

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta životního
prostředí**

**Hlasová aktivita komb rodu *Galago* (*Primates: Galagidae*)
v zoologických zahradách**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Mgr. Irena Schneiderová, Ph.D

Diplomant: Bc. Markéta Bezuchová

2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bezuchová Markéta

Ochrana přírody

Název práce

Hlasová aktivita komb rodu Galago (Primates: Galagidae) v zoologických zahradách

Anglický název

Vocal activity of bush babies of the genus Galago (Primates: Galagidae) in zoological gardens

Cíle práce

Cílem této práce je ověřit, zda vůbec a kdy nejčastěji komby rodu Galago, které jsou v zoologických zahradách chovány často jako jedna jediná skupina, vydávají druhově specifické hlasy.

Metodika

Od ledna do prosince 2013 bude u 3-5 skupin komb rodu Galago žijících v evropských zoologických zahradách monitorována po dobu 10 dní jejich hlasová aktivita pomocí automatického předem nastaveného rekordéru. Získané nahrávky budou vyhodnoceny ve speciálním softwaru určeném pro akustickou analýzu. Všechny zaznamenané hlasy budou vybrány a na základě své struktury kategorizovány. Nahrávky budou následně rozděleny do třicetiminutových intervalů a přítomnost či nepřítomnost každé kategorie hlasu bude vyhodnocena pomocí one-zero smplovací metody.

Harmonogram zpracování

Sběr dat proběhne od ledna do prosince 2013. Současně bude vypracována literární rešerše, která bude předložena ke kontrole školitelce do 30. prosince 2013. Rukopis diplomové práce bude předložen školitelce ke kontrole do 28. února 2014. Diplomová práce bude v termínu odevzdána na příslušném studijním oddělení dle pokynů tohoto studijního oddělení.

Rozsah textové části

cca 40 - 60 stran

Klíčová slova

akustický monitoring, bioakustika, druhově specifická vokalizace, Galagidae, primáti

Doporučené zdroje informací

Butynski T, Kingdon J, Kalina J (eds) (2013) Mammals of Africa. Volume II: Primates. Bloomsbury Publishing, London.

Martin P, Bateson P (1993) Measuring behaviour. An introductory guide. 2. ed., Cambridge University Press.

Zimmermann E (1985) The vocal repertoire of the adult Senegal bushbaby (*Galago senegalensis senegalensis*). Behaviour 94: 212-233.

Zimmermann E (1989) Aspects of reproduction and behavioral and vocal development in Senegal bushbabies (*Galago senegalensis*). International Journal of Primatology 10: 1-16.

Zimmermann E, Bearder SK, Doyle GA, Andersson AB (1988) Variations in vocal patterns of lesser bushbabies (*Galago senegalensis* and *Galago moholi*) and their implications for taxonomic relationships. Folia Primatologica 51: 87-105.

Vedoucí práce

Schneiderová Irena, Mgr., Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 13.2.2014

Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15.2.2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Ireny Schneiderové, Ph.D, a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze 23. 4. 2014

Bc. Markéta Bezuchová

Poděkování

V první řadě bych ráda poděkovala Mgr. Ireně Schneiderové za trpělivost při vedení mé práce a za užitečné rady, které mi pomohly práci zpracovat. Dále bych ráda poděkovala všem zaměstnancům v zoologických zahradách v Praze, Ostravě a Amersfoortu, bez kterých by studie nemohla být provedena. A v poslední řadě bych ráda poděkovala Ing. Petru Obleserovi a Bc. Evě Pacovské, kteří mi pomohli s analyzováním dat a bez jejichž pomoci by tato práce nemohla být dokončena v řádném termínu odevzdání.

Tento výzkum byl finančně podpořen interní grantovou agenturou ČZU.

v Praze 23. 4. 2014

Bc. Markéta Bezuchová

Abstrakt

V evropských zoologických zahradách jsou chovány dva druhy komb rodu *Galago*. Tyto dva druhy (*G. senegalensis* a *G. moholi*) se vyznačují velice nízkou morfologickou variabilitu a je těžké je od sebe na první pohled rozeznat. Pro úspěšný chov v zoologických zahradách je důležité zjistit, o který druh se přesněji jedná. Vzhledem k tomu, že jsou komby rodu *Galago* noční primáti a mají bohatě rozvinutý hlasový repertoár je tedy možné pro rozlišení druhu využít bioakustických metod.

Tato práce se zabývá akustickou analýzou komby ušaté (*Galago senegalensis*), která je úspěšnějším druhem v chovu v evropských zoologických zahradách a bylo tedy možné získat nahrávky z více početných skupin než by tomu bylo u komby jižní (*Galago moholi*). Aby bylo možné prověřit, zda se opravdu dají tyto dva druhy od sebe odlišit, cílem práce bylo zjistit, zda komby mezi sebou komunikují, jaké je zastoupení jednotlivých hlasů a zda v zajetí vydávají hlasy, které jsou pro rod *Galago* druhově specifické a jsou vydávány převážně při kontaktu s jinou skupinou komb. V mé práci jsem se zaměřila na všechny tři druhově specifické hlasy, které byly popsány v dřívějších studiích. Středem zájmu této práce byl hlas „woo – ac“, nazýván jako advertisement call, vzhledem k tomu, že budou výsledky této studie podkladem pro další výzkum, který se bude zabývat druhovou variabilitou tohoto hlasu mezi druhy *G. senegalensis* a *G. moholi*.

Výsledkem mé práce je tvrzení, že komby ušaté (*Galago senegalensis*) vydávají v zajetí bohatý hlasový repertoár, skýtajíc hlasy, které slouží pro kontaktování členů skupiny, či při nějakém rozrušení nebo agresivních interakcích. Hlasová aktivita komb se obvykle pohybuje ve třech denních vrcholech a to od ranních až večerních hodin. I přes to, že komby nemají ve zkoumaných zoologických zahradách možnost komunikace mezi jinými skupinami komb, vydávají v pozorovaných zahradách všechny tři druhově specifické hlasy, mezi kterými je i advertisement call. Další výsledek, který může být užitečný pro další vývoj bioakustických metod je, že jsme ve všech třech pozorovaných zoologických zahradách zaznamenali hlasy mláďat na rekordér a tudíž nemusí docházet k vyrušování komb např. otevíráním boudiček.

Klíčová slova: akustický monitoring, bioakustika, *Galago*, druhově specifické hlasy, primáti

Abstrakt

There are two species of the genus bush babies bred in European zoos. These two species (*G. senegalensis* a *G. moholi*) are characterised by a very low morphological variability and it is highly difficult to discern from each other. For successful breeding in zoos it is important to find out precisely which species they deal with. Thanks to the fact that bush babies are nocturnal primates and their vocal repertoire is richly developed it is possible to distinguish them by using bioacoustic methods.

This thesis deals with the acoustic analysis of Senegal bush babies (*Galago senegalensis*), which are successfully bred in European zoos and it was possible to obtain recordings of more numerous groups than it would be possible to in the case of lesser bush babies (*Galago moholi*). In order to verify whether we can distinguish these two species, the goal of this thesis was to determine whether bush babies communicate with each other, how often each vocal appears and if they make their typical sounds also in captivity. In my thesis I focus on all three species-specific calls that have been described in earlier studies, however, the centre of my paper is the vocalization "woo - ac" called advertisement call.

Results of this thesis will be used for further research that will address species variability of calls between the two types of *G. senegalensis* a *G. moholi*. The result of my work is the claim that Senegal bush babies (*Galago senegalensis*) living in captivity have rich vocal repertoire, offering calls, which are used for contacting members of the group, or in case of agitation or aggressive interactions. Vocal activity of bush babies has usually three summits per day, starting from morning to evening. Despite the fact that bush babies in examined zoos have not got possibility to communicate with other groups of bush babies, they use all three species-specific calls including the advertisement call. Another result that can be useful for further development of bioacoustic methods is recording of the youth bush babies in chosen zoos. Thanks to this non-invasive method bush babies will not be disturbed (by opening their booth) for other examination.

Key words: acoustic monitoring, bioacoustic, *Galago*, species – specific calls, primates

Obsah

1	Úvod.....	9
1.1	Bioakustika.....	11
1.2	Využití bioakustiky v zoologických zahradách.....	13
1.3	Bioakustika a primáti v zoologických zahradách.....	16
1.3.1	Chování primátů v zoologických zahradách.....	16
1.3.2	Využití bioakustických metod u primátů v zoologických zahradách.....	17
1.4	Biologie a etologie komb rodu <i>Galago</i>	19
1.4.1	Komba ušatá (<i>Galago senegalensis</i>).....	22
1.4.2	Komba jižní (<i>Galago moholi</i>).....	23
1.4.3	Komba žlutohá (<i>Galago gallarum</i>).....	24
1.4.4	Komba hnědá (<i>Galago matschiei</i>).....	25
1.5	Hlasový repertoár komb rodu <i>Galago</i>	26
1.5.1	Hlasový repertoár komb ušatých (<i>G. senegalensis</i>).....	29
1.6	Komby rodu <i>Galago</i> v evropských zoologických zahradách.....	33
2	Cíle práce.....	36
3	Metody.....	37
3.1	Akustická analýza.....	37
3.1.1	Předběžná studie hlasové aktivity <i>G. senegalensis</i>	37
3.1.2	Kódovací manuál.....	38
3.1.3	Samotná akustická analýza.....	40
3.2	Metoda sběru dat.....	41
3.3	Vyhodnocování dat.....	43
3.4	Statistická analýza.....	44
4	Výsledky.....	46
4.1	Zastoupení jednotlivých hlasů.....	46
4.2	Denní hlasová aktivita.....	48
4.3	Zastoupení druhově specifických hlasů.....	52
5	Diskuse.....	59
6	Závěr.....	62
7	Literatura.....	63
7.1	Internetové zdroje.....	67

1 Úvod

Díky stále se vyvíjející společnosti a rychlé modernizaci technologií můžeme v dnešní době pro vědecké účely zacházet se zvířaty zcela odlišným způsobem, než tomu bylo dříve. Pro monitoring druhu, identifikaci jedinců či identifikaci druhů už není zapotřebí zvířata odchyťovat a usmrcovat. V dnešní době díky vyspělosti molekulárně – genetických metod stačí jako vzorek pro genetickou analýzu např. buklání stěr či malé množství srsti. Nicméně i tyto genetické metody mohou být problematické a zdoluhavé a převážně znamenají odchycení zvířat a následnou manipulaci, což může vést k vysokému a zbytečnému stresu zvířat. Vzhledem k velkému množství technologií je dnes stále více využíváno metod bioakustiky. Výhodou těchto metod jsou relativně nízké finanční nároky a minimální negativní dopad na zvířata. Bioakustika se dá využít pro monitoring druhů, identifikaci druhů, zjištění sociálních vztahů ve skupině a mnohé jiné a to jak ve volné přírodě tak také v zajetí. Ve volné přírodě mohou být problematické abiotické podmínky prostředí, jakými jsou vítr, déšť, a následný šum, který posléze může zkreslovat zaznamenaná data. Nicméně úspěšné využití bioakustiky v zajetí, převážně v zoologických zahradách, je podmíněno požadavkem, že druhy vydávají výrazné a převážně druhově specifické hlasy (Volodina a Volodin 1999). Zda tyto hlasy vydávají, nebo zda spolu komunikují stejně intenzivně, jako ve volné přírodě ovlivňuje také mnoho faktorů. Zde se dá předejít faktorům abiotickým, nicméně jsou zde faktory, jako je velké množství návštěvníků zoologických zahrad a tím také velký hluk, či jiná početnost jedinců ve skupině než by tomu bylo ve volné přírodě, nebo také velikost expozic.

Zoologické zahrady slouží v dnešní době převážně jako poslední refugia pro mnoho druhů živočichů a měly by se tak snažit o zachování původního a jedinečného genofondu druhu. Veliké množství živočichů se projevuje nízkou morfologickou variabilitou, díky které je často problematické identifikovat druhy či poddruhy. Jedním z živočichů, který se vyznačuje nízkou mezidruhovou a vnitrodruhovou variabilitou je rod *Galago*. *Galago* jsou malé noční poloopice, které žijí převážně v samičích skupinách s mláďaty a obývají pouze africký kontinent (Kingdon 1997). Noční aktivita těchto primátů vedla k bohatému rozvinutí akustické komunikace. Jejich nejvýznamnějším a nejhlasitějším hlasovým projevem je tzv. advertisement call. V dřívějších studiích se prokázalo, že tento hlas je vysoce druhově specifický a díky tomu představuje užitečný behaviorální rys pro určení druhů (Zimmermann et al. 1988, Zimmermann 1990, Anderson et al. 2000).

V Evropě se chovají pouze dva druhy rodu *Galago*, komba ušatá (*G. senegalensis*) a komba jižní (*G. moholi*). Tyto dva druhy je poměrně těžké od sebe morfologicky odlišit, a proto je odlišení těchto dvou druhů důležité pro úspěšné řízení chovu v zoologických zahradách. Genetická analýza Šmída (2012) ukázala, že tyto dva druhy jsou od sebe izolované, ovšem došlo k rozštěpení druhu *G. senegalensis* na 3 linie, které se vyskytují v evropských zoologických zahradách. Abychom mohli využít bioakustiky pro určení těchto druhů rodu *Galago*, popřípadě rozštěpených linií samotného druhu *G. senegalensis*, je zapotřebí zjistit, zda se zvířata chovaná v zajetí hlasově projevují, kdy se projevují nejvíce a zda používají jejich nejvýznamnější druhově specifický hlas, jakým je advertisement call.

1.1 Bioakustika

Bioakustika je vědním oborem, který se zabývá hlasovými projevy zvířat. Jako první využil možnosti bioakustiky etolog Richard Garner v roce 1890, který použil gramofon, tzv. „speaking machine“, pro nahrávání hlasových projevů kapucínů a makaků a tyto hlasy poté přehrával jiným populacím žijícím v zoologických zahradách ve Washingtonu a New Yorku (Radick 2008). Ve 20. století studoval Peter Marler akustické signály u ptáků a primátů a v roce 1955 vydal publikaci o „charakteristice zvířecích hlasů v přírodě“ a o čtrnáct let později „pojednání o vokalizaci divokých šimpanzů“. Poté už začala být bioakustika populárnější a v roce 1967 popsal Thomas Struhsaker podrobnou akustickou charakteristiku hlasů u kočkodanů. Na základě tohoto výzkumu se zjistilo, že se varovné hlasové projevy u kočkodanů liší dle predátora, kterým mohou být hadi, ptáci nebo savci (Fisher et al. 2013).

Nejvýraznější a druhově specifické hlasové projevy se nacházejí u ptáků (*Aves*), především pěvců (*Passeriformes*). Farnsworth a Russell (2007) se zabývali migrací ptáků přes mexický záliv a druhovým složením migrujících hejn, k čemuž využili také analýzu jejich hlasových projevů. Akustický monitoring migrujících hejn probíhal v nočních hodinách na ropných plošinách v oceánu. Bioakustická data poskytla mnoho potřebných údajů, jakými byly druhové složení hejn, velikost hejn a především, s ohledem na lokalitu studie, mortalita tažných ptáků díky větrným elektrárnám, které se vyskytují na pobřežích, kam ptáci usedají (Drewitt a Langston 2006, Hueppop et al. 2006). Bioakustika se tak stala také důležitým nástrojem pro následnou ochranu ptáků.

Nicméně tato vědní disciplína má uplatnění i u savců (*Mammalia*). Výrazné hlasové projevy se nacházejí téměř u všech řádů, především primátů, kytovců, sudokopytníků, lichokopytníků, šelem, letounů, slonů, damanů i hlodavců. Krom samotných hlasových projevů zvířat, které vydávají při komunikaci, mohou být středem zájmu také nevokální zvuky doprovázející jejich každodenní aktivitu, tj. zvuky zaznamatelné při shánění potravy, u napajedel, během odpočinku apod. I v tomto případě je akustika mocným nástrojem pro monitorování každodenní činnosti, jako tomu bylo ve studii Nelson et al. (2005), kteří monitorovali denní činnost jelena ušatého (*Odocoileus hemionus*).

Dle behaviorálního kontextu lze hlasové projevy savců rozdělit do mnoha rozličných kategorií. Známe tak například hlasy teritoriální, kontaktní, kopulační, varovné, úzkostné, echolokační, specifické hlasové projevy mohou doprovázet dokonce i tzv. mobbing nebo nalezení a konzumaci potravy. Hlasové projevy

neslouží výhradně ke komunikaci zvířat, ale umožňují také orientaci jedinců v prostoru. Tyto hlasy představují hlasy echolokační a nacházíme je především u letounů a kytovců, ale také u hmyzožravců (Griffin 1958, Novick 1959, Konishi a Knudsen 1979, Au 1993, Johnson et al. 2004)

Hlasové projevy savců často kódují nejen množství informací o behaviorálním kontextu, ale také o jedinci, který je vydává. Analýzou hlasových projevů lze tedy například zjistit druhovou příslušnost, pohlaví, věk, momentální psychické rozpoložení, tělesnou kondici, zdravotní stav i sociální postavení určitého jedince (Volodina a Volodin 1999). Například autoři O'Farrell a Miller (1999) uvádí, že se frekvence echolokačního volání u netopýrů liší v rámci druhu v závislosti na režimu chování a mezi druhy v závislosti na shánění potravy.

Na základě akustického monitoringu hlasových projevů lze také odhadovat biodiverzitu, zkoumat abundanci druhu a jeho sezónní výskyt, který slouží jako základní požadavek pro úspěšný management druhu. Příkladem může být studie Parijs et al. (2002), kde kolektiv autorů na základě nahrávek získaných pomocí hydrofonu zjišťoval abundanci a sezónní výskyt pobřežních delfínů (*Sousa chinensis*). Díky pestrému hlasovému repertoáru kytovců a jejich ochotě vokalizovat se tato akustická analýza ukázala být mnohem jistější a finančně méně náročnou formou pro zjištění početnosti pobřežní populace delfínů, než například monitorování ze vzduchu či lodi. Druhým příkladem je studie autorů O'Farrell a Gannon (1999), kteří na jihozápadě Spojených států porovnávali akustické a odchytové metody při výzkumu druhového složení tamních netopýrů. Při odchytu do pastí jsou živočichové vystaveni velkému stresu anebo mohou být při neopatrnosti zraněni. Tato studie poukazuje na to, že akustická metoda dokáže detekovat mnohem větší plochy než metoda odchytová, kdy mohou netopýři síť například přeletět. Netopýři, kteří používali méně intenzivní zvuky, mohli být zaznamenáni do vzdálenosti 15 metrů, zatímco netopýři, kteří vydávali více intenzivní zvuky, mohli být zaznamenáni i na vzdálenost větší než 15 metrů. Vědci došli k závěru, že pomocí akustické metody bylo možné zaznamenat mnohem více druhů netopýrů, nežli odchytáváním a tím potvrdili, že se akustika stává perspektivním neinvazivním nástrojem pro detekování živočichů.

Díky bioakustice lze také u některých zvířat dle struktury hlasových projevů určit druhy, podruhy, či hybridy. Příkladem je studie autorů Burton a Neitsch (2010), kteří se zabývali nártouny (*Tarsius*) na ostrově Sulawesi v Indonésii. Taxonomie tohoto rodu je dlouhodobě sporná z důvodu značné podobnosti mezi druhy. Na základě akustického monitoringu hlasových projevů autoři zaznamenali čtyři odlišné struktury hlasů, které předpověděly existenci čtyř nových druhů. Dalším

příkladem akustické metody jakož to nástroje pro identifikaci druhů a poddruhů jsou giboni rodu *Nomascus*. Díky pestrému repertoáru a odlišnosti hlasové struktury u každého druhu, jsou giboni převážně taxonomicky určováni dle akustických metod (Thinh et al. 2011). Hlasový repertoár každého druhu má konstantní strukturu a organizaci a je geneticky podmíněn (Boutan 1913, Brockelman 1978, Marler a Tenaza 1977, Tembrock 1970, Carpenter 1984). Thomas Geissmann (1984) studoval vokalizaci hybridního gibona, který vznikl z druhů *Hylobates pileatus* a *Hylobates lar* a při srovnání hlasových projevů obou rodičovských druhů zjistil, že charakteristické hlasové projevy hybridní gibbon zdědil od obou rodičů.

Mezi bioakustické metody patří také přehrávání zvuků zvířatům, tzv. playback. Tato metoda poskytuje unikátní pohled na důležité aspekty komunikace zvířat a poznání jejich životního prostředí. Metoda může ukázat, jak zvířata reagují na predátory, jak predátory odlišují apod. (Fischer et al. 2013). Přehrávání zvuků slouží také ke stimulaci agrese, navození aktivity zvířete, stanovení pohlaví, či reprodukčního stavu. Mělo by však být používáno s velikou opatrností a pozorností převážně u vzácných či ohrožených druhů jelikož reakce na dané zvuky mohou být nepředvídatelné. Zvířata mohou reagovat velice silně či si naopak na zvuky mohou zvyknout a začít je časem ignorovat (Volodina a Volodin 1999).

Akustická analýza je především závislá na podmínkách prostředí. Pokud se provádí ve volné přírodě, hraje roli mnoho faktorů, které mohou ovlivňovat kvalitu nahrávek, jakými jsou např. vítr, teplota vzduchu, šum, pohyb různých subjektů apod. (Fisher et al. 2013). V zoologických zahradách se tyto faktory eliminují, ovšem jsou zde zastoupeny jiné faktory, kterými mohou být převážně početnost návštěvníků zoologických zahrad a také otázka zda zvířata vokalizují v zajetí stejně jako ve volné přírodě. Ve volné přírodě je komunikace mezi zvířaty nezbytná, pro některé druhy zvířat jsou hlasové projevy nutné k přežití a je tedy otázkou zda bude komunikace stejná i v zajetí, kdy asociálně žijící zvířata mohou ztrácet potřebu komunikace. Dalším faktorem v zoologických zahradách je neaktivita zvířat, která se mohou nudit, nic je nestimuluje k běžné aktivitě a to může vykazovat odlišné chování zvířat v zajetí oproti volné přírodě (Markowitz 1982).

1.2 Využití bioakustiky v zoologických zahradách

Bioakustiku lze nejrůznějšími způsoby využít také pro zkvalitnění chovu zvířat v zoologických zahradách. Prioritou většiny zoologických zahrad je snaha o zabránění chovu jedinců neznámých druhů a poddruhů, a také eliminace

hybridizace či inbreedingu. Stěžejním je v tomto případě správné určení chovaných jedinců do druhů a poddruhů a nepochybně také identifikace hybridů. Mnoho druhů zvířat vydává druhově specifické hlasy, jejichž akustická analýza může být v tomto případě nápomocná (Volodina a Volodin 1999). Phokin (1983) uvádí, že poddruhy bažanta obecného (*Phasianus colchicus*) mohou být určeny hned v prvním měsíci stáří kuřete na základě jeho hlasového projevu.

Hlasové projevy zvířat mohou být také využity při určování pohlaví, stanovení reprodukčního stavu chovaných jedinců či stimulaci k rozmnožování (Volodina a Volodin 1999). Určování pohlaví pomocí bioakustiky nachází uplatnění zejména u druhů s malým pohlavním dimorfismem (např. kachny, husy, jeřábi). Carlson a Trost (1992) určovali pohlaví jeřába amerického (*Grus americana*) na základě varovných hlasů. Autoři v této studii uvádí, že spolehlivost určení pohlaví dle hlasových projevů je asi 80%, a proto je užitečné zvýšit spolehlivost určení pozorováním chování daného druhu. Dalším příkladem je studie Volodin et al. (2009), kde kolektiv autorů testoval spolehlivost akustické metody pro určení pohlaví u čtyř druhů kachen rodu *Dendrocygna*. Autoři testovali akustickou analýzu kachen ve volné přírodě i v zajetí společně s analýzou DNA a dospěli k závěrům, že akustický monitoring představuje možnou neinvazivní alternativu pro určování pohlaví.

Stanovení reprodukčního stavu pomocí bioakustických metod je založeno na skutečnosti, že samice některých druhů používají pouze v den říje specifický hlas, který není slyšet v žádné jiné reprodukční fázi. Tento typ hlasu je známý například u pumy (*Felis concolor*), jaguára (*Panthera onca*) či leoparda (*Panthera pardus*), (Volodina a Volodin 1999). Reprodukční chování a rozmnožování může být u zvířat také navozeno přehráváním určitých hlasových projevů. Přehrávání takových hlasových projevů může být zároveň využito k utlumení agresivity ve skupině. Tichonoff et al. (1988) uvádí, že přenos druhově specifického hlasu v době námluv zvyšuje vokalizaci a tím i reprodukční chování a rozmnožování u ptactva např. *Coturnix japonica*, *Phasianus colchicus*, *Tetrao urogallus* a *Lyrurus tetrix*.

Bioakustické metody mohou přiblížit i sociální vztahy v chovaných skupinách nebo odhalit emoční stav chovaných jedinců. V moskevské zoologické zahradě bylo prokázáno, že při interakcích mezi gepardy závisí hlasitost zvuku na sociální roli (Volodina 1997). Stejně tak lze najít rozdíly v hlasitosti tonálních hlasů vydávaných mladými levharty (*Panthera pardus orientalis*) a gepardy (*Acinonyx jubatus*), kteří byli odděleni od svých matek (Volodina 1994, 1997).

S rozvojem moderní technologie pro nahrávání a následnou analýzu, se tento obor stává stále oblíbenějším nástrojem pro zkoumání a poznávání různých aspektů chování živočichů a může vnášet zajímavé poznatky i do dalších odvětví zoologie. Bioakustické metody mohou přispět k neinvazivnímu monitorování populací, které žijí v zajetí. Nicméně nejpřesnější metodou pozorování je kombinace oborů, která zajistí kvalitní monitoring a řízení v zoologických zahradách (Volodina a Volodin 1999).

1.3 Bioakustika a primáti v zoologických zahradách

1.3.1 Chování primátů v zoologických zahradách

Častou otázkou bývá, zda se primáti v zoologických zahradách chovají stejně jako ve volné přírodě, zda reagují stejně na různé podněty či mají stejný prostor pro žití. Hosey (2005) ve své studii uvádí tři hlavní důvody, proč je možné očekávat jiné chování primátů v zoologických zahradách oproti volné přírodě. Jsou jimi vysoké procento každodenní návštěvnosti lidí, prostor neboli velikost expozice, ve které primáti žijí a také řízená činnost ošetřovatelů.

Otázka každodenní návštěvnosti lidí je prioritní. Je známo, že u zvířat, která žijí v určitém prostředí a jsou po určitou dobu vystaveny podnětu, postupně dochází k utlumování citlivosti, a tím také k úplnému zaniknutí reakcí na tento podnět k tzv. habituaci, což je nejprimitivnější typ učení (Gaisler 1989). Nicméně záleží na typu návštěvníka a jeho chování, na podmínkách prostředí apod. (Hosey 2005). Clarke a Mason (1998) ve své studii porovnávali tři různé druhy makaků a jejich reakce na neznámý subjekt. Každý druh byl vystaven pasivnímu pozorovateli, který navozoval atmosféru návštěvníka zoologické zahrady, a výsledkem bylo, že každý druh reagoval na pozorovatele odlišně, ať už agonistickým chováním či zvýšenou aktivitou. Různé druhy divokých primátů pravděpodobně reagují na člověka jinými způsoby, možná odrážejí společenské organizace a různé typické druhové reakce na environmentální události. V některých situacích, někteří divocí primáti žijí v těsné blízkosti lidí a mohou se s nimi setkávat pravidelně, často se jedná o krmení zvířat turisty. Vzhledem k neustále vzrůstajícímu cestovnímu ruchu, nových cest do míst, která byla dříve lidem nepřístupná, nemusí být pravdou, že jsou v dnešní době divocí primáti zcela izolováni od lidí a nevzniká mezi nimi návyk na přítomnost člověka (Hosey 2005). Tudíž otázka přítomnosti lidí v zoologických zahradách zůstane nejspíše stále nezodpovězena, jelikož každý druh může na přítomnost člověka reagovat odlišným způsobem.

Druhou otázkou, která může ovlivňovat výzkum chování primátů v zoologických zahradách je prostor, ve kterém žijí. Pro mnoho lidí je tento faktor jeden z nejvíce negativně vnímaných vlastností prostředí. Je vnímán často jako uvěznění zvířat a jejich neschopnost pohybovat se stejně jako je tomu ve volné přírodě (Rhoads a Goldsworthy 1979, Finlay et al 1988). Nicméně Hosey (2005) má za to, že velikost prostoru není takovým problémem jako samotné rozčlenění prostoru. Vzhledem k neustále se vzrůstající urbanizaci se stále zmenšují plochy pro žití volně žijících primátů, ale celkově všech druhů zvířat. Zvířata jsou nucena

adaptovat se na stále se zmenšující plochy svého přirozeného území, tudíž ani v zoologické zahradě by neměla velikost prostoru expozice být nijak omezující pro dobré životní podmínky primátů v ZOO. Několik studií ukázalo, že rozčlenění prostoru je mnohem důležitější než jeho velikost (Wilson 1982, Nicolson 1998). Například, měření aktivity zvířat v 43 skupinách goril a 68 skupin orangutanů ve 41 různých zoologických zahradách. Nejlepší prediktory činnosti byly ve skupinách s přítomností různých objektů, spíše než velikost prostoru.

Životní prostředí v zoologických zahradách nemusí mít nepříznivý dopad na dobré životní podmínky primátů chovaných v zajetí. Výzkum na primátech v zoologických zahradách nemusí být ovlivněn systematickým zkreslením ve srovnání se studii provedených ve volné přírodě (Hosey 2005).

1.3.2 Využití bioakustických metod u primátů v zoologických zahradách

Pro úspěšné udržení populací v zoologických zahradách je nejdůležitější reprodukce zvířat, která je ve velké míře ovlivněna námluvami (Volodina a Volodin 1999). U sociálních skupin, jako jsou primáti, hrají důležitou roli hlasové projevy, které mohou zobrazovat fyzickou kondici či sociální vztahy jedinců (Wang a Milton 2003). Studie Farmer et al. (2011) se zabývala sníženou reprodukční schopností u populací vřešťanů (*Alouatta carda*) v evropských zoologických zahradách. Populace byly buď ve větší skupině, nebo tvořili pouze jeden pár. Kolektiv autorů studoval jak spontánní hlasové projevy, tak také reakce na hlasy, které byly vyvozovány reproduktorem. V této studii se zjistilo, že samci, kteří častěji vokalizují, jsou reprodukčně úspěšnější než ti, kteří tolik nevokalizují. Stejně tak i samice produkují větší počet potomků a mají vyšší reprodukční úspěch, pokud pravidelně slyší hlasy svého druhu. V této studii také jasně vyznívá, že „playback“ neboli přehrávání zvuků skupinám v zoologických zahradách je důležitým podnětem pro udržení funkční populace. V této studii se uvádí, že skupiny, které pravidelně slyší hlasové výzvy stejného druhu, posléze více vokalizují samy, a tím může být simulace přítomnosti další vokální skupiny, která je prováděna pouštěním nahrávek zvuků, přínosem pro populace, které skýtají menší počet jedinců, či jsou v páru a nevyvozují samostatně tolik volání, jako více početné skupiny. Stejně tak studie o gibonech v zajetí prokázaly, že pouštění nahrávek hlasů stejného druhu mohou sloužit k posílení hlasových projevů skupiny a také k určité formě obohacení denní aktivity primátů v zajetí (Maples a Harraway 1989). I u dalších druhů primátů je vokalizace velice důležitá pro reprodukční chování. Například u druhů maki trpasličí (*Microcebus murinus*), makak lví (*Macaca silenus*) a pavián dželada (*Theropithecus*

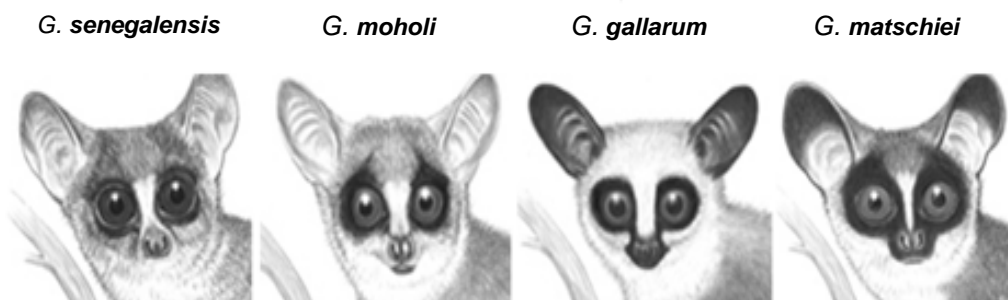
gelada) pronášejí samice specifickou výzvou, kterou provádí pouze v den říje (Lindburg, 1990, Moos - Heilen a Sossinka 1990, Buesching et al. 1998). Třetí studií, která se opírá o metodu „playback“ je opět u gibbonů (*Hylobates lar*). Zda bude samec či samice žít s opačným pohlavím v páru záleží na samčích hlasových výzvách a následně samičích odezvách. Díky tomuto zjištění a akustické metodě se může předejít zbytečnému přesouvání jedinců z jedné zoologické zahrady do druhé a předejít tak stresu z nového prostředí a z nového spolubydlícího, se kterým se nový jedinec nemusí snést (Nicolson 1998). Dalším praktickým využitím bioakustiky u primátů je určení sociálních rolí jedinců ve skupině. V zoologické zahradě ve Štrutgartu se zjistilo, že se sociální postavení odráží v kontaktním volání u paviánů dželada (*Theropithecus gelada*) (Aich et al. 1990). Podobně také u goril uvnitř skupiny koreluje vokální repertoár se sociálním žebříčkem jedinců (Harcourt et al. 1986). Opice druhu *Rhesus macaques* jsou známé svoji vysokou agresivitou, která je identifikována různými typy vokalizace. Akustické metody se tedy mohou použít také jako nástroj pro identifikaci potenciálně nestabilní sociální skupiny a zabránit tak nepříznivým životním podmínkám jedinců v expozicích (McCowan a Rommeck 2006).

Jak už bylo psáno výše i u primátů se dá díky bioakustickým metodám určit stav druhů, poddruhů či hybridů. Například u gibbonů černých se na základě hlasových projevů určují podruhy *Hylobates concolor leucogenys* a *H. concolor gabriellae* (Demars a Goustard 1978). V moskevské zoologické zahradě používají nahrávky hlasových projevů gibbona černého pro potvrzení stavu poddruhu zvířat, která jsou dovezeny z jiných zoologických zahrad (Volodina a Volodin 1999). Stejně tak u hybridů Geissmann (1984) uvádí, že hybridy mezi druhy gibbon kápovitý (*Hylobates pileatus*) a gibbon lar (*Hylobates lar*) mohou být z důvodu dědičnosti druhově specifických parametrů hlasů odlišování.

1.4 Biologie a etologie komb rodu *Galago*

Rod *Galago*, v angličtině známý také jako „bushbabies“ jsou malí noční primáti, patřící do čeledi *Galagonidae*, někdy nazývané jako *Galagidae*. Jsou podřádem poloopic (*Strepsirrhini*), což je nižší řád primátů, který se od vyšších primátů (*Haplorhini*) odlišuje například menším mozkiem či silně vyvinutými čichovými senzory (Kingdon 1997). Komby rodu *Galago* žijí pouze na africkém kontinentu, kde jejich území nezasahuje pouze do nejsušších částí provincie Kapského města a nejmokřejších oblastí povodí řeky Kongo (Kingdon 1997, Roos 2003).

Tento rod obsahuje čtyři druhy a je charakteristický velikostí těla kolem 13 - 15 cm, šedou či nahnědlou srstí na dorzální straně, dlouhým ocasem, dlouhými končetinami, které mají velmi protáhlé články prstů a zaoblenou hlavou s velkýma otevřenýma ušima, která si komby při spánku sklápějí k hlavě (Kingdon 1997). Velké oči a rhinarium (neosrstěná část kolem nozder) jsou obklopeny tmavou obličejovou maskou, která je druhově specifická (obr. č. 1).



Obr. č. 1 Srovnání obličejových masek u všech druhů rodu *Galago*; převzato ze zdroje: www.animaldiversity.ummz.umich.edu.

Komby mají zadní nohy delší než přední, což jim umožňuje, společně s dlouhým ocasem, rychlou pohyblivost v korunách stromů. Díky zadním končetinám dokážou skákat na dlouhé vzdálenosti ze stromu na strom a mohou překonat vzdálenost větší než je 14x délka jejich těla. Jejich dlouhý ocas slouží jako kormidlo při skocích mezi větvemi (Maina 1990).

Komby jsou společenští stromoví primáti, kteří přes den obvykle spí ve skupinkách několika jedinců a v noci jsou vysoce aktivní. Biotop komb je v rozpětí od otevřených savan a trnitých křovin po zalesněné biotopy, kde bývá dominantním stromem *Acacia brachystegia*, jejichž mízu využívají komby jako potravu. V těchto biotopech obývají, jak spodní patro, tak také vysoké koruny stromů. Stravu, která u komb představuje převážně šťávu z akácií, ovoce a různé bezobratlé, si shánějí jednotlivci samostatně. Sociální skupiny ve volné přírodě jsou tvořeny pouze

samicemi s mláďaty, kdežto samci žijí soliterně. Území samců a skupiny samic se může překrývat, přičemž velikost území závisí jak na dostupnosti potravy, tak také na hustotě ostatních skupin komb v okolí. K vymezení svého území používají samci i samice hlasité volání a také si nanášejí svoji moč na přední a zadní končetiny čímž vytvářejí pachové stopy po okolí. Pro odpočinek využívají komby dutiny nebo koruny stromů a mohou si také stavět hnízda z listů ve větvích stromů a to převážně samice pro úkryt svých mláďat (Kingdon 1997). V období rozmnožování soutěží samci o samici mezi sebou přičemž největší kompetiční schopnost je spojena s velikostí těla. Samice rodí mláďata dvakrát do roka. Jsou březí po dobu 110 až 120 dnů a mají obvykle 1 – 3 mláďata. O mláďata se komby starají zhruba tři a půl měsíce. Průměrná délka života komb se odhaduje na 3-4 roky ve volné přírodě a až 10 let v zajetí. Sociální komunikace komb má více způsobů. Komunikují vizuálně, tedy různými postavením těla při emocionálních stavech, také skrz močení, čímž si označují území, jak je psáno výše, dále se jedná o taktilní komunikaci, což je komunikace převážně mezi matkou a mládětem a poslední a jednou z nejvýznamnějších komunikací je hlasová komunikace (Perkin 2007).

Jednotlivé druhy rodu *Galago* není snadné rozlišit na první pohled. Zbarvení srsti se může měnit i v rámci jednoho druhu. Na základě obličejové masky a zbarvení srsti se dají s jistotou určit pouze dva druhy a to *Galago gallarum*, jehož srst je písčité hnědá až žlutohnědá vzhledem k adaptaci na vyprahlé polopouštní podmínky (Kingdon 1997, Butynski a de Jong 2004). A druhým druhem je *Galago matschiei*, který je omezen na biotopy tropických deštných pralesů a vzhledem ke svému typickému území má nejtemnější barvu srsti ze všech čtyř druhů. *G. senegalensis* a *G. moholi* mají nejnižší mezidruhovou variabilitu v rámci rodu *Galago*. Oba druhy mají šedohnědé zbarvení srsti a na první pohled jsou nerozeznatelné (Anderson 2001). Pro odlišování těchto druhů se používá velikost a tvar polštářků na předních končetinách. U komb se polštářky liší v závislosti na typu prostředí a typu jejich hlavní potravy (Anderson 1999, Anderson et al. 2000). U druhů *G. senegalensis* a *G. moholi* jsou rozdíly ve velikosti a tvaru mezi čtvrtým a pátým polštářkem (obr. č. 2) (Anderson 1999). Na základě této metody by se od sebe tyto dva druhy mohly odlišovat (Anderson 2000).

G. moholi



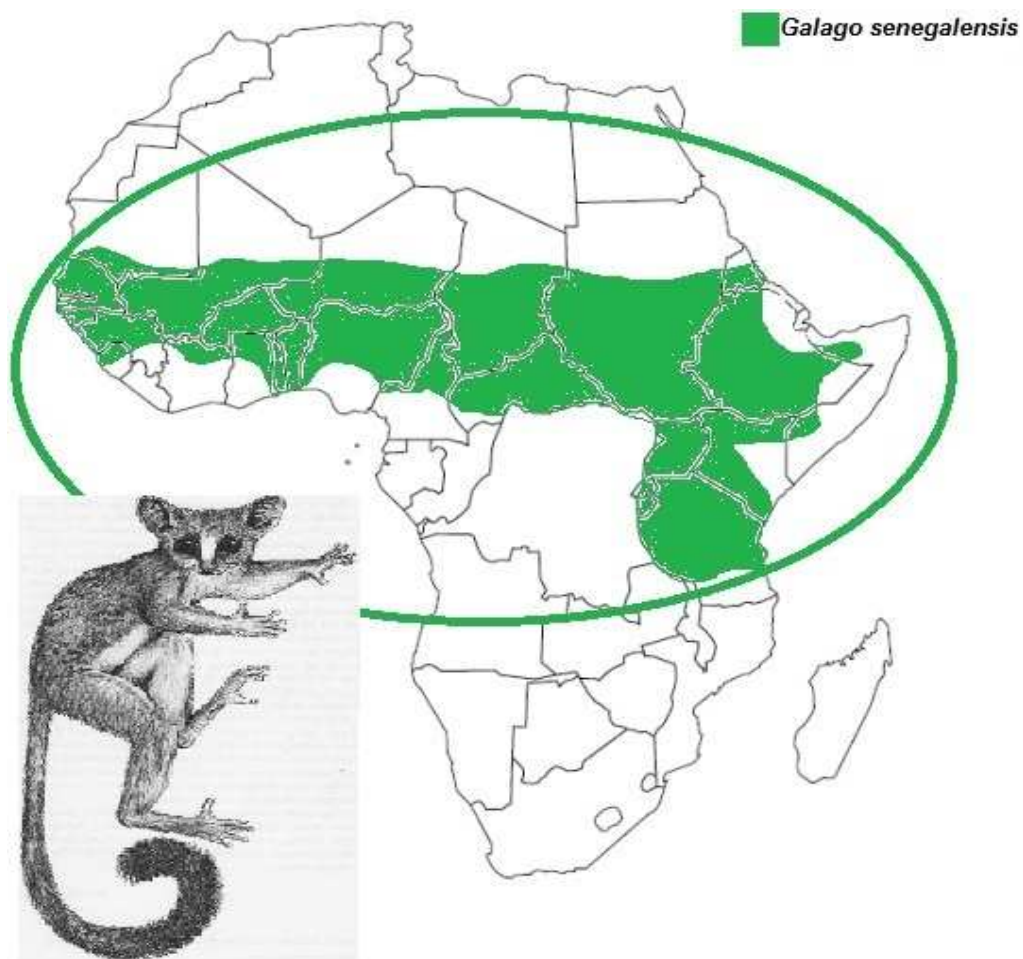
G. senegalensis



Obr. č. 2 Srovnání velikosti a tvaru polštářků předních končetin u komby ušaté (*G. senegalensis*) a komby jižní (*G. moholi*); převzato od Anderson (2000).

1.4.1 Komba ušatá (*Galago senegalensis*)

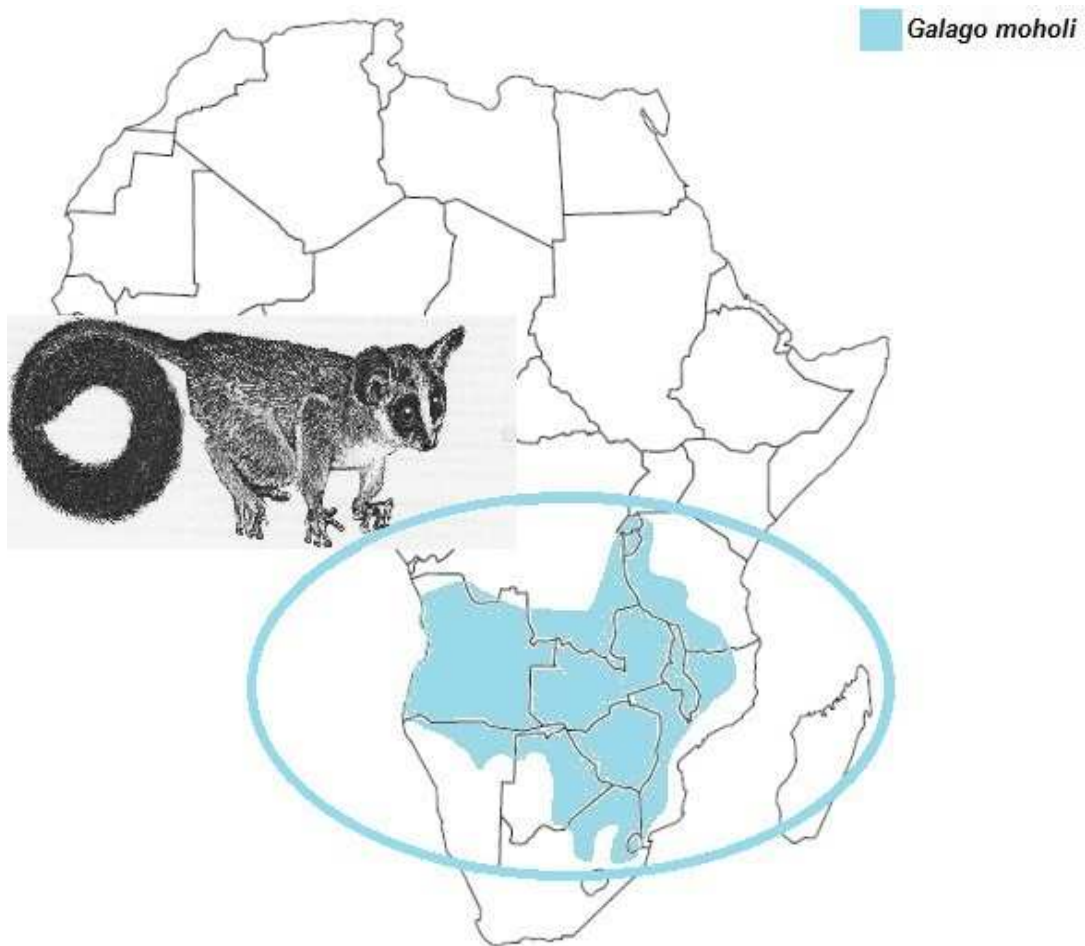
Druh, jehož průměrná délka těla je cca 13 cm a váží mezi 95 až 300g, má tělo pokryté krátkou zvlněnou srstí, která je stříbrnošedá na dorzální straně. Okolo očí mají bílé pruhy. Na ventrální straně mají komby světle žluto-bílou barvu. Samice rodí dvakrát do roka, na začátku listopadu a konci února, což je v Africe období dešťů. Žijí v suchých lesnatých a křovinných krajinách. Jejich geografický rozsah je nejširší ze všech druhů *Galago*. Jsou rozšířeny ze západu Senegalu, přes Sahel na pobřeží Rudého moře a ve Východní Africe dále pokračuje na jih přes rovník až k Zambii (obr. č. 3) (Kingdon 1997). Tento druh je nejvíce fylogeneticky podobný druhu komby jižní (*Galago moholi*).



Obr. č. 3 Geografické rozšíření komby ušaté (*Galago senegalensis*); převzato od Kingdon (1997).

1.4.2 Komba jižní (*Galago moholi*)

Opět šedavá barva srsti, kdy ventrální strana boků, rukou a nohou je nažloutlá. Oči mají naoranžovělé s černými očními ve tvaru kosočtverce. Mají velké uši, které mají čtyři příčné rýhy. Ocas je málo osrstěný a je tmavší nežli samotná srst (Kingdon 1997). Délka těla je mezi 14 – 15 cm. Samci jsou větší, váží kolo 160 - 255 g, kdežto samice váží kolem 142 až 229 g. Samice opět rodí dvakrát do roka a to na konci září v horkém, vlhkém období a na začátku února (Kingdon 1997). Vyhledávají otevřené savany, řídké lesy a okraje zalesněných oblastí (Kingdon 1997). Rozšíření komby jižní je na jih od SV Tanzánie. Přes jih Konga, skrz Angolu až na sever Namíbie a Botswany, dále přes Zambii, Zimbabwe, Malwii, SV stranu Mosambiku až do Jihoafrické republiky, viz obr. č. 4 (Kingdon 1997).



Obr. č. 4 Geografické rozšíření komby jižní (*Galago moholi*); převzato od Kingdon (1997).

1.4.3 Komba žlutohá (*Galago gallarum*)

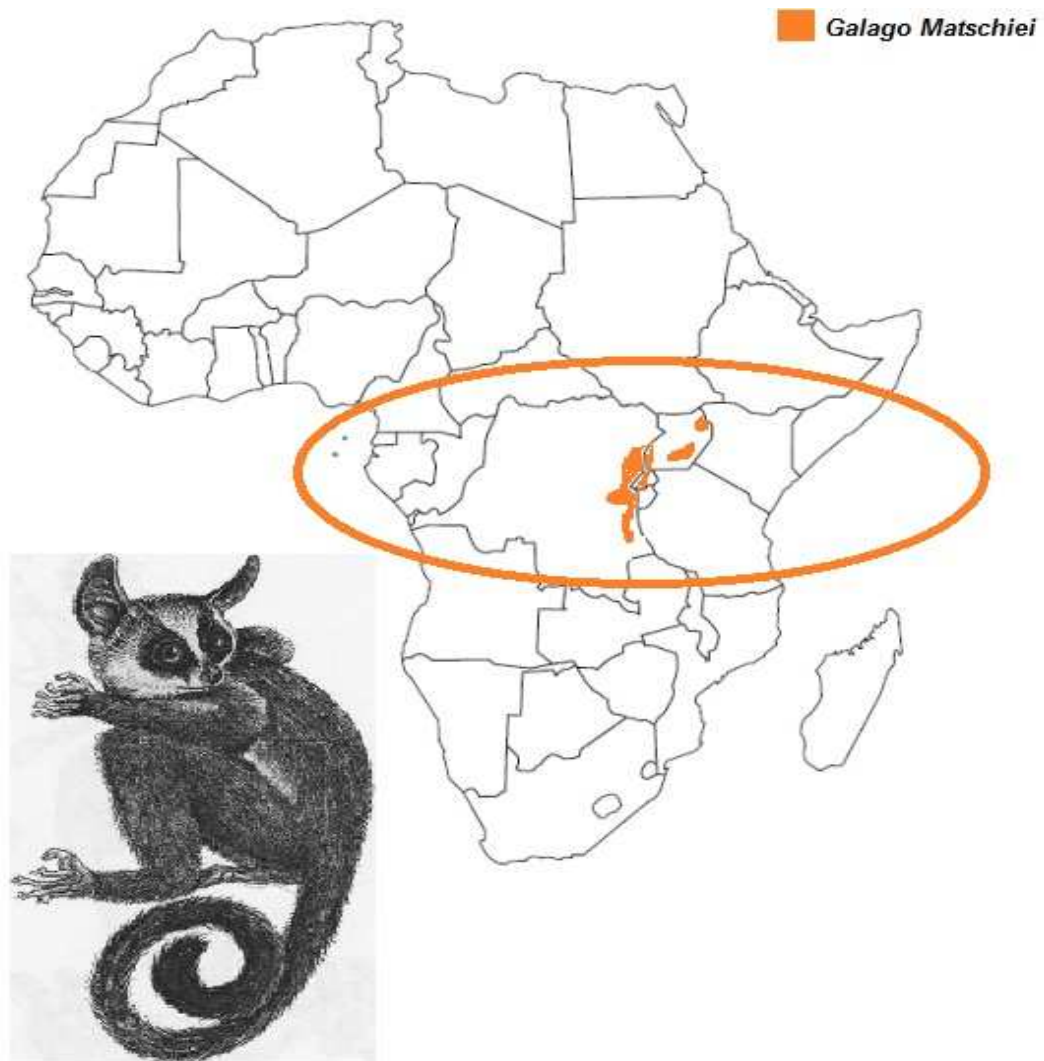
Tyto komby mají bělavý obličej a krk s kontrastně tmavě hnědými očnicemi, černýma ušima a ocasem. Na zádech je kůže světle hnědá až žlutohnědá. Oči velké, oranžově – šedé. Ze všech druhů rodu *Galago* jsou nejtěžšími, co se týká tělesné hmotnosti (Butynski a de Jong 2004). Žijí v nejsušších oblastech v porovnání s ostatními *Galago*. Preferují listnaté křovinaté porosty s houštím a nízké dřeviny (Kigdon 1997). Jejich geografické rozšíření je mezi východní Etiopíí a západním Somálskem a dále přes jižní Etiopii, JV Somálskem a východní Keňou, viz obr. č. 5 (Butynski a de Jong 2004).



Obr. č. 5 Geografické rozšíření Komby žlutohá (*Galago gallarum*); převzato od Kingdon (1997).

1.4.4 Komba hnědá (*Galago matschiei*)

Tento druh je nejméně popsán v literatuře. Jeho rozšíření není zdaleka rozsáhlé a jsou zde pochybnosti o jeho přesné totožnosti. Komba hnědá má tmavě hnědou hustou srst, délka těla je 16 – 20 cm. Okolo očí má výrazné černé kruhy a uši jsou poměrem k tělu veliké (Ankel - Simons 2000). Žije v primárních a sekundárních středních výškách horského a borového lesa (Kingdon 1997). Dále v deštných pralesech afro - montánního a afro - alpínského pásma. Tento druh je endemitem v Albertinském Riftu a v Severní Ugandě, kde jsou populace hlášeny i mezi Ugandou a Keňou. Početnější populace se nacházejí na východní straně Konga, kde prostupují až do Rwandy, viz obr. č. 6 (Kingdon 1997).



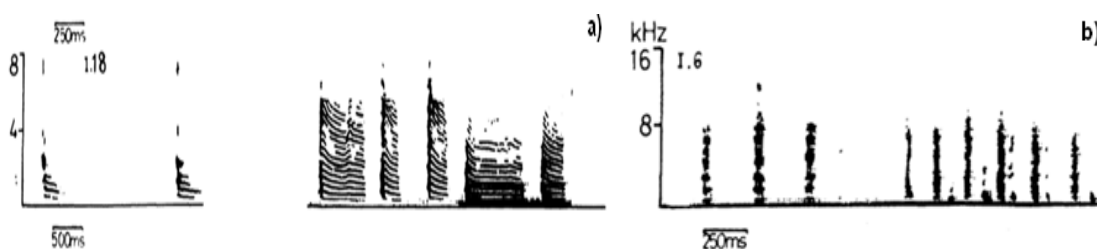
Obr. č. 6 Geografické rozšíření komby hnědé (*Galago matschiei*); převzato od Kingdon (1997).

1.5 Hlasový repertoár komb rodu *Galago*

Komunikace prostřednictvím hlasových signálů je významným druhem komunikace u sociálních druhů, jakými jsou primáti. Akustická komunikace je důležitá i pro sociálně žijící komby rodu *Galago* o čemž svědčí vyvinuté ušní boltce proto, aby mohli snímat hlasové signály a tím dobře komunikovat s ostatními členy skupiny (Kingdon 1997).

Hlasový repertoár komb rodu *Galago* je velice různorodý. Typy vydávaných zvuků se mohou lišit mezi druhy, mezi populacemi druhů a mezi jednotlivci, např. v závislosti na náladě, vzájemných interakcích apod. (Anderson 1999). V rámci jednotlivých hlasů nacházíme také rozdíly mezi jednotlivci, mohou se lišit hlasy samců a samic nebo dospělých jedinců a mláďat.

Repertoár komb je v mnoha směrech totožný a najdeme v něm množství homologních hlasů (Anderson et al. 2000). Repertoár lze dělit dle několika kritérií, kdy jedním z nich je dělení dle akustické struktury na hlasy tonální a hlukové charakteristiky (obr. č. 7). Hlasy hlukové charakteristiky postrádají tonální strukturu hlasu, tj. dobře viditelnou základní frekvenci a harmonické tóny. Tyto hlasy se vyznačují vysokou mírou vnitrodruhové variability a jsou užívány především jako hlasy agonistické, agresivní a varovné. Tonální hlasy se vyznačují základní frekvencí a harmonickými tóny. Do této kategorie patří především přátelské kontaktní hlasy, ale i některé hlasy varovné. Tyto hlasy mívají menší vnitrodruhovou variabilitu, mnohé z nich jsou proto druhově specifické (Zimmermann 1989). Oba typy hlasů jsou v přírodě celoročně vydávány samci i samicemi. Tudíž nejsou omezeny na jedno období, jakým může být např. období páření (Zimmermann 1988).



Obr. č. 7 Ukázkový spektrogram a) Tonální hlas typu 1.18 (Zimmermann, 1989), b) Hlukový hlas typu 1.6 (Zimmermann, 1989); převzato od Zimmermanna (1989).

Jak již bylo naznačeno, hlasy lze dělit i dle behaviorálního kontextu, ve kterém jsou vydávány, a to na hlasy kontaktní, agonistické a varovné. Do první kategorie patří zvuky spojené se sociální soudržností, roztečí v rámci skupiny, ale také pro upozornění cizí skupiny na přítomnost skupiny volající, jedná se o tzv.

kontaktní hlasy . U všech druhů *Galago* se nacházejí homologní hlasy, které patří mezi hlasy tonální a vyznačují se nízkou základní frekvencí, viz tab. č. 1.

DRUH	AUTOR	HLAS
<i>G. senegalensis</i>	E. Zimmermann	woo1 (Advertisement call), woo2, woo3, woo4
<i>G. moholi</i>	S. Bearder U. Andresson	barks hoots
<i>G. gallarum</i>	T. Butynski a de Jong	quack, coo
<i>G. matschiei</i>	S. Bearder	churs

Tab. č. 1 Kontaktní typy hlasů rodu *Galago*.

Všechny tyto hlasy vydávají zvířata spontánně, při navazování přátelských kontaktů, samice je vydávají při kontaktu s mládětem. U komby ušaté byl také popsán hlas vydávaný během spánku (Zimmermann 1985).

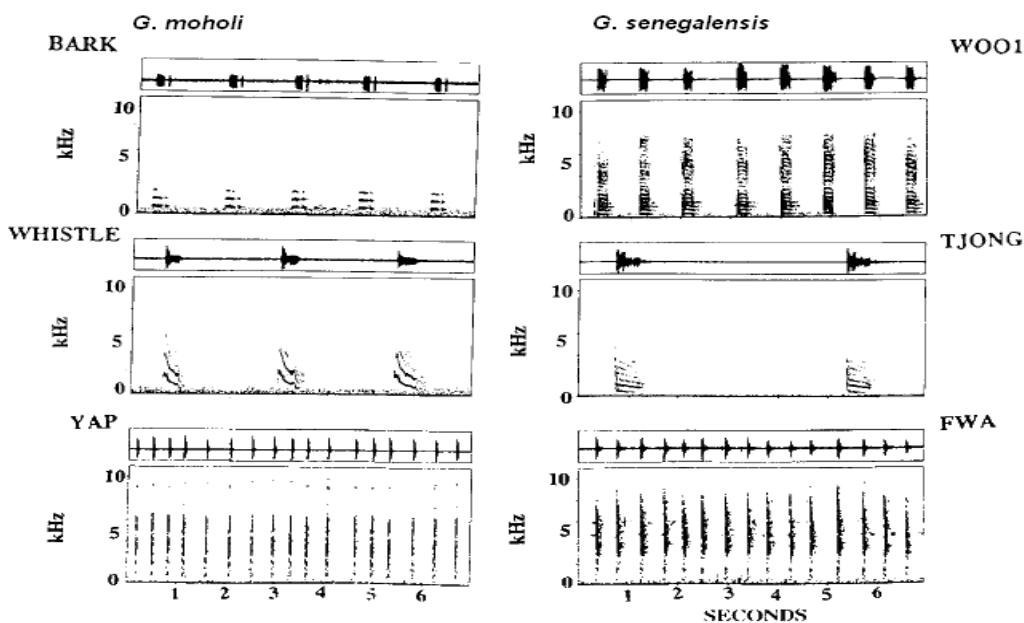
Druhou kategorií jsou hlasy s agonistickým chováním. Do této kategorie patří jak hlasy hlukové charakteristiky, tak hlasy tonální. Tyto zvuky jsou vydávány v široké škále souvislostí, může to být odmítnutí člena skupiny, nebo při obraně mláděte či při nějaké potyčce, rvačce apod., či pokud je zvíře, které zvuk vydává, konfrontováno s dominantním členem skupiny. Hlasy hlukové charakteristiky jsou často vydávány agresivními jedinci, zatímco hlasy tonální jsou vydávány submisivními jedinci např. při nepříznivých interakcích mezi otcem a synem, či silnějším soupeřem (Zimmermann 1985).

Poslední kategorií jsou varovné hlasy, které komby vydávají při rozrušení, při honičce s protivníkem či v případě nebezpečí, např. hlasité zvuky neznámých objektů nebo nepřátelské interakce druhu či potencionální predátoři. Patří sem opět hlasy hlukové charakteristiky i tonální (tab. č. 2). U komby ušaté a jižní se zde vyskytují hlasy, které jsou mezidruhově homologní a jsou mezi nimi určité rozdíly v samotné struktuře hlasu. Jsou to typy hlasu tjong / whistle (*G. senegalensis* / *G. moholi*) a také typy hlasů fwa / yaps (*G. senegalensis* / *G. moholi*) (Anderson et al. 2000).

DRUH	AUTOR	HLAS
<i>G. senegalensis</i>	E. Zimmermann	tjong (T, H); fwa (T, H); ga (T)
<i>G. moholi</i>	S. Bearder U. Andresson	whistle (T) yaps (H); gerwits (T); shivering stutter (H); wails (H)
<i>G. gallarum</i>	T. Butynski a de Jong	squawk yaps (H)
<i>G. matschiei</i>	S. Bearder U. Andresson	grunt shriek (N) piping grunts (N) grunts yaps (N)

Tab. č. 2 Varovné typy hlasů rodu *Galago*; **T** – tonální hlasy, **H** – hlukové hlasy, **N** – nespecifikované.

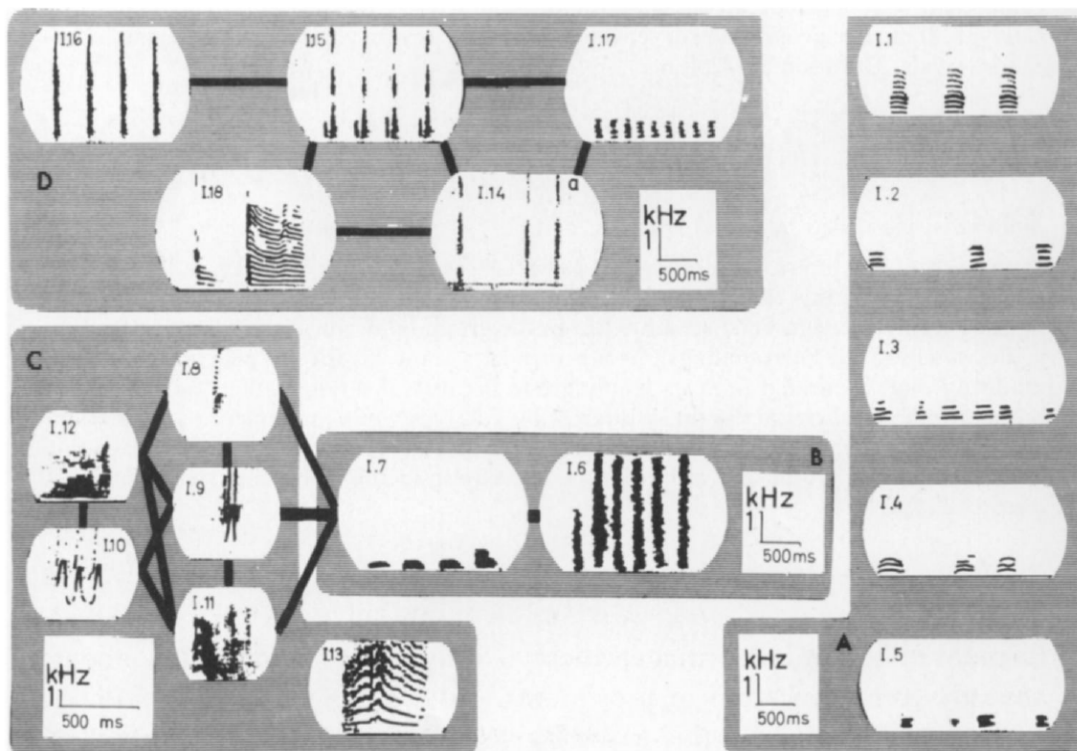
Hlasy nevydávají jen dospělí jedinci, ale také mláďata. Kontaktní hlas mláďat je u všech komb velice podobný. U komb ušatých byl popsán jako „zek“ volání. Volání vyvozané mláďaty se v průběhu ontogeneze mění. Od nepravidelné frekvence až hlasitý harmonický hlas vyvozaný v pubertě (cca 4. měsíc) po harmonicky strukturovaný hlas dospělých jedinců, tzv. advertisement call. Při dalším hledání rozdílů mezi *G. moholi* a *G. senegalensis* Anderson et al. (2000) zjistil, že se všechny tři homologní hlasité projevy mezi těmito dvěma druhy od sebe liší (obr. č. 8). Na základě bioakustických metod mohou být tyto druhy, které se vyznačují nízkou mezidruhovou variabilitou od sebe odlišeny, jelikož každý druh má hlasy druhově specifické (Zimmermann 1989).



Obr. č. 8 Srovnání spektrogramů tří homologních typů hlasů u druhů *G. moholi* a *G. senegalensis*; převzato od Anderson et al. (2000).

1.5.1 Hlasový repertoár komb ušatých (*G. senegalensis*)

Zimmermann (1985) identifikovala 18 zvuků, které nazvala typ 1. 1 až typ 1. 18. a rozdělila je do tří hlavních kategorií dle behaviorálního kontextu, ve kterém jsou vydávány, na hlasy kontaktní, agonistické a hlasy, které upozorňují na nějaké nebezpečí, stejně jako je tomu v předešlé kapitole. Hlasy dále blíže rozdělila do čtyř skupin dle jejich akustické struktury (obr. č. 9). První kategorie může být charakterizována harmonickým spektrem s nízkou frekvencí. Jsou to hlasy typu 1. 1 až 1. 5 Zimmermann (1985). Další kategorie je tvořena hlasy hlukové charakteristiky. Hluk hlasových projevů v této skupině se mění plynule. Do této skupiny patří typy hlasů 1.6 a 1.7. Třetí kategorií jsou hlasy s harmonickým spektrem a vysokou a rychlou frekvenční modulací, tzv. „wik“ volání. Nachází se zde 6 typů hlasů od typu 1. 8 do 1. 13. Poslední kategorií je směsice volání, které se vyznačuje harmonickým a hlučným spektrem. Patří sem všechny zbylé typy hlasů tedy 1. 14 až 1. 18., kde typ hlasu 1. 15 je pojmenován jako „fwa“ a typ hlasu 1. 17 jako „ga“.

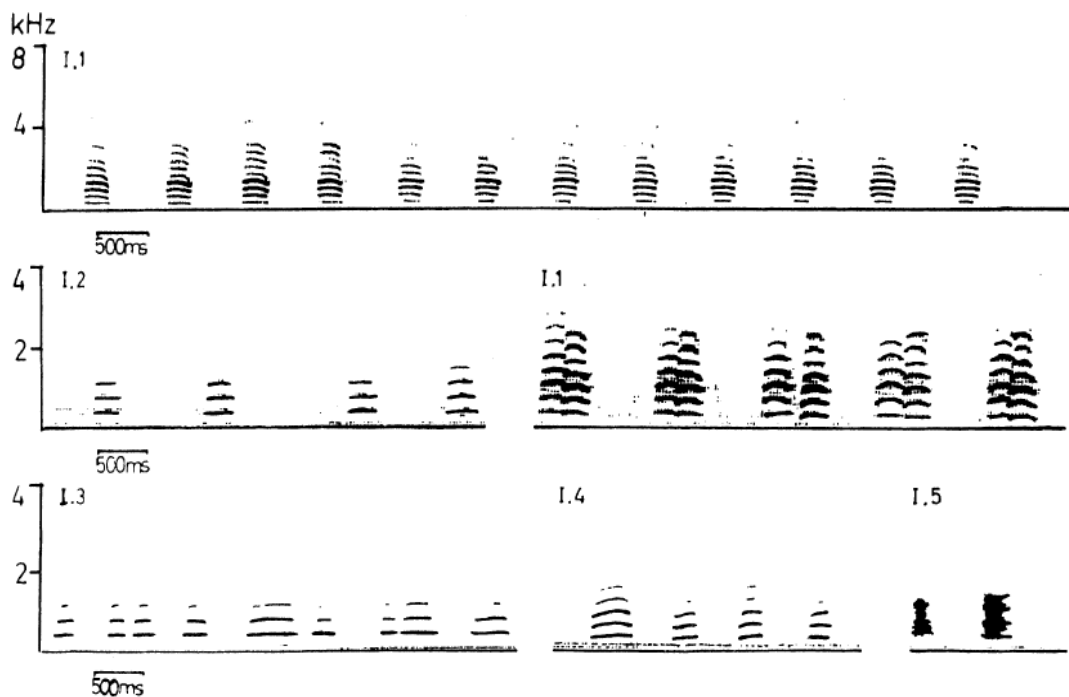


Obr. č. 9 Čtyři skupiny hlasů dle jejich struktury; převzato od Zimmermann (1985).

a) Kategorie kontaktních hlasů

Do této kategorie patří pět typů hlasů, které jsou charakteristické převážně nízkou až střední intenzitou. Frekvenční rozsah hlasu se pohybuje od 0,4 do 1,4 kHz. Délka trvání hlasů může být od 120 s do 400 s. Hlasy jsou vydávány samci i samicemi, v některých případech mohou určitý typ hlasu vydávat jen samci či samice. Jde například o hlasy vydávané během páření, nebo hlas vydávaný při kontaktování mláďete. Dále mohou být tyto zvuky reakcí na kontakt jak čichový tak hmatový se známým jedincem stejného druhu nebo do této kategorie také patří hlas, který pravděpodobně vyvozují jedinci při snění. Do této kategorie patří i jeden z nejvýraznějších hlasových projevů komb typ hlasu 1.1, tzv. advertisement call (obr. č. 10), který celoročně vydávají především dominantní samci a samice.

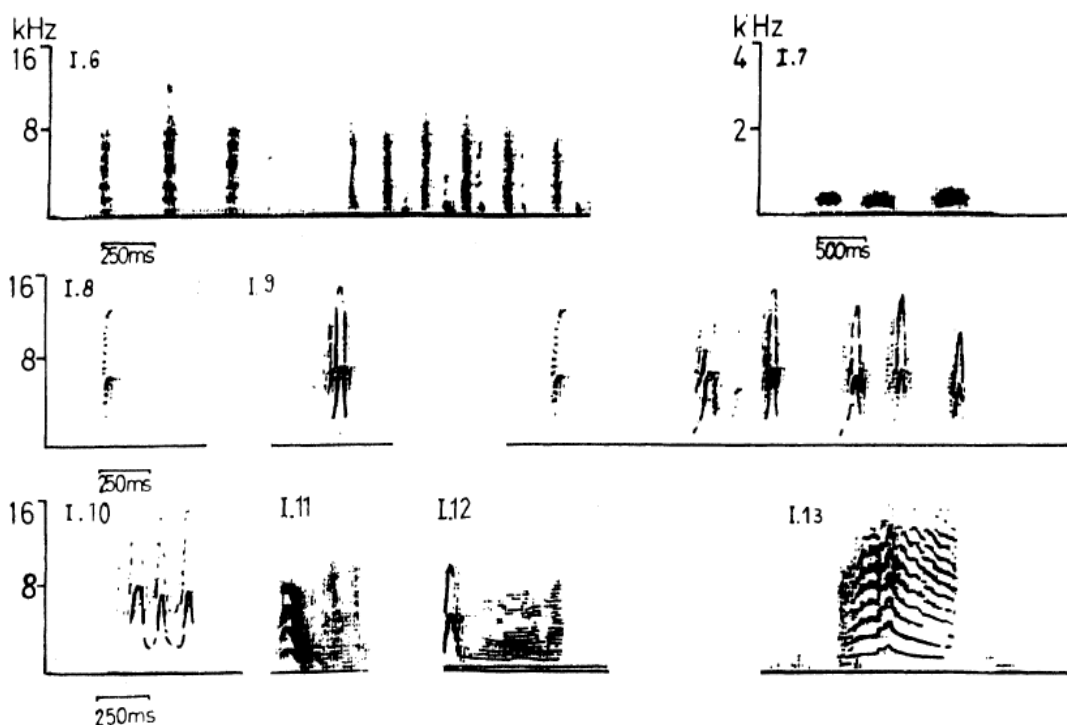
1. Contact calls.



Obr. č. 10 Spektrogramy s kontaktními hlasy 1.1. – 1.5. Typ 1.1. u dospělého samce, může být slyšet na dlouhé vzdálenosti. Typ 1.2 dospělí jedinci, krátký kontaktní rozsah. Typ 1.3 dospělý samec při snaze o páření, či samotné kopulaci. 1.4 péče o mláďe u samic. Typ 1.5 dospělé samice, nebo při snění; převzato od Zimmermann (1985).

b) Kategorie agresivních a obranných hlasů

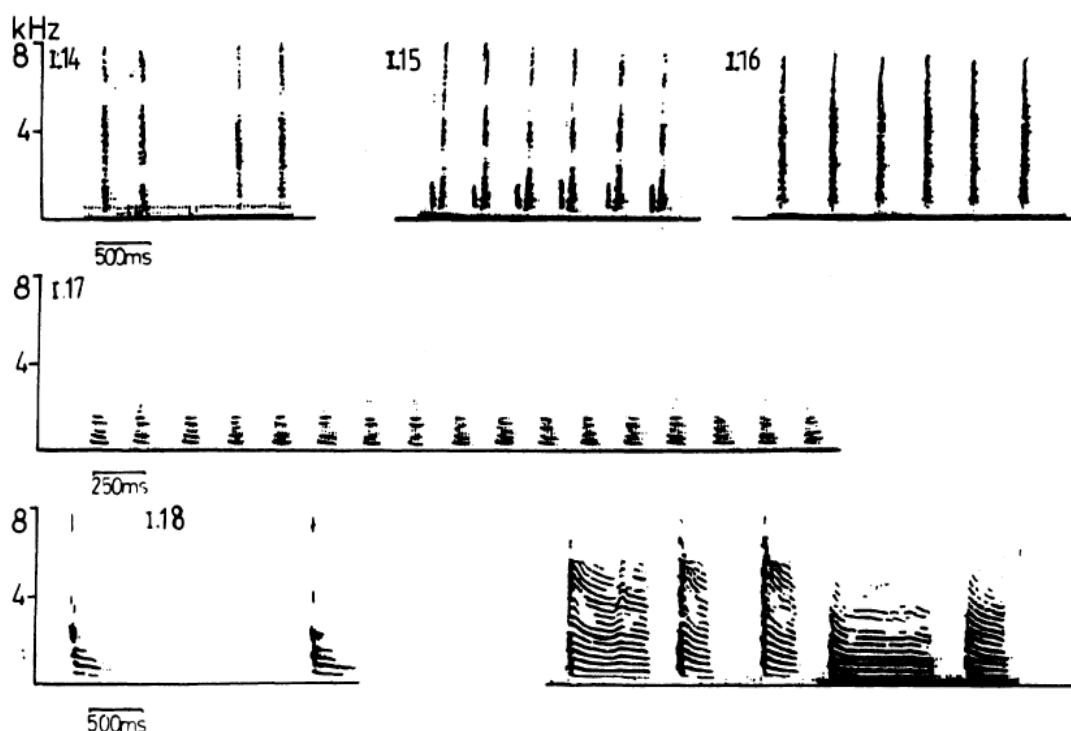
Tato kategorie zahrnuje osm typů hlasů, které jsou obvykle hlukové a střídá se zde nízká, střední i vyšší intenzita hlasu. Frekvenční rozsah hlasu je v rozmezí od 0,5 do 1,2 kHz. Délka trvání těchto hlasů je variabilní od 40 s do 600 s. Do této kategorie patří typy hlasů, které mohou signalizovat odmítnutí sociálního kontaktu, odmítnutí páření, ochranu mláďete či celé skupiny před predátory, útěk před predátory nebo agonistickou vnitrodruhovou interakci vyvolanou agresí jedinců stejného druhu (obr. č. 11). Stejně jako v předchozí kategorii mohou být hlasy vydávány jak samci, tak samicemi. Mnoho hlasů z této kategorie je prováděno v kombinaci s jinými. Např. typ 1.8 bývá často kombinován s typem hlasu 1.9, oba typy jsou středně až vysoce intenzivní. Stejně jako typ 1.10 je velice podobný typu 1.9 a liší se pouze v intervalech. Stejně tak typy hlasů 1.11 a 1.12 mohou komby vydávat kombinovaně.



Obr. č. 11 Typy agresivních a obranných hlasů. Typ 1. 6 dospělé samice, agresivní hrozba. Typ 1.7 dospělý samec, defenzivní hrozba. Typy hovorů 1.8 – 1.11 během honičky. Typy hlasů 1.12 a 1.13 např. při pokousání agresora; převzato od Zimmermann (1985).

c) Kategorie upozorňujících či alarmujících hlasů

Do této kategorie patří pět typů hlasů (obr. č. 12). Tyto hlasy patří mezi nejhluchnější. Jsou vydávány jak samci, tak samicemi. Frekvenční rozsah hlasu se pohybuje v rozmezí 0,1 do 10,2 kHz. Intenzita je střední až nízká a délka trvání hlasu je od 40 s do 12000 s. Hlasy mohou být samostatné tak i v různých intervalech. Tyto hlasy komby vydávají převážně v důsledku zaznamenání nějaké fyzické či akustické aktivity z vopzdálí, kdy upozorňují členy své skupiny na potencionální nebezpečí. Všechny typy hlasů v této kategorii se mohou kombinovat.

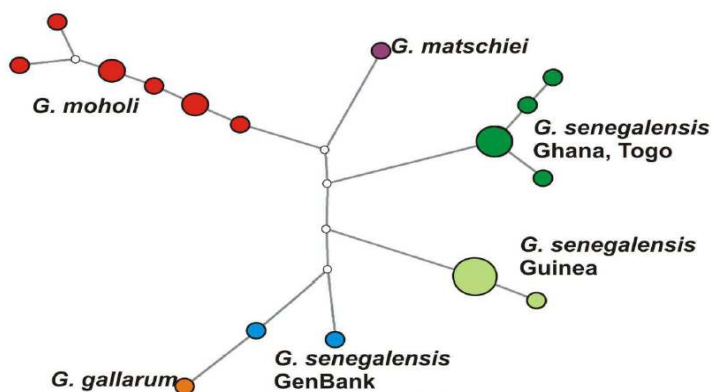


Obr. č. 12 Typy hlasů, které upozorňují na nebezpečí. Typ 1.14 při nízkém rozrušení. Typ 1.15 samice při větším rozrušení. Typ 1.16 samice pokud spatří predátora. Typ 1.17 samice pokud spatří nějaký pohyb. Typ 1.18 samci po boji; převzato od Zimmermann (1985).

1.6 Komby rodu *Galago* v evropských zoologických zahradách

V evropských zoologických zahradách se chovají jen dva druhy rodu *Galago*, jsou jimi komba ušatá (*Galago senegalensis*) a komba jižní (*Galago moholi*). Plemennou knihu obou druhů vede v současné době pražská zoologická zahrada, která zároveň chová oba dva tyto druhy. Nejčastěji chována je komba ušatá, kterou chová 18 evropských zoologických zahrad, z toho tři (Ostrava, Plzeň, Praha) se nacházejí v České republice, v počtu asi 24 jedinců. Kombu jižní chová 5 evropských zoologických zahrad v počtu asi 13 jedinců. V České republice je komba jižní chována pouze v již zmíněné zoologické zahradě v Praze.

Vzhledem k nízké morfologické variabilitě obou těchto druhů jsou populace chované v zoologických zahradách často určovány na základě lokality odchyty zakládajících jedinců. K určení druhů jsou také využívány morfologické znaky, jejichž použití je však někdy značně problematické. Druhovým určením tohoto rodu pomocí genetické analýzy se v minulosti zabývalo už mnoho autorů (Delpero et al 2000, Stiner a Turmelle 2003, Roos et al 2004, Masters et al 2007, Chatterjee et al. 2009). Tito autoři, vždy neměli všechny vzorky a tudíž z každé studie vyšly jiné výsledky. Pokud v některých studiích chyběly vzorky *G. moholi*, byl uznán druh *G. gallarum* jako sesterská linie *G. senegalensis*. nežli *G. moholi*. Ale pokud byly vzorky *G. moholi*, byl druh *G. senegalensis* uznán jako nejbližší druh *G. moholi* (Šmíd 2012). Na základě souhrnné studie Šmída (2012) jsou všechny rody monofyletickou skupinou. Rod *G. moholi* tvoří dobře definovanou a izolovanou skupinu od *G. senegalensis*, která se naopak rozpadá do tří linií, odpovídajících místům zeměpisného původu (obr. č. 13).



Obr. č. 13 Fylogenetický strom, který znázorňuje rozdělení druhů na základě haplotypu; převzato od Šmíd (2012).

U rodu *G. senegalensis* jsou dvě linie jasně vymezeny dle zeměpisného původu, nicméně třetí linie z GenBank je neznámého původu. Komby, které jsou v zoologických zahradách např. v Praze či Poznani, by měly být izolovány od komb v zoologických zahradách Plzni, Zájezdu či Amersfootu, jelikož jsou mezi nimi značné rozdíly z důvodu dlouhodobého vývoje každé izolované linie. K určování a rozlišení by mohly pomoci druhově specifické hlasy, což však nikdy nikdo nezkoušel a není úplně jasné, jestli je komby v zoologických zahradách vydávají.

V českých zoologických zahradách se nacházejí tyto dva druhy pouze v Praze. Pražská zoologická zahrada (www.zoopraha.cz) vede skupinu komb získaných ze zoologické zahrady v Moskvě v roce 2002. Všichni členové jsou potomky jednoho páru, který byl chycen ve volné přírodě v Ghaně a převezen do Moskvy. Skupina se v současné době skládá z 16 zvířat. Dle morfologických znaků, patří tato zvířata mezi *G. senegalensis* a *G. moholi* (Šmíd 2012). Podle vzoru obličejové masky se tato zvířata podobají více *G. senegalensis*, stejně tak tomu naznačuje i jejich zeměpisný původ (Šmíd 2012).

V plzeňské zoologické zahradě se v současné době nachází pouze jeden pár *Galago senegalensis* (www.zooplzen.cz). Komby ušaté byly pro ZOO Plzeň odchyceny ve volné přírodě v Guineji. Jejich původ a také morfologické rysy jsou určující pro druh *G. senegalensis* (Šmíd 2012). V ostravské ZOO je šestičlenná skupina *Galago senegalensis*. Jsou to potomci předků získaných z pražské zoologické zahrady.

V dalších Evropských zemích jsou komby, které mají původ z Ghany, pouze v Moskvě. V ostatních zemích jsou původní zvířata z Guineje v Antverpách, Amersfoortu, Berlínské ZOO a Záhřebu. Jejich potomci byly převezeny z Antverp, Amersfoortu, Lissieux a z Berlína do Nykobing a Augsburgu.

V současné době zoologické zahrady sčítají celkově 111 jedinců komb ušatých, z nichž je 56 samců a 38 samic a 17 komb, u kterých není určeno pohlaví (tab. č. 3). Komby jižní jsou v 5 evropských zoologických zahradách, v celkovém součtu 15 jedinců, z nichž je 11 samců a 4 samice (tab. č. 4). Z těchto hodnot se zdá být druh *Galago senegalensis* úspěšnějším v odchovu v zoologických zahradách před druhem *Galago moholi*.

Město	Země	Počet samců	Počet samic	Neurčené pohlaví
Augsburg	Německo	1	2	0
Amersfoort	Holandsko	3	3	2
Antwerpy	Holandsko	1	0	0
Berlin	Německo	6	3	0
Faunia Madrid	Španělsko	1	0	0
Lissieux	Francie	3	1	0
Moskva	Rusko	12	12	6
Ostrava	Česká republika	2	3	1
Plzeň	Česká republika	1	1	0
Poznaň	Polsko	2	0	0
Praha	Česká republika	6	4	6
Riga	Lotyšsko	2	4	1
Rostock	Dánsko	2	1	0
Tourparc	Francie	2	0	0
Novosibirsk	Rusko	2	1	0
Skaerup	Dánsko	2	0	1
Jihlava*	Česká republika	2	0	0
Zájezd*	Česká republika	4	3	0

Tab. č. 3 *Galago senegalensis* v evropských ZOO; *během naší práce se komby v Zoo nevyskytovaly.

Město	Země	Počet samců	Počet samic	Neurčené pohlaví
Blackbrook	Velká Británie	2	0	0
Copenhagen	Německo	1	0	0
Frankfurt	Německo	3	2	0
Londýn	Velká Británie	2	1	0
Praha	Česká republika	3	1	0

Tab. č. 4 *Galago moholi* v evropských ZOO.

Komby jsou často chovány v nočních expozicích s přehozeným světelným režimem. V expozicích nechybí stimulační prostředí, tj. větve stromů, domečky. V expozicích jsou komby často chovány s jinými druhy. V Praze jsou komby chované spolu s noháčem africkým (*Pedetes capensis*) a osinákem africkým (*Atherurus africanus*), v Plzni je společně s nimi chován kaloň egyptský (*Rousettus aegyptiacus*), osinák africkým (*Atherurus africanus*) a krysa obrovská (*Cricetomys gambianus*) v ostravské zoo jsou v expozici také společně s osinákem africkým (*Atherurus africanus*) a v Amersfootu společně s křečkem velkým (*Hypogeomys antimenae*) a lori štíhlým (*Loris tardigradus*).

2 Cíle práce

- Hlasová komunikace komb ušatých v zoologických zahradách a zastoupení jednotlivých kategorií hlasů
- Zjištění denní hlasové aktivity
- Zastoupení druhově specifických hlasů, popřípadě v kolika z pozorovaných dní a v jakých intervalech hlasy vydávají

3 Metody

3.1 Akustická analýza

3.1.1 Předběžná studie hlasové aktivity *G. senegalensis*

Akustickému monitoringu v zoologických zahradách předcházela předběžná studie akustické analýzy hlasové aktivity komby ušaté v pražské zoologické zahradě a test shody pozorovatelů. Předběžný akustický monitoring probíhal od 31. 1. do 27. 2. 2013. Na začátku naší práce se tato skupina skládala z devíti zvířat, čtyř dospělých samců, čtyř dospělých samic a jednoho mladého samce. V průběhu dní (kolem 12. Února) se narodila čtyři mláďata. Pro monitoring hlasových projevů jsme použili Marantz PMD 661 SSD rekordér (obr. č. 14), který byl nastaven na zaznamenávání hlasových projevů komb během jejich činnosti, od 9 hodin dopoledne do 21 hodin večer, což přibližně odpovídalo cyklu světlo/tma.



Obr. č. 14 Marantz PMD 661 SSD rekordér; převzato ze zdroje: www.gumtree.com.

Zkoumali jsme získané nahrávky, vybrali, rozlišili a identifikovali jednotlivé zaznamenané hlasy. Zjištěním také bylo, že nehrozí žádné riziko záměny hlasů za jiné zvíře, které je v expozici spolu s kombou ušatou.

3.1.2 Kódovací manuál

Na základě předběžné analýzy jsme vypracovali kódovací manuál, kdy jsme nalezené hlasy rozdělili do třinácti kategorií. Srovnávali jsme je také s vokalizacemi, které byly u tohoto druhu zaznamenány a popsány dříve (Zimmermann 1985, Zimmermann et al. 1988, Zimmermann 1989) (tab. č. 5). Některé námi nalezené hlasy mohou být s jistotou zařazeny do již dříve popsaných kategorií. První dva hlasy jsou tzv. kontaktní hlasy, které byly už dříve popsány a označujeme je jako „woo-ac“ a „woo“. Hlas „Woo – ac“ je druhově specifický a je vyznačován harmonickými tóny tonální až hlukové charakteristiky. Hlas začíná slabě, poté se zesílí, je velice hlučný a ke konci se může opět zeslabit. Hlas „woo“ je poměrně variabilní hlas, který je vydáván jednotlivě nebo opakovaně v dlouhých sériích. Tento hlas může být jak tonální, tak hlukové charakteristiky, při čemž pokud je hlukové charakteristiky, tak nemá zřetelné harmonické tóny (obr. č. 15).

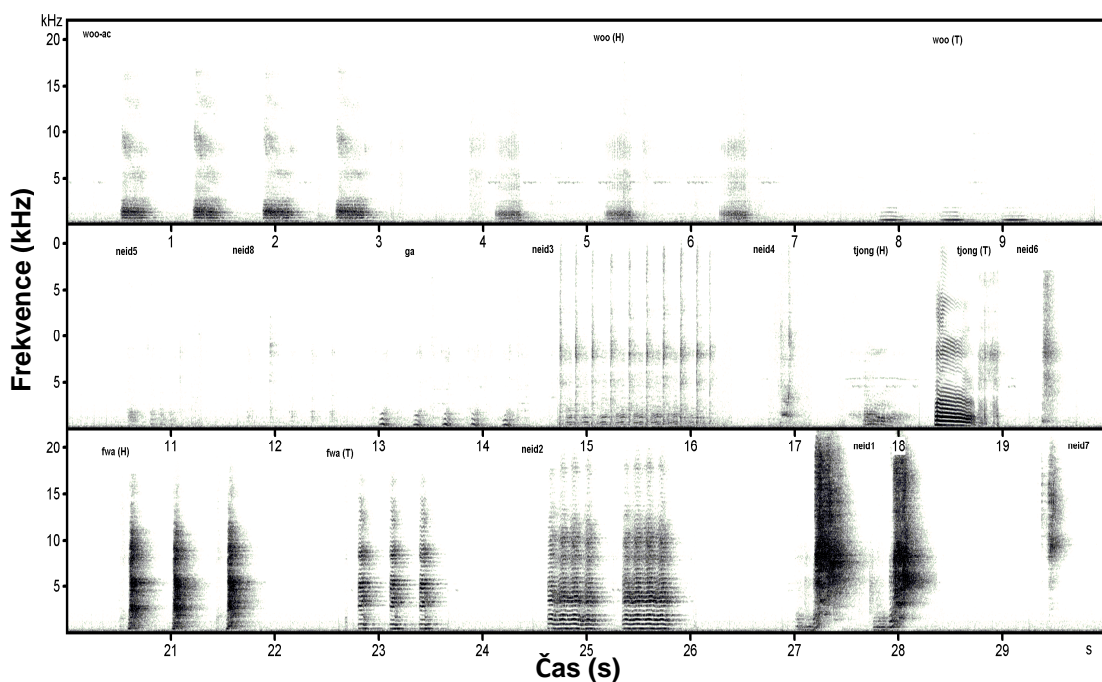
Druhou kategorií hlasů jsou hlasy vydávané při nějakém rozrušení, setkání s predátory či při vzájemných rvačkách. Tyto hlasy mohou mít opět tonální i hlukovou charakteristiku. Do této kategorie patří hlas „ga“, což je převážně tonální opakující se hlas, poté „fwa“, jeden z nejhlasitějších zvuků, který může přecházet z tonální do hlukové charakteristiky a dále hlas „tjong“, který může mít opět obě charakteristiky, je strukturálně velmi variabilní a je vydáván jednotlivě. Tyto dva poslední hlasy (fwa, tjong) jsou označovány také jako druhově specifické.

V našem hlasovém repertoáru se nacházejí převážně hlasy, které jsme nedokázali s jistotou přiřadit k dříve popsaným hlasům. Označujeme je jako „neid1“ až „neid8“. Hlasy „neid1“, „neid3“ a „neid5“ jsou pravděpodobně vydávány kombami při agresivních interakcích. Hlas „neid1“ je hlasitý zvuk vydáván jednotlivě nebo rychle po sobě a vyznačuje se hlukovou charakteristikou. Druhý hlas „Neid3“ je složen z tonální a širokospektré části, je to rytmický slabě až středně silný zvuk. Třetí hlas „neid5“ je slabý zvuk hlukové charakteristiky. Dalším hlasem v našem manuálu je „neid4“, který by mohl pravděpodobně patřit do kategorie hlasů vydávaných při rozrušení, či setkání s rušivými elementy. Je to slabý hlas, hlukové charakteristiky vydáván jak jednotlivě tak v dlouhých intervalech. U hlasů „neid2“, „neid6“ a „neid8“ nedokážeme přesněji určit, co vyjadřují. Hlas „neid2“ je hlasitý zvuk s harmonickými tóny vlnkovité struktury a je často vydáván v dlouhých sériích společně s hlasem „fwa“. Hlas „neid6“ je slabý až středně silný, hlukové charakteristiky a je vydáván jednotlivě. Dalším hlasem je „neid8“, který je také hlukové charakteristiky a je často vydáván v krátkých sériích. Posledním naším hlasem v kódovacím manuálu je „neid7“. Tento hlas je středně silný, hlukové

charakteristiky, který s velkou pravděpodobností odpovídá už dříve popsanému „zek call“ neboli hlasu mláďat a je vydáván, pokud jsou mláďata opuštěna (Zimmermann 1989). Vypracovaný manuál kategorií hlasů jsme použili i v následujících analýzách v pražské a ostravské zoologické zahradě a v zoologické zahradě v Amersfoortu.

Kategorie	Zimmermann (1985)	Zimmermann et al. (1988)	Zimmermann (1999)	Behaviorální kontext
woo - ac	l.1	woo1	-	spontánně, často po nějakých roztržkách, odhalení cizího jedince ve skupině, po očichání pachové značky cizího jedince, kontaktovaní jiné skupiny komb
woo	l.1, l.2, l.3, l.4	woo1, woo2, woo3, woo4	-	kontaktovaní členů skupiny, samci během páření, samice při komunikaci s mláďaty
ga	l.17	ga	-	znepokojení, rozrušení, setkání s predátory a jinými rušivými elementy
fwa	l.15, l.16	fwa	-	znepokojení, rozrušení, setkání s predátory a jinými rušivými elementy
tjong	l.18	tjong	-	rozrušení, znepokojení, při setkání s nějakým rušivým elementem nebo po vzájemných rvačkách
neid1	ni	ni	-	slyšen byl při rvačkách, když se komby honily po expozici
neid2	ni	ni	-	není znám
neid3	ni	ni	-	pravděpodobně je vydáván při agresivních interakcích a vzájemných roztržkách
neid4	ni	ni	-	pravděpodobně patří do kategorie hlasů, které jsou vydávány při nějakém rozrušení, při setkání rušivými elementy
neid5	ni	ni	-	není úplně jasný, pravděpodobně je vydáván při nějakých vzájemných nepříliš pozitivních setkáních
neid6				pravděpodobně nemá nějaký komunikační význam,
neid7	ni	-	zek call	pravděpodobně je vydáván mláďaty, když jsou opuštěna
neid8	-	-	-	není znám

Tab. č. 5 Rozdělení typů hlasů do kategorií a srovnání zaznamenaných vokalizací, které byly popsány.



Obr. č. 15 Ukázkové spektrogramy námi označených třinácti kategorií hlasů; H – hluková charakteristika, T – tonální charakteristika.

3.1.3 Samotná akustická analýza

Tato práce se zabývá akustickou analýzou pouze komby ušaté, která je dominantnějším druhem chovaným v zoologických zahradách před kombou jižní. Kombu jižní jsem nezařadila do akustické analýzy z důvodu malého vzorku dat. Akustický monitoring probíhal ve třech zoologických zahradách. V pražské a ostravské zoologické zahradě, kde je linie komb ušatých, jejichž předci pocházejí z Ghany a dále v zoologické zahradě v Amersfoortu, v Holandsku, kde jsou tři skupiny komb ušatých z druhé linie pocházející z Guineje, dle Šmída (2012). Hlasová aktivita komb v průběhu dne byla vyhodnocována pomocí tzv. one-zero smplovací metody (Martin a Bateson 2007). Tato metoda je často využívána v primatologii pro behaviorální studie. Možnou nevýhodou one-zero smplovací metody je ta, že výsledky sjednotí do intervalů, kde zůstane pouze záznam o tom, zda v daném časovém období zvířata vokalizovala či nikoliv, ale nic nepoví např. o délce nebo kolikrát byl během daného intervalu hlas vyvočován. Pokud jsou sledování jedinci ve skupině, jsou kratší intervaly mnohem přesnější. My jsme také pro přesnost našich záznamů nejprve zaznamenávali do deseti - minutových intervalu, ale poté byla data sjednocena do půlhodinových intervalů, protože je délka tohoto intervalu dostačující ke sledování skupiny jako celku. Naše vzorkování probíhalo touto metodou z důvodu toho, že jsme chtěli zjistit, zda komby vůbec vydávají nějaké hlasy v zajetí a pokud ano, tak v jaké denní době nejvíce a zda používali jejich druhově specifické hlasy.

Vzhledem k velkému množství získaných dat jsme prováděli akustické analýzy v počtu tří pozorovatelů (A, B, C). Na základě dat z předběžné studie ze zoologické zahrady v Praze jsme nejprve provedli test, který měl odhalit, zda se shodujeme v přiřazování hlasů do správných kategorií, které jsme si nadefinovali tzv. spolehlivost pozorovatelů. Tento test skýtal náhodně vybraných 9 hodin ze všech deseti analyzovaných dní, kdy každý pozorovatel analyzoval stejný čas. Každý ze tří pozorovatelů prováděl analýzu individuálně a posléze test srovnával každého pozorovatele s každým. Ve výsledcích pro nás byly důležité dvě hodnoty, tzv. Cohens kappa (K), což je výsledek, který srovnává každou kategorii s pozorovatelem a dále zprůměrované „kappa“, které nám ukázalo, jak se navzájem lišíme ve svých výsledcích (tab. č. 6). Kappa (K) se může pohybovat v rozmezí -1 (neshoda) / 1 (shoda). Z konečných výsledků je zřejmé, že největší problém při určování nám dělaly dvě kategorie, kdy první z nich je kategorie s názvem „tjong“, která u pozorovatelů A/B měla hodnotu 0,67 a u pozorovatelů A/C 0,77. Druhou kategorií byla „neid 7“, neboli hlas mláďat, který byl ve srovnání

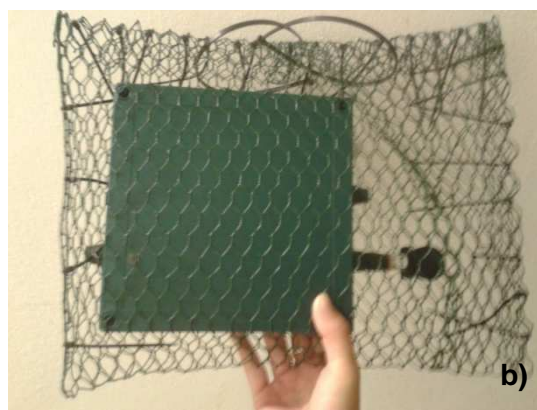
všech pozorovatelů také nižší než hodnota 1. V konečném výsledku zprůměrované „K“ pro všechny pozorovatele dosahovaly hodnoty od 0,88 do 0,96. Proto na základě tohoto srovnávacího testu, ze kterého vyšlo, že se od sebe zásadně nelišíme, jsme mohli začít analyzovat získaná data ze všech tří zoologických zahrad.

	A vs B			A vs C			C vs B		
	P ₀	P _C	K	P ₀	P _C	K	P ₀	P _C	K
woo-ac	0,97	0,81	0,84	0,97	0,81	0,84	1,00	0,83	1,00
woo	0,98	0,72	0,93	1,00	0,71	1,00	0,98	0,72	0,93
ga	0,95	0,55	0,89	0,97	0,54	0,93	0,98	0,56	0,95
fwa	1,00	0,87	1,00	1,00	0,87	1,00	1,00	0,87	1,00
tjong	0,95	0,85	0,67	0,97	0,87	0,77	1,00	0,87	1,00
neid1	1,00	0,73	1,00	1,00	0,73	1,00	1,00	0,73	1,00
neid2	1,00	0,91	1,00	1,00	0,91	1,00	1,00	0,91	1,00
neid3	0,95	0,50	0,90	0,95	0,50	0,90	1,00	0,50	1,00
neid4	0,98	0,72	0,93	0,98	0,72	0,93	1,00	0,73	1,00
neid5	0,98	0,80	0,90	0,98	0,80	0,90	1,00	0,80	1,00
neid7	0,95	0,89	0,55	0,98	0,91	0,78	0,97	0,90	0,70
neid8	0,97	0,70	0,90	0,97	0,73	0,89	0,97	0,73	0,89
celkově			0,88			0,91			0,96

Tab. č. 6 Výsledná tabulka testování shody pozorovatelů (A, B, C); **celkově** = zprůměrované „kappa“ (K), **P₀** – podíl shody, **P_C** – podíl shody očekávané náhody.

3.2 Metoda sběru dat

Sběr dat probíhal ve třech zoologických zahradách. Monitoring ve všech zahradách probíhal po dobu deseti dnů. Pro všechny zoologické zahrady jsme použili Song metr SM2 + rekordér (obr. č. 16a). Tento přístroj je schopen všechny zvuky dlouhodobě zaznamenávat do čtyř SD karet podle předem nastaveného programu. Rekordér byl chráněn zeleným drátěným pletivem, které bylo zaobleno tak, aby se předešlo zranění některého ze zvířat v expozici (obr. č. 16b).





Obr. č. 16 a) Interní počítač rekordéru, přes který se přednastavuje doba snímání zvuků, b) drátěné pletivo, do kterého byl rekordér vložen, c) rekordér uvnitř expozice komb.

Vždy jsme umisťovali rekordér tak, aby pokud možno, co nejvíce akusticky snímal celý prostor expozice a současně nijak zvířatům nepřekážel. Nejvhodnějším místem býval roh expozice, kdy mikrofon směřoval směrem do prostoru (obr. č. 16c). Rekordér byl automaticky přednastaven tak, aby spouštěl a končil nahrávky dle naprogramovaných časových plánů a to tedy od 9 hodin dopoledne do 21 hodin večer a Amersfoortu nahrávání probíhalo od 10 hodin do 21 hodin. Poté se data z SD karty rekordéru přendala do PC, kde byly zvuky následně analyzovány. Ve všech třech zoologických zahradách jsou komby společně v expozici s jinými zvířaty (tab. č. 7).

Zoo	Počet jedinců	Monitorovací dny	Čas	Další druhy v expozici
Praha	6, 4, 6	30. 4. – 10. 5. 2013	9:00 – 21:00	<i>Pedetes capensis</i> <i>Atherurus africanus</i>
Ostrava	2, 3, 1	17. 5. – 2. 6. 2013	9:00 – 21:00	<i>Atherurus africanus</i>
Amersfoort	3, 3, 2	18. 12. – 28. 12. 2013	10:00 – 22:00	<i>Hypogeomys antimena</i> <i>Loris tardigradus</i>

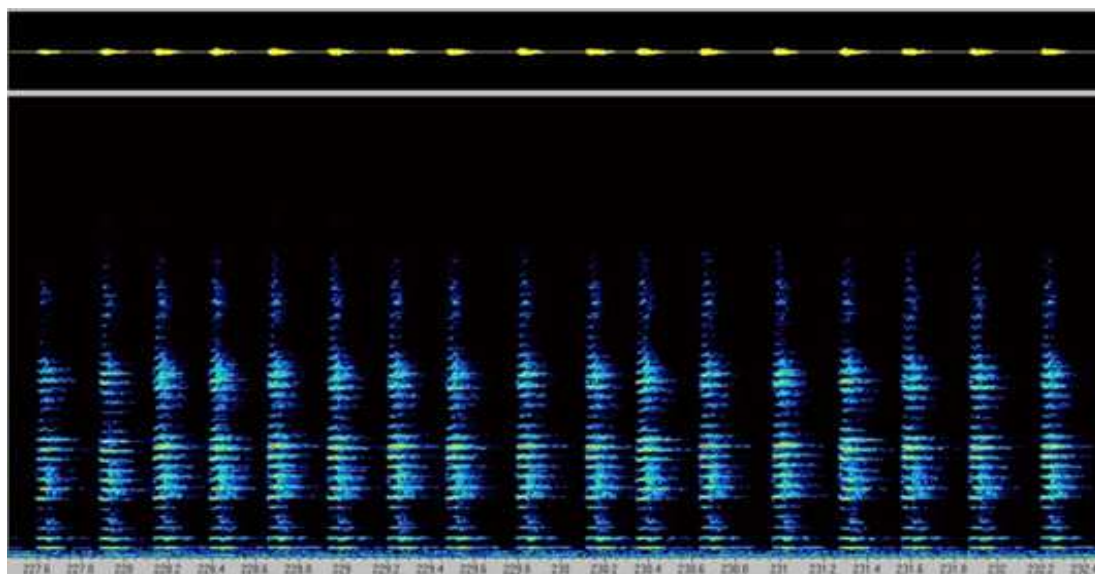
Tab. č. 7 Popis časového plánu, počet komb v expozicích a popis dalších zvířat v expozicích.

V Zoologické zahradě v Praze a Ostravě byly skupiny komb vždy v jedné expozici. V zoologické zahradě v Amersfoortu jsou v zázemí tři klece, kde v jedné je

pár se dvěma mláďaty, ve druhé dvě samice a v poslední dva samci. Rekordér byl tedy nainstalován tak, aby zaznamenával všechny tři skupiny komb.

3.3 Vyhodnocování dat

Pro vyhodnocování dat jsme použili software Avisoft SASLab 5.1. Tento program má zvukové rozhraní až 192 KHz a pomocí spektrogramu můžeme vidět typické rysy různých hlasů a tím je tak identifikovat (obr. č. 17).



Obr. č. 17 Ukázka hlavního okna v Avisoft SASLab. Vidíme zde strukturu samotného hlasu, frekvenční spektrum v určitém čase (dole) a oscilogram s amplitudami (nahore).

Získané záznamy ze všech pozorovaných zoologických zahrad byly sestříhány a rozděleny na jednotlivé hodiny, které byly dále rozděleny na deseti minutové nahrávky. Toto podrobné rozdělení jsme provedli pouze pro zkvalitnění naší akustické analýzy. Poté byla všechna poslechnutá a vypořizovaná data shromážděna do 30 minutového intervalu.

Pro každý interval jsme provedli one - zero smplovací metodu pro každou kategorii hlasu (kódování 1 = pozitivní, 0 = negativní) (tab. č. 8). K přesné identifikaci hlasů nám sloužil tedy kódovací manuál, kde byl pro každou kategorii vytvořen spektrogram a dále audio nahrávka.

Interval	woo-ac	woo	ga	fwa	tjong	neid1	neid2	neid3	neid4	neid5	neid6	neid7	neid8
10:30 11:00	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
11:00 11:30	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
11:30 12:00	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
12:00 12:30	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
12:30 13:00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:00 13:30	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
13:30 14:00	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:00 14:30	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
14:30 15:00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. č. 8 Ukázka one – zero smplovací metody pro každou kategorii.

Takto nadefinovaná data jsem dále upravila tak, abych z nich mohla provést statistickou analýzu.

3.4 Statistická analýza

Statistikou analýzu jsem prováděla v programu R 3. 1. 0, kam jsem vkládala tabulky, které byly ze smplovací metody „one-zero“ překomponovány na frekvence hlasů. Pro všechny své hypotézy jsem provedla nejdříve Shapirův – Wilkův test normality pro určení normality rozložení dat. Hladina významnosti byla $p < 0,005$. Pro zodpovězení první a třetí hypotézy byla data u všech tří zoologických zahrad nenormálního rozdělení. Tudiž jsem poté provedla neparametrický Kruskal -Wallisův test, díky kterému jsem zjistila, zda jsou mezi daty nějaké rozdíly a poté jsem provedla mnohonásobné porovnávání Post – hoc testem. U druhé hypotézy, kde jsem zjišťovala denní aktivitu komb, jsem u ostravské zoologické zahrady provedla jednocestnou ANOVU jelikož data splňovala normalitu dat. U ostatních ZOO jsem opět použila neparametrický Kruskal – Wallisův test.

Pro testování v programu R , jsem musela kategorie časových intervalů sjednotit do méně početných kategorií, které jsem nazvala jako: dopoledne, odpoledne, podvečer, večer (tab. č. 9). Tyto kategorie budou ve vizualizaci boxplotů. Pro přesnou vizualizaci jednotlivých intervalů jsem dále použila jednoduchých grafů.

Časový interval	Kategorie
9:00 9:30	Dopoledne
9:30 10:00	Dopoledne
10:00 10:30	Dopoledne
10:30 11:00	Dopoledne
11:00 11:30	Dopoledne
11:30 12:00	Dopoledne
12:00 12:30	Odpoledne
12:30 13:00	Odpoledne
13:00 13:30	Odpoledne
13:30 14:00	Odpoledne
14:00 14:30	Odpoledne
14:30 15:00	Odpoledne
15:00 15:30	Podvečer
15:30 16:00	Podvečer
16:00 16:30	Podvečer
16:30 17:00	Podvečer
17:00 17:30	Podvečer
17:30 18:00	Podvečer
18:00 18:30	Večer
18:30 19:00	Večer
19:00 19:30	Večer
19:30 20:00	Večer
20:00 20:30	Večer
20:30 21:00	Večer

Tab. č. 9 Sjednocení časových intervalů do čtyř kategorií pro výstup programu R.

4 Výsledky

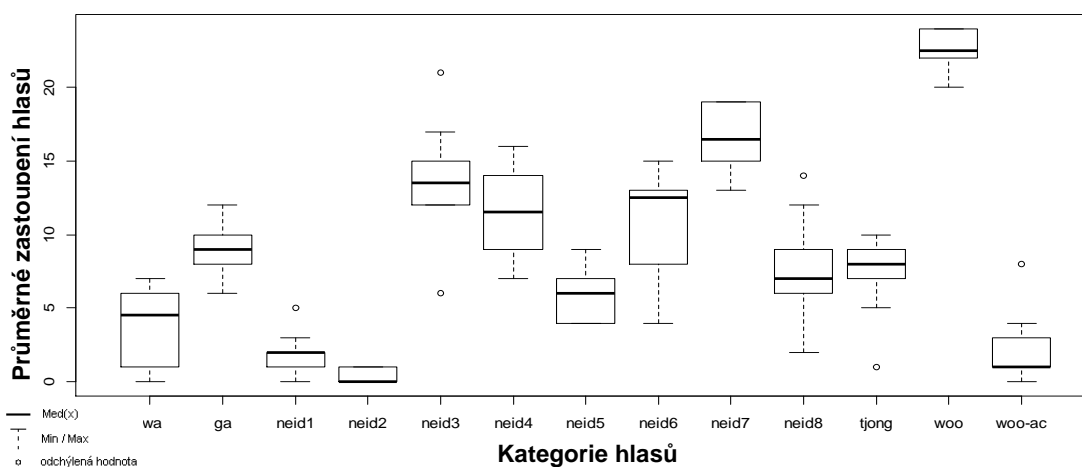
4.1 Zastoupení jednotlivých hlasů

Pražská skupina, která je nejpočetnější, vydala během 10 nahrávacích dní, v půlhodinových intervalech, 1131 hlasů. Vzhledem k one – zero smplovací metodě se nejedná o celkový počet všech hlasů, které komby během deseti dní vydaly, jde pouze o počet zaznamenání druhů hlasu v jednotlivých půlhodinových intervalech ze všech deseti dní. Z těchto hlasů průměrně dominovaly dva (obr. č. 18). Prvním z nich byl hlas „woo“ (22,7), který patří do kontaktních hlasů, které jedinci vydávají při přátelských interakcích (Zimmermann 1985). Druhým nejčastěji vydávaným hlasem je tzv. „neid7“ (16,6). Tento hlas je vydáván mláďaty, pokud se samice vzdálí od jejich hnízda (Zimmermann 1985). Pražská skupina komb vydávala poměrně heterogenní hlasy. Byly zde zaznamenány jak hlasy kontaktní (woo), tak také ve velké míře hlasy, které jsou vydávány při nějakém rozrušení, či při nějaké potyčce (ga, tjong, neid4) a v neposlední řadě hlasy které jsou používány při agresivních interakcích či vzájemných roztržkách např. „neid3“ (tab. č. 10). V této zoologické zahradě komby velice výrazně vydávaly také hlas „neid6“ (10,8), který nebyl identifikován dle behaviorálního kontextu z dřívějších studií a není přesně jasné, co by mohl vyjadřovat.

Kruskal - Wallisův test, $p < 0,001$

Hlas	woo-ac	woo	ga	fwa	Tjong	neid1	neid2	neid3	neid4	neid5	neid6	neid7	neid8
Průměr	2,1	22,7	9	3,7	7,4	1,8	0,3	13,7	11,5	5,9	10,8	16,6	7,6
Skupina	a,c	f	a,b,c,d,e,f	a,b,c	a,b,c,d,e	a,c	c	d,e,f	b,d,e,f	a,b,c,d	b,d,e,f	e,f	a,b,c,d,e

Tab. č. 10 Průměr = průměrné zastoupení jednotlivých hlasů; Skupina = mnohonásobné porovnání středních hodnot zastoupení hlasů.



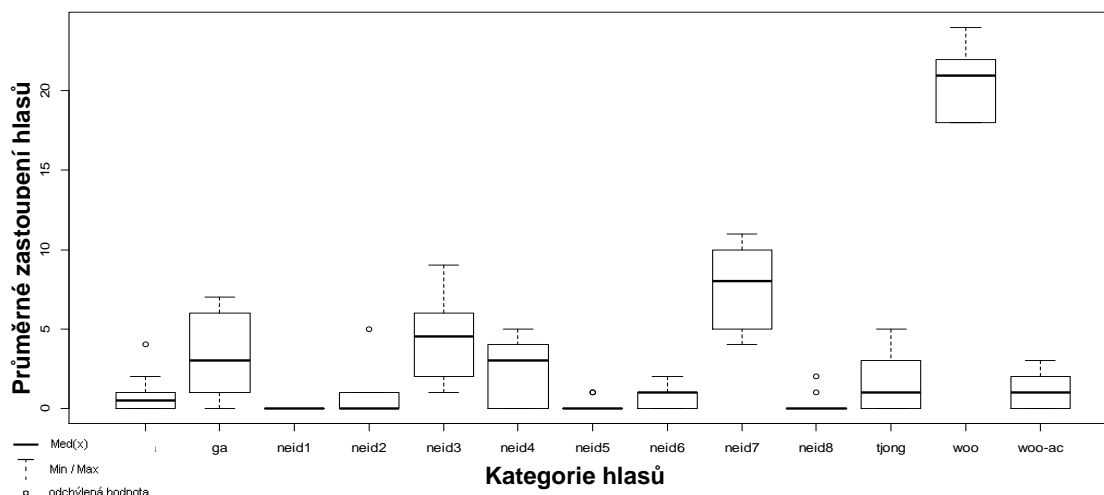
Obr. č. 18 Průměrné zastoupení jednotlivých hlasů v závislosti na kategorii hlasů vydávaných v pražské ZOO.

V ostravské zoologické zahradě jsou komby ušaté chované v méně početné skupině nežli v Praze. U této skupiny bylo zaznamenáno v půlhodinových intervalech celkově 434 hlasů. Celkové zastoupení jednotlivých hlasů je v této zoologické zahradě podstatně malé. Dominovaly zde čtyři nejčastěji vydávané hlasy (obr. č. 19). S největším zastoupením byl vydáván kontaktní hlas „woo“ (20,6). Druhým nejpočetnějším hlasem v této skupině, stejně jako v Praze, byl hlas mláďat (7,7). Dále ve velké míře komby vydávaly hlasy „ga“ (3,2) a „neid3“ (4,7). U této skupiny byl zcela eliminován hlas „neid1“, který komby vydávají při rvačkách, či honičkách v expozici. (tab. č. 11).

Kruskal - Wallisův test, $p < 0,001$

Hlasy	woo-ac	woo	ga	fwa	Tjong	neid1	neid2	neid3	neid4	neid5	neid6	neid7	neid8
Průměr	1,1	20,6	3,2	0,9	1,7	0	0,7	4,7	2,4	0,2	0,8	7,7	0,3
Skupina	a,b,c	d	a,b	a,b,c,d	a,b,c,d	A	a,b	a,c,d	a,b,c,d	a	a,b,c,d	a,d	a

Tab. č. 11 Průměr = průměrné zastoupení jednotlivých hlasů; Skupina = mnohonásobné porovnání středních hodnot zastoupení hlasů.



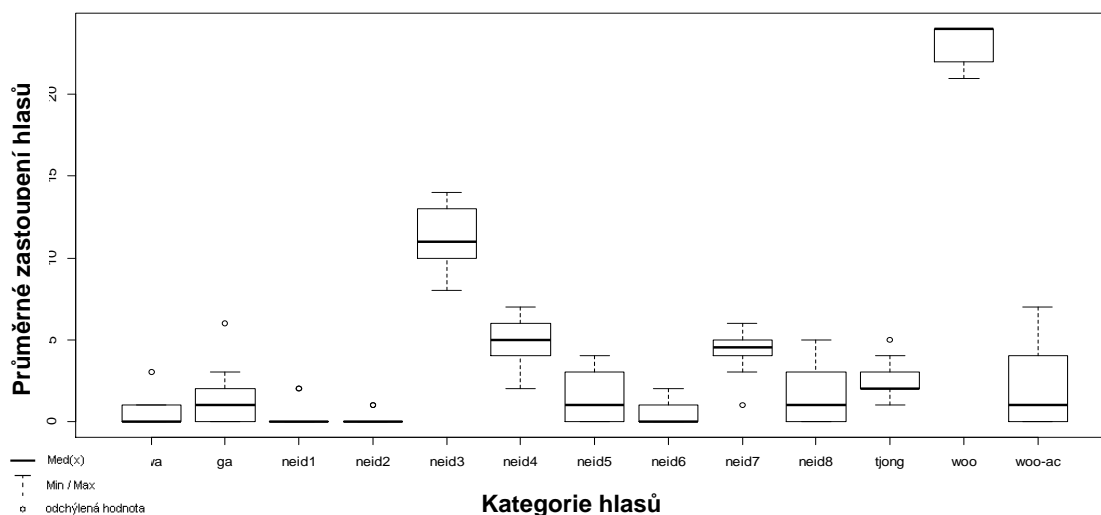
Obr. č. 19 Průměrné zastoupení jednotlivých hlasů v závislosti na kategorii hlasů vydávaných v ostravské ZOO.

V zoologické zahradě v Amersfoortu jsou tři skupiny komb v jedné místnosti. Celkově bylo zaznamenáno 542 hlasů v půlhodinových intervalech. Stejně jako u předešlých zoologických zahrad zde komby nejvíce vydávaly kontaktní hlas „woo“ (23,3) (tab. č. 12). Druhým nejvíce zaznamenaným hlasem byl „neid3“ (11,2) a dále hlasy „neid4“ a „neid7“ (obr. č. 20). Ve velmi malém zastoupení jsou zde hlasy „neid1“ (0,4) a „neid2“ (0,2).

Kruskal - Wallisův test, $p < 0,001$

Hlasy	woo-ac	woo	ga	fwa	tjong	neid1	neid2	neid3	neid4	neid5	neid6	neid7	neid8
Průměr	2	23,2	1,4	0,6	2,6	0,4	0,2	11,2	5	1,5	0,4	4,3	1,4
Skupina	a,b,c	d	a,b	a,b,c	a,b,c,d	a	A	d	c,d	a,b,c	a,b	a,c,d	a,b,c

Tab. č. 12 Průměr = průměrné zastoupení jednotlivých hlasů; Skupina = mnohonásobné porovnání středních hodnot zastoupení hlasů.



Obr. č. 20 Průměrné zastoupení jednotlivých hlasů v závislosti na kategorii hlasů vydávaných v Amersfoortu.

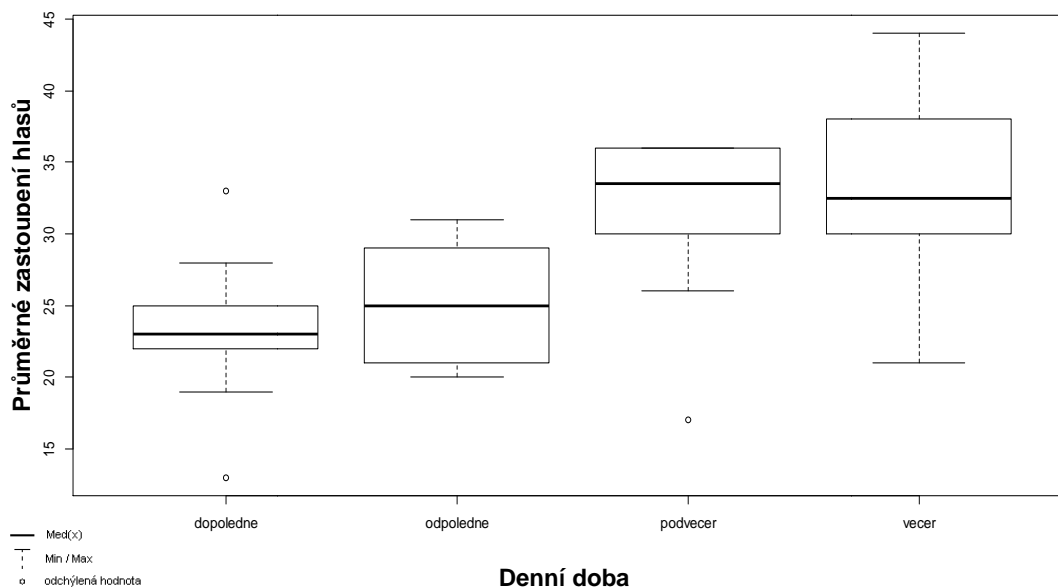
4.2 Denní hlasová aktivita

Ve všech zoologických zahradách byla zaznamenána hlasová aktivita komb po celý den. V pražské zoologické zahradě se signifikantně liší denní aktivita mezi dopolednem a večerem (obr. č. 21). V dopoledních hodinách bylo zaznamenáno v průměru nejmenší množství hlasů (23, 3). A Naopak nejmenší rozdíl mezi denní dobou v počtu zaznamenaných hlasů byl mezi dopoledne / odpoledne a podvečer / večer, viz tab. č. 13.

Kruskal - Wallisův test, $p < 0,001$

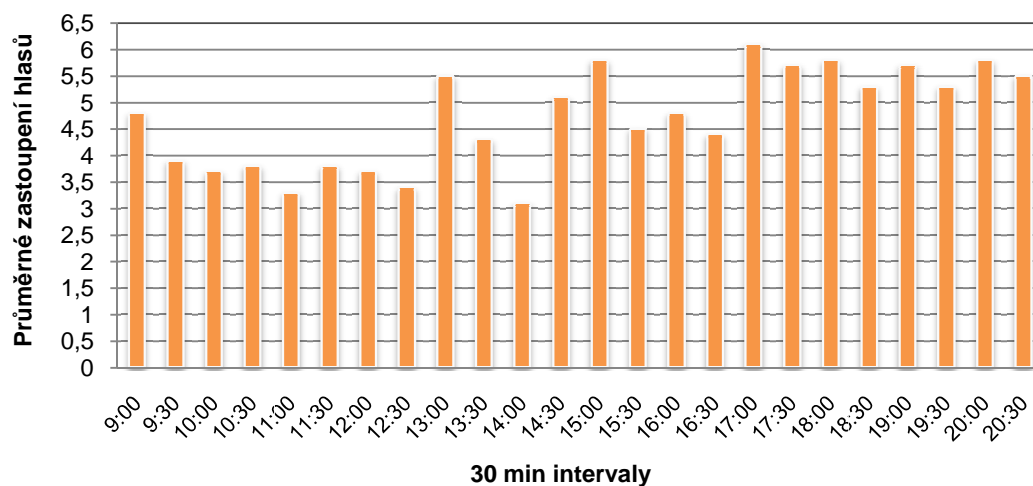
Doba	Dopoledne	Odpoledne	Podvečer	večer
Průměr	23,3	25,1	31,3	33,4
Skupina	a	a	b	b

Tab. č. 13 Průměr = průměrné zastoupení jednotlivých hlasů; Skupina = mnohonásobné porovnání středních hodnot zastoupení hlasů.



Obr. č. 21 Průměrné zastoupení hlasů v závislosti na denní době v pražské zoologické zahradě.

V dopoledních hodinách byly komy hlasově neaktivnější v intervalu od 9.00h do 9.30h a poté se postupně jejich aktivita snižovala. V odpoledních hodinách byla nejvyšší hlasová aktivita v intervalu od 12.30h do 13.00h a poté od 14.30 do 15.00. V podvečerním intervalu 17.00h se hlasová aktivita postupně stupňovala až do večerních hodin. Celková nejvyšší průměrná aktivita byla zaznamenána v odpoledních hodinách v intervalu od 16.30h do 17.00h (obr. č. 22).



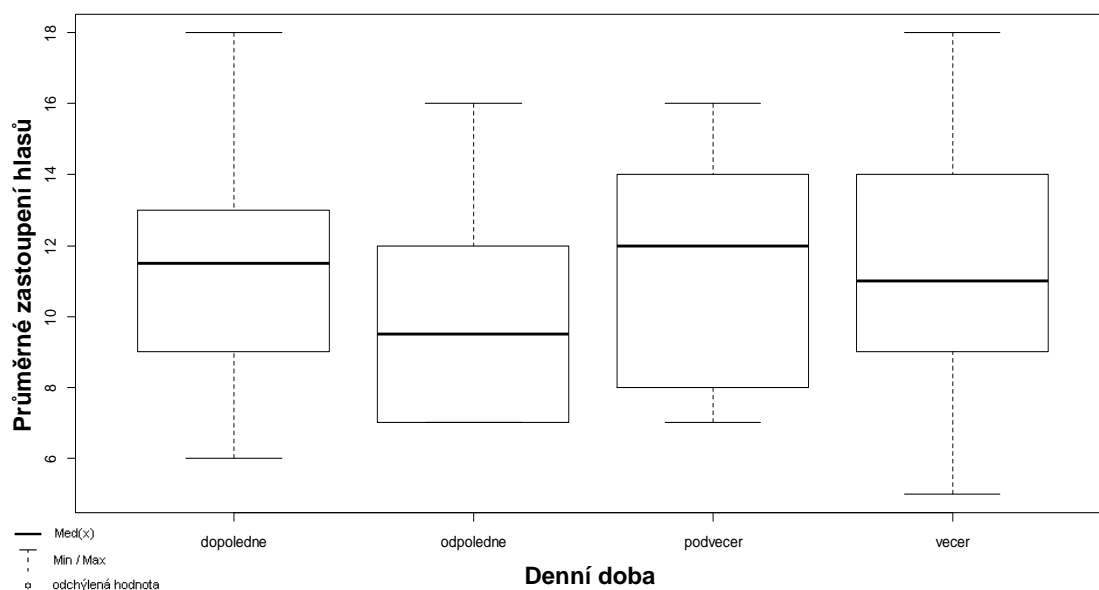
Obr. č. 22 Průměrná denní aktivita skupiny komb v Praze v 30minutových intervalech.

V ostravské zoologické zahradě není výrazně signifikantní rozdíl mezi denní hlasovou aktivitou komb. Nejnižší hlasová aktivita u této skupiny byla zaznamenána v odpoledních hodinách (10,2), viz obr. č. 23. Kdežto průměrné zastoupení hlasů v době dopoledne, v podvečer i večer bylo poměrně shodné (tab. č. 14).

ANOVA, $p = 0,87$

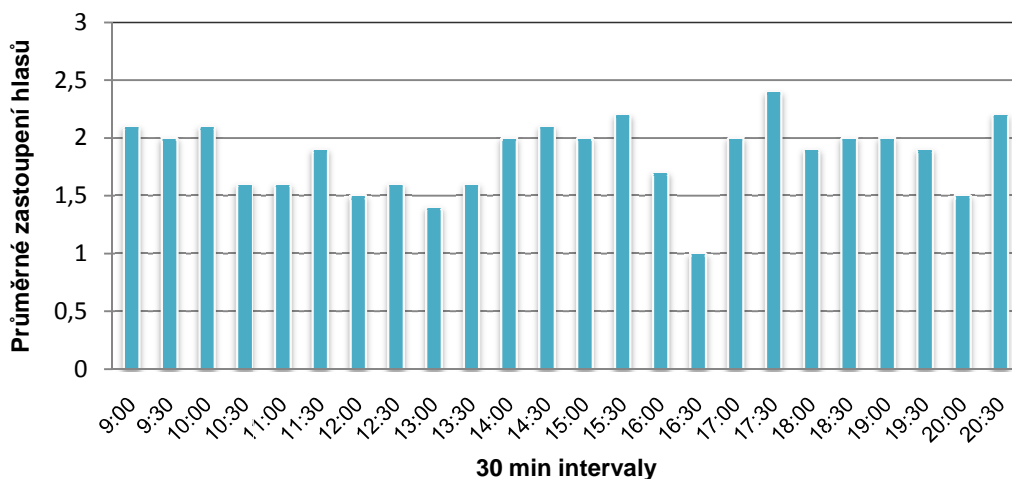
Doba	Dopoledne	Odpoledne	Podvečer	večer
Průměr	11,3	10,2	11,3	11,2
Skupina	a	a	a	a

Tab. č. 14 Průměr = průměrné zastoupení jednotlivých hlasů; Skupina = mnohonásobné porovnání středních hodnot zastoupení hlasů.



Obr. č. 23 Průměrné zastoupení hlasů v závislosti na denní době v ostravské zoologické zahradě.

V dopoledních hodinách byla hlasová aktivita poměrně konstantní v intervalech 9.00h - 10.00h a poté se opět snižovala. Odpoledne byla nejvýraznější hlasová aktivita v intervalech od 14.00h do 15.00h. Nejrapidnější snížení hlasové aktivity komb z celého dne bylo v podvečer, v intervalu od 16.00h do 16.30h. Kdežto naopak v intervalech od 17.00h a 17.30h byly komby ve své hlasové aktivitě nejaktivnější z celého dne. A poté, ve večerních intervalech, byla aktivita poměrně konstantní (obr. č. 24).



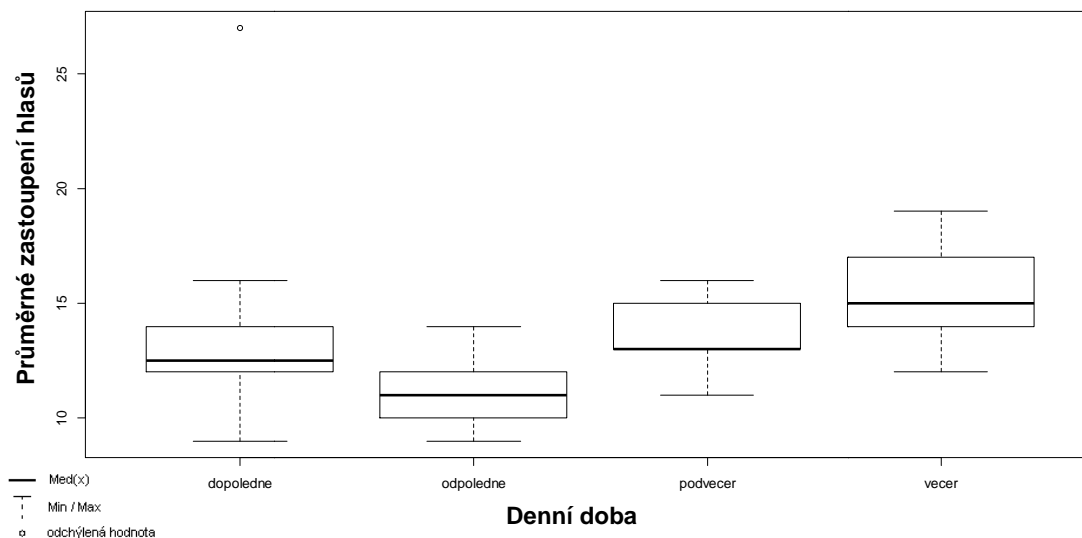
Obr. č. 24 Průměrná denní aktivita skupiny komb v Ostravě v 30minutových intervalech.

Komby ušaté v zoologické zahradě v Amersfoortu se svojí denní aktivitou shodují se skupinou v ostravské zoologické zahradě. V Amersfoortu byla opět nejmenší průměrná denní aktivita v odpoledních hodinách (obr. č. 25). Nejvyšší rozdíl byl mezi odpolední (11,2) a večerní hlasovou aktivitou (15,4). Naopak nejmenší rozdíl v hlasové aktivitě byl mezi dopolednem (13,9) a podvečerem (13,5), viz tab. č.15.

Kruskal - Wallisův test, $p < 0,001$

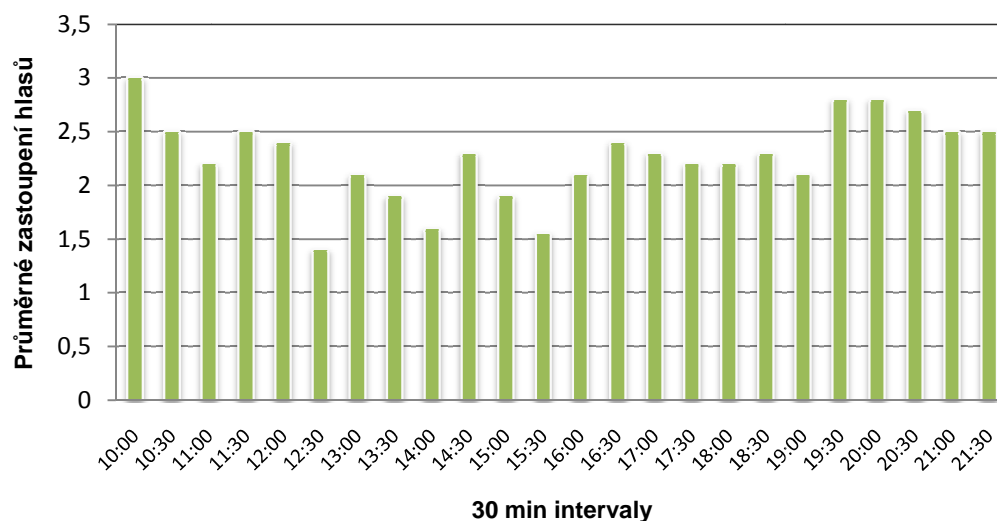
Doba	Dopoledne	Odpoledne	Podvečer	večer
Průměr	13,9	11,2	13,5	15,4
Skupina	a	a, b	a	a, b

Tab. č. 15 Průměr = průměrné zastoupení jednotlivých hlasů; Skupina =mnohonásobné porovnání středních hodnot zastoupení hlasů.



Obr. č. 25 Průměrné zastoupení hlasů v závislosti na denní době v zoologické zahradě v Amersfoortu.

V Amersfoortu byla průměrně nejvýraznější hlasová aktivita celého dne v dopolední době, v intervalu 10.00h - 10.30h. V odpoledních hodinách byla hlasová aktivita největší mezi intervaly 14.00h - 14.30h. V podvečer bylo zastoupení hlasů poměrně konstantní a ve večerních hodinách mezi intervaly 19.00h až 20.30h byla hlasová aktivita komb opět větší (obr. č. 26).



Obr. č. 26 Průměrná denní aktivita komb v Amersfoortu v 30minutových intervalech.

4.3 Zastoupení druhově specifických hlasů

Komby ušaté vydávaly ve všech pozorovaných zoologických zahradách významné hlasy, které jsou druhově specifické. Hlas „woo – ac“ byl v průměru shodně vydáván v pražské zoologické zahradě (2,1) a v zoologické zahradě v Amersfoortu (2) (tab. č. 16). Nejméně vydávaly hlas „woo – ac“ komby chované v Ostravě (1,1), viz obr. č. 27, kde je nejméně početná skupina komb.

Kruskal - Wallisův test, $p < 0,004$

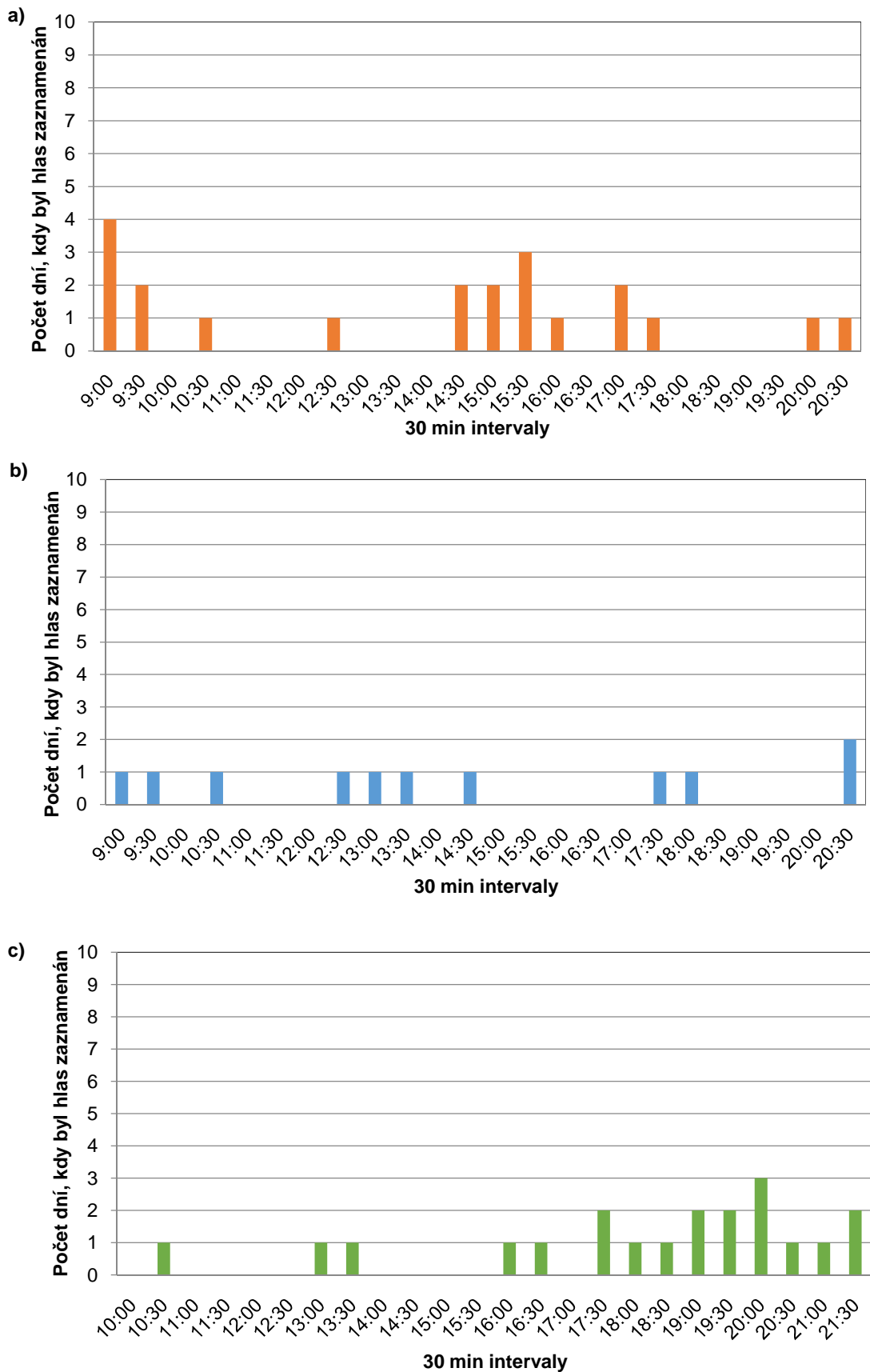
ZOO	Praha	Ostrava	Amersfoort
Průměr	2,1	1,1	2
Skupina	b	a	a

Tab. č. 16 Průměr = průměrné zastoupení „woo-ac“, Skupina = mnohonásobné porovnání středních hodnot zastoupení „woo-ac“ mezi ZOO.



Obr. č. 27 Zastoupení hlasu „woo-ac“ v jednotlivých zoologických zahradách.

Druhově specifický hlas „woo – ac“ byl zaznamenán ve čtyřech dnech ze všech deseti pozorovaných dní. V Praze byl nejpočetněji vydáván hned ráno v intervalu od 9.00h do 9.30h, kdy se pavilón otevírá veřejnosti (obr. č. 28a). Od 15.30h až 16.00h byl hlas zaznamenán ve třech dnech, což je doba, kdy se naopak pavilón pro veřejnost uzavírá. V Ostravě komby druhově specifický hlas „woo-ac“ vydávaly podstatně méně nežli v Praze. Z uvedených časových intervalů byl nejvíce zaznamenán v době od 20.30h do 21.00h a to pouze ve dvou pozorovaných dnech. V ostatních intervalech byl hlas zaznamenán vždy jen v jednom dni (obr. č. 28b). U skupiny komb v Amersfoortu byla největší aktivita vydávání toho hlasu v podvečerních a večerních hodinách. Od intervalu 17.30h byl hlas vydáván až do 22.00h. V tomto časovém rozmezí byl nejpočetněji hlas zaznamenán v intervalu 20.00 a to celkem ve třech dnech našeho monitoringu (obr. č. 28c).



Obr. č. 28 Počet dní z celkového počtu deseti dní, ve kterých bylo v jednotlivých půlhodinových intervalech zaznamenáno vydávání hlasu „woo – ac“; **a)** Praha **b)** Ostrava **c)** Amersfoort.

Druhým hlasem, který je poměrně variabilní a je vydáván při velkém rozrušení je „fwa“. Tento hlas se vyznačuje jako druhově specifický především díky jeho tonální variantě. Nejvíce byl zastoupen v pražské zoologické zahradě (3,7), viz tab. č. 17. Mezi zahradami v Ostravě a Amersfoortu není výrazný rozdíl v zastoupení hlasu (obr. č. 29). Obě zahrady se v průměrném zastoupení hlasu téměř shodují.

Kruskal - Wallisův test, $p < 0,004$

ZOO	Praha	Ostrava	Amersfoort
Průměr	3,7	0,9	0,6
Skupina	b	a	a

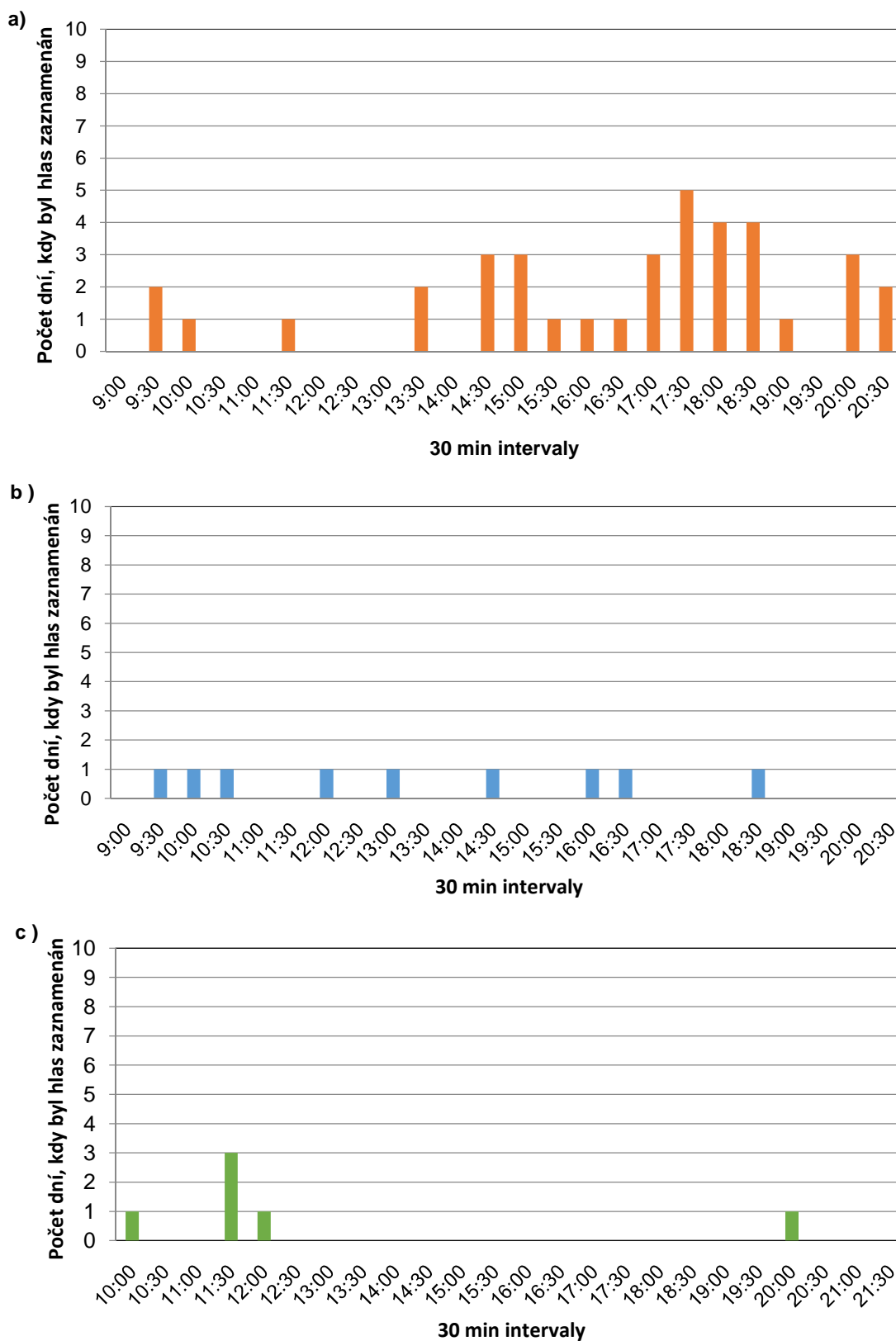
Tab. č. 17 Průměr = průměrné zastoupení „fwa“, Skupina = mnohonásobné porovnání středních hodnot zastoupení „fwa“ mezi ZOO.



Obr. č. 29 Zastoupení hlasu „fwa“ v jednotlivých zoologických zahradách.

U pražské skupiny komb byl tento hlas zaznamenán v pěti dnech, což je největší počet dní ze všech tří skupin komb. Hlasová aktivita „fwa“ připadala převážně na odpolední až večerní hodiny. Nejvýznamnější hlasová aktivita byla v 17.30h, kde byl hlas zaznamenán v pěti dnech z celkových deseti pozorovaných dnů (obr. č. 30a). V ostravské zoologické zahradě nebyl zaznamenán výrazný rozdíl mezi jednotlivými intervaly. Zaznamenán byl vždy jen v jednom dnu v různé časové době (obr. č. 30b). U komb ušatých v Amersfoortu také nebyl hlas výrazně vydáván. Pouze v intervalu 11.30h byl hlas zaznamenán ve třech dnech (obr. č. 30c). Ve srovnání v zastoupení zaznamenaných hlasů ve všech intervalech byl hlas „fwa“ v Amersfoortu vydáván méně než v Ostravě. V Amersfoortu byl

zaznamenán pouze ve čtyřech intervalech, kdežto v Ostravě byl zaznamenán celkově v devíti intervalech.



Obr. č. 30 Počet dní z celkového počtu deseti dní, ve kterých bylo v jednotlivých půlhodinových intervalech zaznamenáno vydávání hlasu; **a) Praha b) Ostrava c) Amersfoort.**

Třetí hlas „tjong“ je vydáván při mírnějším rozrušení. Jeho tonální varianta se vyznačuje druhově specifickou strukturou. Tento hlas byl v porovnání mezi skupinami opět nejvýrazněji vydáván kombami chovanými v Praze. V Praze zastupoval v průměru 7,4 hlasů ze všech zaznamenaných hlasů v půlhodinových intervalech (tab. č. 18). V Ostravě a Amersfoortu byl hlas vydáván pouze kolem průměru 1 z celkově zaznamenaných hlasů (obr. č. 31).

Kruskal - Wallisův test, $p < 0,004$

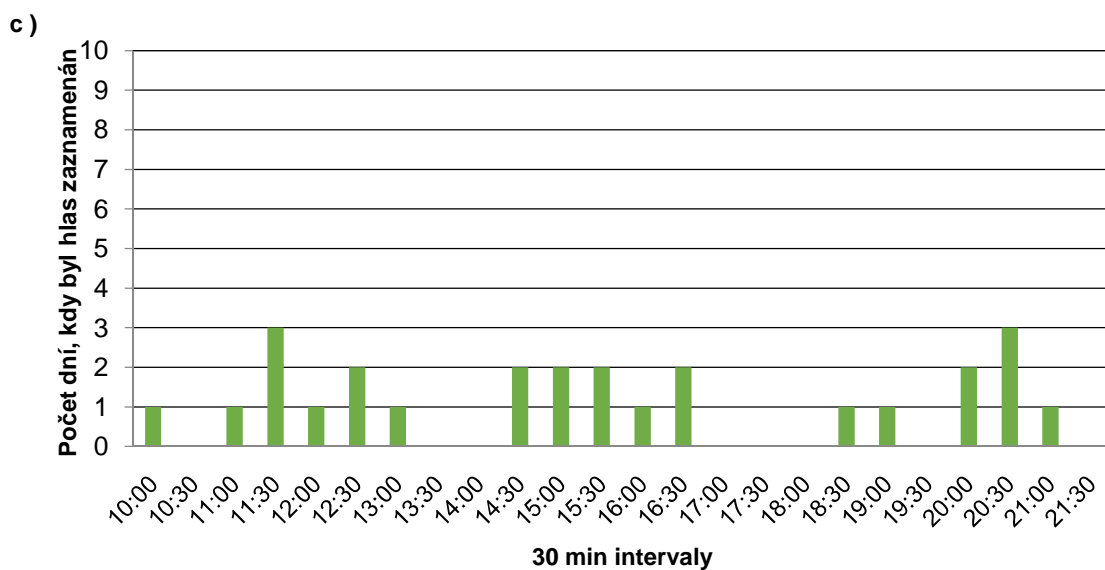
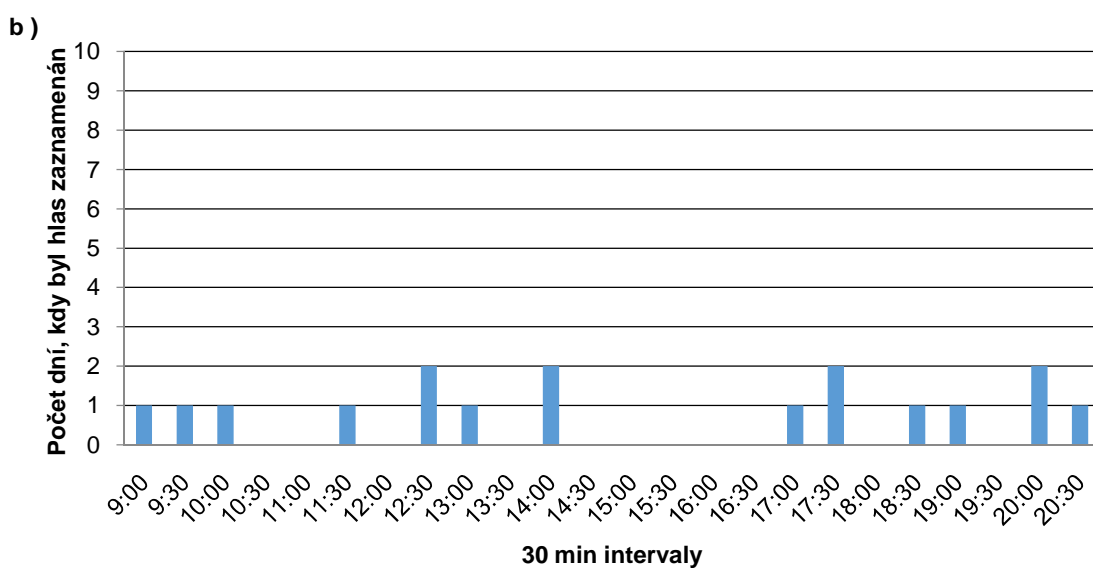
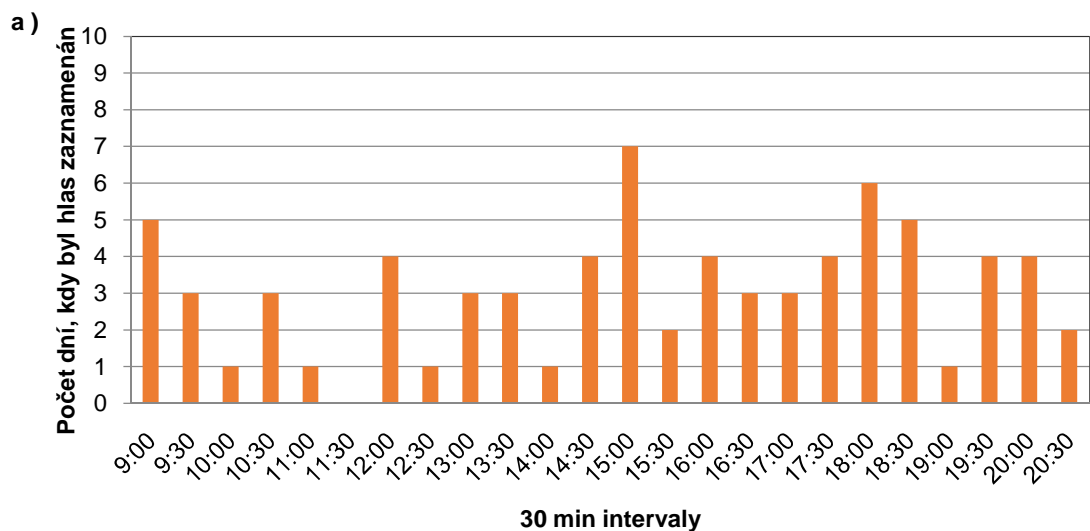
ZOO	Praha	Ostrava	Amersfoort
Průměr	7,4	1,1	0,6
Skupina	b	a	a

Tab. č. 18 Průměr = průměrné zastoupení „tjong“, Skupina = mnohonásobné porovnání středních hodnot zastoupení „tjong“ mezi ZOO.



Obr. č. 31 Zastoupení hlasu „tjong“ v jednotlivých zoologických zahradách.

Tento hlas byl ve srovnání v počtu zaznamenaných dní nejvíce vydáván v Praze. Mimo interval 11.30h byl průměrně zastoupen v každém intervalu celého monitorovacího dne. V rozmezí denních dob odpoledne a podvečera v intervalu 15.00h byl tento hlas zaznamenan celkem v sedmi dnech. Poté byl hlas vydáván ve večerním intervalu 18.00h v šesti dnech z celkového počtu deseti dnů (obr. č. 32a). V Ostravě tento hlas komby vydávaly mnohem častěji nežli hlasy „woo-ac“ a „fwa“. Ve dvou odpoledních a večerních intervalech byl hlas zaznamenan vždy ve dvou dnech (obr. č. 32b). v Amersfoortu byl hlas nejvíce zaznamenan ve třech dnech a to v dopoledním intervalu 11.30h a ve večerním intervalu 20.30h (obr. č. 32c).



Obr. č. 32 Počet dní z celkového počtu deseti dní, ve kterých bylo v jednotlivých půlhodinových intervalech zaznamenáno vydávání hlasu; **a)** Praha **b)** Ostrava **c)** Amersfoort.

5 Diskuse

I přes to, že byl akustický monitoring studován u komb ušatých, které jsou chované v zajetí a nikoliv ve volné přírodě, byl zaznamenán vcelku pestrý hlasový repertoár. Všechny tři pozorované skupiny komb vydávaly během své celodenní aktivity celou řadu různorodých hlasů. Díky tomu, že byl monitoring prováděn ve více zoologických zahradách a u různě početných skupin komb, můžeme tvrdit, že komby v expozicích pravidelně vydávají hlasy, které slouží k navazování kontaktu mezi členy skupiny, doprovázejí vzájemné šarvátky či hlasy, které jsou vydávány při různé míře znepokojení nebo při agresivních interakcích. Náš popsáný hlasový repertoár komb skýtá třináct kategorií hlasů, což je o pět hlasů méně než popisuje Zimmermann (1985) ve své studii. Důvodem toho, že jsme u těchto skupin nenašli celý repertoár, který byl dříve popsán, je ten, že jsme nemohli zjistit přesný behaviorální kontext, díky němuž je možné hlasy rozlišit. Některé kategorie, které byly popsány dříve, se vyznačují nízkou intenzitou, a proto se nám je nemuselo podařit zaznamenat. Takovým hlasem je například „woo5“, který komby vydávají během spánku či snění (Zimmermann 1985).

Ve všech třech zoologických zahradách byly v expozici společně s kombami i jiná zvířata. Vzhledem k tomu, že se jejich hlasy liší jak intenzitou, tak strukturním složením, nemohlo dojít k záměně hlasů mezi nimi a kombami. V pražské zoologické zahradě vydávaly komby širokou škálu hlasů. Důvodem tohoto pestrého repertoáru může být i fakt, že tato skupina je nejpočetnější. Druhým faktorem může být větší zastoupení samců nežli samic. Samci žijí ve volné přírodě spíše soliterně, proto zde může docházet k různým agresivním interakcím či šarvátkám. V neposlední řadě zde může hrát roli i to, že během akustického monitoringu byla v expozici mláďata a samice tak mohly být stresované a agresivnější a vydávat tak větší množství hlasů. V zoologické zahradě v Amersfoortu jsou tři skupiny komb v jedné místnosti, v zázemí. To, že jsme v Amersfoortu díky one – zero smplovací metodě zaznamenali, v půlhodinových intervalech, velké množství hlasů, může být důsledek toho, že jsou zvířata rozdělena do klecí po skupinkách a mají tak tendenci mezi sebou více komunikovat. Pokud porovnáme tyto dvě zoologické zahrady se zoologickou zahradou v Ostravě, vidíme výrazný rozdíl v zastoupení jednotlivých hlasů. V Ostravské zoologické zahradě skupina komb, v porovnání se skupinami v Praze a Amersfoortu, téměř nevokalizovala. Není zde zdaleka tak pestrý repertoár jako v obou předešlých zoologických zahradách i přes to, že jsou zde také mláďata v expozici. Můžeme tedy usuzovat, že v početnějších skupinách mezi

sebou komby daleko více komunikují, navazují přátelské interakce, honičky rvačky, apod. nežli v menších skupinách, tedy například v Ostravě. V této zoologické zahradě je hlasový repertoár včetně hlasu „neid7“ založen spíše na jednotvárném kontaktním hlase „woo“ a poté na hlasech „neid3“ a „neid4“, které komby vydávají při rozrušení. Ostatní námi popsané hlasy byly zaznamenány, ale byly vydávány ve velmi malém množství.

Hosey (2005) ve své studii uvádí několik hlavních důvodů, proč by se zvířata mohla chovat jinak v zajetí než ve volné přírodě. Jedním z hlavních důvodů je vysoké procento každodenní návštěvnosti lidí a s ním spojený hluk. Skupina v pražské zoologické zahradě měla nejvýraznější hlasovou aktivitu mezi ostatními pozorovanými skupinami komb. V nočním pavilónu se otevírá vstup pro veřejnost v 9.00h a uzavírá se v 18.00h. Z výsledků vyplývá, že největší aktivita byla hned ráno při otevření a poté se postupně snižovala. Nejvíce a nejkonstantněji se komby hlasově projevovaly až v podvečerních a večerních hodinách, tj. 17.00h až 21.00h, což by mohlo vést k úsudku, že návštěvnost lidí, i přes teorii habituace, hraje roli v hlasové aktivitě komb v Praze. Podobně je tomu také v zoologické zahradě v Amersfoortu, kde jsou opět dva denní vrcholy hlasové aktivity komb. Prvním vrchol je ráno, tj. 10.00h a druhý naopak večer od 19.30h. I u těchto tří skupin by mohla hrát roli návštěvnost lidí v rozvržení hlasové aktivity komb, nicméně se v tomto případě spíše jedná o neustálý hluk ze strany personálu, jelikož jsou klece usazeny v zázemí. Oproti tomu, skupina komb v Ostravě, která je nejméně početnou skupinou, měla hlasovou aktivitu ve třech denních vrcholech. První je v dopoledních hodinách, poté v odpoledních a večerních. Nicméně tato skupina vokalizovala velice málo, tudíž nemůžeme s jistotou říct, zda v tomto případě hrála roli právě návštěvnost lidí.

V pražské a ostravské zoologické zahradě nemají skupiny komb možnost akustického ani jiného kontaktu s jinou skupinou a i přesto vydávají velké množství hlasů a především také druhově specifické hlasy. Středem zájmu naší studie byl druhově specifický hlas „woo-ac“, dříve popsán jako „woo 1“ (Zimmerman 1988), známý také jako „advertisement call“ nebo „loud call“ (Bearder 1995), který by mohl být využit jako užitečný znak při determinaci druhu. Ve všech třech pozorovaných zoologických zahradách byl tento hlas zaznamenán, tudíž se můžeme domnívat, že zde není závislost mezi velikostí skupiny a vydáváním tohoto hlasu. Pokud srovnáme jen Prahu s Ostravou bez Amersfoortu, kde jsou skupiny komb rozděleny, můžeme říct, že zde není ani závislost kontaktu s jinými skupinami komb na vydávání hlasu „woo-ac“. Pokud se jedná o množství zaznamenání samotného hlasu, je zajímavé, že v Praze a Amersfoortu byl téměř shodný poměr

zaznamenaných hlasů, i přes to, že v Praze skupina komb vokalizovala téměř dvakrát tolik, co v Amersfoortu. Zde můžeme usuzovat, že velkou roli v tomto případě hraje právě komunikace mezi jednotlivými od sebe izolovanými skupinami komb, které jsou v Amersfoortu v jedné místnosti a díky tomu vydávají velké množství hlasů proto, aby mohly mezi sebou komunikovat. Ve všech pozorovaných zahradách nemůžeme určit žádnou přesnější dobu, kdy komby hlas pravidelněji vyvozují, jelikož v každé zoologické zahradě tomu bylo jinak. Anderson et al. (2000) uvádí krom druhově specifického hlasu „woo-ac“, také hlasy „fwa“ a „tjong“, které se mezi druhy liší převážně tonální variantou a proto jsem i tyto dva hlasy uvedla do své studie. Oba tyto hlasy komby vydávají při nějakém rozrušení. Nic méně můžeme pouze potvrdit, že komby ve všech třech zoologických zahradách hlasy vydávají, ale stejně jako u hlasu „woo-ac“ nemůžeme přesněji určit bližší dobu, kdy komby hlasy vydávají pravidelněji.

V naší studii se ukázalo, že díky akustickému monitoringu můžeme zjistit narození mláďat, aniž by ošetřovatelé museli zvířata vyrušovat otevíráním jejich krytových boudiček, což by pravděpodobně mohlo být využitelné i u jiných druhů. Mnohá mláďata se hned po narození ozývají charakteristickými zvuky, které nejsou součástí hlasového repertoáru dospělých jedinců a pokud jsou tyto zvuky patřičně intenzivní, mohly by být jednoduše zaznamenány, například nějakým nahrávacím zařízením umístěným v blízkosti hnízdní budky. Tento hlas se podařilo ve všech třech zoologických zahradách zaznamenat ve velmi početném poměru ve srovnání s ostatními hlasy.

Pro další studie by se mohla využít možnost „playback“, tedy přehrání hlasů jiných skupin komb, skupinám, které jsou v zoologických zahradách. Po menší skupiny, jako je v Ostravě, by tato metoda mohla pomoci obohatit zastoupení jednotlivých hlasů a naopak u velkých skupin by bylo zajímavé pozorovat, jak by na přítomnost jiné skupiny reagovali a jaké hlasy by vydávaly nejvíce.

Výhody bioakustických metod jsou především jejich finanční dostupnost. Jejich využití je však podmíněno faktem, že sledovaný problém lze pomocí nich uchopit, například zvířata jsou dostatečně hlasově aktivní, vydávají druhově specifické nebo snadno rozpoznatelné hlasy nebo je dostupný srovnávací materiál.

6 Závěr

Výsledky ukazují, že komby ušaté, které žijí v zoologických zahradách, pravidelně vydávají širokou škálu hlasů. Ve všech třech pozorovaných zoologických zahradách vydávají komby hlasy v průběhu celého dne. Druhově specifické hlasy byly zaznamenány ve všech pozorovaných ZOO bez ohledu na velikost skupiny, což by mohlo být dobrým ukazatelem pro další studie zabývající se druhově specifickými hlasy. Tyto hlasy komby vydávaly v každé zoologické zahradě v zcela odlišnou denní dobu, tudíž nelze potvrdit, kdy je komby vydávají nejvíce.

Během akustického monitoringu byly zaznamenány specifické hlasy mláďat a to ve všech pozorovaných skupinách komb ušatých. Přítomnost tohoto hlasu v nahrávkách může vést k dalšímu využití bioakustických metod, kdy není zapotřebí stresovat zvířata otevíráním boudiček, aby se zjistila přítomnost mláďat, ale je možné nasadit k boudičce rekordér a díky zaznamenání specifického hlasu určit, zda se tam mláďata vyskytují či nikoliv.

Akustický monitoring může sloužit tedy jak k objasnění otázek ohledně hlasové aktivity primátů, tak také pomoci při šetrném zacházení se zvířaty.

7 Literatura

- Anderson, M. J. (1999). The use of hand morphology in the taxonomy of galagos. *Primates*, 40(3), 469-478.
- Anderson, M. J. (2000). Penile morphology and classification of bush babies (subfamily Galagoninae). *International journal of primatology*, 21(5), 815-836.
- Anderson, M. J., Ambrose, L., Bearder, S. K., Dixson, A. F., & Pullen, S. (2000). Intraspecific variation in the vocalizations and hand pad morphology of southern lesser bush babies (*Galago moholi*): A comparison with *G. senegalensis*. *International Journal of Primatology*, 21(3), 537-555.
- Anderson, M. J. (2001). The use of hair morphology in the classification of Galagos (Primates, Subfamily Galagoninae). *Primates*, 42(2), 113-121.
- Aich, H., Moos-Heilen, R., & Zimmermann, E. (1990). Vocalizations of adult gelada baboons (*Theropithecus gelada*): acoustic structure and behavioural context. *Folia primatologica*, 55(3-4), 109-132
- Au, W. W. L. (1993). *The sonar of dolphins*. Springer.
- Boutan, L. (1913). Le pseudo-langage. Observations effectuées sur un Anthropoïde: le Gibbon (*Hylobates leucogenys* Ogilby). *Acta Soc. Linn. Bordeaux* 67: 5 -80
- Brockelman, W. Y. (1978). Preliminary report on relations between the gibbons *Hylobates lar* and *H. pileatus* in Thailand. *Recent advances in primatology*, 3, 315-318.
- Buesching, C., Heistermann, M., Hodges, J., & Zimmermann, E. (1998). Multimodal oestrus advertisement in a small nocturnal prosimian, *Microcebus murinus*. *Folia Primatologica*, 69(Suppl. 1), 295-308.
- Butynski, T. M., & de Jong, Y. A. (2004). Natural history of the Somali lesser galago (*Galago gallarum*). *Journal of East African Natural History*, 93(1), 23-38.
- Burton, J. A., & Nietsch, A. (2010). Geographical variation in duet songs of Sulawesi tarsiers: Evidence for new cryptic species in south and southeast Sulawesi. *International journal of primatology*, 31(6), 1123-1146.
- Carlson, G., & Trost, C. H. (1992). Sex determination of the Whooping Crane by analysis of vocalizations. *Condor*, 532-536.
- Carpenter, C. R. (1984). *A Field Study in Siam of the Behavior and Social Relations of the Gibbon (Hylobates Lar)*. AMS Press.
- Clarke, A. S., & Mason, W. A. (1988). Differences among three macaque species in responsiveness to an observer. *International journal of primatology*, 9 (4), 347-364
- DelPero, M., Pozzi, L., & Masters, J. C. (2006). A composite molecular phylogeny of living lemuroid primates. *Folia Primatologica*, 77(6), 434-445.

Demars, C, and Goustard, M. (1978): Le 'grand chant' d'*Hylobates concolor leucogenys*: comparaison avec les émissions sonores homologues 211 d'*H. concolor gabriellae* et d'*H. klossii* (îles Mentawai, ouest Sumatra). *Behaviour* 65: 1 -26.

Drewitt, A. L., & Langston, R. H. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis*, 148(s1), 29-42.

Farmer, H. L., Plowman, A. B., & Leaver, L. A. (2011). Role of vocalisations and social housing in breeding in captive howler monkeys *Alouatta caraya*). *Applied Animal Behaviour Science*, 134(3), 177-183.

Farnsworth, A., & Russell, R. W. (2007). Monitoring flight calls of migrating birds from an oil platform in the northern Gulf of Mexico. *Journal of field ornithology*, 78(3), 279-289.

Finlay, T., James, L.R., Maple, T.L., 1988. People's perception of animals: the influence of zoo environment. *Environ. Behav.* 20, 508–528. Fitch-Snyder, H., 1993. The lion-tails

Fischer, J., Noser, R., & Hammerschmidt, K. (2013). Bioacoustic field research: a primer to acoustic analyses and playback experiments with primates. *American journal of primatology*, 75(7), 643-663.

Friderun Ankel-Simons. (2000). *Primate anatomy: an introduction*. Academic Press.

Gaisler, J. (1989): Úvod do etologie. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 148 s

Geissmann, T. (1984). Inheritance of song parameters in the gibbon song, analysed in 2 hybrid gibbons (*Hylobates pileatus* × *H. lar*). *Folia primatologica*, 42(3 -4), 216-235.

Griffin, D. R. (1958). *Listening in the dark: the acoustic orientation of bats and men*.

Harcourt, A.H., Stewart, K.J., and Harcourt, D.E. (1986): Vocalizations and social relationships of wild gorillas: a preliminary analysis. In *Current Perspectives in Primate Social Dynamics* (eds. D. M. Taub and F.A. King), pp. 346-356. New York.

Hosey, G. R. (2005). How does the zoo environment affect the behaviour of captive primates?. *Applied Animal Behaviour Science*, 90(2), 107-129.

Hueppop, O., Dierschke, J., EXO, K. M., Fredrich, E., & Hill, R. (2006). Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. *Ibis*, 148(s1), 90-109.

Chatterjee, H. J., Ho, S. Y., Barnes, I., & Groves, C. (2009). Estimating the phylogeny and divergence times of primates using a supermatrix approach. *BMC Evolutionary Biology*, 9 (1), 259.

Johnson, M., Madsen, P. T., Zimmer, W. M., De Soto, N. A., & Tyack, P. L. (2004). Beaked whales echolocate on prey. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 271(Suppl 6), S383-S386.

Kingdon, J. (1997). *The Kingdon Field Guide to African Mammals*. Collins, London

- Konishi, M., & Knudsen, E. I. (1979). The oilbird: hearing and echolocation. *Science*, 204(4391), 425-427
- Lindburg, D. G. (1990). Proceptive calling by female lion-tailed macaques. *Zoo biology*, 9 (6), 437-446.
- Maina, J. N. (1990). A morphological and morphometric study of the prosimian lung: the lesser bushbaby *Galago senegalensis*. *Journal of anatomy*, 172, 129.
- Maples, E. G., Haraway, M. M., & Hutto, C. W. (1989). Development of coordinated singing in a newly formed siamang pair (*Hylobates syndactylus*). *Zoo biology*, 8 (4), 367-378.
- Marler, R., Tenaza, R.R. (1977). Signaling behavior of apes with special reference to vocalizations; in Sebeok, How animals communicate, pp. 965- 1033 (Indiana University Press, Bloomington
- Markowitz, H. (1982). Behavioral enrichment in the zoo. Van Nostrand Reinhold.
- Martin, P., Bateson, P. (2007). Measuring behaviour: an introductory Guide (3rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Masters, J. C., Boniotto, M., Crovella, S., Roos, C, Pozzi, L., & Delpero, M. (2007). Phylogenetic relationships among the Lorisioidea as indicated by craniodental morphology and mitochondrial sequence data. *American Journal of Primatology*, 69(1), 6 -15.
- McCowan, B., & Rommeck, I. (2006). Bioacoustic monitoring of aggression in group-housed rhesus macaques. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 9 (4), 261-268.
- Moos-Heilen, R., & Sossinka, R. (1990). The influence of oestrus on the vocalization of female gelada baboons (*Theropithecus gelada*). *Ethology*, 84(1), 35-46.
- Nelson, D. E., Alkon, P. U., & Krausman, P. R. (2005). Using acoustic telemetry to monitor foraging by penned mule deer. *Wildlife Society Bulletin*, 33(2), 624-632.
- Nicolson, D. (1998). A comparison of the calls of captive and wild white-handed gibbons (*Hylobates lar*) and the effects of playbacks on captive white-handed gibbons (Doctoral dissertation, York University Toronto, Ontario).
- Novick, A. (1959). Acoustic orientation in the cave swiftlet. *Biological Bulletin*, 497-503.
- O'Farrell, M. J., & Gannon, W. L. (1999). A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. *Journal of Mammalogy*, 24-30.
- O'Farrell, M. J., & Miller, B. W. (1999). Use of Vocal Signatures for the Inventory of Free-flying Neotropical Bats. *Biotropica*, 31(3), 507-516.
- Perkin, A. (2007). Comparative penile morphology of East African galagos of the genus *Galagoides* (family Galagidae): implications for taxonomy. *American journal of primatology*, 69(1), 16-26.
- Phokin, S.U. (1983): Sound communication and behaviour in the common pheasant in captivity. In *Artificial Breeding of Pheasants*, pp. 158- 168. Moscow

- Radick, G. (2008). The simian tongue.
- R Core team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rhoads, D. L., & Goldsworthy, R. J. (1979). The effects of zoo environments on public attitudes toward endangered wildlife. *International Journal of Environmental Studies*, 13(4), 283-287.
- Roos, C. (2003). Molekulare Phylogenie der Halbaffen, Schlankaffen und Gibbons (Doctoral dissertation, Technische Universität München, Universitätsbibliothek).
- Roos, C., Schmitz, J., & Zischler, H. (2004). Primate jumping genes elucidate strepsirrhine phylogeny. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(29), 10650-10654.
- Specht, R. (2007). Avisoft-SASLab Pro ver. 4.39. Sound analysis and synthesis software. *Avisoft Bioacustics, Berlin, Germany*.
- Stiner, E., Turmelle, A. (2003): Galagid Taxonomy and the Placement of the Needle-clawed Galago (*Eutoticus*): based on cytochrome b, 12S and 16S partial sequences.
- Tembrock, G. (1970). Bioakustische Untersuchungen an Säugetieren des Berliner Tierparks. *Milu*, 3, 78-96.
- Thin, V. N., Hallam, C., Roos, C., & Hammerschmidt, K. (2011). Concordance between vocal and genetic diversity in crested gibbons. *BMC evolutionary biology*, 11(1), 36
- Tichonoff, A.V., Morenkoff, A.D., and Phokin, S.U. (1988): Behaviour and Bioacoustics of Birds. Moscow University Press
- Van Parijs, S. M., Smith, J., & Corkeron, P. J. (2002). Using calls to estimate the abundance of inshore dolphins: a case study with Pacific humpback dolphins *Sousa chinensis*. *Journal of Applied Ecology*, 39(5), 853-864.
- Volodina, E. V., & Volodin, L. A. (1999). Bioacoustics in zoos: a review of applications and perspectives. *International Zoo News*, 46(4), 208-213.
- Volodina, E.V. (1994): The use of acoustical methods in captive management and breeding of cheetahs (*Acinonyx jubatus*). *Scientific Researches in Zoos (Moscow)* 4 : 92-100. (In Russian.)
- Volodina, E.V. (1997a): Features of aversiveness in isolation sounds of subadult Amur leopard (*Panthera pardus orientalis*). *Scientific Researches in Zoos (Moscow)* 9 : 241-243. (In Russian.)
- Volodina, E.V. (1997b): Vocalization as an emotional indicator in the cheetah *Acinonyx jubatus* in captivity. *Scientific Researches in Zoos (Moscow)* 9 : 149-162. (In Russian.)

Volodin, I., Kaiser, M., Matrosova, V., Volodina, E., Klenova, A., Filatova, O., & Kholodova, M. (2009). The technique of noninvasive distant sexing for four monomorphic *Dendrocygna* whistling duck species by their loud whistles. *Bioacoustics*, 18(3), 277-290.

Wang, E., & Milton, K. (2003). Intragroup social relationships of male *Alouatta palliata* on Barro Colorado Island, Republic of Panama. *International Journal of Primatology*, 24(6), 1227-1243.

Wilson, S. F. (1982). Environmental influences on the activity of captive apes. *Zoo Biology*, 1 (3), 201-209.

Zimmermann, E. (1985). The vocal repertoire of the adult Senegal bushbaby (*Galago senegalensis senegalensis*). *Behaviour*, 212-233.

Zimmermann, E., Bearder, S. K., Doyle, G. A., & Andersson, A. B. (1988). Variations in vocal patterns of Senegal and South African lesser bushbabies and their implications for taxonomic relationships. *Folia Primatologica*, 51(2-3), 87-105.

Zimmermann, E. (1990). Differentiation of vocalizations in bushbabies (*Galaginae*) and the significance for assessing phylogenetic relationships. *Z. Zool. Syst. Evolutionforsch.* 28: 217–239.

7.1 Internetové zdroje

[Http://animaldiversity.ummz.umich.edu/](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/) [online]. [cit. 2014-02-19]

[Http://avisoft.com/](http://avisoft.com/) [online]. [cit. 2014-01-07]

<http://gumtree.com> [online]. [cit. 2014-04-20]

[Http://zoopraha.cz/](http://zoopraha.cz/) [online]. [cit. 2014-01-07]

[Http://zooplzen.cz/](http://zooplzen.cz/) [online]. [cit. 2014-01-07]