seznámeni s tímto fenoménem (pracovníci zoologických zahrad, školitel, konzultantka) a je uveden i nově objevený druh.

Zasvěcení lidé jmenovitě:

RNDr. Libuše Veselá, vedoucí zoolog v zoo Olomouc

Ing. Lubomír Gala, vedoucí zoolog v ZOO Brno

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

Tab. 4: Přehled cvakajících druhů čeledi jelenovití, s údaji o pohlaví, které cvakání produkuje. Nově objevený druh je vyznačen tučně.

druh	pohlaví	reference
sob polární (<i>Rangifer tarandus</i>)	♂, ♀	Mohr, 1917; Flerov, 1952; Müller-Using & Schloeth, 1967; Whitehead, 1972; Schaller & Hamer, 1978; Miura <i>et al.</i> , 1988; Whitehead, 1993; Toweill & Thomas, 2002; Rue III, 2004; Leslie, 2010; Groves & Leslie, 2011; Gala, L.; Veselá, L.; Robovský, J.; v. p. autora
jelen milu (<i>Elaphurus davidianus</i>)	♂, ♀	Mohr, 1917; Flerov, 1952; Schaller & Hamer, 1978; Wemmer <i>et al.</i> , 1984; Miura <i>et al.</i> , 1988; Toweill & Thomas, 2002; Leslie, 2010; Groves & Leslie, 2011; Gala, L.; Kotrba, R.; Robovský, J.; v. p. autora
jelen bělohubý (<i>Cervus albirostris</i>)	♂, ♀	Flerov, 1952; Miura <i>et al.</i> , 1988; Geist, 1998; Schaller, 1998; Toweill & Thomas, 2002; Leslie, 2010; Groves & Leslie, 2011; Rue III, 2004; Robovský, J.; Voldřichová, M.

jelen evropský (<i>Cervus elaphus</i>)	♂, ♀	Mohr, 1917; Toweill & Thomas, 2002; Kotrba R.; Robovský, J.; v. p. autora
los evropský (<i>Alces alces</i>)	♂, ♀	Mohr, 1917; Bro-Jørgensen & Dabelsteen, 2008; Gala, L.; v. p. autora
jelen wapiti (<i>Cervus canadensis</i>)	♂, ♀	Mohr, 1917; Toweill & Thomas, 2002
daněk evropský (<i>Dama dama</i>)	♂, ♀	Mohr, 1917
srnec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>)	?	Müller-Using & Schloeth, 1967
jelen berberský (<i>Cervus elaphus barbarus</i>)	♂, ♀	Robovský, J.; Voldřichová, M.; v. p. autora
jelen barasinga (<i>Rucervus duvaucelii</i>)	?	Mohr, 1917
rod <i>Rusa</i>	?	Mohr, 1917
rod <i>Axis</i>	?	Mohr, 1917; Grubb, 2005

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

Literární zdroje uvádí celkem 11 cvakajících taxonů z čeledi jelenovitých, jmenovitě *Rangifer tarandus*, *Elaphurus davidianus*, *Cervus albirostris*, *Alces alces*, rod *Rusa*, rod *Axis*, *Rucervus duvauceli*, *Cervus canadensis*, *Cervus elaphus*, *Dama dama*, *Capreolus capreolus*.

Na základě přímých pozorování byl objeven ještě jeden cvakající druh, který doposud není nikde uvedený. Jedná se o jelena berberského (*Cervus elaphus barbarus*). Stručné biologické charakteristiky cvakajících druhů jsou uvedeny v **Příloze I**.

5.1.2 Evoluce cvakání

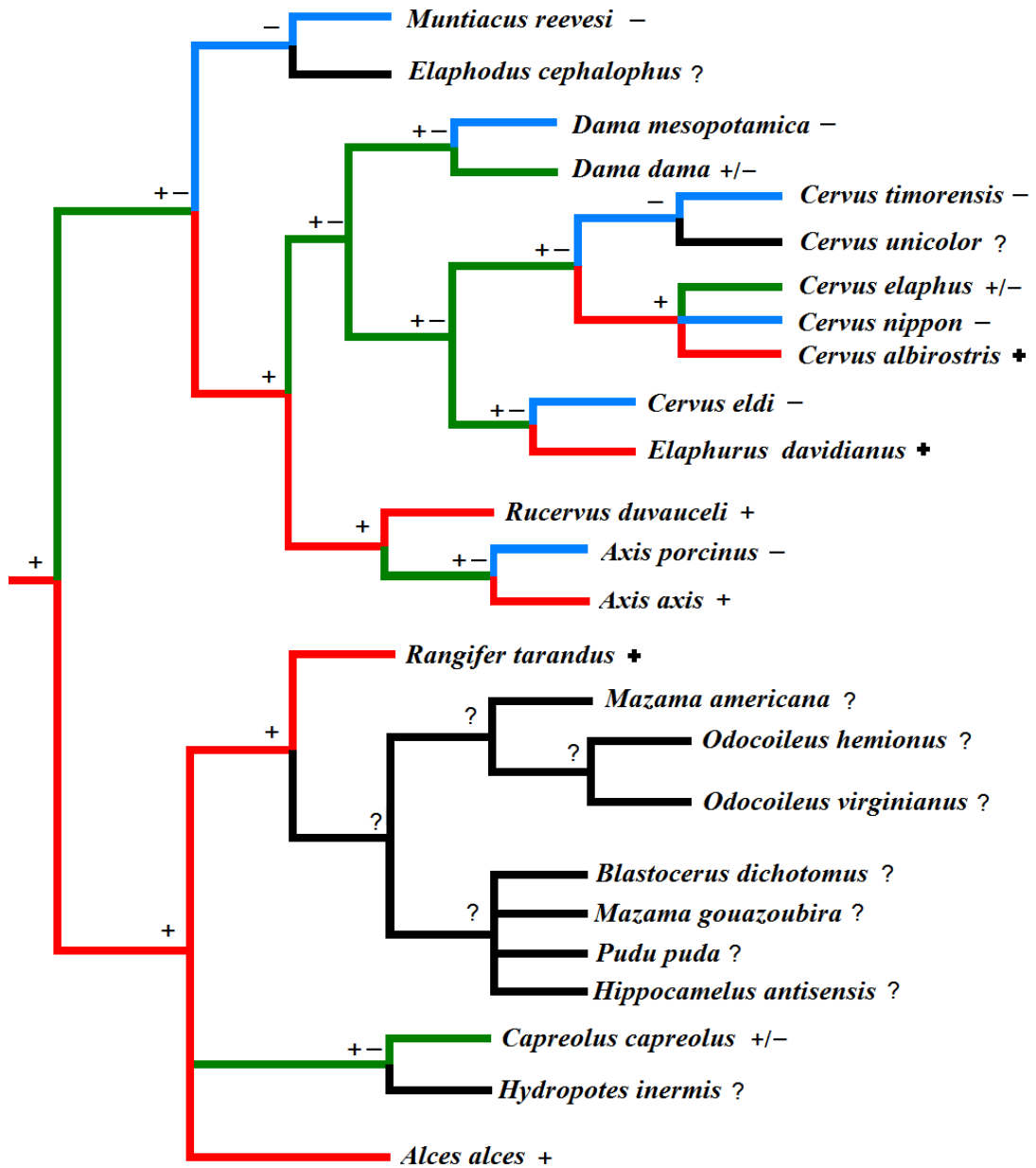
Na základě rekonstrukce evoluce cvakání (**obr. 3**) se zdá, že prapředek jelenovitých disponoval cvakáním, druhotně o ně přišli patrně muntžáci, u jelenů daněk mezopotámský, sambaři, sika, jelen lyrorohý a jelínek vepří, u telemetakarpálních jelenů cvakání zeslabil srnec, přičemž u skupiny zahrnující jelence, huemuly a mazamy lze předpokládat, že cvakání také ztratily (tyto druhy nejsou udávány jako cvakavé), ale chtělo by tyto druhy cíleně prověřit.

Tento výsledek je možná nečekaný, pokud se ovšem k tradičně udávaným jelenům – sob, jelen milu, jelen bělohubý – doplní další zástupci, cvakání začne být přítomno ve většině linií. Celkový evoluční trend spíše směřoval k utlumování, patrně u menších zástupců.

Obr 3: Fylogenetická distribuce cvakání u Cervidae.

Znak cvakání nabýval čtyř stavů: **označení +**: klikání přítomné, pravidelné a výrazné; **označení +**: klikání přítomné, pravidelné, ne tak výrazné; **označení -**: klikání nepřítomné; **označení ?**: není známo.

Barvy znázorňují přítomnost cvakání v linii: **červená** – přítomné, **modrá** - nepřítomné, **zelená** - neurčitelný stav, **černá** - není známo.



5.2 Analýza cvakání u vybraných druhů čeledi jelenovití

5.2.1 Určení způsobu cvakání vybraných druhů

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

Sob polární – předními končetinami cvaká pravidelně a výrazně, zadními končetinami cvaká nepravidelně a jemněji

– ke cvaknutí dochází při zvednutí nohy

Jelen milu – cvaká předními končetinami, cvakání pravidelné a výrazné

– ke cvaknutí dochází při zvednutí nohy

Jelen evropský – cvaká předními končetinami, cvakání nepravidelné, ale výrazné

– ke cvaknutí dochází při zvednutí nohy

Los evropský – cvaká předními končetinami, cvakání nepravidelné a slabé

– ke cvaknutí dochází při zvednutí nohy

Jelen berberský – cvaká předními končetinami, cvakání pravidelné, ale nevýrazné

– ke cvaknutí dochází při zvednutí nohy

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

5.2.2 Statistická analýza dat

5.2.2.1 Existují mezi jedinci signifikantní rozdíly ve cvakání?

Diskriminační analýza

Sob polární

Klasifikační diskriminační analýza byla použita k sestavení klasifikační funkce pro každého jedince (**tab. 5**). Pomocí těchto funkcí byla data zpětně klasifikována, výsledek pravděpodobnosti zařazení do skupin je uveden v **tab. 6**. V **tab. 7** jsou uvedeny standardizované koeficienty diskriminační funkce.

Tab. 5: *Koeficienty klasifikační funkce.*

znak	1 ♂ p=,1595	2 ♂ p=,1164	3 ♀ p=,1595	4 ♀ p=,1595	5 ♀ p=,1244	6 ♂ p=,1595	7 ♀ p=,0638	8 ♀ p=,0574
dominantní fr.	-21,99	-24,19	-22,39	-21,70	-22,70	-23,47	-26,53	-27,56
25% kvartil	142,74	152,23	156,86	156,18	149,40	152,57	158,34	157,46
50% kvartil	-256,17	-268,50	-258,52	-257,98	-254,47	-256,16	-264,47	-260,66
75% kvartil	287,65	293,55	286,55	287,23	285,83	288,67	287,74	286,23

Tab. 6: *Výsledky diskriminační analýzy pro klasifikaci jedinců. Procento úspěšnosti a počty případů zpětného zařazení kliků do původních kategorií.*

Wilks' Lambda: ,7326781; F (28,2222) = 7,151497; p < 0,0000

jedinec	% správných klasifikací	1 ♂ p=,1595	2 ♂ p=,1164	3 ♀ p=,1595	4 ♀ p=,1595	5 ♀ p=,1244	6 ♂ p=,1595	7 ♀ p=,0638	8 ♀ p=,0574
1 ♂	46,00	46	15	18	8	2	11	0	0
2 ♂	20,55	23	15	13	3	0	19	0	0
3 ♀	19,00	15	6	19	43	3	14	0	0
4 ♀	47,00	15	8	16	47	1	13	0	0
5 ♀	0,00	21	9	11	21	0	15	0	1
6 ♂	21,00	11	15	21	28	1	21	0	3
7 ♀	0,00	13	5	5	4	1	9	0	3
8 ♀	5,56	14	5	7	1	0	7	0	2
celkem	23,92	158	78	110	155	8	109	0	9

V průměru se podařilo k jedinci správně přiřadit 24% kliků. Nejvíce kliků analýza správně přiřadila k jedinci 4 (47%), což je samice a k jedinci 1 (46%), což je samec soba polárního.

Tab. 7: 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 fr.	-0,26148	1,02366	0,58164	-0,87710
25% kvartil	-0,76018	-1,43389	-1,22157	-0,62625
50% kvartil	-0,18276	1,56602	-0,30312	2,42782
75% kvartil	0,18305	-1,19911	1,49568	-1,03477
Eigenval	0,22431	0,05495	0,04819	0,00815
Cum. Prop	0,66841	0,83214	0,97572	1,00000

První kanonická osa vysvětluje 66,84 % variability, druhá osa v kombinaci s první vysvětluje 83,21 % variability.

Jelen milu

Klasifikační diskriminační analýza byla použita k sestavení klasifikační funkce pro každého jedince (**tab. 8**). Pomocí těchto funkcí byla data zpětně klasifikována, výsledek pravděpodobnosti zařazení do skupin je uveden v **tab. 9**. V **tab. 10** jsou uvedeny standardizované koeficienty diskriminační funkce.

Tab. 8: Koeficienty klasifikační funkce.

znak	1 ♂ p=,1972	2 ♂ p=,1972	3 ♂ p=,0927	4 ♀ p=,1578	5 ♀ p=,1598	6 ♀ p=,1953
dominantní fr.	47,48	47,29	48,28	46,71	47,17	48,45
25% kvartil	64,03	61,72	65,52	66,66	66,06	61,56
50% kvartil	-134,03	-156,75	-144,17	-142,72	-143,17	-143,49
75% kvartil	854,75	880,97	868,28	867,86	866,56	875,97

Tab. 9: Výsledky diskriminační analýzy pro klasifikaci jedinců. Procento úspěšnosti a počty případů zpětného zařazení kliků do původních kategorií.

Wilks' Lambda: ,8148558 approx. $F(20,1652) = 5,261803$ $p < ,0000$

jedinec	% správných klasifikací	1 ♂ p=,1972	2 ♂ p=,1972	3 ♂ p=,0927	4 ♀ p=,1578	5 ♀ p=,1598	6 ♀ p=,1953
1 ♂	49,00	49	19	0	9	0	23
2 ♂	56,00	20	56	0	2	0	22
3 ♂	0,00	21	13	0	3	0	10
4 ♀	1,25	28	24	0	1	0	27
5 ♀	0,00	25	22	0	4	0	30
6 ♀	50,51	19	25	0	5	0	50
celkem	30,77	162	159	0	24	0	162

V průměru se podařilo k jedinci správně přiřadit 31% kliků. Nejvíce kliků analýza správně přiřadila k jedinci 2 (56%), což je samec a k jedinci 6 (51%), což je samice jelena milu.

Tab. 10: 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 fr.	0,01357	-0,23550	1,11508	0,72826
25% kvartil	0,27344	0,07862	-1,82044	0,87532
50% kvartil	1,51323	0,02097	0,87035	-1,70315
75% kvartil	-1,50921	-1,00286	0,10606	0,57859
Eigenval	0,14233	0,06504	0,00616	0,00253
Cum. Prop	0,65876	0,95981	0,98830	1,00000

První kanonická osa vysvětluje 65,88 % variability, druhá osa v kombinaci s první vysvětluje 95,98 % variability.

Jelen evropský

Klasifikační diskriminační analýza byla použita k sestavení klasifikační funkce pro každého jedince (**tab. 11**). Pomocí těchto funkcí byla data zpětně klasifikována, výsledek pravděpodobnosti zařazení do skupin je uveden v **tab. 12**. V **tab. 13** jsou uvedeny standardizované koeficienty diskriminační funkce.

Tab. 11: *Koeficienty klasifikační funkce.*

znak	1 ♂ p=,2494	2 ♂ p=,1746	3 ♀ p=,1920	4 ♀ p=,1771	5 ♀ p=,2070
dominantní fr.	-29,12	-28,71	-29,04	-29,14	-27,13
25% kvartil	379,38	375,27	378,65	381,82	374,91
50% kvartil	-400,75	-400,96	-401,53	-406,34	-400,92
75% kvartil	686,64	683,83	682,87	691,60	693,51

Tab. 12: *Výsledky diskriminační analýzy pro klasifikaci jedinců. Procento úspěšnosti a počty případů zpětného zařazení kliků do původních kategorií.*

Wilks' Lambda: ,8839187 approx. F (16,1201) = 3,094451 p < ,0000

jedinec	% správných klasifikací	1 ♂ p=,2494	2 ♂ p=,1746	3 ♀ p=,1920	4 ♀ p=,1771	5 ♀ p=,2070
1 ♂	59,00	59	14	2	2	23
2 ♂	14,29	28	10	19	0	13
3 ♀	15,58	34	13	12	4	14
4 ♀	1,41	38	4	9	1	19
5 ♀	48,19	36	3	4	0	40
celkem	30,42	195	44	46	7	109

V průměru se podařilo k jedinci správně přiřadit 30% kliků. Nejvíce kliků analýza správně přiřadila k jedinci 1 (59%), což je samec, a k jedinci 5 (48%), což je samice jelena evropského.

Tab. 13: 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 fr.	0,27279	1,14855	-0,11391	-0,88658
25% kvartil	-0,00912	-2,36395	-0,27425	-0,76453
50% kvartil	-0,09375	1,26415	2,43979	1,33526
75% kvartil	0,96547	0,10479	-1,94807	-0,09659
Eigenval	0,11572	0,00988	0,00340	0,00066
Cum. Prop	0,89248	0,96864	0,99488	1,00000

První kanonická osa vysvětluje 89,25 % variability, druhá osa v kombinaci s první vysvětluje 96,86 % variability.

Los evropský

Klasifikační diskriminační analýza byla použita k sestavení klasifikační funkce pro každého jedince (**tab. 14**). Pomocí těchto funkcí byla data zpětně klasifikována, výsledek pravděpodobnosti zařazení do skupin je uveden v **tab. 15**. V **tab. 16** jsou uvedeny standardizované koeficienty diskriminační funkce.

Tab. 14: Koeficienty klasifikační funkce.

znak	1 ♂ p=,3282	2 ♂ p=,3398	3 ♀ p=,3320
dominantní fr.	-13,03	-18,31	-20,48
25% kvartil	282,84	293,78	309,88
50% kvartil	-149,57	-153,65	-166,96
75% kvartil	322,09	323,94	319,05

Tab. 15: Výsledky diskriminační analýzy pro klasifikaci jedinců. Procento úspěšnosti a počty případů zpětného zařazení kliků do původních kategorií.

Wilks' Lambda: ,7792851 approx. $F(8,506) = 8,399365$ $p < ,0000$

jedinec	% správných klasifikací	1 ♂ p=,3282	2 ♂ p=,3398	3 ♀ p=,3320
1 ♂	43,53	37	27	21
2 ♂	37,50	24	33	31
3 ♀	66,28	7	22	57
celkem	49,03	68	82	109

V průměru se podařilo k jedinci správně přiřadit 49% kliků. Nejvíce kliků analýza správně přiřadila k jedinci 3 (66%), což je samice a k jedinci 1 (44%), což je samec losa evropského.

Tab. 16: Standardizované koeficienty diskriminační funkce. Parametry klikání, které nejvíce přispívají k odlišení druhů, jsou zvýrazněny tučně.

znak	Root 1	Root 2
dominantní fr.	0,95010	1,07683
25% kvartil	-2,36715	-0,80099
50% kvartil	1,65846	-0,06496
75% kvartil	0,35887	-0,51844
Eigenval	0,21639	0,05495
Cum. Prop	0,79748	1,00000

První kanonická osa vysvětluje 80 % variability, druhá osa vysvětluje zbylých 20 % variability.

Jelen berberský

Klasifikační diskriminační analýza byla použita k sestavení klasifikační funkce pro každého jedince (**tab. 17**). Pomocí těchto funkcí byla data zpětně klasifikována, výsledek pravděpodobnosti zařazení do skupin je uveden v **tab. 18**. V **tab. 19** jsou uvedeny standardizované koeficienty diskriminační funkce.

Tab. 17: *Koeficienty klasifikační funkce.*

znak	1 ♂ p=,4651	2 ♀ p=,2791	3 ♀ p=,1337	4 ♀ p=,1221
dominantní fr.	55,68	55,45	48,83	54,39
25% kvartil	337,92	334,97	319,63	331,75
50% kvartil	-228,85	-223,33	-212,27	-219,82
75% kvartil	89,86	84,64	88,41	81,41

Tab. 18: *Výsledky diskriminační analýzy pro klasifikaci jedinců. Procento úspěšnosti a počty případů zpětného zařazení kliků do původních kategorií.*

Wilks' Lambda: ,7677715 approx. $F(12,436) = 3,823832 p < ,0000$

jedinec	% správných klasifikací	1 ♂ p=,4651	2 ♀ p=,2791	3 ♀ p=,1337	4 ♀ p=,1221
1 ♂	92,50	74	4	2	0
2 ♀	16,67	35	8	5	0
3 ♀	39,13	14	0	9	0
4 ♀	4,76	12	6	2	1
celkem	53,49	135	18	18	1

V průměru se podařilo k jedinci správně přiřadit 53% kliků. Nejvíce kliků analýza správně přiřadila k jedinci 1 (93%), což je samec jelena berberského.

Tab. 19: Standardizované koeficienty diskriminační funkce. Parametry klikání, které nejvíce přispívají k odlišení druhů, jsou zvýrazněny tučně.

znak	Root 1	Root 2	Root 3
dominantní fr.	0,80348	-0,546329	-0,24333
25% kvartil	1,63610	-0,462061	-2,01306
50% kvartil	-1,64050	-0,370230	3,76978
75% kvartil	0,31000	1,748839	-1,33323
Eigenval	0,22643	0,061203	0,00075
Cum. Prop	0,78518	0,997403	1,00000

První kanonická osa vysvětluje 78,52 % variability, druhá osa v kombinaci s první vysvětluje 99,74 % variability.

Jednocestná ANOVA

Sob polární

Pomocí jednocestné ANOVY vyšel průkazný rozdíl mezi jedinci na základě dominantní frekvence ($Df = 7$; $F = 15,2$; $p = 0,00$), 25% kvartilu ($Df = 7$; $F = 19,2$; $p = 0,00$), 50% kvartilu ($Df = 7$; $F = 14,4$; $p = 0,00$) i 75% kvartilu ($Df = 7$; $F = 10$; $p = 0,00$). 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 první jedinec od třetího, čtvrtého a šestého, druhý jedinec od třetího a čtvrtého, třetí jedinec od sedmého a osmého, čtvrtý jedinec od pátého, sedmého a osmého, šestý jedinec se liší od sedmého a osmého (viz **příloha II, tab. 1**). Na základě 25% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od druhého, třetího, čtvrtého, pátého a šestého, druhý jedinec od třetího, čtvrtého a šestého, třetí jedinec od pátého, sedmého a osmého, čtvrtý jedinec od pátého, sedmého a osmého, pátý jedinec od šestého a osmého, šestý jedinec od osmého (viz **příloha II, tab. 2**). Na základě 50% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od třetího, čtvrtého a šestého, druhý jedinec od čtvrtého a šestého, třetí jedinec od sedmého a osmého, čtvrtý jedinec od pátého, sedmého a osmého, pátý jedinec od šestého, šestý

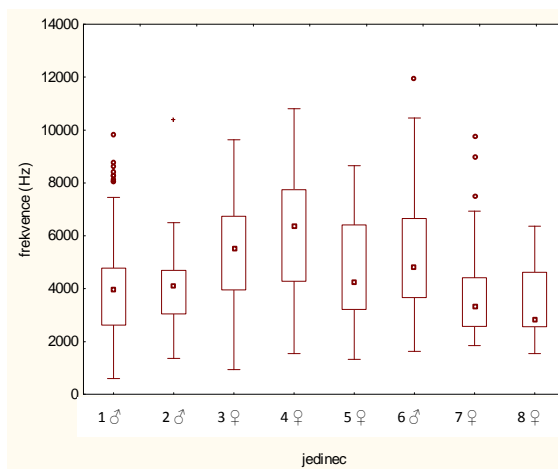
jedinec od sedmého a osmého (viz **příloha II, tab. 3**). Na základě 75% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od druhého, třetího, čtvrtého a šestého, čtvrtý jedinec od pátého, sedmého a osmého, pátý jedinec od šestého, šestý jedinec od sedmého a osmého (viz **příloha II, tab. 4**).

Nejvíce se tedy odlišuje od ostatních jedinec první, což je samec.

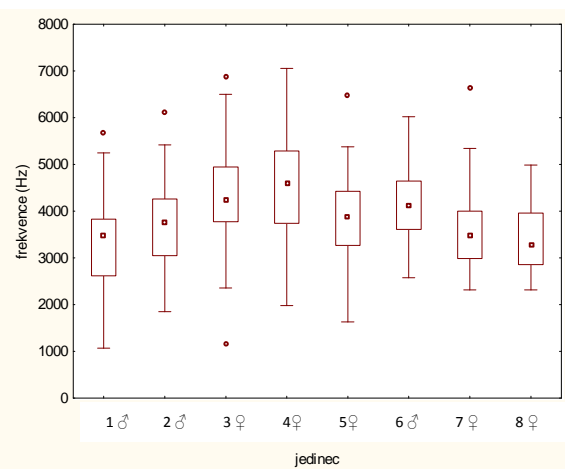
Grafické srovnání parametrů cvakání jedinců soba polárního.

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

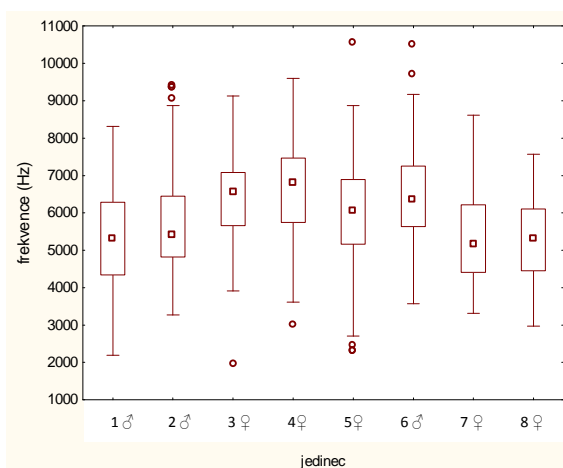
* extrémní hodnoty



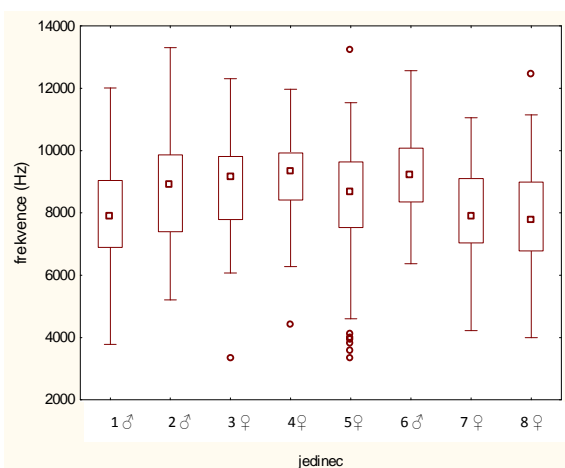
Obr. 4: Srovnání jedinců na základě dominantní frekvence.



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



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



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

Jelen milu

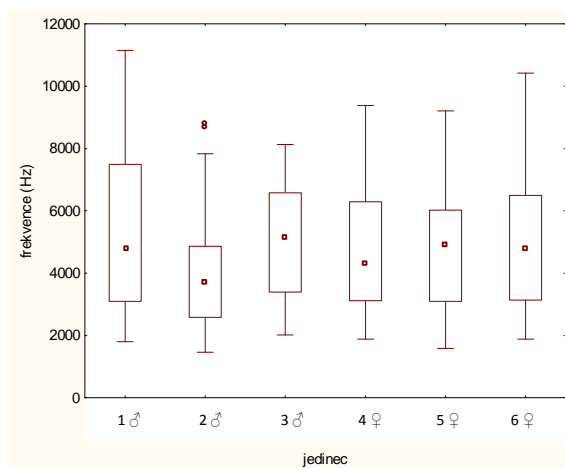
Pomocí jednocestné ANOVY vyšel průkazný rozdíl mezi jedinci na základě dominantní frekvence ($Df = 5$; $F = 5,1$; $p = 0,00$), 25% kvartilu ($Df = 5$; $F = 7,6$; $p = 0,00$), 50% kvartilu ($Df = 5$; $F = 8$; $p = 0,00$) i 75% kvartilu ($Df = 5$; $F = 6$; $p = 0,00$). Tyto znaky, které podle jednocestné 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:

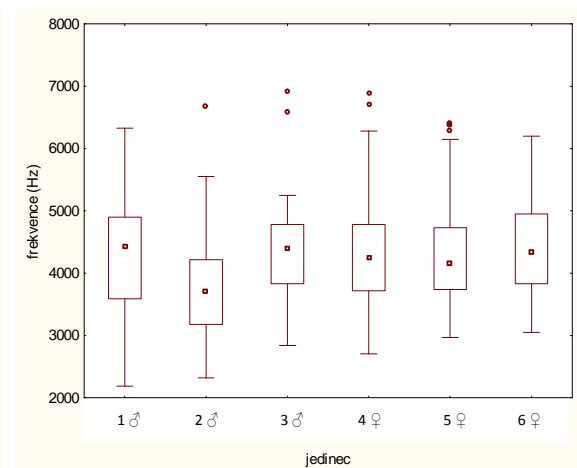
Na základě dominantní frekvence se prokazatelně liší první jedinec od druhého, druhý jedinec od třetího, čtvrtého, pátého a šestého (viz **příloha II, tab. 5**). Na základě 25% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od druhého, druhý jedinec od třetího, čtvrtého, pátého a šestého (viz **příloha II, tab. 6**). Na základě 50% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od druhého, druhý jedinec od třetího, čtvrtého, pátého a šestého (viz **příloha II, tab. 7**). Na základě 75% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od čtvrtého a pátého a druhý jedinec od šestého (viz **příloha II, tab. 8**). Nejvíce se tedy odlišuje od ostatních druhý jedinec, což je samec.

Grafické srovnání parametrů cvakání jedinců jelena milu.

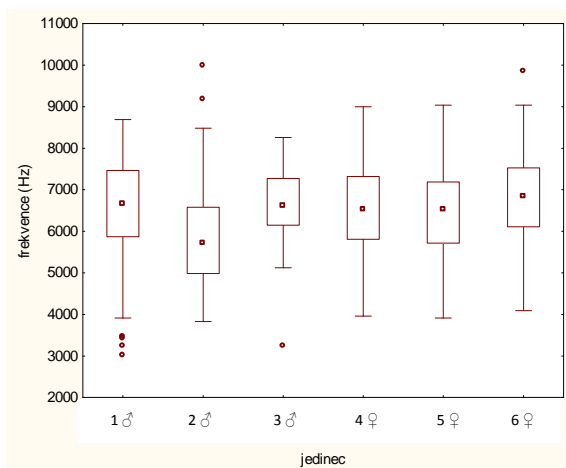
- Medián, □ 25% - 75% kvartil, ⊔ Min-Max (1,5 IQR), ○ odlehlá pozorování,
* extrémní hodnoty



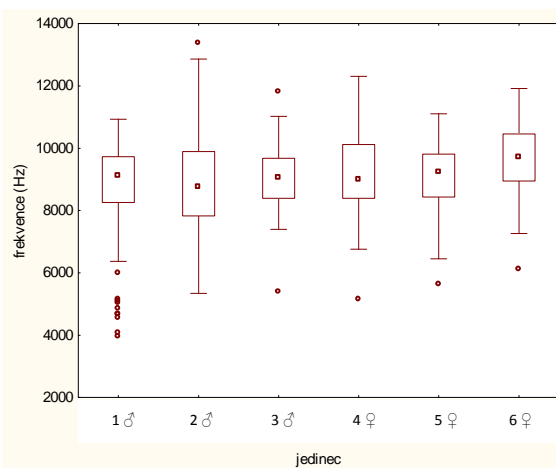
Obr. 8: Srovnání jedinců na základě dominantní frekvence.



Obr. 9: Srovnání jedinců na základě 25% kvartilu



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



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

Jelen evropský

Pomocí jednocestné ANOVY vyšel průkazný rozdíl mezi jedinci na základě dominantní frekvence ($Df = 4$; $F = 3,6$; $p = 0,01$), 25% kvartilu ($Df = 4$; $F = 7,3$; $p = 0,00$), 50% kvartilu ($Df = 4$; $F = 9,2$; $p = 0,00$) i 75% kvartilu ($Df = 4$; $F = 10,9$; $p = 0,00$). Tyto znaky, které podle jednocestné ANOVY oddělují druhy od sebe, jsem zobrazila do grafů Box & Whiskers plot (**obr. 12, 13, 14, 15**).

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

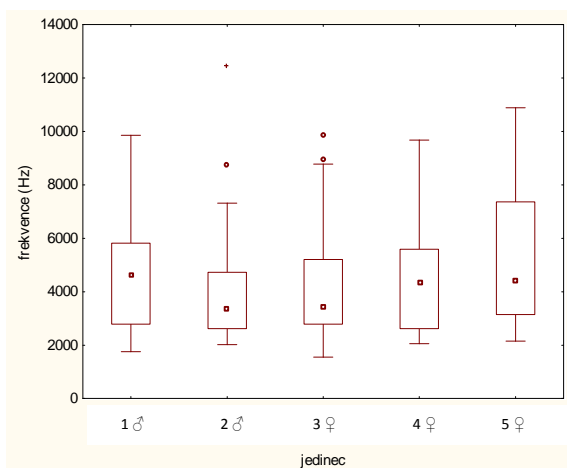
Na základě dominantní frekvence se prokazatelně liší druhý jedinec od pátého a třetí jedinec od pátého (viz **příloha II, tab. 9**). Na základě 25% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od druhého, druhý jedinec od čtvrtého a pátého a třetí jedinec od pátého (viz **příloha II, tab. 10**). Na základě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

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

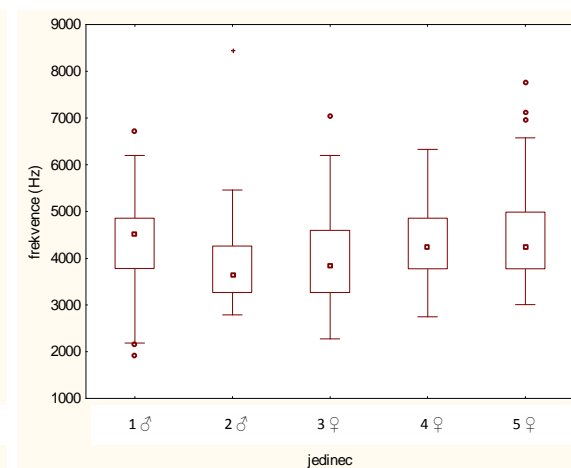
Grafické srovnání parametrů cvakání jedinců jelena evropského.

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

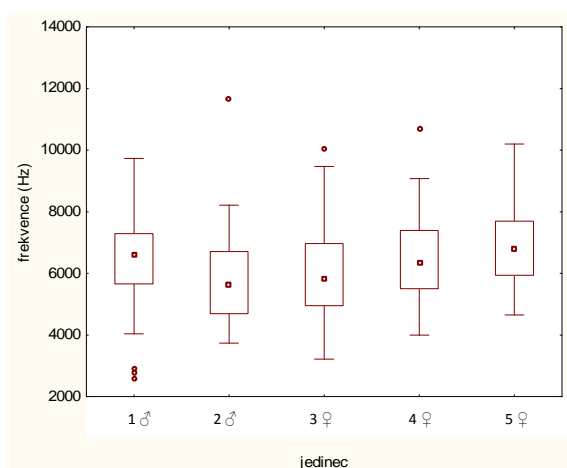
* extrémní hodnoty



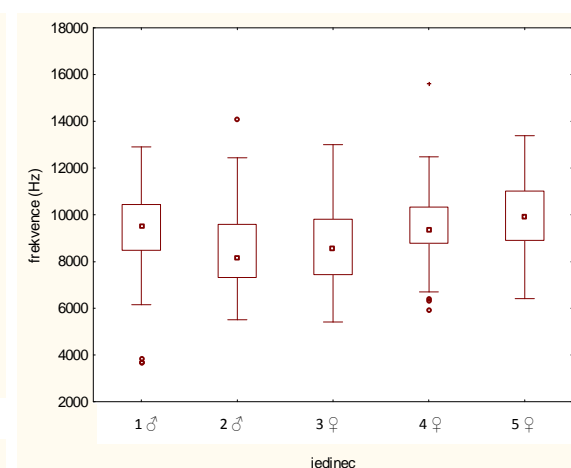
Obr. 12: Srovnání jedinců na základě dominantní frekvence.



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



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



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

Los evropský

Pomocí jednocestné ANOVY vyšel průkazný rozdíl mezi jedinci na základě dominantní frekvence ($Df = 2$; $F = 3,1$; $p = 0,04$), 50% kvartilu ($Df = 2$; $F = 7,0$; $p = 0,00$) i 75% kvartilu ($Df = 2$; $F = 10,2$; $p = 0,00$), na základě 25% kvartilu nevyšel průkazný rozdíl mezi jedinci ($Df = 2$; $F = 1,3$; $p = 0,28$). Tyto znaky, které podle jednocestné ANOVY oddělují druhy od sebe, jsem zobrazila do grafů Box & Whiskers plot (**obr. 16, 17, 18, 19**).

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

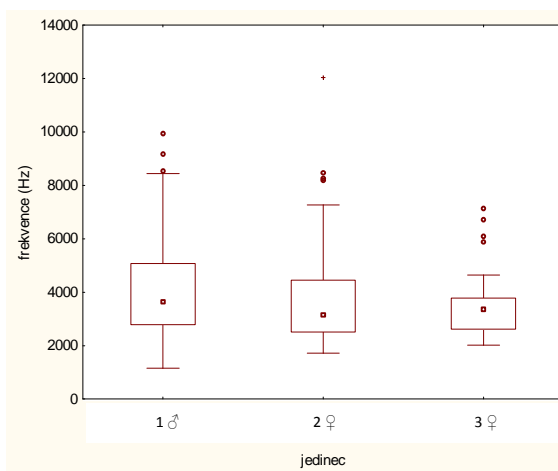
Na základě dominantní frekvence se prokazatelně liší první jedinec od třetího (viz příloha II, tab. 13). Na základě 50% kvartilu se prokazatelně liší druhý jedinec od třetího (viz příloha II, tab. 14). Na základě 75% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od třetího a druhý jedinec od třetího (viz příloha II, tab. 15).

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

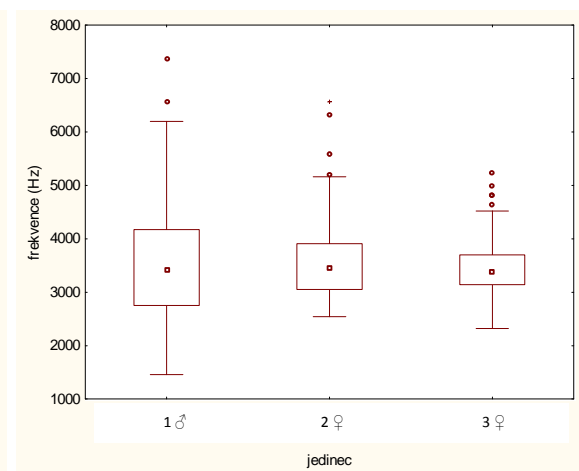
Grafické srovnání parametrů cvakání jedinců losa evropského.

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

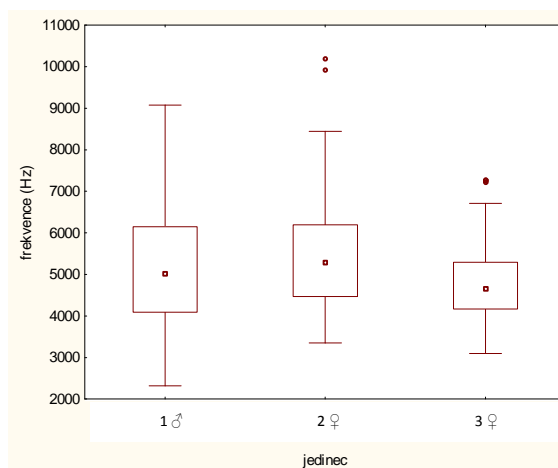
* extrémní hodnoty



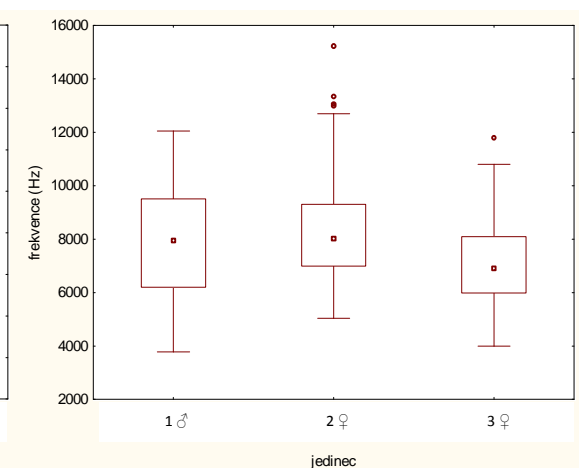
Obr. 16: Srovnání jedinců na základě dominantní frekvence.



Obr. 17: Srovnání jedinců na základě 25% kvartilu.



Obr. 18: Srovnání jedinců na základě 50% kvartilu.



Obr. 19: Srovnání jedinců na základě 75% kvartilu.

Jelen berberský

Pomocí jednocestné ANOVY vyšel průkazný rozdíl mezi jedinci na základě dominantní frekvence ($Df = 3$; $F = 7,68$; $p = 0,00$), 25% kvartilu ($Df = 3$; $F = 8,6$; $p = 0,00$), 50% kvartilu ($Df = 3$; $F = 6,7$; $p = 0,00$) i 75% kvartilu ($Df = 3$; $F = 6,47$; $p = 0,00$). Tyto znaky, které podle jednocestné ANOVY oddělují druhy od sebe, jsem zobrazila do grafů Box & Whiskers plot (**obr. 20, 21, 22, 23**).

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

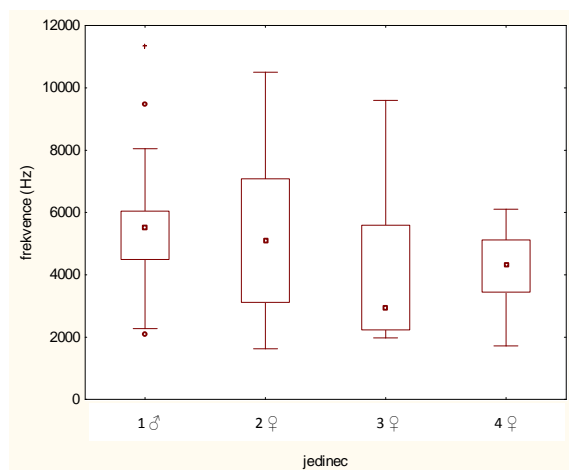
Na základě dominantní frekvence se prokazatelně liší první jedinec od třetího a druhý jedinec od třetího (viz **příloha II, tab. 16**). Na základě 25% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od třetího a druhý jedinec od třetího (viz **příloha II, tab. 17**). Na základě 50% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od třetího (viz **příloha II, tab. 18**). Na základě 75% kvartilu se prokazatelně liší první jedinec od čtvrtého (viz **příloha II, tab. 19**).

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

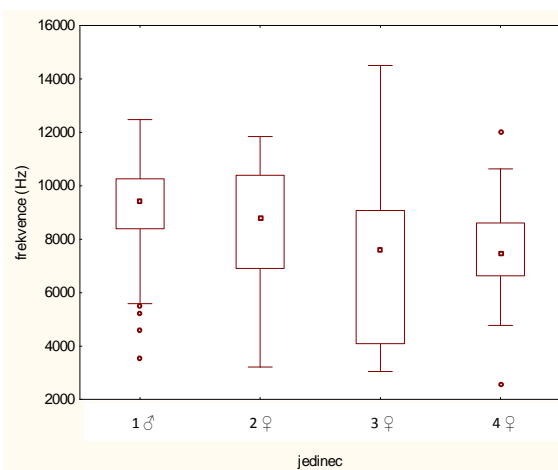
Grafické srovnání parametrů cvakání jedinců jelena berberského.

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

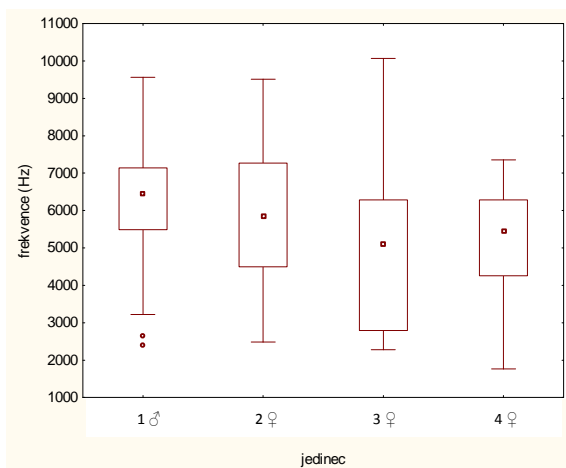
* extrémní hodnoty



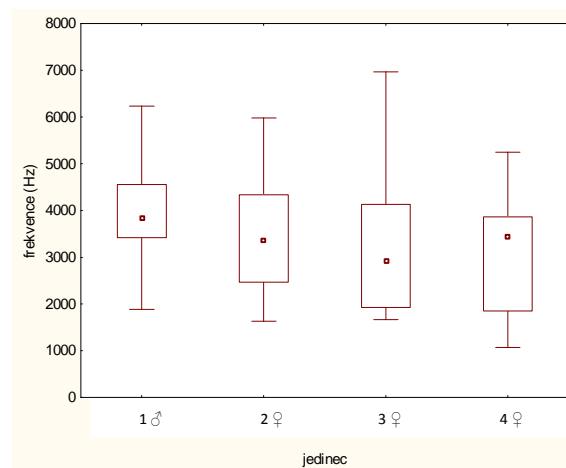
Obr. 20: Srovnání jedinců na základě dominantní frekvence.



Obr. 21: Srovnání jedinců na základě 25% kvartilu.



Obr. 22: Srovnání jedinců na základě 50% kvartilu.



Obr. 23: Srovnání jedinců na základě 75% kvartilu.

5.2.2.2 Existují mezi druhy signifikantní rozdíly ve cvakání?

Diskriminační analýza

Druhy se průkazně lišily ve všech sledovaných parametrech zvuku (**tab. 20**). Výsledek pravděpodobnosti zařazení do skupin je uveden v **tab. 21**. V **tab. 22** jsou uvedeny standardizované koeficienty diskriminační funkce. Znaky, které podle diskriminační analýzy nejlépe oddělují druhy od sebe, jsem zobrazila do grafů Box & Whiskers plot (**obr. 25, 26, 27, 28**). Na **obr. 24** je výsledek analýzy druhů. První diskriminační osa zřetelně odděluje jelena berberského od ostatních druhů.

Tab. 20: Výsledky diskriminační analýzy pro druhy. Znaky, v nichž se zvířata signifikantně liší, jsou vyznačeny tučně.

znak	Wilks' Lambda	F - remove (4,196)	p - value
dominantní fr.	0,115612	90,3423	0,00
25% kvartil	0,146511	245,3116	0,00
50% kvartil	0,102248	23,3154	0,00
75% kvartil	0,182230	424,4564	0,00

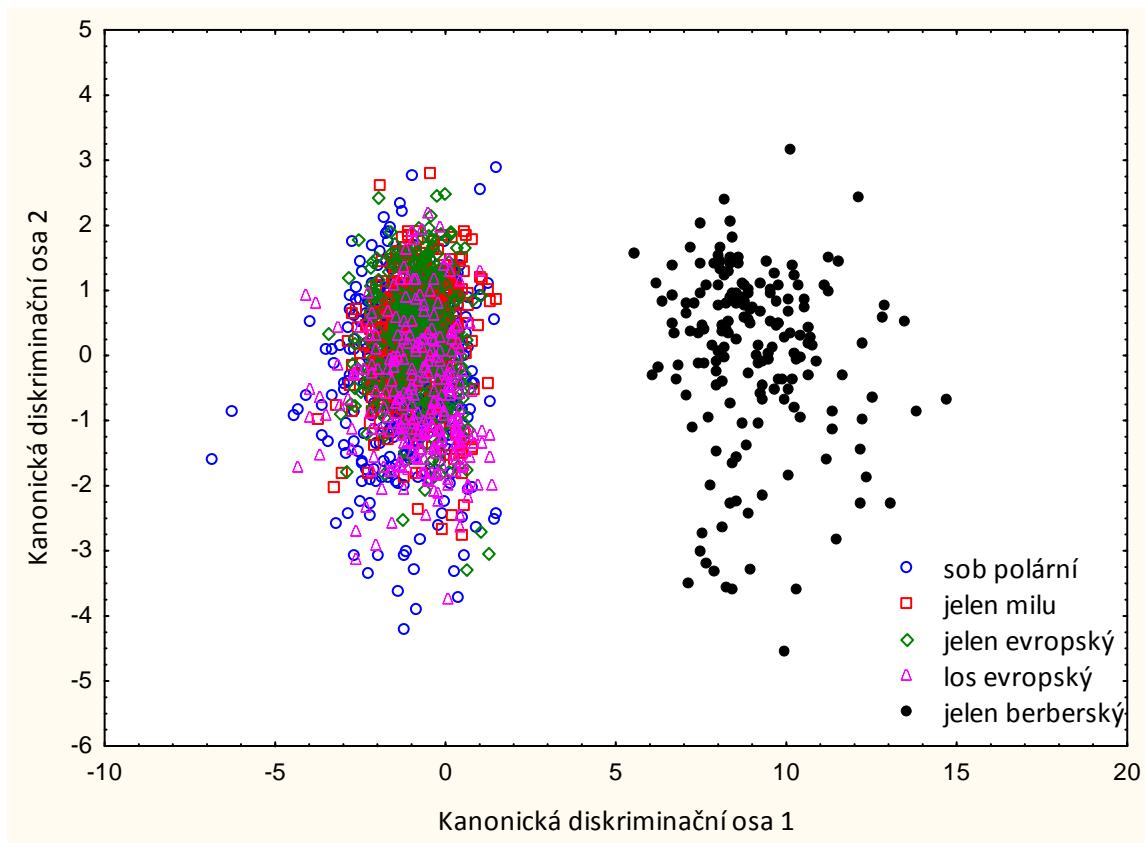
Tab. 21: Výsledky diskriminační analýzy pro druhy (1 – sob polární, 2 – jelen milu, 3 – jelen evropský, 4 – los evropský, 5 – jelen berberský). Procento úspěšnosti a počty případů zpětného zařazení kliků do původních kategorií.

druh	% správných klasifikací	1 p=,31892	2 p=,25788	3 p=,20397	4 p=,13174	5 p=,08749
1	68,90	432	131	28	36	0
2	34,52	271	175	48	13	0
3	13,72	214	112	55	20	0
4	18,15	161	32	19	47	0
5	100,00	0	0	0	0	172
celkem	44,81	1078	450	150	116	172

Tab. 22: Standardizované koeficienty diskriminační analýzy.

znak	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4
dominantní fr.	-0,54935	-0,287906	-1,03063	0,76079
25% kvartil	1,38065	-0,086945	1,47743	1,1095
50% kvartil	0,39217	1,361655	-1,70802	-2,01962
75% kvartil	-1,49007	-0,166205	1,09622	0,95188
Eigenval	8,0221	0,091214	0,03787	0,00275
Cum.Prop	0,98383	0,995018	0,99966	1,00000

První kanonická osa vysvětluje 98,38 % variability, druhá osa v kombinaci s první vysvětluje 99,50 % variability.



Obr. 24: Bodový graf znázorňující rozložení jedinců všech pěti sledovaných druhů na základě kombinace všech parametrů jejich cvakání ve dvou osách vytvořených diskriminační analýzou. Na první kanonické ose se zřetelně odděluje jelen berberský. První kanonická osa vysvětluje 98,38% variability, druhá kanonická osa vysvětluje 1,62% variability.

Hierarchická ANOVA

Podle hierarchické ANOVY vyšel průkazný rozdíl mezi druhy na základě dominantní frekvence ($Df = 4$; $F = 12,4$; $p = 0,00$), 25% kvartilu ($Df = 4$; $F = 24,9$; $p = 0,00$), 50% kvartilu ($Df = 4$; $F = 5,9$; $p = 0,00$) a 75% kvartilu ($Df = 4$; $F = 78,3$; $p = 0,00$). Znaky, které podle hierarchické ANOVY oddělují druhy od sebe, jsem zobrazila do grafů Box & Whiskers plot (**obr. 25, 26, 27, 28**).

Na základě dominantní frekvence se prokazatelně liší pouze los evropský a to od všech ostatních druhů (**viz příloha III, tab. 20**). Na základě 25% kvartilu se od sebe navzájem signifikantně liší sob polární, los evropský a jelen berberský od všech ostatních druhů (**viz příloha III, tab. 21**). Podle 50% kvartilu se od sebe navzájem prokazatelně liší všechny druhy, pouze sob se signifikantně neliší od jelena berberského a jelen milu od jelena evropského (**viz příloha III, tab. 22**). Na základě 75% kvartilu se

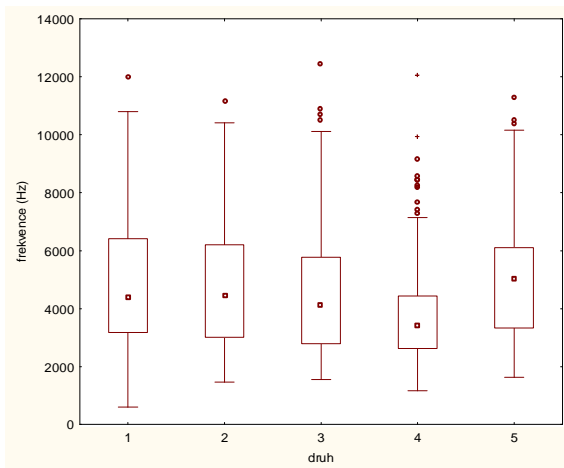
od sebe navzájem prokazatelně liší všechny druhy, pouze jelen milu se signifikantně neliší od jelena evropského (**viz příloha III, tab. 23**).

Grafické srovnání parametrů cvakání u jednotlivých druhů.

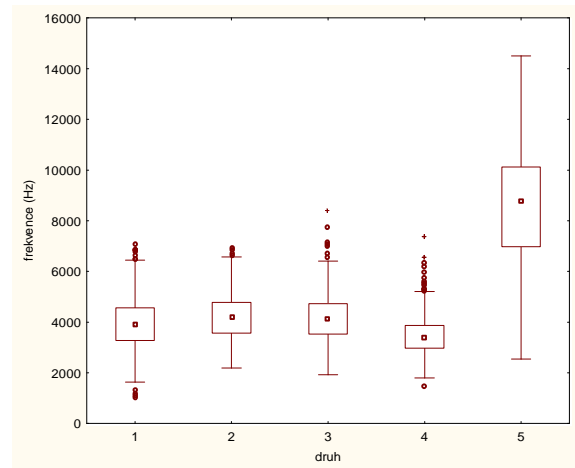
□ Medián, □ 25% - 75% kvartil, ⊥ Min-Max (1,5 IQR), ○ odlehlá pozorování,

* extrémní hodnoty

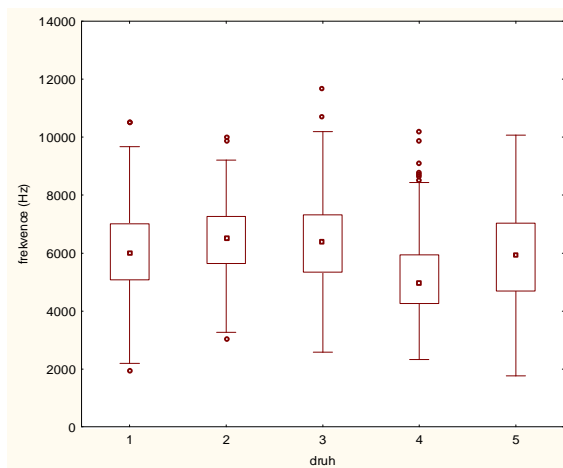
Druhy: 1 – sob polární; 2 – jelen milu; 3 – jelen evropský; 4 – los evropský; 5 – jelen berberský



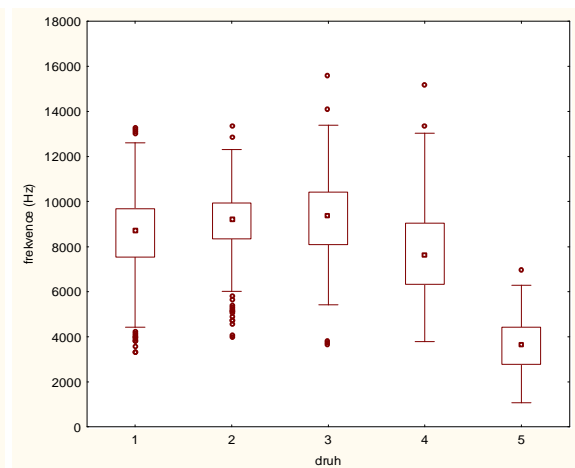
Obr. 25: Srovnání druhů na základě dominantní frekvence.



Obr. 26: Srovnání druhů na základě 25% kvartilu.



Obr. 27: Srovnání druhů na základě 50% kvartilu.



Obr. 28: Srovnání druhů na základě 75% kvartilu.

5.2.2.3 Existují mezi pohlavími signifikantní rozdíly ve cvakání?

Hierarchická ANOVA

Sob polární

Pomocí hierarchické ANOVY nevyšel signifikantně rozdíl mezi pohlavími na základě dominantní frekvence ($Df = 1$; $F = 0,02$; $p = 0,89$), 25% kvartilu ($Df = 1$; $F = 0,49$; $p = 0,51$), 50% kvartilu ($Df = 1$; $F = 0,00$; $p = 0,95$) ani 75% kvartilu ($Df = 1$; $F = 0,26$; $p = 0,62$).

Jelen milu

Pomocí hierarchické ANOVY nevyšel průkazně rozdíl mezi pohlavími na základě dominantní frekvence ($Df = 1$; $F = 0,16$; $p = 0,71$), 25% kvartilu ($Df = 1$; $F = 1,37$; $p = 0,31$), 50% kvartilu ($Df = 1$; $F = 2,18$; $p = 0,21$) ani 75% kvartilu ($Df = 1$; $F = 3,42$; $p = 0,14$).

Jelen evropský

Pomocí hierarchické ANOVY nevyšel průkazně rozdíl mezi pohlavími na základě dominantní frekvence ($Df = 1$; $F = 0,90$; $p = 0,41$), 25% kvartilu ($Df = 1$; $F = 0,62$; $p = 0,49$), 50% kvartilu ($Df = 1$; $F = 0,55$; $p = 0,51$) ani 75% kvartilu ($Df = 1$; $F = 0,57$; $p = 0,51$).

Los evropský

Pomocí hierarchické ANOVY nevyšel průkazně rozdíl mezi pohlavími na základě dominantní frekvence ($Df = 1$; $F = 5,42$; $p = 0,07$), 25% kvartilu ($Df = 1$; $F = 1,99$; $p = 0,16$), 50% kvartilu ($Df = 1$; $F = 3,78$; $p = 0,09$) ani 75% kvartilu ($Df = 1$; $F = 2,02$; $p = 0,24$).

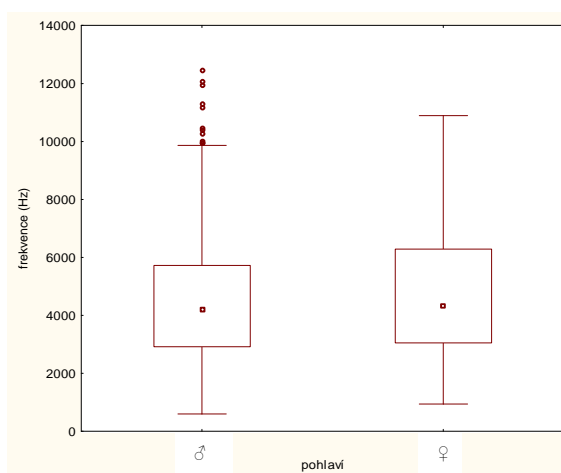
Jelen berberský

Pomocí hierarchické ANOVY nevyšel průkazně rozdíl mezi pohlavími na základě dominantní frekvence ($Df = 1$; $F = 0,90$; $p = 0,46$), 25% kvartilu ($Df = 1$; $F = 2,44$; $p = 0,29$), 50% kvartilu ($Df = 1$; $F = 3,38$; $p = 0,26$) ani 75% kvartilu ($Df = 1$; $F = 16,05$; $p = 0,35$).

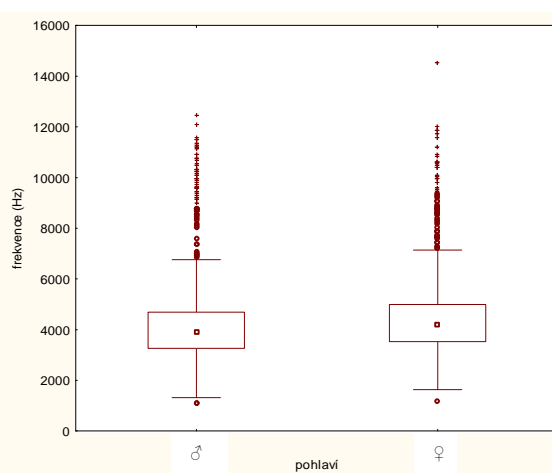
Rozdíly mezi pohlavími pro všechny druhy jsem na základě jednotlivých parametrů cvakání zobrazila do grafů Box & Whiskers plot (**obr. 29, 30, 31, 32**).

Grafické srovnání parametrů cvakání jednotlivých druhů.

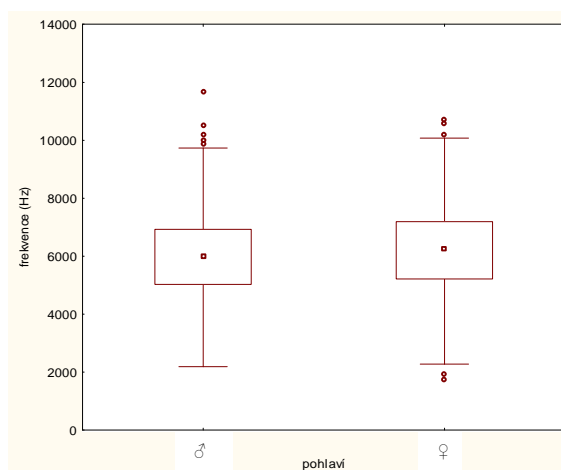
- Medián, □ 25% - 75% kvartil, ⊥ Min-Max (1,5 IQR), ○ odlehlá pozorování,
- * extrémní hodnoty



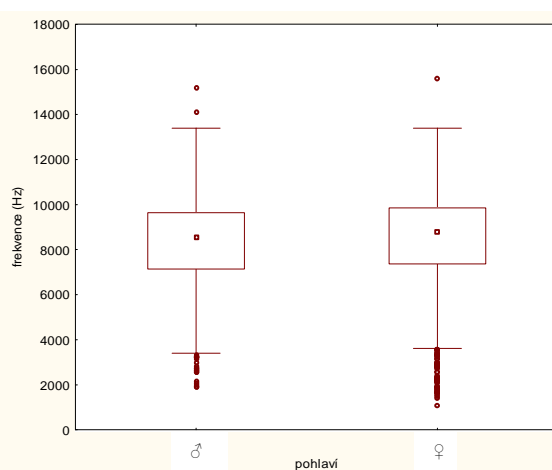
Obr. 29: Srovnání pohlaví na základě dominantní frekvence.



Obr. 30: Srovnání pohlaví na základě 25% kvartilu.



Obr. 31: Srovnání pohlaví na základě 50% kvartilu.



Obr. 32: Srovnání pohlaví na základě 75% kvartilu.

5.2.2.4 Je cvakání závislé na věku jedince?

Statistická korelace

Sob polární

Korelace parametrů cvakání s věkem vyšla pro samce průkazně pouze na základě dominantní frekvence, pro 25%, 50%, 75% kvartil vyšla neprůkazně (**tab. 23**). Pro samice vyšla průkazně na základě dominantní frekvence, 25%, 50% i 75% kvartilu (**tab. 24**).

Tab. 23: Korelace parametrů cvakání s věkem pro samce soba polárního. První řádek zobrazuje korelační koeficienty r , druhý řádek hladinu významnosti. Hladiny průkaznosti $< 0,05$ jsou vyznačeny tučně.

	dominantní frekvence	25% kvartil	50% kvartil	75% kvartil
věk	,1202	-,0170	-,0018	-,1179
	p=,047	p=,779	p=,976	p=,052

Tab. 24: Korelace parametrů cvakání s věkem pro samice soba polárního. První řádek zobrazuje korelační koeficienty r , druhý řádek hladinu významnosti. Hladiny průkaznosti $< 0,05$ jsou vyznačeny tučně.

	dominantní frekvence	25% kvartil	50% kvartil	75% kvartil
věk	-,2528	-,1713	-,1942	-,1444
	p=,000	p=,001	p=,000	p=,006

Jelen milu

Korelace parametrů cvakání s věkem vyšla pro samce průkazně na základě dominantní frekvence, 25% a 50% kvartilu (**tab. 25**). Pro samice vyšla průkazně na základě 50% a 75% kvartilu (**tab. 26**).

Tab. 25: Korelace parametrů cvakání s věkem pro samce jelena milu. První řádek zobrazuje korelační koeficienty r , druhý řádek hladinu významnosti. Hladiny průkaznosti $< 0,05$ jsou vyznačeny tučně.

	dominantní frekvence	25% kvartil	50% kvartil	75% kvartil
věk	-,2877	-,2718	-,2356	,0295
	p=,000	p=,000	p=,000	p=,645

Tab. 26: Korelace parametrů cvakání s věkem pro samice jelena milu. První řádek zobrazuje korelační koeficienty r , druhý řádek hladinu významnosti. Hladiny průkaznosti $< 0,05$ jsou vyznačeny tučně.

	dominantní frekvence	25% kvartil	50% kvartil	75% kvartil
věk	-,0608	-,0511	-,1294	-,2126
	p=,329	p=,411	p=,037	p=,001

Jelen evropský

Pro jelena evropského nebylo možné udělat korelaci parametrů s věkem, neboť se nepodařilo dohledat informace o věku jedinců.

Los evropský

Korelace parametrů cvakání s věkem vyšla pro samce neprůkazně na základě dominantní frekvence, 25%, 50% i 75% kvartilu (**tab. 27**). Pro samice nebylo možné spočítat korelaci parametrů s věkem, protože do analýzy kvůli počtu kliků vstupovala jen jedna samice.

Tab. 27: Korelace parametrů cvakání s věkem pro samce losa evropského. První řádek zobrazuje korelační koeficienty r , druhý řádek hladinu významnosti.

	dominantní frekvence	25% kvartil	50% kvartil	75% kvartil
věk	,0989	-,0398	-,0537	-,1117
	p=,196	p=,603	p=,483	p=,143

Jelen berberský

Pro jelena berberského nebylo možné spočítat korelaci parametrů s věkem, poněvadž všechny nahané samice jsou stejně staré a samec byl ve stádě pouze jeden.

6 DISKUSE

6.1 Dokumentace cvakajících druhů

V literárních zdrojích je uváděno 11 cvakajících taxonů z čeledi jelenovitých (pro výčet druhů a literárních zdrojů viz výše). Podařilo se zjistit a zdokumentovat cvakání u dalšího druhu, a to jelena berberského.

V literatuře ve většině případů chybí informace o tom, jestli cvaká samec, samice nebo obě pohlaví. Groves & Leslie (2011) uvádí pro jelena bělohubého cvakání u samců i samic a Wemmer *et. al* (1984) uvádí, že u jelena milu cvakají obě pohlaví. Dále se tito autoři společně s Flerovem (1952) a Mohr (1917) shodují na tom, že mladí jedinci necvakají, s čímž jsou za jedno i Voldřichová a Robovský (2013, pers. comm.), kteří pozorovali jeleny bělohubé. Z našeho pozorování vyplývá, že u soba polárního, jelena milu, jelena evropského, losa evropského a jelena berberského cvakají obě pohlaví, přičemž samci cvakají výrazněji než samice, opačně než uvádí Mohrová (1917).

Jak již bylo zmíněno, cvakání nebylo doposud porovnáváno ve fylogenetickém kontextu, proto nemohu svá zjištění konfrontovat s literaturou. U turovitých ukázala kolegyně M. Rochová (2014), že prapředek turovitých necvakal a cvakání se objevilo u této skupiny několikrát.

6.2 Způsob cvakání u jelenovitých

V literatuře ve většině případů není udáváno, kterými končetinami zvířata cvakavý zvuk vydávají. Pouze Miura (1988) uvádí pro jelena bělohubého, že cvaká všemi čtyřmi končetinami, s čímž se shoduje i Voldřichová a Robovský (2013, pers. comm.), kteří ještě dodávají, že zadními nohama cvaká jen občas a zvuk je jemnější. O tom, v jaké fázi ke cvaknutí dochází, se zmiňuje Mohrová (1917) a Ekman (1907; z práce Mohr 1917).

Z pozorování mých a mých kolegů (školitel, konzultant) a odborníků, kteří jsou obeznámeni s fenoménem cvakání, se zdá, že sob polární cvaká předními i zadními končetinami, přičemž předními pravidelně a výrazně a zadními nepravidelně a jemněji. Ke cvaknutí dochází při zvednutí nohy, stejnou hypotézu má i Mohrová (1917), naopak Ekman (1907; z práce Mohr 1917) uvádí, že ke cvaknutí dochází při došlápnutí. Jelen

milu cvaká předními končetinami, pravidelně a výrazně, ke zvuku dochází při zvednutí nohy, shodné s Mohrovou (1917). Jelen evropský cvaká předními končetinami, výrazně, ale nepravidelně, ke zvuku dochází při zvednutí nohy, shodné s Mohrovou (1917). Los evropský cvaká předními končetinami, cvakání je nepravidelné a slabé, ke zvuku dochází při zvednutí nohy, shodné s Mohrovou (1917). Jelen berberský cvaká předními končetinami, cvaká celkem pravidelně, ale hodně tiše a nevýrazně, ke cvaknutí dochází při zvednutí nohy.

6.3 Statistická analýza cvakání vybraných druhů čeledi jelenovitých

Při porovnávání jedinců v rámci druhu diskriminační analýzou měl ze sobů polárních nejvíce správně přiřazených kliků jedinec 4 (47%), což je samice, a jedinec 1 (46%), což je samec soba. Zároveň bylo k samci 1 přiřazeno i nejvíce kliků. U jelenů milu analýza správně přiřadila nejvíce kliků k jedinci 2 (56%), což je samec, a k jedinci 6 (51%), což je samice, k níž bylo zároveň přiřazeno i nejvíce kliků. Z jelenů evropských analýza správně přiřadila nejvíce kliků k jedinci 1 (59%), což je samec, a k jedinci 5 (48%), což je samice. K samci 1 bylo zároveň přiřazeno i nejvíce kliků. U losů evropských analýza správně přiřadila nejvíce kliků k jedinci 3 (66%), což je samice, a jedinci 1 (44%), což je samec, zároveň k jedinci 3 bylo přiřazeno i nejvíce kliků. U jelenů berberských analýza správně přiřadila největší počet kliků k jedinci 1 (93%), což je samec, a zároveň k němu bylo přiřazeno i nejvíce kliků. Podle výsledků jednocestné ANOVY se u sobů nejvíce lišil od ostatních jedinec 1, což je samec, v rámci jelenů milu se nejvíce od ostatních lišil jedinec 2, jedná se také o samce. U jelenů evropských se nejvíce od ostatních lišil jedinec 5, což je samice, u losů jedinec 3, což je samice a u jelenů berberských jedinec 3, což je také samice.

Při druhovém srovnání se nejvíce od všech druhů odlišoval jelen berberský, ostatní druhy se mezi sebou také lišily, ale ne tak výrazně. Odlišnost berberského jelena může působit překvapivě, zvláště s ohledem k jelenu evropskému, ale spolu s jelenem korsickým představuje osobitou skupinu vůči kontinentálním jelenům (evropským) (např. Mattioli, 2011), pozorované odlišnosti v cvakání tedy doplňují i jiné jejich morfologické odlišnosti nabyté patrně dlouhodobější izolací.

Ačkoli se nám z vlastních pozorování jevílo, že samci cvakají výrazněji, podle výsledků hierarchické ANOVY statisticky průkazný rozdíl mezi pohlavím nevyšel pro žádný sledovaný druh. Může to být způsobeno tím, že lidské ucho detekuje

tento zvuk lépe, než jak jej zachytí nahrávací aparát. Naproti tomu Mohr (1917) uvádí, že u rodu *Cervus* samice cvakají výrazněji než samci, což je zvláštní, když si uvědomíme, že samci nesou paroží a tím jsou těžší. Z mého pozorování tyto výsledky nevzešly.

Korelaci cvakání s věkem jsem rozdělila podle pohlaví, protože byl patrný rozdíl ve cvakání mezi samcem a samicí. Pro soba polárního vyšla korelace pro samce průkazně pouze na základě dominantní frekvence a pro samice vyšla průkazně na základě dominantní frekvence, 25%, 50% i 75% kvartilu. Pro jelena milu vyšla korelace pro samce průkazně na základě dominantní frekvence, 25% a 50% kvartilu a pro samice na základě 50% a 75% kvartilu. Pro losa evropského vyšla korelace s věkem pro samce neprůkazně, pro samice nebylo možné spočítat, jelikož obě byly stejně staré.

U soba polárního v ZOO Olomouc byli ve stádě dva samci velmi rozdílného věku (146 měsíců a 28 měsíců), starý samec cvakal velmi výrazně a mladý o něco méně. Potvrdila se tedy teorie Mohrové (1917), že cvakání je tím nápadnější, čím větší a těžší je zvíře, přičemž nejvíce cvakají staří samci. V tomto případě se dá uvažovat i nad tím, že méně dominantní samec cvakání "potlačil", podobně jako tomu je u antilop losích (Kotrba, 2014, pers. comm.).

Pro čeled' Cervidae stále chybí zdokumentovat několik druhů a zjistit, zda disponují cvakáním nebo ne. I pro zde studované druhy by bylo ideální rozšířit studium o další chovné skupiny a navýšit tak studovaný vzorek. Pro tyto chybějící informace by bylo vhodné pokračovat ve výzkumu. Lze doporučit dokumentaci cvakání každého druhu alespoň pro čtyři samice a všechny samce ve stádě, pro každého jedince by bylo ideální získat záznam 100 kliků.

7 ZÁVĚR

Ve své práci jsem podala doposud nejucelenější přehled cvakavých a necvakavých druhů v čeledi Cervidae. V literatuře je celkem známo 11 cvakajících druhů a při mém výzkumu byl objeven další druh a to jelen berberský.

U pěti sledovaných druhů – sob polární (*Rangifer tarandus*), jelen milu (*Elaphurus davidianus*), jelen evropský (*Cervus elaphus*), los evropský (*Alces alces*) a jelen berberský (*Cervus elaphus barbarus*), byly porovnávány čtyři parametry cvakavého zvuku (dominantní frekvence, 25% kvartil, 50% kvartil a 75% kvartil) a poté konfrontovány s literaturou. Při pokusu určit evoluci cvakání, vyšlo, že prapředek jelenovitých nejspíše disponoval cvakáním a pozdějším vývojem o tuto funkci někteří, zdá se, že menší jedinci, druhotně přišli. U všech sledovaných druhů cvakají obě pohlaví, ke zvuku dochází při zvednutí nohy a všichni cvakají předními nohama o různé intenzitě, jen sob polární cvaká i zadními. Mladí jedinci nedisponují cvakáním, nejspíše proto, že je limitující stáří jedince a s tím spojený vývoj končetin, nebo je nutné dosažení určité váhy jedince. U studovaných druhů jsou parametry cvakání závislé na věku, nikoliv pohlaví.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

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: 172 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.

Geist V. (1998): *Deer of the World. Their evolution, behaviour, and ecology*. Mechanicsburg, Stackpole Books: 432 pp.

Gilbert C., Hassanin A., Ropiquet A. (2006): Mitochondrial and nuclear phylogenies of Cervidae (Mammalia, Ruminantia): Systematics, morphology, and biogeography, *Molecular Phylogenetics and Evolution* 40: 101-117.

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: pp. 444-779.

Grubb P. (2005): Order Artiodactyla. In D. E. Wilson & D. E. Reeder (eds.), *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference, 3rd ed., 2 vols*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1: 637-722.

Grzimek B. (1988): *Grzimeks Enzyklopädie Säugetiere. Band 2*. Kindler Verlag: 648 pp.

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.

Kingdon J. (1982). *East African mammals. An atlas of evolution in Africa. Volume 3. Part B (Bovids)*. New York, Academic Press: pp. 127-141.

Leslie D. M. Jr. (2010): *Przewalskium albirostre* (Artiodactyla: Cervidae). Mamm. Species 42(849): 7-18.

Mattioli S. (2011): Family Cervidae (deer). In: D. E. Wilson & R. A. Mittermeier (Eds.), Handbook of the mammals of the World, vol. 2 – Hoofed mammals, Barcelona: pp. 350-443.

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.

Randall J. A. (2001): Evolution and function of drumming as communication in Mammals. Amer. Zool. 41: 1143-1156.

Ronald M. Nowak (1991): Walker's Mammals of the World. Vol II. London, The Johns Hopkins University Press: 1630 pp.

Rue III L. L. (2004): The encyclopedia of deer. Stillwater, Voyageur Press: 160 pp.

Schaller G. B. (1998): Wildlife of Tibetan steppe. Chicago and London, The University of Chicago Press: ix + 373 pp.

Schaller G. B., Hamer A. (1978): Rutting behavior of Père David's deer, *Elaphurus davidianus*. Zool. Garten N.F. 48(1): 1-15.

Toweill D. E., Thomas J. W. (2002): North American Elk: Ecology and Management. Washington and London, Smithsonian Institution Press: 1128 pp.

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

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

Whitehead G. (1993): The Whitehead encyclopedia of deer. New York, Voyageur Press, 597 pp.

9 PŘÍLOHY

PŘÍLOHA I Charakteristika cvakajících druhů jelenovitých

PŘÍLOHA II Výsledky Post-hoc testů pro jednocestnou ANOVU

PŘÍLOHA III Výsledky Post-hoc testů pro hierarchickou ANOVU

PŘÍLOHA IV Fotky analyzovaných druhů jelenovitých

PŘÍLOHA I

Pro cvakající druhy z čeledi jelenovitých uvádím stručnou biologickou charakteristiku ke každému druhu, která by mohla mít spojení se cvakáním (výskyt, biotop, váha, rozdíly mezi pohlavími).

***Rangifer tarandus* (sob polární či sob)**

Sob polární obývá subpolární až polární oblasti severní polokoule od Skandinávie přes celou Sibiř, Aljašku, sever Kanady až do Grónska. V Severní Americe je nazýván sob karibu. Existují tundrové a tajgové (lesní) formy, ty jsou jak v Eurasii, tak Severní Americe, přičemž jejich taxonomický status je stále nevyjasněný. Jeho biotopem je tundra a tajga, popř. horské louky, kde se může vyskytovat v nadmořské výšce až 2700–3000 m. V některých oblastech může teplota klesnout až k -60 °C, což je sob schopný tolerovat, naopak teploty vyšší než 15 °C snáší s obtížemi. Sob polární je dobře adaptovaný na pohyb ve sněhu, avšak 60–80 cm sněhové pokrývky je limitující pro pohyb a získávání dostatku potravy. Sobi žijí ve stádech, která mohou v době migrace čítat až stovky tisíc kusů. Naopak v době říje se sdružují do menších skupin, kdy si samec vytváří svůj harém s několika samicemi. Samci jsou větší než samice. Samec váží 210–240 kg a samice okolo 140 kg. Na nohách mají široká, plochá a široce rozštěpená kopyta, která napomáhají k dobrému pohybu na měkkém povrchu a sněhu. Sobi jsou jediní z jelenovitých, u kterých nosí paroží obě pohlaví. Staří samci ho mívají velmi členité a mohutné, shazují jej po říji. Samice ho mají menší a slabší a shazují jej až po porodu mláďat. Říje začíná většinou v říjnu, v tomto období samci ztratí 20-25% ze svojí váhy a jsou velmi agresivní. Samice je březí 7–8 měsíců a rodí obvykle jen jedno mládě, které je velmi vyvinuté, váží 4–9 kg, hodinu po narození je schopno stát na vlastních nohou a během 5–7 hodin už následuje svoji matku. Sob polární se dožívá obvykle 12 let věku.

***Alces alces* (los evropský či los) a *Alces americana* (los americký)**

Los je největším zástupcem z čeledi jelenovitých, přičemž los evropský je menší oproti svému východosibiřsko-americkému losu americkému (*Alces americana*). Žije v severních oblastech Evropy, Asie a Ameriky, střední Evropa je migračním prostorem pro potulující se losy z Polska. Obývá vlhké biotopy jehličnatých i smíšených lesů

s mokřady a bažinami, zasahuje do tundry. V pohoří Altaj, která je hraniční pro oba druhy losů, žije v nadmořské výšce až 1700 m, kde je až 70 cm sněhu a teplota v létě vyšší jak 14°C. Velikost těla samců je od 2 do 3 metrů, samice je o něco menší. Dospělý samec je až o 25–30% těžší než samice (♂ 300–600 kg, ♀ 280–460 kg). Losi mají široká, dlouhá a široko roztažitelná kopyta, která slouží k dobrému pohybu na měkkém povrchu. Jsou vynikajícími plavci a případné překážky dovedou přeskakovat velkými skoky. Velikost a architektura paroží záleží na oblasti, kterou samec obývá. Los evropský má často tzv. formu bidláka s málo vyvinutými lopatami a menší rozlohou, los americký se naproti tomu vyznačuje širokými lopatami. V průměru se rozpětí parohů pohybuje v rozmezí od 1–1,5 m a váha činí 10 kg, u aljašských býků až 20 kg (u rekordních jedinců až 35–36 kg při rozpětí 205 cm). Losi jsou v zásadě samotáři. Samci žijí soliterně. V době říje, která probíhá v září nebo říjnu, většinou neobhajují harém (s výjimkou některých aljašských populací), vytváří pouze dočasné páry, přičemž po kopulaci samici opustí a hledají si další partnerku (seriální monogamie). Samice se také nespojují do stád, žijí pouze se svými potomky. Když se mláďata později oddělí, zůstává losice až do dalšího vrhu sama. Březost trvá průměrně 234 dní, poté samice rodí v květnu až červnu 1–3 mláďata, často také dvojčata. Narozená telata mají přes 10 kg a u matky zůstávají až do narození dalších potomků. V přírodě se los dožívá maximálně 16-19 let.

***Elaphurus davidianus* (jelen milu)**

Jelen milu byl v pleistocénu rozšířen v Japonsku a Číně, v historické době už ale jeho areál zahrnoval pouze východní oblasti Číny. Asi před 2000 lety v přírodě vyhynul, byl však chován v oborách čínského císaře, což jej zachránilo. V lidské péči se dobře rozmnožuje a tak mohl v posledních desetiletích začít proces reintrodukce do východočínských rezervací a parků. Obývá louky, pláně, mokřady a rákosové porosty, k čemuž se mu hodí dlouhá a velká kopyta. Jeleni milu tvoří oddělená stáda samců a samic, pouze v období páření se shlukují do smíšených stád. Velikost obou pohlaví je srovnatelná (♂ 195–210 cm, ♀ 180–190 cm), samci však mohou být až o 40% těžší než samice (160–220 kg). Samci nesou zvláštní dichotomické paroží s výsadami směřujícími dozadu. V době páření, které probíhá od června do srpna, si jelen vytvoří svůj harém, který brání. Samice je březí asi 280 dní a poté rodí jedno mláďe, které váží

okolo 12 kg a během 40 minut je schopné stát na vlastních nohou. K odstavu od matky dochází v 6–10 měsících. Jelen milu se běžně dožívá věku 18 let.

***Cervus elaphus* (jelen evropský)**

V této práci používám užší koncepci tohoto druhu (*Cervus elaphus sensu stricto*), tedy „západního“ „červeného“ jelena evropského bez „východního“ jelena wapiti (*Cervus canadensis*), a středoasijských jelenů (*Cervus yarkandensis*). Charakteristika těchto jelenů je podobná, byť například platí, že východoasijské a americké wapiti jsou větší, kontrastněji zbarvení a mají třeba pisklavější říjný hlas.

Jelen evropský se vyskytuje na rozsáhlém území Evropy, v Malé Asii, západní a střední Asii. Je velmi adaptabilní stran biotopů a asociované potravy, obývá lesy, louky, také žije ve středomořských křovinách, na horských loukách Alp, až 2800 m nad mořem, nebo na vřesovištích ve Skotsku. Jeleni evropské jsou společenská zvířata. Základní sociální jednotkou je matriarchální skupina, v jejímž čele stojí dominantní nejstarší laň, zbytek stáda tvoří dcery, vnučky a jejich dosud neodstavení kolouši. Jeleni žijí po většinu roku odděleni od samic a vytváří menší nestabilní stádečka, popř. jsou samotáři. V lese se mohou matriarchální stáda rozdělit do menších, naopak v otevřeném terénu se často spojují se sousedními stády. Jeleni nejsou výrazně větší než laně, avšak hmotnost je rozdílná, samec váží průměrně 331 kg, kdežto samice průměrně 241 kg. Základní plán paroží jelenů je být buď pětivýsadový, či šestivýsadový s korunou, podle toho v jaké oblasti jelen žije. Silné kusy z Evropy ale běžně nasazují mnohem bohatěji větvené paroží. Říje probíhá v září nebo říjnu, kdy se jeleni přesunují do jejich tradičních říjnových míst, kde brání svůj harém před ostatními jeleny. Harémy jsou většinou tvořeny jedním samcem a šesti laněmi, se kterými se jelen páří, a nedospělým potomstvem samic. Po skončení říje zanikají. Samec se během tohoto období spáří s několika samic. Laň je březí 235 dní a rodí pouze jedno mládě (vzácně dvojčata), které váží 8–9 kg. Mládě se po dobu asi 10 dní schovává ve vegetaci a poté začne následovat matku. Ve věku 6–9 měsíců dochází k odstavu. Ve volné přírodě se jelen evropský dožívá průměrně 10–13 let.

***Cervus elaphus barbarus* (jelen berberský)**

Jedná se o jeden z poddruhů jelena evropského (*C. elaphus*). V minulosti byl jelen berberský běžným obyvatelem korkových a dubových lesů východní části Alžírsko a i v Tunisu. V současnosti se však areál jeho výskytu v důsledku změn prostředí (požáry, urbanizace) a pytláctví výrazně zmenšil a došlo k jeho fragmentaci. Žije pouze v pobřežním pásu na východě Alžírsko. Ve volné přírodě je jen několik desítek jedinců. Samice společně s mladými potomky tvoří skupinky, samci žijí po většinu roku sami, pouze v době říje se shlukují s laněmi. Jelen je o něco větší než laň, ne však výrazně. Hmotnost samců je 140–200 kg, kdežto samice váží 100–140 kg, je jedním z nejmenších poddruhů jelena evropského. Říje začíná koncem srpna a trvá do konce října, v tuto dobu si jelen vytváří harém, který pečlivě brání vůči ostatním samcům. O 8 měsíců později laň porodí jedno plavé mládě, které má poměrně dlouhou srst, kterou ve třech měsících ztrácí.

***Cervus albirostris* (jelen bělohubý)**

Jelen bělohubý je endemitem východní části Tibetské plošiny. Obývá vysokohorské oblasti v nadmořské výšce 3500–5100 m n. m. Jsou vysoce společenští. Mimo období páření tvoří oddělená stáda o 25–35 jedincích, nicméně v poslední době byla zaznamenána stáda o 100–170 jedincích. Obě pohlaví jsou srovnatelně velká (♂ 190 cm, ♀ 180 cm), váha je však značně rozdílná, samec je až o 60% těžší než samice (♂ 190–220 kg, ♀ 90–150 kg). Jelen bělohubý má velmi osobitá kopyta, která jsou odlišná od všech ostatních jelenovitých, podobají se spíše kopytům skotu, jsou semknutá, vysoká, krátká a široká. Hladké paroží u samců je dlouhé až 1 metr, na vrcholu se sériově větví a je často zakončené vidlicí (bez typické pohárovité koruny evropských jelenů). Období říje vrcholí v říjnu, samci se připojují k samičím skupinám a vytváří si harém, o který ale nebojují tak agresivně jako ostatní jelenovití. Samice je březí 246 dní, v červnu se izoluje od svého stáda a vyhledává klidné místo pro narození 1, vzácně 2 mláďat. Půl hodiny po narození je mládě schopné stát na vlastních nohou, po pár hodinách vzdálit se od místa narození a po 2 týdnech se mládě s matkou připojuje zpět ke stádu. Průměrná délka života je 16–18 let.

***Capreolus capreolus* (srnec obecný)**

Srnec obecný je hojně rozšířený po celé Evropě (vyjma Islandu, Irska, Středomoří), na Kavkazu a Blízkém Východu. Srnec obývá nejrůznější škálu stanovišť od macchiových porostů na pobřeží Středozemního moře, jehličnatých lesů ve Skandinávii, rašelinišť ve Skotsku až po vysokohorské oblasti v Alpách. Může se vyskytovat až v nadmořské výšce 2400 m. Typicky se vyskytuje v lesích, ve střední Evropě od začátku 20. století začal preferovat otevřenou zemědělskou krajinu. Srnčí zvěř není v přirozených podmínkách příliš sociální. Dospělí samci jsou obvykle samotáři, pouze na zimu se někdy připojují k laním. Ty vytváří malé rodinné klany, samice v poslední fázi březosti a matky s čerstvými kolouchy se však drží stranou. Taková stádečka jsou typická spíše pro vyšší polohy, kde je ještě dostatek lesů. V urbanizované a obhospodařované krajině srnci pronikají do polních monokultur, kde vytváří i poměrně početné agregace. Délka těla je okolo 1 metru, dospělí samci váží okolo 30 kg a samice 17–29 kg. Říje probíhá v teplých dnech července a srpna. Samci si obhajují teritoria a čekají na přicházející laně. Přivolá je pískání samičky, čehož se využívá při lovu. Samice je březí asi 40 týdnů, z toho řadu týdnů probíhá utajená březost, kdy se zárodek téměř nevyvíjí. V květnu až červnu samice rodí 1–3 mláďata, která prvních několik dní zůstávají v podrostu a poté začnou matku následovat. V jednom roce života se osamostatňují. Ve volné přírodě se srnčí dožívá maximálně 10 let.

***Cervus canadensis* (jelen wapiti)**

Severoamerické formy wapiti původně obývaly většinu Severní Ameriky. Dnes už však žijí jen v lesích v hornaté západní části Severní Ameriky a v některých velkých přírodních rezervacích. Asijské formy (poddruhy) se vyskytují od Altaje po Dálný východ, ve vysokohorských a lesostepních oblastech. Obývá listnaté, smíšené i horské lesy s keřovým podrostem, velmi často také otevřené formace. Může se vyskytovat v nadmořské výšce až 3100 m. Zvířata z horských oblastí v zimě migrují do nižších oblastí. Jeleni wapiti jsou sociální zvířata. Po většinu roku tvoří oddělené skupiny, samci se připojují k samicím pouze v době říje. Na volných prostranstvích se mohou stáda spojovat do obrovských agregací, v létě 400–500 zvířat, v zimě až 1500 jedinců. Jeleni jsou o něco málo větší než laně (♂ 210–240 cm, ♀ 190–230 cm). Dospělí samci

jsou až o 60% těžší než samice (♂ 220–400 kg, ♀ 150–250 kg). Říje probíhá v září a říjnu, kdy se samec připojuje ke stádu laní, vytváří si svůj harém a páří se s nimi. Samice je březí 247 dní, v květnu nebo červnu rodí obvykle jen jedno mládě, které při narození váží 11–17 kg. K odstavení mláděte dochází v 6. – 9. měsíci. Jelen wapiti se dožívá věku 8–12 let.

***Dama dama* (daněk skvrnitý)**

Daněk skvrnitý pochází z Malé Asie. Později byl vysazen i ve střední, západní (včetně ČR a Anglie) i severní Evropě (Dánsko), Austrálii a na Novém Zélandu. Je velice přizpůsobivý, nejčastěji se vyskytuje v listnatých, smíšených a jehličnatých lesích, původně je však adaptovaný na otevřený parkový až savanovitý typ krajiny. Žije ale i ve vyšších oblastech, např. v Pyrenejích v nadmořské výšce 1500 m. Dospělí samci jsou samotáři, samice s mláďaty a mladými samci žijí ve skupině. Velikost stád je rozdílná podle prostředí, v otevřeném terénu mohou vznikat až 200 -členné skupiny. Obě pohlaví jsou srovnatelně velká, ale hmotností se liší, samci jsou o 40–60% těžší než samice (♂ 50–80 kg, ♀ 35–50 kg). Říje probíhá v říjnu, samci se připojují k samčím skupinám, vytváří si harém a páří se s více danělemi. Daněla je březí 229–234 dní a poté v květnu až červnu rodí jedno mládě, vážící asi 5 kg. Mládě se ve věku 8–9 měsíců osamostatňuje a odchází od matky. Daňci se dožívají 15–16 let.

Příloha I byla čerpána z těchto pramenů: Mattioli (2011); Ronald (1991); Geist (1998) a Grzimek (1988).

PŘÍLOHA II

Porovnání jedinců v rámci pěti druhů kopytníků z čeledi jelenovití metodou jednocestné ANOVY.

Výsledky post-hoc testů (Unequal N HSD):

Sob polární

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 ♂ (3,5591)	2 ♂ (3,5830)	3 ♀ (3,7133)	4 ♀ (3,7464)	5 ♀ (3,6244)	6 ♂ (3,6774)	7 ♀ (3,5367)	8 ♀ (3,5061)
1 ♂								
2 ♂	0,99							
3 ♀	0,00	0,00						
4 ♀	0,00	0,00	0,92					
5 ♀	0,37	0,89	0,06	0,00				
6 ♂	0,00	0,05	0,88	0,16	0,65			
7 ♀	1,00	0,96	0,00	0,00	0,43	0,02		
8 ♀	0,93	0,67	0,00	0,00	0,13	0,00	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 ♂ (3,4992)	2 ♂ (3,5566)	3 ♀ (3,6285)	4 ♀ (3,6466)	5 ♀ (3,5591)	6 ♂ (3,6151)	7 ♀ (3,5437)	8 ♀ (3,5301)
1 ♂								
2 ♂	0,04							
3 ♀	0,00	0,00						
4 ♀	0,00	0,00	0,95					
5 ♀	0,02	1,00	0,00	0,00				
6 ♂	0,00	0,03	0,99	0,49	0,04			
7 ♀	0,63	1,00	0,02	0,00	1,00	0,08		
8 ♀	0,94	0,97	0,00	0,00	0,96	0,03	1,00	

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 ♂ (3,7088)	2 ♂ (3,7510)	3 ♀ (3,7962)	4 ♀ (3,8164)	5 ♀ (3,7497)	6 ♂ (3,8055)	7 ♀ (3,7170)	8 ♀ (3,7085)
1 ♂								
2 ♂	0,21							
3 ♀	0,00	0,14						
4 ♀	0,00	0,00	0,87					
5 ♀	0,21	1,00	0,09	0,00				
6 ♂	0,00	0,03	1,00	1,00	0,02			
7 ♀	1,00	0,83	0,01	0,00	0,85	0,00		
8 ♀	1,00	0,66	0,01	0,00	0,70	0,00	1,00	

Tab. 4: 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 ♂ (8,9479)	2 ♂ (9,0716)	3 ♀ (9,0758)	4 ♀ (9,1154)	5 ♀ (8,9973)	6 ♂ (9,1187)	7 ♀ (8,9609)	8 ♀ (8,9362)
1 ♂								
2 ♂	0,01							
3 ♀	0,00	1,00						
4 ♀	0,00	0,90	0,87					
5 ♀	0,80	0,34	0,23	0,01				
6 ♂	0,00	0,86	0,81	1,00	0,00			
7 ♀	1,00	0,22	0,18	0,02	0,99	0,01		
8 ♀	1,00	0,09	0,07	0,00	0,91	0,00	1,00	

Jelen milu

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 ♂ (3,6640)	2 ♂ (3,5566)	3 ♂ (3,6777)	4 ♀ (3,6424)	5 ♀ (3,6461)	6 ♀ (3,6670)
1 ♂						
2 ♂	0,00					
3 ♂	1,00	0,02				
4 ♀	0,98	0,04	0,94			
5 ♀	0,99	0,03	0,96	1,00		
6 ♀	1,00	0,00	1,00	0,96	0,98	

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 ♂ (3,6163)	2 ♂ (3,5685)	3 ♂ (3,6312)	4 ♀ (3,6307)	5 ♀ (3,6230)	6 ♀ (3,6363)
1 ♂						
2 ♂	0,00					
3 ♂	0,97	0,01				
4 ♀	0,91	0,00	1,00			
5 ♀	1,00	0,00	1,00	0,99		
6 ♀	0,61	0,00	1,00	1,00	0,93	

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 ♂ (3,8006)	2 ♂ (3,7626)	3 ♂ (3,8124)	4 ♀ (3,8164)	5 ♀ (3,8069)	6 ♀ (3,8307)
1 ♂						
2 ♂	0,01					
3 ♂	0,98	0,03				
4 ♀	0,82	0,00	1,00			
5 ♀	1,00	0,01	1,00	0,98		
6 ♀	0,09	0,00	0,88	0,87	0,41	

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 ♂ (3,9298)	2 ♂ (3,9423)	3 ♂ (3,9566)	4 ♀ (3,9618)	5 ♀ (3,9522)	6 ♀ (3,9820)
1 ♂						
2 ♂	0,80					
3 ♂	0,43	0,92				
4 ♀	0,04	0,49	1,00			
5 ♀	0,32	0,95	1,00	0,95		
6 ♀	0,00	0,00	0,49	0,44	0,07	

Jelen evropský

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 ♂ (3,6152)	2 ♂ (3,5608)	3 ♀ (3,5802)	4 ♀ (3,6179)	5 ♀ (3,6684)
1 ♂					
2 ♂	0,44				
3 ♀	0,78	0,97			
4 ♀	1,00	0,39	0,76		
5 ♀	0,37	0,01	0,03	0,51	

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 ♂ (3,6229)	2 ♂ (3,5754)	3 ♀ (3,5907)	4 ♀ (3,6280)	5 ♀ (3,6459)
1 ♂					
2 ♂	0,02				
3 ♀	0,20	0,87			
4 ♀	1,00	0,01	0,12		
5 ♀	0,50	0,00	0,00	0,78	

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 ♂ (3,8010)	2 ♂ (3,7519)	3 ♀ (3,7629)	4 ♀ (3,8036)	5 ♀ (3,8323)
1 ♂					
2 ♂	0,02				
3 ♀	0,09	0,96			
4 ♀	1,00	0,01	0,08		
5 ♀	0,21	0,00	0,00	0,37	

Tab. 12: 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 ♂ (3,9617)	2 ♂ (3,9200)	3 ♀ (3,9262)	4 ♀ (3,9708)	5 ♀ (3,9950)
1 ♂					
2 ♂	0,03				
3 ♀	0,07	0,99			
4 ♀	0,97	0,00	0,01		
5 ♀	0,08	0,00	0,00	0,42	

Los evropský

Tab. 13: 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 ♂ (3,5765)	2 ♂ (3,5404)	3 ♀ (3,5154)
1 ♂			
2 ♂	0,32		
3 ♀	0,04	0,57	

Tab. 14: 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 ♂ (3,7097)	2 ♂ (3,7306)	3 ♀ (3,6726)
1 ♂			
2 ♂	0,39		
3 ♀	0,05	0,00	

Tab. 15: 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 ♂ (3,8856)	2 ♂ (3,9119)	3 ♀ (3,8428)
1 ♂			
2 ♂	0,21		
3 ♀	0,02	0,00	

Jelen berberský

Tab. 16: 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 ♂ (3,7118)	2 ♀ (3,6719)	3 ♀ (3,5246)	4 ♀ (3,6025)
1 ♂				
2 ♀	0,68			
3 ♀	0,00	0,02		
4 ♀	0,18	0,58	0,48	

Tab. 17: 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 ♂ (3,9501)	2 ♀ (3,9147)	3 ♀ (3,8045)	4 ♀ (3,8588)
1 ♂				
2 ♀	0,54			
3 ♀	0,00	0,02		
4 ♀	0,11	0,51	0,53	

Tab. 18: 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 ♂ (3,7857)	2 ♀ (3,7453)	3 ♀ (3,6573)	4 ♀ (3,6831)
1 ♂				
2 ♀	0,49			
3 ♀	0,01	0,14		
4 ♀	0,08	0,47	0,93	

Tab. 19: 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 ♂ (3,5828)	2 ♀ (3,5226)	3 ♀ (3,4730)	4 ♀ (3,4517)
1 ♂				
2 ♀	0,19			
3 ♀	0,06	0,67		
4 ♀	0,02	0,40	0,97	

PŘÍLOHA III

Porovnání pěti druhů kopytníků čeledi jelenovití (sob polární, jelen milu, jelen evropský, los evropský, jelen berberský) metodou hierarchické ANOVY.

Výsledky Post-hoc testů (Unequal N HSD):

Tab. 20: Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi druhů na základě dominantní frekvence. Hladiny průkaznosti < 0,05 jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku druhu.

druh	sob polární (3,6389)	jelen milu (3,6384)	jelen evropský (3,6105)	los evropský (3,5439)	jelen berberský (3,6623)
sob polární					
jelen milu	1,00				
jelen evropský	0,19	0,20			
los evropský	0,00	0,00	0,00		
jelen berberský	0,76	0,75	0,07	0,00	

Tab. 21: Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi druhů na základě 25% kvartilu. Hladiny průkaznosti < 0,05 jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku druhu.

druh	sob polární (3,5806)	jelen milu (3,6155)	jelen evropský (3,6141)	los evropský (3,5382)	jelen berberský (3,9096)
sob polární					
jelen milu	0,00				
jelen evropský	0,00	1,00			
los evropský	0,00	0,00	0,00		
jelen berberský	0,00	0,00	0,00	0,00	

Tab. 22: Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi druhů na základě 50% kvartilu. Hladiny průkaznosti < 0,05 jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku druhu.

druh	sob polární (3,7658)	jelen milu (3,8036)	jelen evropský (3,7920)	los evropský (3,7045)	jelen berberský (3,7447)
sob polární					
jelen milu	0,00				
jelen evropský	0,00	0,48			
los evropský	0,00	0,00	0,00		
jelen berberský	0,29	0,00	0,00	0,00	

Tab. 23: Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi druhů na základě 75% kvartilu. Hladiny průkaznosti < 0,05 jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu kliku druhu.

druh	sob polární (3,9273)	jelen milu (3,9536)	jelen evropský (3,9561)	los evropský (3,8803)	jelen berberský (3,5353)
sob polární					
jelen milu	0,00				
jelen evropský	0,00	0,99			
los evropský	0,00	0,00	0,00		
jelen berberský	0,00	0,00	0,00	0,00	

PŘÍLOHA IV



Obr. 1: Samec soba polárního, Zoo Olomouc



Obr. 2: Samice soba polárního, Zoo Olomouc



Foto: Lucie Pojerová

Obr. 3: *Stádo sobů, Zoo Olomouc*



Foto: Lucie Pojerová

Obr. 4: *Sobí kopyto přední nohy*

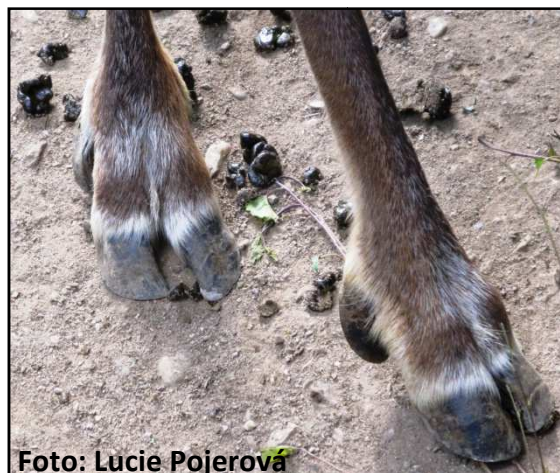


Foto: Lucie Pojerová

Obr. 5: *Sobí kopyto zadních nohou*



Obr. 6: Samec losa evropského, Dobřejov



Obr. 7: Samice losa evropského, Zoo Praha



Obr. 8: Samec jelena milu, Zoopark Chomutov



Obr. 9: Samice jelena milu, Zoo Praha

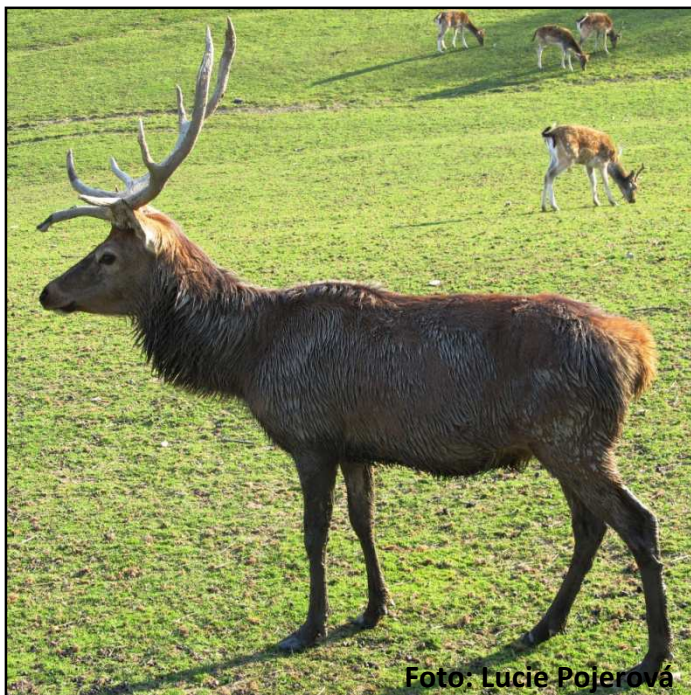


Foto: Lucie Pojerová

Obr. 10: Samec jelena evropského, Zoo Větrovy



Foto: Lucie Pojerová

Obr. 11:
Přední kopyto
jelena
evropského



Foto: Lucie Pojerová

Obr. 12: Samice jelena evropského, Zoopark Chomutov



Foto: Jan Robovský

Obr. 13: Samec jelena berberského, Tierpark Berlin



Foto: Jan Robovský

Obr. 14: Samice jelena berberského, Tierpark Berlin