

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta tropického zemědělství



**Fakulta tropického
zemědělství**

Noční aktivita koňovitých kopytníků žijících v zoologických
zahradách a ve volné přírodě

Bakalářská práce

Praha 2024

Vypracovala:

Dominika Holubová

Vedoucí práce:

Mgr. Martina Komárková, Ph.D.

Prohlášení

Čestně prohlašuji, že jsem tuto práci na téma Noční aktivita koňovitých kopytníků žijících v zoologických zahradách a ve volné přírodě vypracovala samostatně, veškerý text je v práci původní a originální a všechny použité literární prameny jsem podle pravidel Citační normy FTZ řádně uvedla v referencích.

V..... dne

.....
Dominika Holubová

Poděkování

Mé poděkování patří především vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Martině Komárkové, PhD. za obrovskou pomoc, cenné rady a trpělivost při vedení mé práce.

Dále bych ráda poděkovala Zoo Praha za umožnění provádět výzkum v chovné stanici v Dolním Dobřejově, panu a paní Kardovým za ochotu a spolupráci při sběru dat a jmenovitě Elišce Veselské, která mi velmi pomohla při sběru, zpracování dat a psychické podpoře.

V neposlední řadě děkuji mé rodině a přátelům za velkou podporu při studiu.

Abstrakt

Noční aktivita koňovitých kopytníků žijících v zoologických zahradách a ve volné přírodě

Kvůli metodickým obtížím sledování bylo chování zvířat během noci dlouho vědou zanedbáváno. S vývojem moderních technologií jako je využití GPS obojků se senzory aktivit, s využitím digitálních videokamer a dronů a s kamerami aktivovaných pohybem se pozorování v noci zjednodušují a počet studií zaměřených na noční aktivity roste. Stejně jako ve dne je i v noci u modelové skupiny vybrané pro tuto práci, tedy kopytníků, mezi aktivitami nejvíce zastoupeno potravní chování, a to jak u zvířat chovaných v lidské péči, tak u volně žijících. Dále mezi noční aktivity patří: lokomoce, sexuální chování, teritoriální chování, sociální interakce (hra, agresivní chování, grooming), eliminace, péče o tělo a odpočinek a spánek. Hlavním cílem této bakalářské práce bylo shrnout v literární rešerši, z dostupné vědecké literatury, dosavadní poznatky o nočním chování koňovitých kopytníků. Pro porozumění funkcí a evoluce spánku byly do práce zahrnuty a porovnány noční aktivity nedomestikovaných kopytníků v lidské péči, kopytníků žijících ve volné přírodě a domestikovaných kopytníků. Praktická část byla zaměřena na zmapování nočních aktivit koně Převalského (*Equus ferus przewalskii*) v chovné stanici Zoo Praha v Dolním Dobřejově. Vlastní výzkum byl zaměřen na bakalářskou skupinu o šesti hřebcích, kteří byli pozorováni šest hodin od 22.00 do 04.00 ve dvouhodinových intervalech s opakováním. Celkem bylo nasbíráno 1812 záznamů chování v rámci 12 hodin pozorování od 8. 6. 2023 do 14. 6. 2023. Data byla graficky zpracována v programu MS excel. Výsledky studie přinesly nové poznatky o nočním chování koně Převalského chovaného v lidské péči a jejich porovnání s koňovitými ve volné přírodě. Výzkum ukázal rozdíly v odpočinkovém chování, lokomoční aktivitě, stereotypním chování a v interakcích mezi těmito dvěma skupinami koní. Tyto poznatky mohou být užitečné pro další optimalizaci podmínek chovu koní v lidské péči a přispět k lepšímu porozumění potřebám a chování těchto ohrožených zvířat. Pro přesnější analýzu spánkového chování je potřeba v budoucnu detailnější studie, a to i u kopytníků ve volné přírodě.

Klíčová slova: kůň Převalského, odpočinek, spánek, noční pozorování, bakalářská skupina, samci

Author's abstract

Night activity of the equids living in the captivity and in the wild

Due to methodological challenges animal behaviour during the night has been long neglected in science. With the development of modern technologies, such as the use of GPS collars with activity sensors, digital video cameras, drones, and motion-activated cameras, nocturnal observations are becoming easier, and the number of studies focusing on nighttime activities is increasing. Just like during the day, in the night the selected model group for this study – ungulates - are predominantly spending their time with feeding activities both in the wild and captivity. Furthermore, nocturnal activities include: locomotion, sexual behaviour, territorial behaviour, social interaction (play, aggressive behaviour, grooming), elimination, body care, having a rest and sleeping. The main goal of this Bachelor thesis was to summarise the current knowledge about the nocturnal behaviour of ungulates in a literature review from the available scientific literature. In order to understand the function and evolution of sleep the Bachelor thesis included and compared the nocturnal activities of the ungulates living in the wild, undomesticated ungulates in human care, and the domesticated ungulates. The practical part was focused on analysing the nocturnal activities of Przewalski's horse (*Equus ferus przewalskii*) at the breeding station of Prague Zoo in Dolní Dobřejov. The research focused on the Bachelor group of six stallions observed for six hours from 10:00 p.m. to 4:00 p.m. in two-hour intervals with a repetition. A total of 1812 records were collected within 12 hours of observation from 8th June 2023 to 14th June 2023. The data was graphically processed in the MS Excel program. The study's results provided new insights into the nocturnal behaviour of Przewalski's horses kept in human care and their comparison with equids in the wild. The research has revealed differences in resting behaviour, locomotor activity, stereotypical behaviour, and interactions between these two groups of horses. These findings can be valuable for further optimising the conditions of horse husbandry in human care and contribute to a better understanding of the needs and behaviour of these endangered animals.

A detailed analysis of sleep behaviour is needed in the future of both wild and captive ungulates.

Keywords: Przewalski's horse, rest behaviour, sleep, nocturnal observation, bachelor group, males

Obsah

| | |
|---|--------------|
| 1. Úvod | - 1 - |
| 2. Literární rešerše | - 2 - |
| 2.1 Noční režim kopytníků | - 2 - |
| 2.1.1 Noční režim kopytníků ve volné přírodě | - 3 - |
| 2.1.2 Noční režim nedomestikovaných kopytníků v lidské péči | - 6 - |
| 2.1.3 Noční režim domestikovaných kopytníků | - 9 - |
| 2.2 Noční režim koňovitých | - 11 - |
| 2.3 Spánek a odpočinek | - 11 - |
| 2.3.1 Fáze spánku REM a non-REM | - 13 - |
| 2.3.1.1 Rem fáze | - 13 - |
| 2.3.1.2 Non-REM fáze | - 14 - |
| 2.3.2 Frekvenční pásma spánku | - 14 - |
| 2.3.2.1 Theta a delta vlny zaznamenané u zvířat | - 16 - |
| 2.3.3 Fáze spánku u kopytníků | - 18 - |
| 2.3.4 Spánkové pozice a preference u kopytníků | - 21 - |
| 2.3.5 Variabilita spánkových poloh u kopytníků | - 23 - |
| 2.3.5.1 Žirafy | - 23 - |
| 2.3.5.2 Velbloudi | - 24 - |
| 2.3.5.3 Jelenovití | - 25 - |
| 2.3.5.4 Skot | - 25 - |
| 2.3.5.5 Prasata | - 27 - |
| 2.4 Spánek u koňovitých | - 27 - |
| 2.4.1 Polohy ve spánku a odpočinku u koňovitých | - 29 - |
| 2.4.1.1 Spánek vestoje | - 29 - |
| 2.4.1.2 Spánek vleže | - 30 - |
| 2.4.2 Poruchy spánku u koní | - 31 - |
| 2.4.2.1 Spánková deprivace u koní | - 32 - |
| 2.4.2.2 Narkolepsie u koní | - 33 - |
| 2.4.3 Metody zkoumání chování, odpočinku a spánku | - 34 - |
| 2.4.4 Přístroje ke zkoumání odpočinku a spánku | - 35 - |
| 2.4.4.1 Rozpoznání REM a non-REM spánku | - 35 - |

| | | |
|-----------|---|---------------|
| 2.4.4.2 | Identifikace spánkových poloh | - 36 - |
| 2.4.5 | Faktory ovlivňující spánek u kopytníků | - 37 - |
| 2.4.5.1 | Potrava | - 37 - |
| 2.4.5.2 | Typ ustájení | - 38 - |
| 2.4.5.3 | Stres | - 40 - |
| 2.4.5.4 | Tepelný stres | - 41 - |
| 2.4.5.5 | Predace | - 42 - |
| 3. | Cíl práce | - 44 - |
| 3.1 | Hypotézy | - 44 - |
| 4. | Metodika | - 45 - |
| 4.1 | Lokalita a sledovaná zvířata | - 45 - |
| 4.2 | Metody výzkumu | - 46 - |
| 5. | Výsledky | - 49 - |
| 6. | Diskuze | - 56 - |
| 6.1 | Porovnání nočního chování koňovitých kopytníků v lidské péči a volné přírodě | - 57 - |
| 6.1.1 | Odpočinkové chování | - 57 - |
| 6.1.2 | Potravní chování | - 59 - |
| 6.1.3 | Lokomoce | - 59 - |
| 6.1.3.1 | Stereotypní chování | - 59 - |
| 6.1.4 | Neklid | - 60 - |
| 6.1.5 | Interakce | - 60 - |
| 6.1.5.1 | Sexuální chování | - 61 - |
| 6.2 | Rozložení odpočinkového chování během noci | - 61 - |
| 6.3 | Preferované místo k odpočinku | - 62 - |
| 6.4 | Zhodnocení metody | - 62 - |
| 7. | Závěr | - 63 - |
| 8. | Reference | - 64 - |

Seznam tabulek:

| | |
|---|--------|
| Tabulka 1 Rozlišení frekvenčních pásem dle intenzity a stavu mozkových aktivit u lidí a koní..... | - 16 - |
| Tabulka 2 Přehled sledovaných zvířat, reprodukční status a věk..... | - 45 - |

Seznam obrázků a grafů:

Veškeré obrázky použité v práci jsou vytvořeny autorkou práce (Dominikou Holubovou), kromě Obrázku 5 (zdroj Seznam.cz).

| | |
|--|--------|
| Obrázek 1 Spánek vestoje u koně Převalského | - 29 - |
| Obrázek 2 Spánek vestoje u koně Převalského | - 29 - |
| Obrázek 3 Spánek vleže u koně Převalského | - 30 - |
| Obrázek 4 Spánek vleže u koně Převalského | - 30 - |
| Obrázek 5 Výběh pozorované skupiny s rozdělenými sektory, zdroj Seznam.cz..... | - 46 - |
| | |
| Graf 1 Procentuální zastoupení aktivit všech koní během pozorovacího období..... | - 49 - |
| Graf 2 Četnost aktivit všech koní za celé pozorovací období | - 50 - |
| Graf 3 Četnost aktivit v jednotlivém pozorovacím období | - 51 - |
| Graf 4 Počet aktivit za 15minutové pozorovací období | - 52 - |
| Graf 5 Počet vykazovaných interakcí mezi hřebci za pozorovací období..... | - 53 - |
| Graf 6 Znázorňující časové zastoupení (minuty) odpočinku vleže a vestoje | - 54 - |
| Graf 7 Lokace nočních aktivit dle jednotlivých sektorů (A-H)..... | - 55 - |
| Graf 8 Procentuální zastoupení aktivit z odborné literatury v porovnání s výsledky mého vlastního výzkumu..... | - 58 - |

Seznam zkratek použitých v práci:

REM – Rapid Eye Movement, rychlé pohyby očí

Non-REM/SWS – Non-Rapid Eye Movement/Slow-wave sleep, klidný pohyb očí

TST – Total sleep time, celková doba spánku

EEG – elektroencefalogram

EMG – elektromyografie

EOG – elektrookulografie

EcoG – elektrokortikografii

1. Úvod

Spánek je pro savce z hlediska evoluce životně důležitý (Allison & Cicchetti 1976). Mnoho druhů tráví část svého života spánkem a mnoho studií naznačuje, že mezi jeho hlavní funkce se řadí obnova ztráty energie (Ramm & Frost 1986), podpora imunitního systému (Imeri & Opp 2009) a umožnění přežít jedinci a druhu v prostředí (Miletínová & Bušková 2021). Důležitou funkcí připisovanou spánku je také tzv. offline zpracování dat, se kterými se setkáváme během dne a konsolidace paměti. Naopak ztráta spánku dobrovolná či při poruše zdraví, je spojena s podstatným poškozením kognitivních funkcí (Brown et al. 2012). Pochopení charakteristik spánku má tedy přímý význam pro zdraví a management zvířat chovaných v lidské péči (Takagi *et al.* 2019). I tak je odpočinek a zejména spánek savců nepříliš prostudovanou problematikou (Takagi *et al.* 2019). O spánkovém chování velkých býložravců je málo známo, zejména o těch, kteří nejsou domestikováni (Tobler & Schwierin 1996).

Porozumění charakteristikám spánku u těchto zvířat je klíčové jak z hlediska jejich zdravotního stavu v lidské péči, tak i pro porozumění biologickým procesům, které ovlivňují jejich chování a ekologickou role ve volné přírodě. Tato práce má za cíl vytvořit ucelený literární přehled zaměřený na noční aktivitu koňovitých kopytníků a přispět k lepšímu porozumění jejich odpočinkovému chování.

2. Literární rešerše

2.1 Noční režim kopytníků

Početnost výzkumů denní aktivity zvířat je vyšší než těch studujících aktivitu noční, zejména kvůli metodickým obtížím (Takagi et al. 2019). S vývojem moderních technologií, jako je využití GPS obojků se senzory aktivit (Grignolio et al. 2018) nebo využití digitálních videokamer a dronů (da Cruz et al. 2023) a kamer aktivovaných pohybem (Schlichting et al. 2020), se pozorování v noci zjednodušují.

Z nočních aktivit kopytníků je nejvíce zastoupeno potravní chování jak u zvířat chované v lidské péči, tak u volně žijících. Dále mezi noční aktivity patří: lokomoce, sexuální chování, teritoriální chování, sociální interakce (hra, agresivní chování, grooming), eliminace, péče o tělo a odpočinek a spánek (Keiper & Keenan 1980; Boyd et al. 1988a; Duggan et al. 2016; Zhang et al. 2015; Hartman & Greening 2019; Malungo et al. 2021). U kopytníků chovaných v lidské péči se navíc může projevit stereotypní chování (Duggan et al. 2016).

Noční aktivity jsou ovlivněné regulací tělesné teploty, výskytem predátorů a optimalizací získávání potravy. Noční režim kopytníků je tedy výrazně ovlivněn prostředím, v němž žijí. Ať už se jedná o jejich život v lidské péči či ve volné přírodě (Siegel 2003).

Zvířata v lidské péči mohou být omezena v jejich přirozeném spánku v důsledku omezených prostor nebo častějších rušivých vlivů, jako je hluk nebo světlo, které mohou vést ke zvýšenému stavu bdělosti (Hartman & Greening 2019). V lidské péči mohou být kopytníci vystaveni odlišným sociálním interakcím, než je tomu tak u zvířat ve volné přírodě, a kvůli tomu může docházet k poruchám spánku, kdy jedinec nezaujme polohu vleže z důvodu psychické nejistoty vyvolané nevhodným utvořením struktury stáda (Bertone 2007).

Zvířata ve volné přírodě nemají pravidelný přístup k potravě, jako u zvířat chovaných v lidské péči. Vyhledávání potravy v noci může tedy být více zastoupeno u zvířat ve volné přírodě. Vyšší aktivita bdělosti může také hrát důležitou roli z důvodu vyššího predačního rizika. V lidské péči mají zvířata větší pocit bezpečí (Hunter et al. 2021).

2.1.1 Noční režim kopytníků ve volné přírodě

Časové rozvržení denních aktivit se mění z hlediska množství času vyhrazeného pro odpočinek, hledání potravy či dalších jiných aktivit, a to na základě denní a sezónní variability, z hlediska morfologie, fyziologie, sociální struktury a predace (Dunbar et al. 2009). Příkladem těchto aspektů je výzkum Owena-Smitha a Goodall (2014). Sesbíraná data zaznamenali pomocí telemetrie GPS a zaznamenali i noční aktivitu kopytníků ve volné přírodě. Zebra stepní (*Equus quagga*) má na počátku období sucha sníženou noční aktivitu oproti období pozdního sucha, kde se projevila vyšší míra pohybové aktivity. Důvodem mohlo být cestování za vodními zdroji. Vyšší míra pohybové aktivity se soustředila kolem svítání a soumraku. Potvrdilo se tedy, že cestovali v menší míře i v noci, ale hledání potravy a přemísťování probíhalo více ve dne. Ve výsledku studie bylo zjištěno, že zvýšená doba cestování k vodě byla kompenzována zkrácenou dobou odpočinku. Toto tvrzení, ale neplatí u dalšího zástupce v téže studii buvola afrického (*Syncerus caffer*). V období pozdního sucha se buvoli zdržovali v blízkosti vody a v posledních měsících tohoto období zvýšili aktivitu jak při hledání potravy v půlnoci, tak i v poledních hodinách. Rozdílné chování se vysvětluje rozdílnou tepelnou tolerancí, velikostí těla a vyšší či nižší zranitelností vůči predaci (Owen-Smith & Goodall 2014). Buvol v období posledních měsíců období sucha sháněl potravu ve stejném poměru ve dne i v noci. Toto chování a jejich časové rozpočty jsou v souladu s jinými studiemi. Například studie od Winterbach & Bothma (1998), ve které se jednalo o přibližně stejné rozložení shánění potravy mezi dnem a nocí. Anebo studie, ve které převažovalo shánění potravy v noci (Grimsdell & Field 1976, Beekman & Prins 1989).

Na noční chování zvířat působí mnoho vlivů. Jedním z faktorů, který může ovlivnit noční režim volně žijících zvířat, je cyklus teploty, sezónně se měnící teplotní režimy a v důsledku toho omezení dostupnosti zdrojů v podobě vody a potravy (Zhang et al. 2015). Příkladem je studie od Zhang et al. (2015) o cirkadiální preferenci návštěvy vodního zdroje u koně Převalského (*Equus przewalskii*) a kulana (*Equus hemionus hemionus*) v přírodní rezervaci. Ve sledované oblasti se vyskytovaly tři harémy a jedna bakalářská skupina koní Převalského, která pila v průměru dvakrát denně. Dle výsledků studie je pití častější ve dne, pokud bylo zaznamenáno pití v noci, soustřeďovalo se kolem půlnoci. Naopak u kulana bylo častější pití v noci. Zhang et al. (2015) zohledňují možnost teritoriálního chování u koně Převalského, který brání kulanům ve využívání vody během

dne, a proto se více soustřeďují na využívání vody v noci. Dále Zhang et al. (2015) zmiňují výhodu kulana na adaptaci pouštního prostředí a schopnost omezit svou denní aktivitu během dne z hlediska snížení tepla.

Studie od Crowell-Davis et al. (1985) potvrzuje kladnou korelaci mezi četností pití a teplotou, v důsledku toho se vyskytuje menší výskyt pití v ranních hodinách. Další studie naznačuje, že v období od půlnoci do šesté hodiny ráno může dojít k nižšímu výskytu pití, protože se v tuto dobu vyskytuje ranní rosa, která může být důležitým zdrojem vody pro zvířata (Boyd et al. 1988a).

Schlichting et al. (2020) zpozorovali noční a denní chování u volně žijících zvířat, a to bylo odpočívání, rozmnožování a spaní. Mezi zástupci volně žijících kopytníků byli: los evropský (*Alces alces*), jelen lesní (*Cervus elaphus*) a prase divoké (*Sus scrofa*). Mezi těmito zvířaty byly také introdukované druhy zebra evropského (*Bison bonasus*) a koně Převalského (*Equus przewalski*) (Schlichting et al. 2020).

Seeber et al. (2012) pozorovali žirafy (*Giraffa camelopardalis*) ve volné přírodě a mezi obecné činnosti zaznamenali odpočinek, spánek, ospalost a zívání. Popis poloh vleže odpovídá popisu ze studií Tobler & Schwierin (1996) a Kristal & Noonan (1979) na žirafách chovaných v zoologických zahradách v kapitole o polohách kopytníku 2.3.5.

Studie od Burger et al. (2020) v Namibii popsala chování žiraf (*G. giraffa angolensis*) během dne a noci, kdy se skupina žiraf pohybovala ve fission-fusion skupině po 25 jedincích, pouze dospělí samci byli pozorováni samostatně, nebo ve skupinách jednoho pohlaví. Během dne se nevyskytl žádný REM spánek. Za soumraku byly žirafy pozorovány, jak se přesouvají k vhodným místům pro odpočinek. Po západu slunce se skupina zastavila a některé žirafy byly spatřeny, jak leží, jiné zůstaly aktivní a zdržovaly se v těsné blízkosti. Během noci si žirafy přepínaly svou roli mezi aktivní, ležící a REM spánkem (poloha, kdy žirafa leží a hlavu má položenou na hřbetu či zemi). Ve skupině byli zpozorováni maximálně tři jedinci, kteří ulehli a vykazovali REM spánek najednou. Žirafy o menších skupinách (2-4 jedinců) byly často pozorovány blíže u sebe, než skupiny o šesti a více jedincích. Mezi dalšími nočními aktivitami, které byly zpozorovány, bylo stání a potravní chování (Burger et al. 2020).

Znalost nočního chování divokých koňovitých je důležitá pro výpočet domovského okrsku, denního pohybu a pro stanovení spotřeby krmiva a denního příjmu potravy a vody (Keiper & Keenan 1980). Keiper & Keenan (1980) provedli noční

pozorování ferálních poníků od 19.00 do 05.00, kteří se volně pohybují po ostrově Assateague Island a obstarávají si svou vlastní potravu. Zhodnotili celkem šest typů chování:

- 1) Vzorce krmení – chůze při hledání potravy, pasení
- 2) Odpočinkové vzorce – nehybné chování, které zahrnuje stání a ležení, včetně lehu na boku nebo bříše
- 3) Vzorce chůze – pohyb do oblasti nebo z oblasti
- 4) Vzorce pití – aktivity činnosti spojené s konzumací vody
- 5) Péče o tělo (autogrooming) – činnosti zahrnují tření o stromy nebo keře a válení celého těla v trávě nebo písku
- 6) Vzájemná péče o tělo s ostatními členy stáda (grooming)

Dalšími způsoby chování bylo močení, defekace a sexuální aktivita, vyskytující se v krátkém časovém intervalu. Poníci měli tendenci v průběhu noci vykazovat určitý vzorec aktivity. Během první hodiny po setmění se více jak v polovině situacích stádo přesunulo k vodě a poté na pastvu. Vzorce krmení byly rozloženy do dvou časových intervalů od 19.00 do 22.00 a další začalo kolem 4.00 a končilo v 5.00. Mezi krmíacími intervaly (od 22.00 do 4.00) se poníci přesunuli na vyvýšené písčité místo, kde byly vzrostlé borovice a duby a tam odpočívali a spali. Z odpočinkových vzorců chování bylo nejvíce zastoupené stání, které bylo pozorovatelné mezi 22.00-24.00 a mezi 03.00-04.00 hodinou. Poloha vleže byla zpozorována nejvíce v časový interval od 01.00-04.00 hodiny ránní. Za celé pozorovací období nebylo stádo spatřeno ležící najednou (Keiper & Keenan 1980).

Boyd (1998) popsal chování před a po reintrodukci koně Převalského v přírodní rezervaci v Mongolsku. Koně byli vypuštěni po dvou letech držení v lidské péči. Stádo tvořilo devítičlenný harém a pozorování bylo zaměřeno na jednoho hřebce. Noční observace probíhala 7 hodin od soumraku do svítání, 7-15 metrů od pozorovaného jedince. Zanalyzované chování bylo: pasení, chůze, stání, odpočinek vestoje, odpočinek vleže, pití, agresivní chování, autogrooming, mutual grooming, hra, páření, označování teritoria a vylučování. Zřetelnými změnami po reintrodukci v porovnání s chováním před vypuštěním byla častější chůze než odpočinek vestoje. V procentuálním rozdílu z 24hodinového pozorování po vypuštění byl u hřebce nárůst chůze o 16,4 % a o 20,7 % klesl odpočinek vestoje. K odpočinku vestoje u vypuštěného hřebce se snížily i aktivity jako hra, rozmnožování a označování teritoria. K chůzi se zvýšil odpočinek vleže,

autogrooming i mutual grooming a agresivní chování. Když byl jedinec držen v lidské péči agresivní chování nebylo zaznamenáno. Čas strávený pastvou zůstal stejný před i po reintrodukcí. V rezervaci byl zaznamenán u hřebce odpočinek vleže v časovém intervalu mezi 02.00 a 5.00 hodinou ranní. Odpočinek vestoje byl výrazně omezen a směřoval spíše mezi denní hodiny (Boyd 1998).

Prasata jsou denními živočichy, ale jsou schopna přesunout svou aktivitu do nočních hodin. Divoká prasata takto změnila chování a jsou aktivní spíše v noci, a to z důvodu lovu (Jensen 2002). Studie Cahill et al. (2003) se zaměřila na divoká prasata a zmapovala jejich noční aktivitu. V parku kde žijí, probíhá lov na přibližně 50 % rozlohy, jiná hrozba se z predáčního hlediska v parku nenachází. Noční aktivita se skládala z potravního chování – hledání potravy a krmení převážně v době od 0.00-05.00 a nejvíce zaznamenaného pohybu bylo zmapováno od 20.00-0.00 (Cahill et al. 2003).

2.1.2 Noční režim nedomestikovaných kopytníků v lidské péči

Behaviorální výzkum v zoologických zahradách se používá při potencionálních problémech s chovem zvířat a jejich managementem. Poznatky, jak se druh chová, jsou klíčové pro úspěšný management a chov zvířat (Rose & Rileyová 2021). Včasné odhalení nezvyklých vzorců chování může naznačovat sníženou kvalitu životních podmínek zvířat v důsledku nemoci či stresu (Gübert 2023). K určení životních podmínek zvířat jsou důležité faktory, které ovlivňují pohodu zvířat. Jedním z těchto faktorů je například spánek (Hänninen et al. 2008, Fukasawa et al. 2018).

Genetické faktory, biologické faktory a ekologické vlivy jsou důležitými prediktory pro množství a kvalitu spánku u savců (Allison & Cicchetti 1976). Je ale zřejmé, že na zvířata v zoo působí zcela odlišné ekologické faktory než na volně žijící zvířata téhož druhu (Rees 2023). Do ekologických parametrů souvisejícími s kopytníky spadá: koncentrace potravy, hustota a diverzita predátorů, stabilita nebo naopak proměnlivost v různých oblastech ekosystému, či v různých typech biotopu. Tyto parametry mohou souviset se sociálními projevy a organizací kopytníků (Geist 1974). Tím pádem zvířata v lidské péči mohou vykazovat rozdílná chování (Rees 2023). Avšak některé charakteristiky zůstávají stejné jak u zvířat v zoologických zahradách, tak u volně žijících zvířat téhož druhu. To se týká zejména genetické výbavy a základní fyziologické charakteristiky (anatomie trávicího a oběhového systému, metabolismus,

termoregulace, pohybové schopnosti a další základní biologické procesy). To zahrnuje strukturu jejich žaludku a dalších trávicích orgánů, včetně specifických adaptací na stravu, kterou konzumují. Dále to může zahrnovat schopnost regulovat teplotu těla a adaptace na chůzi a běh, které jsou důležité pro přežití v jejich přirozeném prostředí (Rees 2023).

Kromě enviromentálních faktorů, mohou ovlivnit chování zvířat také jejich individuální vlastnosti. Nedávné studie uvádějí, že zdravotní problémy (vyhýbání se pozici vleže kvůli degenerativnímu onemocnění kloubů a nohou), sociální postavení, reprodukční stav a porod ovlivňují spánkové chování afrických a asijských slonů v lidské péči (Schiffmann et al. 2018).

Tobler & Schwierin (1996) popisují chování u žiraf v zoologické zahradě z 24hodinového pozorování. Z celkového pozorování byla zaznamenána celková doba spánku 4 hodin a 36 minut. Z nočních aktivit zaznamenali lokomoci, potravní a spánkové chování. Žirafy měly ve výběhu své preferované místo k odpočinku a spánku, ke kterému se několikrát přiblížily, než nakonec zaujaly polohu vleže. Když si lehly, přechod z ospalého stavu do spánku se několikrát změnil, než se objevila fáze REM. Výskyt spánku vestoje nesouvisel s následným spánkem vleže. Časové znázornění spánku vleže se vyskytovalo mezi 20.00 a 7.00, malý rozdíl byl mezi 02.00 a 04.00 hodinu, ve kterou se spánek vleže snížil. Pokud žirafy během noci nespaly či neodpočívaly, vykazovaly potravní chování (Tobler & Schwierin 1996). Přes den byl spánek zaznamenán mezi 12.00 a 16.00 hodinou. Většinou se jednalo o krátké odpočinutí od 5-50 minut, výjimečně trvalo déle 50-90 min. Délka všech epizod denního spánku nekorelovala významně s celkovou dobou spánku v následující noci ani se samotným množstvím (Tobler & Schwierin 1996).

Duggan et al. (2016) zpozoroval další noční aktivitu u žiraf (*G. c. reticulata* a *G. c. rothschildi*) chovaných v lidské péči, a to stereotypní chování. Noční období definovali mezi 18.00 – 9.00. Během noci bylo stereotypní chování zaznamenáno v 22,7 %, ve dne v 6,25 % případech z celkové doby, kdy byly žirafy aktivní. Potravní chování a přežvykování vykazovaly brzo ráno 6.00-9.00 a pozdě večer 18.00-21.00. Přežvykování bylo nejpočetněji zastoupeno v odpoledních hodinách. Dle Kristal & Noonan (1979) samci přežvykují spíše přes den a samice v noci. Pellew (1984) popisuje vrchol krmění u divokých žiraf v období svítání a soumraku. Přičemž nejvíce přežvykují krátce po poledni, což souvisí s výsledky od Duggan et al. (2016). Orální

stereotypie vykazovaly vrcholy ve frekvenci v relativně paralelních časech jako krmení nebo chvíli poté. Hraní s jazykem se vyskytovalo ve vyšších úrovních ve dne i v noci. Olizování během nočního pozorování bylo vyšší než ve srovnání s denní dobou. Je zde možné vysvětlení, které potvrzují i další studie. Žirafy chované v lidské péči, vykazují vyšší úroveň stereotypního chování v noci v důsledku umístění ve vnitřních výběžích (Duggan et al. 2016).

Dalším zkoumaným kopytníkem nočních aktivit v lidské péči byl velbloud. Přesněji velbloud jednohrbý (*Camelus dromedarius*), na kterého se zaměřila studie od El Allali et al. (2022) a zkoumala jeho vzorce spánku. Ve výzkumu využili neinvazivní elektrofyziologické záznamy k rozlišení non-REM, REM spánku, bdělosti, ospalosti a přežvykování (definováno za nezávislý stav, dle EEG spojeno jak s bdělostí, tak ospalostí a spánkem) a pomocí videozáznamů pozorovali a charakterizovali specifické klidové polohy. Nastavení času monitoringu bylo od 19.40 do 5.20. Z pozorovaného nočního intervalu velbloudi spali pouze 1,7 hodiny za celou noc, kdy v REM spánku strávili 0,5 hodiny a v non-REM 1,2 hodiny. Zbytek noci strávili v bdělosti (2,3 hodiny), přežvykovali (2,4 hodiny) nebo odpočívali (1,9 hodiny). Bylo zjištěno, že postoje chování při odpočinku korelují se stavy rozlišené pomocí elektrofyziologickým záznamem, což umožňuje spolehlivou předpověď fáze spánku na základě polohy vleže na břicho a polohy hlavy (vzpřímené, nehybné nebo vleže položené na zemi). Je tedy možné usoudit, že REM spánek odpovídá poloze vleže s hlavou položenou na zemi (El Allali et al. 2022).

Malungo et al. (2021) odchytili ve volné přírodě dva samce pakoně žíhaného (*Connochaetes taurinus*) a zkoumali na nich spánek a noční aktivity. Pomocí invazivních technik rozlišili tři odlišné stavy – non-REM, REM a bdělost. Pakoně tedy vykazují typické stavy spánku pro většinu studovaných savců. Během noci byl celkový čas strávený spánkem vyhodnocen na 3,12 hodin, v non-REM 1,32 hodin a v REM spánku 0,09 hodin. Bdělost byla během noci zastoupena v 7,88 hodin. REM spánek se vyskytoval od 3:30 – 4:30 (Malungo et al. 2021).

Dle 24hodinové studie na koně Převalského v zoologické zahradě bylo zaznamenáno potravní chování, péče o tělo (autogrooming), vzájemná péče o tělo s ostatními členy stáda (grooming), péče o hřibě, stání, pohyb, hra, poloha vleže na boku a na břicho, sexuální chování (namlouvání, snaha o páření s druhým koněm), agresivita, vokalizace a defekace. Sedmičlenné pozorované stádo bylo složeno z hřebce, pěti klisen

a jednoho hříbete. Stádo bylo umístěno na pastvě a bylo habituováno na přítomnost lidí. Krmivo se skládalo ze sena, granulí a pastvy, voda byla poskytnuta *ad libitum*. Nejčastěji koně pili v poledních a podvečerních hodinách. V nočních hodinách trávili více času pastvou a odpočinkem vleže na břiše než v denních hodinách. V časovém rozpoložení bylo odpočinkové chování (polohy vleže na boku a břiše) zaznamenáno mezi 00.00-04.00. Poloha na břiše zaujímala 4 % času stráveného v poloze během noci a poloha vleže na boku 2 %. Vzájemná péče vrcholila v časovém intervalu od 20.00-00.00 a 04.00-08.00. Defekace byla z časového hlediska nejčetnější mezi 16.00-20.00. Reprodukční chování mezi 04.00-08.00. Agresivní chování se vyskytovalo neznatelně a objevovalo se, když jedinci stáli blízko sebe a odpočívali v poledních hodinách. Z celkového času, se nejvíce vyskytovalo potravní chování z důvodu nižších teplot přes noc než ve dne a to mezi 20.00-04.00 hodinou (Boyd et al. 1988a).

Studie od Bubenik (1961) také zmiňuje nejčastější spánkové chování u koně Převalského, chovaného v lidské péči a to od 0.00-06.00 a nejčastější potravní chování zaznamenané od 18.00-04.00 hodin. (Bubenik 1961 in Boyd et al. 1988a).

2.1.3 Noční režim domestikovaných kopytníků

Malungo et al. (2021) zmiňuje možnost ovlivnění množství spánku REM procesem domestikace. U domestikovaných zvířat je zastoupen ve vyšším množství než u zvířat divokých. To může být důsledkem procesů umělé selekce a výběrem znaků, které zvyšují krotkost a ovladatelnost zvířat pro lidské účely (Malungo et al. 2021).

O spánku u skotu se ví jen málo. Jako většina savců vykazuje dospělý skot polyfázický spánek, spí v několika intervalech během 24 hodin. Signály EEG, EMG a EOG přežvýkavých zvířat jsou rušeny vysokou svalovou aktivitou z rytmického žvýkání během přežvykování a dle Ternman et al. (2012) není stále jasné, zda zvířata mohou během přežvykování usnout. Dle monitoringu EMG přežvykování a přijímání potravy vykazují stejné rytmické vzorce se svalovou aktivitou, v přežvykování jsou jen více pravidelné. U jiného přežvýkavého sudokopytníka, soba polárního (*Rangifer tarandus tarandus*), výsledky studie naznačují, že mohou spát během přežvykování. Schopnost nerušené fáze spánku pro regeneraci a trávení může umožnit téměř konstantní krmení v letních měsících v oblasti severního pólu (Furrer et al. 2024).

REM spánek u krav se vykazuje dle Ternman et al. (2012) nízkým svalovým tonusem a trvá 3 ± 1 min. Non-REM fáze je typická nízkofrekvenční vlnou a je zastoupena v průměru délkou 5 ± 3 minuty. Délka usnutí trvá 3 ± 2 minuty, ta se ale může měnit v závislosti na plemeni a na fázi laktace (Ternman et al. 2012). Dle Güberr et al. (2023) turovití stráví REM spánkem od 5 % do 12,4 % v porovnání s koňmi, kteří stráví spánkem 7,8 % a zebrami, které stráví spánkem 1,5 % až 6,8 % a bere v úvahu typ trávení jako vysvětlující faktor. Přežvýkavci tráví více času odpočinkem, protože přežvýkování se často vyskytuje vleže (Janis 1976).

Veissier et al. (2017) studovali cirkadiální rytmy u dojnic. Aktivita byla nejvíce projevoována od 08.00 do 20.00, aktivita v noci byla minimální.

Mezi noční a denní aktivity bylo zaznamenáno krmení, pití, přežvýkování, péče o srst, lokomoce a odpočinek vestoje a vleže (Piccione et al. 2010; Veissier et al. 2017).

Ruckebusch publikoval v roce 1972 srovnávací údaje o spánkových vzorcích hospodářských zvířat, kde zmínil, že prase je jediným druhem, u kterého se vykazuje stejná doba ospalosti jak ve dne, tak i v noci. Také zmiňuje vyšší počet epizod ospalosti než u koní, ovcí a krav. V nočních hodinách zaujímal prasata polohu vleže častěji, než je to u koní. Nejen v noci, ale i v denních hodinách prasata trávila vysoký podíl času vleže (Ruckebusch 1972). Podle studie Signoret et al. (1975) se zjistilo, že dospělá prasata, která jsou chována v uzavřených prostorách a krmena převážně koncentráty, tráví více než 80 % svého času odpočinkem (Signoret et al. 1975 in Robert & Dallaire 1986).

Spánkové cykly nebyly u prasat do roku 1986 podrobně zkoumány, Robert & Dallaire (1986) vytvořili studii na prasatech domácích (*Sus scrofa*), ve které rozlišili čtyři fáze – ospalost, bdělost, non-REM a REM fázi. Fáze ospalosti trvala přes den signifikantně déle než v noci, naopak fáze non-REM a REM byly v noci delší. Délka ospalosti trvala 4,11 minut, non-REM spánku 6,18 minut a REM spánku 3,34 minut (Robert & Dallaire 1986).

Jensen (2002) zmiňuje význam typů ustájení prasat. Pokud jsou prasata chována v extenzivním chovu, jejich chování je ovlivněno teplotou. Když jsou během dne vysoké teploty, prasata většinou odpočívají během dne a přesouvají svou aktivitu k nočním hodinám. Jestliže jsou v podmínkách s nižší teplotou při odpočinku se choulí těsně u sebe (Jensen 2002).

2.2 Noční režim koňovitých

Mezi hlavní noční aktivity koňovitých se řadí potravní chování – krmení, pití, vyhledávání potravy, dále spánek vestoje a spánek vleže. Také bylo zaznamenáno: ostražitost, lokomoce, stání a vylučování (Greening et al. 2013; Hartman & Greening 2019).

Mezi další aktivity, které se mohou u koňovitých kopytníků vyskytnout v noci jsou porody. Rossdale & Short (1967) pozorovali březí plnokrevné klisny a zjistili, že v 86 % porodily v nočních hodinách, kdy nejvíce zaznamenaných porodů bylo mezi 22.00 a 23.00 hodinou. Skoro identické výsledky byly získané v Polsku roku 1965 (Zwolinki & Siudinski 1965 in Rossdale & Short 1967), kde dále zjistili reakci klisen na změnu délky trvání noci. V létě, kdy se noci začínají zkracovat, četnost porodů se zvýšila za tmy. Stejné chování vykazují polo-divoké klisny v New Forest (Zwolinki & Siudinski 1965 in Rossdale & Short 1967). Toto naznačuje, že světlo je řídicím faktorem. Pokud dojde k narušení cirkadiálního rytmu, může dojít k rozdílnému času porodů (Rossdale & Short 1967).

2.3 Spánek a odpočinek

Dle Dallaireho (1986) je spánek možné zkoumat jako prvek chování. Spánek může být definován jako časová doba, kdy je zvíře nehybné a nereaguje na okolní prostředí. Rozdíly určuje celková délka doby spánku a vzorce odpočinku. Spánek a odpočinek spolu úzce souvisí, ale i tak bychom je neměli mezi sebou zaměňovat. Odpočinek si oproti spánku můžeme vyložit jako prodlouženou dobu nečinnosti (Dallaire 1986).

Jedním z hlavních procesů regulující výskyt spánku jsou cirkadiální rytmy, ty organizují načasování spánku během 24hodinového cyklu a množství spánku určují homeostatické mechanismy (Deboer 2018).

Pokud jsou podmínky pro zvíře vyhovující, vzorce chování nejsou narušeny a rozdělí se na příslušné fáze cirkadiálního cyklu tak, aby byly v souladu s vnějším prostředím. V případě, kdy podmínky nevyhovují, zvíře musí vyvážit energetickou bilanci mezi hledáním potravy s požadavky na spánek a úsporu energie (Northeast et al. 2020).

Na základě dříve prostudovaných témat lze vytvořit určité vzorce chování, například frekvenci a trvání vzorců sociálního chování (da Cruz *et al.* 2023), určení denního pitného režimu dle vzorců denních aktivit (Kasiringua *et al.* 2017) nebo například spánkové vzorce (Belling 1990).

Dle spánkových vzorců lze rozdělit spánek na monofázický a polyfázický vzor aktivity (Szymanski 1920 in Stampi 2013). Polyfázický spánek je označován také jako segmentovaný spánek. Během tohoto typu spánku jedinec spí několikrát v průběhu dne místo jednoho delšího časového úseku. Odpočinek a aktivity se tedy střídají několikrát denně. Tento vzor chování je typický pro většinu savců (Szymanski 1920 in Stampi 2013) a tedy i pro koně (Belling 1990). Opakem polyfázového spánku je spánek monofázický. Jedná se o spánkové vzorce, které mají jednu nepřerušovanou dobu spánku za 24 hodin. Respektive po jednom stálém období spánku následuje nepřetržité období aktivity bez jakéhokoliv spánku, s možností přerušení na krátké období odpočinku a klidu (Szymanski 1920 in Stampi 2013). Tento monofázický vzor aktivity je typický pro dospělého člověka, anebo například pro primáty. „Monofázičtí spáči“ jsou schopni udržet bdělost po dobu 16 ti až 18 ti hodin. A to bez zjevné potřeby do spánku zasahovat (Stampi 2013).

Za pomoci elektrokortikografie, elektromyografie a elektrookulografie bylo umožněno provádět výzkum spánkových vzorců u mnoha druhů (Belling 1990). Spánkové vzorce se liší nejen druh od druhu, ale také záleží na věku, sociálním postavení a času, kdy přijímají potravu a na klimatických podmínkách (Belling 1990).

Z rozsáhlého přehledu již publikovaných výsledků Gonfalone & Jha (2015) dochází k závěru a potvrzují, že spánek a gravitace spolu souvisí. Popisují rozdíl u suchozemských zvířat a vodních živočichů, kdy berou v úvahu tělesnou hmotnost, při použití zásadnější fyzikální veličiny – gravitace, která souvisí s množstvím REM spánku. Gravitace, stejně jako světlo, zvuk, plyny, kapaliny a pevné látky, ovlivňuje různé vnímání prostředí kolem nás. Během spánku jsou tato vnímání potlačena a pocit gravitace je redukován prostřednictvím atonie svalů. Atonie svalů je mechanismus, jakým tělo reaguje na snížení namáhání svalů vlivem gravitace (Gonfalone & Jha 2015).

Hmotnost je síla, kterou je těleso přitahováno k Zemi a charakterizována je pouze pro suchozemská zvířata. U vodních živočichů je situace rozdílná, působením Archimedova zákona a vlivem vztlaku jim je umožněno žít a pohybovat se pod vodní hladinou. Vyšší obratlovci jako jsou ptáci a savci si vyvinuli REM (Rapid

eye movement) spánek, ale u vodních savců a některých zástupců ptáků se REM spánek radikálně omezil anebo zcela odstranil (Shurley et al. 1969 in Lyamin et al. 2002). Adaptací na podmínky, ve kterých žijí, a na jejich anatomii a fyziologii se u vodních savců vyvinul jednohemisférický spánek (unihemispheric sleep), během kterého se mohou pohybovat i odpočívat simultánně (Mukhametov 1987; Ridgway 2002; Lyamin et al. 2004). Fyziologie spánku je takto adaptována k specifickým charakteristikám různých taxonomických skupin zvířat (Brown *et al.* 2012).

2.3.1 Fáze spánku REM a non-REM

Spánek lze rozdělit nejméně na dvě hlavní fáze, kdy během noci mezi sebou tyto fáze cyklují. Jednou z nich je fáze REM (Rapid eye movement) a druhý stav spánku je označován jako non-REM (Non-rapid eye movement). U vyšších primátů je non-REM spánek rozdělen do čtyř stádií a u masožravců do dvou (Tobler 1995).

2.3.1.1 Rem fáze

REM fáze byla dříve považována za Paradoxní spánek. Fáze spánku byla označována jako „paradoxní“, protože svaly zůstávají úplně anebo částečně zrelaxovány, zatímco mozek je aktivní (Squire et al. 2008). Tato fáze spánku byla označena francouzským neurovědcem, lékařem a profesorem Jouvetem, z hlediska stavu připomínající probuzení spolu s paralýzou svalů, které zabezpečující vzpřímený postoj (Brown et al. 2012).

Fáze REM je charakteristická spánkem s rychlým pohybem očí, snovou aktivitou, živým sněním, regenerací kognitivních funkcí, jako je učení a paměť a svalovou atonií. U lidí je REM fáze často spojována s vysokou mozkovou aktivitou, která je srovnatelná s aktivitou probuzeného stavu. Další označení pro REM, které se může vyskytnout v literatuře je snový spánek, ačkoli některé snění se může vyskytnout i ve spánku non-REM (Hobson 2009). Pokud dojde k probuzení z REM spánku u lidí, často to vede k zaznamenání subjektivních zkušeností spojených se sněním (Brown et al. 2012). I když u zvířat není spánek non-REM obvykle rozdělen do čtyř fází jako u lidí, je ale také charakterizován nízkým svalovým tonusem a pomalými pohyby očí (Brown *et al.* 2012).

U suchozemských savců souvisí množství REM spánku s jejich hmotností (Gonfalone & Jha 2015; Siegel 2003; Lesku et al. 2006). Větší savci, těžší, s vyššími

absolutními bazálními metabolickými rychlostmi, vykazují méně jak REM spánku, tak také non-REM, zatímco lehčí druhy se do spánku REM zapojují více (Gonfalone & Jha 2015; Siegel 2003; Lesku et al. 2006). U zvířat s vyšší náchylností k predaci, žijící v riskantnějším prostředí bylo vykazováno méně REM spánku (Lesku et al. 2006; Allison & Cicchetti 1976). Ale dle Lyamin et al. (2008) tyto trendy nejsou silně prediktivní.

Mimo jiné množství spánku REM souvisí i s věkem. U mláďat v postnatálním období byl dle studie Jouvét-Mounier et al. (1969) zjištěn vyšší výskyt REM spánku než u starších jedinců.

2.3.1.2 Non-REM fáze

Druhá fáze, označovaná jako NON REM (Non-rapid eye movement), spánek s klidným pohybem očí (Miyazaki et al. 2017), jinak také SWS neboli spánek s pomalými vlnami se skládá z rozjímavých myšlenek a neobsahuje vizuální myšlenkový obsah. Spánek non-REM se spojuje se sníženou neuronální aktivitou (McCarley 2007). Lidé vzbuzení ze spánku non-REM jsou zmatení a jsou dezorientovaní. Mnoho autonomních a regulačních funkcí, jako je srdeční frekvence, krevní tlak a frekvence dýchání se v této fázi během spánku snižují, ale některé neuroendokrinní aktivity se zvyšují. Ve fázi tohoto spánku se během růstu a vývoje zvyšuje uvolnění růstového hormonu a gonadotropinu. Po dokončení růstu a sexuálního zrání dochází k útlumu uvolňování tohoto hormonu (Squire et al. 2008).

2.3.2 Frekvenční pásma spánku

Tak jako řeč produkuje zvukové vlny, sloužící k dorozumění u lidí, mozek produkuje mozkové vlny z elektrických signálů produkované miliardami mozkových buněk neboli neuronů (Abhang et al. 2016). Tyto vlny je možné zaznamenat pomocí elektroencefalogramu (EEG) a rozeznat aktivitu mozku (Squire et al. 2008; Jia & Kohn 2011; Lega et al. 2012).

Dle Coenen & Van Luijtelaar (1991) za normálních fyziologických okolností existuje poměrně dobrý vztah mezi chováním zvířat a lidí a mezi jejich vzory elektrické mozkové aktivity. U lidí je možné rozdělit mozkové aktivity do 5 frekvenčních pásem. Tyto pásma se nazývají: alfa, beta, gama, theta a delta. U lidí jsou gama vlny zaznamenány v rozmezí 25 až 140 Hz (Abhang et al. 2016) a korelují s kognitivními jevy,

jako je paměť a pozornost (Jia & Kohn 2011). Změna aktivity u gama vln byla zpozorována u epilepsie (Hughes 2008), schizofrenie (Uhlhaas & Singer 2006) a Alzheimerovy choroby (Van Deursen et al. 2008). Zvýšená aktivita gama vln byla zpozorována krátce před smrtí, a to nejen u lidí, ale i u zvířat (Xu et al. 2023).

Beta vlny jsou spojené s normálním stavem bdělosti (Dustman 1962). Alfa vlny v rozmezí 8-12 Hz (Abhang et al. 2016) souvisejí s kognitivními procesy, jako je pozornost, pracovní paměť anebo mentální výpočty (Palva & Palva 2007). Vlny theta jsou převážně spojeny s pamětí (Lega et al. 2012) a vyskytuje se u nich i ospalost (Squire et al. 2008). Fáze delta se označuje jako fáze pomalých vln spánku non-REM. V této fázi se vyskytuje i stav nejhlubšího spánku, ze kterého je probuzení často obtížné, neúplné a krátké, který má smíšenou frekvenci a vyskytuje se v rozmezí od 3-30 Hz. Delta vlny jsou měřitelné od 0,5 – 4 Hz (Abhang et al. 2016) a značí se za nejpomalejší zaznamenané vlny u lidí. Pokud se potlačí delta vlny, může dojít k neschopnosti revitalizovat mozek a ke špatnému spánku (Abhang et al. 2016). Mezi poruchy spojené s narušenou aktivitou delta vln se řadí narkolepsie (Yun et al. 2017), spánková deprivace (Feinberg et al. 1988) a zaznamenána byla i schizofrenie (Sekimoto et al. 2007).

V tabulce 1 je vytvořen přehled rozlišení frekvenčních pásem dle intenzity a stavu mozkových vln u lidí z nalezené literatury od Dustman (1962) Palva & Palva (2007), Hughes (2008), Jia & Kohn (2011), Lega et al. (2012), Abhang et al. (2016) a u koní od Dallaire & Ruckebusch (1974), Williams et al. (2008) a Cousillas et al. (2017).

Tabulka 1 Rozlišení frekvenčních pásem dle intenzity a stavu mozkových aktivit u lidí a koní

| Frekvenční pásmo | EEG frekvence u lidí | Mozkové aktivity u lidí | EEG frekvence u koní | Mozkové aktivity u koní |
|--------------------|----------------------|--|----------------------|--|
| gama (γ) | >35 Hz | Koncentrace, soustředěnost, bdění | >30 Hz | Bdění, aktivní stav |
| beta (β) | 12–35 Hz | Bdění, pozornost, REM | 12- <30 Hz | Bdění, aktivní stav, REM |
| alfa (α) | 8–12 Hz | Ospalé bdění, relaxace, pasivní pozornost, REM | 8- <12 Hz | Uvolněnost, přechodná frekvence vyskytující se u non-REM |
| theta (θ) | 4–8 Hz | Uvolněnost, soustředěnost, ospalost, REM | 4- <8 Hz | Non-REM, bdění, REM |
| delta (δ) | 0.5–4 Hz | Spánek, non-REM, REM | 0- <4 Hz | Non-REM |

2.3.2.1 Theta a delta vlny zaznamenané u zvířat

Z informací získaných o frekvenčních pásmech se zaměřím na vlny související s odpočinkem a spánkem. A to na theta a delta vlny, které byly prozkoumané na zvířatech.

U potkanů Long Evans (*Rattus norvegicus*) se hipokampální vlny theta s frekvencí 6-10 Hz objevily při chůzi, investigativním chování, a i během REM spánku. REM fáze u potkanů byla behaviorálně odlišena od spánku non-REM výraznými záškuby a pohyby očí. Při navození spánku REM se objevily delší úseky theta (Leblanc & Bland 1979). U koček a králíků byl zjištěn frekvenční rozsah 4-6 Hz, často ve stavu nehybné bdělosti. To bylo zaznamenáno i u potkanů, ale pouze v situaci, kdy se báli. (Sainsbury et al. 1987). Nehybná bdělost je stav, který může nastat během spánku REM, anebo když jedinec upadá do hlubokého spánku (Brown et al. 2012). Dle jiného výzkumu u králíků novozélandských (*Oryctolagus cuniculus*) byly naměřeny vlny theta v rozmezí 6-15 Hz,

a to při změně polohy vsedě nebo vleže, při pohybu hlavy, při poskakování, při chůzi a běhu. Příležitostně se objevily i poté, co zvíře zaujalo uvolněnou polohu, kterou doprovázelo uvolnění a poklesnutí uší a částečné zavření víček (Kramis et al. 1975).

Výkon delta vlnového pásma je považován za měřítko intenzity spánku non-REM. Toto tvrzení bylo potvrzeno jak u lidí, koček, tak u potkanů (Bowersox et al. 1984; Dijk et al. 1989; Franken et al. 1991; Mendelson & Bergmann 1999).

Studie Dallaire & Ruckebusch (1974) uvádí naměřené frekvenčních vlny u poníků. Ve fázi non-REM se nepravidelná nízká aktivita naměřila o 4-5 Hz, která se střídala s vysokonapětovými vlnami, které byly zaznamenány v rozmezí 150-200 μ V. Ve fázi REM na záznamech z hipokampu byla zaznamenána nepravidelná nízká aktivita v 6-8 Hz a vysokonapětové vlny v rozmezí 90-120 μ V. O několik let později Williams et al. (2008) naměřili frekvenční vlny u koní. Pro non-REM spánek naměřili 2-4 Hz s přechodnými jevy 7-8 Hz a 10-12 Hz charakteristické pro alfa vlny. Pro REM spánek 17-22 Hz, pro ospalost 4 Hz a 10-12 Hz a pro bdělost 20-30 Hz. Cousillas et al. (2017) zkoumali u sportovních koní denní záznam odpočinku při poloze vestoje a zaznamenali frekvenční pásma: alfa, beta, gama charakteristická pro bdělá zvířata a delta a theta charakteristická pro non-REM spánek. Zjistili, že frekvence delta a theta byly zastoupeny méně než frekvence alfa, beta a gama, které dominovaly u všech pozorovaných subjektů. Naměřené hodnoty pásem byly u alfa vln v rozmezí 8-12 Hz charakteristické pro uvolněný stav, dále u beta vln 12-30 Hz a gama >30 Hz charakteristické pro aktivní stav vědomí (Cousillas et al. 2017).

Studie El Allali et al. (2022) popsala frekvenční vlny u velbloudů. Naměřili 22-34 Hz, když jedinci byli vzhůru, ale dle videozáznamu měli nehybné držení těla a byli v poloze vleže na břiše. V této fázi se objevila tonická aktivita spojená s otáčením hlavy a vztyčenými uši. Když zvíře začalo přezvykovat, polysomnografické stopy byly narušeny. Při ospalosti signál EEG vykazoval aktivitu 3-8 Hz odpovídající theta vlnám. Při non-REM spánku naměřili 1-4 Hz odpovídající delta vlnám. Při REM spánku naměřili 19-28 Hz, které jsou charakteristické pro beta vlny.

Naměřené frekvence u pakoně modrého se povedlo naměřit Malungo et al. (2021). Ve fázi bdělosti záznam EEG a EMG byl zaznamenán rozsah vlnových spekter 0,1-15,5 Hz, fáze non-REM vykazovala 0,1-6,7 Hz a fáze REM měla rozsah 0,1-12 Hz.

U skotu Ternman et al. (2012) naměřili aktivitu delta vln v rozmezí 2-5 Hz.

2.3.3 Fáze spánku u kopytníků

U koňovitých kopytníků, byly rozlišeny dvě hlavní fáze spánku REM a non-REM. Zaznamenány byly i další fáze, a to období bdělosti a fáze ospalosti (Dallaire & Ruckebusch 1974). V pozdější studii Dallaire (1986) popsal i mezifázi, která se objevila mezi fází non-REM a REM spánku.

Williams et al. (2008) popisuje fázi ospalosti charakteristickou pokrčenou zadní nohou, kdy jedinci měli váhu na předních končetinách a na jedné zadní končetině, hlava byla držena nad kohoutkem. Dle Lyamin et al. (2022) je fáze ospalosti popisována jako směs nízkonapěťových a vysokonapěťových pomalých vln.

Dallaire & Ruckebusch (1974) popsal non-REM fázi a charakterizovali jí na úrovni neokortexu velkými pomalými vlnami, kterou doprovázela nepravidelná nízká aktivita. Dle Williams et al. (2008) non-REM spánek vstoje je charakteristický sníženou hlavou na úrovni kohoutku a s laterální nebo kaudální rotací uší a pokrčenou zadní nohou. Typickým znakem pro non-REM zaznamenaný při poloze vleže byl tonus krčních svalů (částečné stažení kosterních svalů v klidovém stavu) a zavřená oční víčka. Během pozorování byly pohyby víček zaznamenány pouze vzácně. Když se aktivita krčních svalů postupně začala snižovat ke konci jednoho období non-REM spánku, v poloze vleže následovala fáze REM (Dallaire & Ruckebusch 1974).

Greening & McBride (2022) zmiňuje další rozdělení non-REM spánku, a to na spánková stádia N1, N2, N3, které se liší od sebe pouze polohou očního víčka a mírou vzdálenosti hlavy od země v poloze vstoje. Ta samá spánková stádia non-REM popisuje i Williams et al. (2008). Forsberg et al. (2008) popisuje u krav možné rozdělení spánkového stádia dle polohy hlavy.

Stejnou charakteristiku, jakou popsal Dallaire & Ruckebusch (1974) u non-REM spánku u koňovitých, popsal i El Allali et al. (2022) u velblouda jednohrbého v poloze vleže na břicho. V rozdílu, že pouze v 17 % případech non-REM spánek přešel do REM spánku. V ostatních případech přešel do bdělosti, ospalosti anebo do přežvykování. Tyto přechody jsou pozorovány i u dospělých krav (Ternman et al. 2014). U pakoně byly charakteristiky pro non-REM také podobné, ale přechod z non-REM do REM byl o něco vyšší - 28,25 %. REM spánek pak přecházel do bdění anebo zpět do non-REM fáze (Malungo et al. 2021).

U nejmenšího zástupce přežvýkavých kopytníků kančila (*Tragulus kanchil*) je charakteristika dle pozorování chování rozdílná, podstatná část non-REM spánku probíhá vleže s otevřenýma očima (Lyamin et al. 2022). U jelenů ve většině případech též probíhá spánek non-REM s otevřenýma očima (Lyamin et al. 2023).

Dallaire & Ruckebusch (1974) u poníků objevil výskyt tonusu krčních svalů i když poníci zaujímalí polohu vstoje, ale s nižší intenzitou než vleže. Dle Ruckebusch (1963) se tonus krčních svalů při poloze vstoje objevil také u koní a oslů (Ruckebusch 1963 in Dallaire & Ruckebusch 1974). Dle Dallaire (1986) se intenzita svalového tonu během non-REM spánku a fázi ospalosti odvíjí od polohy zvířete. Čím více hlava klesne ve fázi ospalosti v poloze vstoje, tím více se i snižuje aktivita krčního svalu. Tato aktivita může i kompletně zmizet a hlava klesne k zemi (Dallaire 1986).

Zaznamenaný tonus krčních svalů během polohy vstoje dle Dallaire & Ruckebusch (1974) odhaluje možnost objevu fáze non-REM při stání poníků, a to nejen u polohy vleže. Greening & McBride (2022) popisují výskyt non-REM převážně v poloze vstoje s tendencí výskytu i vleže, což ztěžuje rozlišení mezi stavy spánku non-REM a REM. Williams et al. (2008) také popisuje zaznamenaný výskyt tonu krčních svalů a potvrzuje výskyt non-REM spánku při poloze vstoje u koní.

Studie od Dallaire (1986) zmiňuje ještě další fázi mezi non-REM a REM a to tzv. mezifázi, která se dle Dallaireho objeví po fázi non-REM. Tento stav spánku představuje dobu, kdy se kůň napůl vzbudí předtím, než přejde do hlubokého spánku. Přejít mezi non-REM a REM tedy není náhlý. Důvodem může být ochranný mechanismus, který nedovolí vstup do hlubokého spánku bez kontroly okolního prostředí, ve kterém se kůň nachází (Dallaire 1986). U kančila byla také popsána mezifáze a označena za tREM, která trvala 20 sekund (Lyamin et al. 2022).

Po fázi non-REM následuje fáze REM. Fáze REM se dle studie na ponících od Dallaire & Ruckebusch (1974) vyznačovala rychlými pohyby očí a svalovou atonií, objevovaly se pohyby uší, předních končetin a cukání spodního pysku v poloze vleže. Tyto svalové záškuby je možné vidět na EMG jako tzv. artefakty srdečního tepu v REM spánku (Ternman et al. 2012). Stejná charakteristika REM spánku u poníků byla popsána u koní Williams et al. (2008). REM fáze u poníků se vyskytovala pouze vleže, a to jak v poloze na břicho, tak na boku. Wöhr et al. (2016) také uvádí, že REM spánek u koní je možné dosáhnout pouze ve spánku vleže, ale studie od Williams et al. (2008) toto

tvrzení vyvrací. Pomocí EEG, EMG a behaviorálních charakteristik zjistili, že u neurologicky vyšetřených zdravých koní může dojít k REM spánku vstoje. Dokonce jeden z pozorovaných koní si za celou dobu probíhajícího výzkumu nelehl vůbec, pouze hlava z důvodu ztráty tonu krčních svalů klesla těsně nad zem. Když se jedinec v této fázi neprobudil, krátce poté následovalo vybočení předních končetin, což mělo za následek nárazu hlavy o zem a následné probuzení, z důvodu výskytu celkové atonie svalů během fáze REM. U ostatních pozorovaných jedinců s nástupem REM spánku hlava vstoje také klesla, ale ti se po chvíli hned probudili, čímž Williams et al. (2008) vyloučili kolapsové stavy. Greening & McBride (2022) popisují výskyt REM spánku u koní v poloze vstoje za vzácný a zmiňují tak problém pro nespolehlivost rozlišení fází spánku bez zařízení EEG, protože kůň je schopný dosáhnout různých fází spánku ve více polohách těla.

Dallaire & Ruckebusch (1974) uvádí, že během fáze REM může docházet k intenzivním mozkovým aktivitám, které se podobají aktivitě během bdění. Toto tvrzení potvrzuje i studie na velbloudech, kde byla mozková aktivita v REM spánku podobná aktivitě pozorované ve stavu vzrušení (El Allali et al. 2022).

Charakteristika dle EEG spánku REM je u velbloudů (El Allali et al. 2022) a jelenů (Lyamin et al. 2023) podobná popisu REM fáze na ponících od Dallaire & Ruckebusch (1974) (rychlé pohyby očí, tonická svalová aktivita, občasné svalové záškuby). Rozdíl se ale nachází v době trvání REM. Velbloudi dle studie El Allali et al. (2022) tráví mnohem méně času v REM spánku během noci než jiní kopytníci. Velbloudi stráví v REM spánku v průměru 5,6 % za noc (El Allali et al. 2022), prasata 10,5 %, koně 7,8 %, krávy 6,3 % a ovce 4,8 % (Ruckebusch 1972).

U pakoňů je zastoupení REM spánku během noci také nižší a to 5,88 %. U kančila je zastoupení 1,7 % u kabara (*Moschus moschiferus*) 3,1 % (Lyamin et al. 2022). Dle Malungo et al. (2021) může potencionálně existovat dichotomie mezi domácími a divokými zvířaty. Hodnoty celkové doby spánku jsou sice konzistentní, ale u domácích zvířat je podíl spánku REM vyšší než u divokých, a to jak přes noc, tak i za den. V časovém rozložení doba trvání epizody REM spánku byla v průměru 3 minut u velblouda (El Allali et al. 2022), což je podobné délce u mnoha savců, a to například u krav anebo prasat (Robert & Dallaire 1986; Ternman et al. 2012).

Kristal & Noonan (1979) také popisují fáze spánku, ale u žiraf (*Giraffa camelopardalis reticulata*). Rozlišují období dle chování zvířete na S-spánek (lehký spánek, non-REM), který trval od 5-30 minut a D-spánek (hluboký spánek, REM)

trávající od 1-10 minut ve více epizodách za noc. Ve studii dále popisuje, že v období non-REM spánku se přežvykování neobjevilo (Kristal & Noonan 1979). Oproti jiným studiím spojené na téma přežvykování a spánek kopytníků došlo k rozdílným výsledkům. EEG záznamy u koz a ovcí ukázaly, že během přežvykování může dojít k non-REM spánku a dokonce i ke spánku REM, které po přežvykování nahradilo fázi non-REM. Takže Bell & Itabisashi (1973) se domnívají, že ovce a kozy jsou schopny při přežvykování usnout. Tato hypotéza je dle El Allali et al. (2022) stále diskutována. Už v roce 1970 Ruckebusch položil otázku, zda je rozumné považovat ruminaci za non-REM spánek nebo spíše za jiný stav s některými elektrokortikografickými aspekty společnými s non-REM spánkem (Ruckebusch 1970 in El Allali et al. 2022).

Podobné charakteristiky fází spánku a poloh u žiraf (*Giraffa camelopardalis*) také popsal Tobler & Schwierin (1996).

Dle Dallaire (1986) stav spánku REM a non-REM spolu funkčně souvisí, navzdory jejich zjevným rozdílům. Autor popisuje, že u dospělých zvířat by nikdy nemohlo dojít k fázi spánku REM bez předchozí fáze spánku non-REM.

2.3.4 Spánkové pozice a preference u kopytníků

Studie o polohách spánku u kopytníků odhalují fascinující vztah mezi tím, kde zvířata spí a jejich spánkovým režimem, pohodlím a pohybovými preferencemi. Výběr stanoviště zvířaty je ovlivněn sociálními interakcemi, neboť některé druhy preferují spát ve skupinách nebo blízko svých druhů, což zvyšuje bezpečnost a sociální interakci (Anderson 1998). Například primáti mohou tvořit společné skupiny spánku, ať už jde o pár matky s mládětem, jedince stejného pohlaví nebo o samce a samici. Dokonce i mláďata goril se v noci vracejí k matce spát, dokud nedospějí a nezačnou se oddělovat (Goodall 1979 in Anderson 1998).

Adaptace na prostředí poskytuje další pohled na to, jak zvířata přizpůsobují své chování a výběr místa ke spánku k podmínkám svého životního prostředí. Zvířata mohou preferovat místa ke spánku, která jim poskytují ochranu před predátory nebo nepříznivými podmínkami, jako jsou vyvýšená místa, skryté prostory nebo místa s dobrým výhledem (Anderson 1998). Faktory prostředí, které ovlivňují výběr místa k odpočinku u jelenovitých, zahrnují hustotu okrajů lesů, sklon terénu, hustotu vegetace korun stromů a stáří lesa během léta a zimy. Ve studii Bose et al. (2018) na preference

míst u jelence černoocasého (*Odocoileus hemionus columbianus*) ve volné přírodě bylo zjištěno, že v létě dávají jeleni přednost vyšším nadmořským výškám bez husté vegetace z důvodu poskytnutí vizuální výhody nad predátory při hledání potravy a odpočinku. Naopak během zimy jeleni sestupují do nižších poloh, ve kterých si vybírají husté lesní porosty, které jim poskytují dostatečnou potravu a tepelný i bezpečný úkryt.

Adrados et al. (2008) uvádí rozdílnost úkrytu mezi dnem a nocí u jelena evropského (*Cervus elaphus*). Místa odpočinku ve dne byla více krytá než místa pro odpočinek v noci. Snížení viditelnosti během dne může být vysvětleno zvýšeným počtem turistů, kteří se v okolí pohybují. Délka trvání odpočinku byla delší přes den než v noci v letních měsících. Samice jelenů využívaly k odpočinku strmější svahy než samci, pravděpodobně kvůli zvýšené potřebě úkrytu (Adrados et al. 2008).

Jednotlivci mají tendenci si vybírat specifické, nebo preferované místo (Campbell & Tobler 1984). Studie od El Allali et al. (2022) poskytuje zajímavý příklad preferovaných míst pro odpočinek u velbloudů chovaných v lidské péči na pastvě. Zpozorovali, že tito velbloudi preferují určité místo ve výběhu před nebo v blízkosti dveří. Tato pozorování naznačují, že i u kopytníků chovaných v lidské péči mohou existovat konkrétní preference pro místo ke spánku, které mohou být ovlivněny lidským prostředím (Anderson 1998).

Dále, studie od Tobler & Schwierin (1996) zkoumala preferované místo ve výběhu u žiraf k jejich odpočinku a spánku, které se po celé pozorovací období neměnilo. Tato pozorování poukazují na konzistentní preference žiraf pro určité místo pro odpočinek, což může být důsledkem jejich adaptace na specifické prostředí a sociální interakce.

Williams et al. (2008) také zmiňuje preferenci konkrétního místa u koní ve stáji, zejména rohy boxů.

Prasata jsou známá svým výběrem specifického místa k odpočinku, které využívají den co den. V extenzivním chovu si vytvářejí hnízda pro spánek a odpočinek, která prasata vystylají trávou, listím nebo větvemi. V hnízdě obvykle zůstává celá skupina a choulí se těsně k sobě. Ve vnitřním ustájení prasata vykazují stejná chování, pokud mají přístup k senu. Vytvoří si z něj hnízdo a teprve pak začnou odpočívat a spát (Jensen 2002). Tyto studie přidávají další vrstvu porozumění spánkovým preferencím kopytníků a naznačují, že prostředí, ve kterém jsou chováni a sociální dynamika, mohou hrát významnou roli v jejich výběru místa ke spánku (Anderson 1998).

Nejen pochopení preferovaných míst k odpočinku u zvířat v lidské péči, ale i ve volné přírodě pomáhá přijmout vhodné opatření pro ochranu těchto zvířat a jejich přirozeného prostředí jako jsou národní parky a lesy, kde jsou potřeby kopytníků důležitým hlediskem při rozhodování o hospodaření s oblastí, včetně těžby dřeva (Bose et al. 2018).

2.3.5 Variabilita spánkových poloh u kopytníků

Dle Campbell & Tobler (1984) mají jednotlivci během spánku tendenci zaujímat odlišné a trvalé typické polohy pro daný druh.

2.3.5.1 Žirafy

Roku 1956 Grzimek popsal spánkové chování u žiraf v zoo a vyvrátil obecný názor o tom, že žirafy vůbec nespí. Tento názor souvisel s vynecháním spánku v důsledku nebezpečí predace. Publikoval vůbec první fotografii dospělé žirafy, která spí s krkem ohnutým do strany a opírá se hlavou o zem s laterálně nataženou zadní končetinou (Grzimek 1956 in Tobler & Schwierin 1996). Tato poloha byla popsána jako určující charakteristikou pro hluboký spánek REM (Tobler & Schwierin 1996). Poloha v REM spánku byla zaznamenána jak u mláďat (pouze polohy končetin se měnily), tak i u jiných žiraf (*Giraffa camelopardalis reticulata*) s tím, že byly zaznamenány i zavřené oči (Allison a Cicchetti 1976; Kristal & Noonan 1979). Podobná poloha byla zaznamenána i u okapi, antilop a krav, jen v rozdílu, že hlavu měli opřenou o zád, nikoliv o zem. Dle Tobler & Schwierin (1996) je důvodem tohoto chování jejich dlouhý krk, který nedovolí žirafám opřít si hlavu na hřbet. U pozorovaných dospělých žiraf ve volné přírodě byla pozice hlavy zaznamenána na zemi, i opřená o hřbet (Burger et al. 2020). Poloha u spících žiraf byla dle Kristal & Noonan (1979) připodobněna spící labuti a nastávala po dlouhé době odpočinku v leže a následovala po fázi non-REM.

Non-REM fáze se objevila také vleže, ale jedinec měl otevřené oči, skoro vůbec nemrkal a měl znatelně nesoustředěný pohled. Další charakteristikou byl uvolněný krk, který se povolil do mírné křivky ve tvaru S (Kristal & Noonan 1979).

Popis poloh spánku u žiraf se podobá observačním výsledkům od Tobler & Schwierin (1996). Zaznamenali spánek u žiraf nejen v poloze vleže, ale i vestoje. Spánek vestoje byl hodnocen nehybností zvířete, včetně uší, které byly obvykle

nasměrovány dozadu a dle znatelně uvolněného krku. Spánek vstoje se obvykle střídá s krátkými epizodami bdění, charakterizované narovnáním krku a zvednutím hlavy a uší. Toto chování bylo označeno za spánek z hlediska předešlých studií založených na EEG záznamech, potvrzující možný spánek vstoje u kopytníků (Tobler & Schwierin 1996).

Spánek v leže byl charakterizován ležením na břicho, nebo na boku s nohama složenými pod sebou, anebo mírně posunutými do stran. Krk ohnutý v úhlu 70° od země, někdy dokonce i 30° (poloha méně vertikální, než při probuzení). Krk a hlava byly nehybné. Tato charakteristika spánku v leže je typická pro většinu kopytníků. Když v poloze vleže pozorovaní jedinci náhle ohnuli krk do strany a opřeli si hlavu o stranu zadní končetiny, byl zaznamenán přechod do spánku REM. Toto charakteristické chování odpovídá předešlému popisu hlubokého spánku. Fáze REM byla doprovázená zjevnými záškuby uší a krku (Tobler & Schwierin 1996).

Spánek u žiraf je velmi fragmentovaný jak ve volné přírodě (Burger et al. 2020), tak i u žiraf chované v lidské péči (Tobler & Schwierin 1996). Důvodem mohou být dlouhé nohy a krk, které má žirafa při poloze vleže obtížně složené pod sebe. To jí neumožňuje rychlý únik před vnějším stimulem. Potíže se vstáváním ze země by mohly přispívat ke krátké době spánku REM a možná i k rozvoji schopnosti usínat vstoje (Tobler & Schwierin 1996).

2.3.5.2 Velbloudi

Noční odpočinek u velbloudů byl charakterizován do tří stavů bdělosti. Poloha vleže na břicho se zvednutou hlavou, kdy bylo zaznamenáno přežvykávání anebo pohyby uší, odpovídající stavu bdělosti. Dále poloha vleže na břicho se vzpřímenou hlavou, ale bez znatelného pohybu hlavou, poloha odpovídající stavu ospalosti. A poslední stav odpovídající spánku, u kterého se ve všech případech vyskytl REM spánek a uvolnilo se svalstvo zvířete, a to poloha vleže na břicho s nataženou hlavou položenou na zemi bez pohybu. Poloha v leže na boku nebyla zaznamenána, jako u zmíněných kopytníků (El Allali et al. 2022). Balch (1955) navíc zmiňuje, že přežvýkavci, včetně velblouda, nemohou zaujmout normální spánkovou polohu vleže na boku kvůli anatomickému uspořádání žaludku přežvýkavců a nepřetržité aktivitě retikula (Balch 1955 in Allali et al. 2022). Al-Khateeb et al. (2023) označují spánkové polohy během dne jako sedící polohu s hlavou položenou na zemi (poloha na břicho) a zmiňují polohu, kdy velbloud leží na jedné

straně těla a hlavu má také položenou na zemi, více o poloze lehu na boku ve článku ale nebylo zmíněno.

2.3.5.3 *Jelenovití*

Klidový stav a spánek byl popsán u jelenů sambara indického (*Rusa unicolor*) a jelena sika (*Cervus nippon*) u polohy vleže a na boku. Odpočinek v noci zaujímali u polohy vleže z 80 %. Zbytek času jeleni stáli, chodili nebo jedli. V poloze na břicho byly u většiny jelenů spatřeny otevřené oči, což může být důležitým mechanismem, který udržuje bdělost u kopytníků. V této pozici byli primárně v klidu, přežvykovali a byl zaznamenán pohyb uší (Lyamin et al. 2023).

V závislosti na poloze krku je možné rozdělit tři různé polohy: leh na břicho s hlavou vzpřímenou, leh na boku s hlavou položenou na zádi, nebo na zemi a leh na boku s hlavou nataženou dopředu a položenou na zemi. Poloha s hlavou nataženou dopředu se vyskytovala pouze u největšího samce s velkými rohy a u nedospělého jedince (Lyamin et al. 2023).

V Zoologické zahradě Dhaka zaznamenali fázi relaxace – uvolněného stavu, kde byla zastoupena v 13,98 % z celkového záznamu chování u muntžaka sundského (*Muntiacus muntjak*). Ve studii zkoumali jak samce, tak samice. Samice vykazovaly častější odpočinkové chování než samci. Muntžak často odpočíval vestoje, zůstával nepohyblivý a hlavu měl vzhůru s pohledem směřujícím před sebe. Zaznamenala se také pozice, ve které se předklání dopředu a natahuje své tělo, přičemž jeho přední nohy mohou být umístěny buď pod tělem, nebo nataženy vpřed, ale při spánku si lehli a tělo stočili dokola, hlavu položili na hřbet (Aktar et al. 2015). Podobné vzorce odpočinku byly zaznamenány v roce 1987 MacNamarem a Elridgem u pudu jižního (*Pudu pudu*) a mazama červeného (*Mazama americana*) (Macnamara & Eldridge 1987 in Aktar et al. 2015).

2.3.5.4 *Skot*

Krávy během noci ulehnou v 87,5 % (Ruckebusch 1972), turovití až 88,6 % (Gübert et al. 2023). Fukasawa et al. (2020) popisuje spánkovou pozici jako stav, kdy kráva leží na břicho s hlavou položenou na boku, tedy REM spánek. Forsberg et al. (2008) definuje polohu hlavy za možný indikátor pro rozlišení mezi lehkým N1 non-REM

a hlubokým spánkem REM, protože spánková stádia non-REM spánku mohou být spojena s pozicí hlavy, která je buď níže nebo výše postavená.

Studie Ternman et al. (2014) zjistili, že chování během různých spánkových stavů u dospělých dojnic se shoduje s elektrofyziologickými měřeními s dobrou přesností. Dle EEG, EMG a EOG rozlišili polohu vleže se zvednutou nehybnou hlavou, identifikující non-REM spánek a leh s hlavou opřenou o tělo nebo předmět určující pro REM spánek.

Hunter et al. (2021) zmiňují, že pozice, kdy jedinec leží a má položenou hlavu na boku, nemusí vždy znamenat REM spánek a může dojít k podhodnocení celkové doby spánku, protože nebude zahrnut non-REM spánek. Pozorování polohy tedy podle Hunter et al. (2021) není přesným způsobem identifikace REM spánku, i když některé studie tuto metodu využili u jiných kopytníků (Seeber et al. 2012; Greening et al. 2021; El Allali et al. 2022).

Další polohou u skotu je poloha vleže se vztyčenou hlavou s možným výskytem zavřených víček. V této pozici se neztratil svalový tonus, který umožňuje kravám se plně uvolnit, a tak tato poloha není definována pro spánek. Dle Fukasawa et al. (2017) se jedná o fázi mezi spánkem a bdělostí.

U telat byla charakterizována poloha vleže na břicho s hlavou položenou na zemi, nebo na boku, leh na břicho s hlavou vtyčenou, ale mírně povolenou a nehybné stání (Veissier et al. 2001). Fukasawa et al. (2017) identifikovali specifický vzor při spánkové poloze, vestoje žádný spánkový vzor nebyl zaznamenán.

Délka a frekvence lehu je ovlivňována v jakém reprodukčním stavu se krávy nacházejí. Prvorodičky vykazují delší denní spánek a délku ležení než vícerodičky, dle Noring et al. (2012) z důvodu stále trvajících růstu a vlivu hormonů. Během spánku se prvorodičkám uvolňují anabolické hormony (růstový hormon, prolaktin, luteizační hormon a testosteron). Dle Fukasawa et al. (2019) je významný rozdíl v denní době ležení z fyziologických požadavků souvisejících s věkem, nikoliv z nepohodlí anebo úzkosti. Navíc délka a frekvence spánku také souvisí s produkcí tuku, to může vysvětlovat význam spánku související s uvolňováním anabolických hormonů (Fukasawa et al. 2019).

2.3.5.5 *Prasata*

Prasata zaujímají leh na boku anebo leh na břicho, kdy v této pozici tělo není podepřeno žádnou nohou a poloha se nemění (Ruckebusch 1972). Ekkel et al. (2003) rozlišili několik poloh vleže. Prase ležící na břicho, ležící napůl na boku a napůl na břicho, poloha na boku – ležící na jedné celé straně s nataženými nohama. Z pozorovaných poloh byla dále zaznamenána poloha stojící a sedící.

Poloha vleže je v noci převládající, z toho v průměru více než 60 % je zaujímana polohou na boku a dle Ekkel et al. (2003) se četnost zvyšuje věkem.

Klimatické podmínky ovlivňují postoj zvířete. Při vysokých teplotách prasata zaujímají polohu na boku, díky které jsou schopni přenést co nejvíce tepla do okolí. Při nízkých teplotách zaujímají polohu, která minimalizuje jejich kontakt s podlahou (Close et al. 1981).

2.4 Spánek u koňovitých

K pochopení spánkových vzorců koňovitých kopytníků je nutné nejprve definovat několik termínů.

První termín je BDĚLOST. Bdělost je definována jako období, během kterého je kůň plně vzhůru a je si vědom všeho, co se kolem něj děje. Aktivity během bdělosti zahrnují potravní chování, vyhýbání se predátorům, hru a reakci na vnější podněty (Belling 1990).

Dalším termínem je CELKOVÁ DOBA SPÁNKU (TST). Časový interval z 24hodinového dne, který byl stráven spánkem. Skládá se z non-REM a REM fáze (Belling 1990).

POZICE je dalším důležitým termínem, který je třeba vyhodnotit u koně během spánku. Spánkové pozice zahrnují polohu vestoje, leh na boku a leh na břicho. Boční ležení zahrnuje levou či pravou stranu, kdy jedinec leží na celé jedné části těla (Dallaire 1986; Belling 1990).

První studie zaměřené na noční aktivity u koňovitých kopytníků byly provedeny na oslech, kde byly prozkoumány jejich spánkové vzorce (Ruckebusch 1963 in Dallaire 1986). O několik let později Dallaire (1986) vytvořil studii o spánkovém chování koní. Zjistil, že jeden spánkový cyklus u koně, ve kterém se střídají všechny fáze spánku trvá

průměrně okolo 15 minut. U dospělého koně se spánek projevuje v epizodách či cyklech spíše než v jednom souvislém intervalu, který je typický pro člověka. Spánek je během noci rozdělen do pěti či sedmi fází a každá fáze trvá 30-40 minut. Průměrný počet spánkových cyklů zahrnující REM i non-REM u lidí je zastoupen do 2-6 cyklů (Le Bon et al. 2002). U koní se dle Greening & McBride (2022) také dělí do 2-6 cyklů, ale v rozdílu z hlediska zastoupení v průměru času, kdy jsou u koní kratší než u lidí. Dallaire (1986) také udává tvrzení o krátkém spánkovém cyklu u koní a zmiňuje dobu spánku za noc v rozmezí 2 až 5 hodin. Williams et al. (2008) zmiňuje celkovou dobu spánku (TST) v průměru 3,5 hodin. Greening & McBride (2021) popisují průměr TST okolo 3 až 4 hodin (230,72 min). Později Greening et al. (2021) naměřili TST 5,2 hodin u ustájených koní, což je zatím nejvíce, co bylo zaznamenáno. V porovnání u člověka je TST okolo 7 až 8 hodin (Le Bon et al. 2002). Data o TST u koní se mohou lišit v závislosti na typu techniky pro sběr dat (EEG, EcoG/ pozorování chování dle postoje) a věku koní (Greening & McBride 2021).

Časové rozložení spánku v noci je od 20.00 do 05.00, kdy fáze spánku jsou narušeny potravním chováním nebo fázemi ospalosti. Zastoupení fází non-REM a REM je nejvíce zastoupeno od 00.00 do 4.00. REM fáze je zastoupena průměrně 4.2 minuty a non-REM fáze 6.4 minut. (Dallaire 1986; Belling 1990).

Dle studie od Williams et al. (2008) se rozsah non-REM a REM spánku liší. Průměrná délka REM spánku u 5 koní byla: 0,28 minut, 1,2 minuty, 0,3 minut, 2,4 minut a 0,38 minut (celkový průměr z výsledků od všech koní – 0,9 minut). U non-REM spánku: 3,9 minut, 3,3 minuty, 2,7 minuty, 4,7 minuty a 2,6 minut (celkový průměr z výsledků od všech koní – 3,44 minut) (Williams et al. 2008). I když je doba fází spánku rozdílná, REM spánek je v obou studiích kratší než non-REM, důvodem je, že koním stačí pouze malé množství REM spánku a delší trvání non-REM (Greening et al. 2013, Chung et al. 2018).

Greening et al. (2021) naměřili dle charakteristického chování popsané Williams et al. (2008), Dallaire (1986) a Belling (1990) REM a non-REM spánek. REM spánek zastupoval 1,23 hodiny a non-REM spánek 3,94 hodin za TST. Tato studie pozorovala koně během 24 h ve srovnání s ostatními, které pozorovali časové zastoupení fází spánku v nočních hodinách a zaznamenali odpočinek i ve dne. Během dne koně odpočívali a byl zaznamenán REM a non-REM spánek vleže na břiše a REM spánek

v poloze na boku. Každý pozorovaný den se pouze u 70 % koní objevila REM fáze během dne, nebo noci (Greening et al. 2021).

Zdá se tedy, že jednotliví koně mají různé strategie spánku s různým podílem spánkových stavů, které se vyskytují v rozdílných polohách (Greening & McBride 2021).

2.4.1 Polohy ve spánku a odpočinku u koňovitých

2.4.1.1 Spánek vestoje

Při poloze vestoje je obvykle typická jedna pokrčená zadní noha. Flexe jedné ze zadních končetin umožňuje rovnoměrné rozložení váhy těla a uvolňuje napětí v kloubech a svalstvu. Dolní končetina je často pokrčená v kloubním hleznu, přičemž se pouze okraj kopyta opírá o zem. Flexe nohy v této poloze umožňuje též pohodlnější a stabilnější postavení těla (Belling 1990; Williams et al. 2008). Hartman & Greening (2019) u polohy spánku vestoje popisují žádný nebo omezený pohyb uší, uvolněný ocas a oči zavřené nebo napůl otevřené. (Obrázek 1 a 2).



Obrázek 1 Spánek vestoje u koně Převalského



Obrázek 2 Spánek vestoje u koně Převalského

V této poloze je častý výskyt ospalosti (fáze mezi spánkem a bdělostí) a non-REM spánku (Dallaire 1986; Williams et al. 2008). Vzácně i REM spánek (Greening & McBride 2022).

2.4.1.2 Spánek vleže

Pokud je kůň v bezpečném a dobře známém prostředí, zaujme polohu v leže. Než se tak stane, hlava postupně klesá, zatímco u koně nastává fáze non-REM. Po určité době kůň zjevně projeví krátkodobé období bdění (Belling 1990). Tzv. metafázi popsanou Dallaire (1986). Během kterého nejprve provádí flexi předních končetin a následně flexi zadních končetin. Tímto způsobem kůň přejde do ležící polohy na břicho. Zvíře poté opětovně vstupuje do stavu spánku non-REM, po němž následuje přechod do lehu na boku a následná fáze REM (Belling 1990).

REM fáze se objevuje jak v poloze v lehu na břicho, tak i na boku. Pokud dojde k nižšímu výskytu v poloze na břicho, může dojít ke kompenzaci polohou na boku (Greening et al. 2022). (Obrázek 3 a 4).



Obrázek 3 Spánek vleže u koně Převalského



Obrázek 4 Spánek vleže u koně Převalského

V procentuálním zastoupení je leh u koní během noci zastoupen ve 20 % u zeber tomu je okolo 25,6 % (Gübert et al. 2023).

Ve studii od Dallaire & Ruskebush (1974) jsou popsány typy poloh na ustájených ponících. Doba monitoringu probíhala od 18.30 do 6.30. Mezi zaznamenanými polohami byla tzv. sternal recumbency – poloha, ve které jedinec ležel na břicho. Další poloha lateral recumbency – ulehnutí na levý či pravý bok. Nepřerušované ležení na boku bylo většinou krátké v průměru 4.36 minut, ale v individuálním zastoupení se lišilo v intervalu 1-12 minut. Ležení na břicho bylo pozorováno v intervalech pěti až šesti period, které byly přerušovány opakujícími se epizodami ležení na boku. V časovém rozložení byl leh

nejvíce zpozorován po půlnoci, kdy převládalo ležení na břicho nad ležením na boku. (Dallaire & Ruckebusch 1974).

Hartman & Greening (2019) také rozlišili typ spánkových poloh vleže. Poloha na břicho, kdy jedinec leží na hrudní kosti v kontaktu se zemí a nohy má složené pod tělem a polohu na boku, kdy je jedinec v kontaktu se zemí na celé boční straně i s hlavou a nohy má natažené.

Podle publikace z roku 1974 dospělý kůň není schopen nepřetržitě ležet na boku. Důvodem je hmotnost koně, která má za následek dýchací potíže, které se projevují po více než patnácti minutách (Fraser 1974 in Belling 1990). Dle Belling (1990) toto tvrzení neplatí pro hříbata a mladší koně. Čas strávený v leže tedy souvisí s věkem jedince. Toto tvrzení potvrzuje výzkum u žiraf (*Giraffa camelopardalis giraffa*), kdy se doba v leže od mlád'at po starší jedince snižovala (Langman 1977). Dále studie na koních od Kelemonové et al. (2021) a studie na chované kopytníky v zoologické zahradě od Gübert et al. (2023) také potvrzují, že věk souvisí s dobou lehu. S přibývajícím věkem klesá podíl četnost lehu za noc.

Zvířata jsou natolik přizpůsobivá, že jsou schopná omezit své spánkové chování během poporodního období či během sezónních migrací bez následného spánkového deficitu (Siegel 2003). Délku a četnost odpočinku v lehu může ovlivnit a změnit porod. Za tuto změnu může tzv. recumbency response, která má vliv na odpočinek a spánek klisen. Klisny místo odpočinku vleže, odpočívají vestoje v blízkosti svého hříbete. Důvodem je ochrana hříbete, klisna během odpočinku vestoje je schopná podřimovat a zároveň být ostražitá vůči potenciálním hrozbám (Mills & McDonnell 2005). Studie od Hout et al. (1986) potvrzuje změnu chování u klisen, které porodily. Výskyt poloh vleže klesl a zvýšilo se lokomoční chování. Dle Mills & McDonnell (2005) tento vzorec chování se v chovu koní výrazně snižuje a rychlost nezávislosti hříbete na matku je pro každou kobylu individuální (Mills & McDonnell 2005).

2.4.2 Poruchy spánku u koní

Narušení spánku zhoršuje normální regenerační funkce non-REM a REM spánku, což má za následek poruchy dýchání a kardiovaskulárního systému, změny v emoční reaktivitě a kognitivní poruchy pozornosti, paměti a rozhodování (Brown et al. 2012). Polysomnografické záznamy (EEG, EMG, EOG) jsou využívány nejen

v experimentálním výzkumu, ale také v klinických laboratořích specializovaných na studium spánku. Slouží k diagnostice poruch spánku, jako je spánková apnoe a narkolepsie, které se projevují rozdílnými a fragmentovanými stavy bdění, non-REM a REM spánkem (Brown et al. 2012).

Důsledky poruchy mozkových mechanismů řídících atonii lze pozorovat u spánkových poruch narkolepsie a u poruchy chování ve spánku REM. Přičemž atonie svalů je jedním z hlavních charakteristických rysů spánku REM (Brown et al. 2012).

Ulehnutí u koně je dle Kelemen et al. (2021) předpokladem k dosažení REM spánku. Pokud jsou v prostředí vyhovujícím jejich potřebám, tak ulehnu. Pokud z důvodu špatného welfare nebo bolesti trpí nedostatkem REM spánku, může to vést k negativnímu ovlivnění jejich zdraví. Nedostatek REM spánku se typicky projevuje nadměrnou ospalostí a tím, že koně doslova usnou vestoje a částečně zkolabují, což má za následek kožní léze. Dalším důvodem nedostatku REM spánku může být sociální nejistota nebo strach z predace (Kelemen et al. 2021).

2.4.2.1 Spánková deprivace u koní

Extrémní nedostatek spánku může mít fatální následky a vést ke smrti (Bentivoglio & Grassi-Zucconi 1997; Rechtschaffen & Bergmann 2002). Nicméně dle Fuchs et al. (2018) při hodnocení dobrých životních podmínek zvířete nebo aspektů welfare chovu se tato funkční interakce bere v úvahu jen zřídka (Fuchs et al. 2018).

Dle Bertone (2007) koně potřebují zaujmout polohu vleže, mohou se jí několik dnů vyhýbat, ale nakonec stejně musejí ulehnout. Chování při spánkové deprivaci u koní je charakterizováno nadměrnou ospalostí a atonickým kolapsem (Bertone 2007). Koně dle Furr & Reed (2008), kteří jsou často ospalí a částečně zkolabují (nespadnou úplně, dokážou se vzpamatovat), mohou tedy trpět spánkovou deprivací (Furr & Reed 2008). Dle Kelemen et al. (2021) je kolaps běžně nesprávně diagnostikován jako narkolepsie, vzácná neurologická porucha spánku charakterizovaná denní spavostí, kataplexií a spánkovou paralýzou. Kolapsy charakteristické pro spánkovou deprivaci je možné rozdělit do tří kategorií. Nadměrná ospalost spojená s bolestí, s nejistotou a s monotonií (Bertone 2007).

1. Nadměrná ospalost spojená s bolestí je pozorována nejčastěji u koní, kteří mají problémy s pohybovým aparátem a nechtějí si tak lehnout z důvodu bolesti, nebo je pro ně bolestivé vstát (Bertone 2007).

2. Nadměrná ospalost spojená s nejistotou prostředí je stav, kdy kůň neulehne z důvodu psychické nejistoty. Může se projevit u koní samostatně ustájených, nebo v případě, že je kůň ve stádě s agresivním jedincem anebo se kůň nachází v nedostatečně velké stáji či výběhu (Bertone 2007).
3. Nadměrná ospalost vyvolaná monotonií se nejčastěji vyskytuje u koní zapřažených a nadměrně zatížených (Bertone 2007).

Spánková deprivace zvyšuje aktivitu delta vln během obnovy spánku (Yun et al. 2017). Kůň, který zažil spánkovou deprivaci, vykazoval zvýšenou fázi REM, když mu byl konečně umožněn odpočinek. Spánková deprivace vznikla kvůli typu ustájení. Jedinec byl uvázan v boxu, nemohl si lehnout a řádně odpočinout (Belling 1990).

Výzkum Fuchs et al. (2018) na koních, kteří vykazovali kolapsy během klidového chování ukázal, že koně mají nedostatek spánku v leže, který vede k nedostatku REM spánku a následným značným změnám v jejich chování během celkového spánku. Výsledky diagnostikované pomocí polysomnografických přístrojů naznačují, že normální odpočinek je pro fyzické a duševní zdraví koně klíčový. Během kolapsů postižení jedinci mohou utrpět zranění (Fuchs et al. 2018).

2.4.2.2 Narkolepsie u koní

Narkolepsie je vzácná mozková porucha ovlivňující regulaci spánku a bdění (Bassetti et al. 2019). Jak již bylo zmíněno, narkolepsie souvisí s poruchou delta vln (Yun et al. 2017) a může se projevovat disregulací spánku jako je nadměrná denní spavost, kataplexie, halucinace, anebo spánková paralýza (Nishino & Mignot 1997; Bassetti et al. 2019). Tyto příznaky mohou být doprovázené motorickými, kognitivními, psychiatrickými, metabolickými a autonomními poruchami (Bassetti et al. 2019).

Ospalost je obvykle prvním příznakem, který se objeví. Následuje kataplexie během bdění a spánková paralýza. Tyto příznaky vznikají následkem atonií svalů, které jsou aktivovány ve fyziologicky nevhodnou dobu. Kataplexie je definována jako náhlá epizoda svalové slabosti vyvolaná emocemi (Nishino & Mignot 1997). U koní se může vykazovat vyběhnutím ze stáje na pastvu (Ludvíková et al. 2012). V jiných případech mohou eskalovat až do svalové paralýzy, která může trvat až několik minut. Dlouhé trvání kataplexie se občas prolínají se spánkem a mohou být spojeny i s halucinacemi (Nishino & Mignot 1997).

Narkolepsie je dle Furr & Reed (2008) mimořádně vzácná, u lidí a psů téměř vždy dědičná a u koní je získaná.

Ludvíková et al. (2012) popsali případ narkoleptických hříbat u lipického plemene, kde zmiňuje možnost genetického přenosu. U hříbat bylo zaznamenáno kolébání, klopýtání a nepřetržitý spánek. Hříbata byla schopná následovat svou matku, ale byla ospalá a měla tendence upadnout. Postupem věku ospalost postupně ustupovala, ale klinické příznaky ospalosti byly stále přítomny (Ludvíková et al. 2012).

2.4.3 Metody zkoumání chování, odpočinku a spánku

Výběr vhodné metody záznamu dat ovlivní početnost a kvalitu nasbíraných dat. Konkrétní zvolení metody bude vždy záviset na podmínkách pozorování, výzkumné otázce a na dostupnosti zdrojů zvířat (Margulis & Westhus 2008).

V zoologických zahradách je možné pozorovat zvířata přímo, kdy chovatelé a veterináři mohou systematicky zaznamenávat chování zvířat, včetně jejich pohybů, stravovacích návyků, sociálních interakcí a dalších důležitých aspektů (Margulis & Westhus 2008). Pozorovací metody jsou navrženy tak, aby umožnily shromáždit reprezentativní a nezkreslené informace o chování a vzorcích aktivit zvířat. Pro sběr těchto informací existují různé metodiky (Margulis & Westhus 2008). Keiper & Keenan 1980 využili metodu **scan sampling** (časové snímky skupiny), se kterou zaznamenali noční chování poníků ve volné přírodě. U metody scan sampling pozorovatel provádí tzv. sken prostředí a zaznamenává chování jednotlivců nebo skupin. Pozorování může probíhat například každou minutu po dobu jedné hodiny anebo každých 10 sekund po dobu 5 minut (Margulis & Westhus 2008). Keiper & Keenan (1980) shromažďovali data každou hodinu v minutových intervalech, Houpt et al. (1986) si zvolili 30minutové intervaly ve studii o nočním chování poníků v lidské péči.

Dále je možné využít metodu **ad libitum**. Výhodou této metody je získání velkého množství dat, je vhodná pro pozorování stádových anebo skupinových zvířat. Tímto způsobem se získávají informace o chování jedinců a interakcí mezi nimi v jejich přirozeném prostředí (Altmann 1974; Dušek et al. 2007; Aktar et al. 2015).

Dohromady s metodou **all occurrence** (záznam všech případů) byly metody aplikovány u mundžaka sundského (*Muntiacus muntjak*) v Zoologické zahradě Dhaka v Bangladéši (Aktar et al. 2015), pomocí kterých zaznamenali odpočinkové vzorce

chování. Metody *ad libitum* a all-occurrence byly využity i ve studii volně žijících žiraf, ve kterém autor popsal polohy při odpočinku (Seeber et al. 2012). Metody je možné kombinovat nebo používat zvlášť (Dušek et al. 2007).

2.4.4 Přístroje ke zkoumání odpočinku a spánku

2.4.4.1 Rozpoznání REM a non-REM spánku

K definování stavů bdělosti a spánku se v laboratořích u lidí využívá elektroencefalografie (EEG), elektromyografie (EMG) a elektrookulografie (EOG) (Brown et al. 2012). V diagnostické metodě EEG jsou elektrody umístěné na hlavě a používají se k měření elektrické aktivity mozku. V EMG jsou elektrody umístěné na kosterních svalech a měří elektrickou aktivitu svalů. U metody EOG jsou elektrody umístěné na kůži v blízkosti očí a sledují změny elektrického potenciálu, které se objevují v důsledku změn pohybu očí (Shackel 1960; Brown et al. 2012; Nishi et al. 2016).

Nejen u lidí, ale i ve výzkumu se zvířaty se využívají metody EEG, EMG a EOG. Tyto metody poskytují důležité informace o neurologických funkcích, které mohou být využity ke zkoumání chování zvířat v noci.

Už v roce 1974 vytvořili Dallaire & Ruckebusch dlouhodobou studii na zkoumání vztahu mezi spánkem a dietetickými podmínkami. K přesnějšímu snímání signálů použili elektrokortikografii (EcoG) a již zmíněné přístroje EMG a EOG (Dallaire & Ruckebusch 1974). EcoG umožňuje snímat elektrickou aktivitu přímo z kůry mozkové, aniž by docházelo k oslabení signálu při průchodu přes lebku, jak tomu je u EEG. Tyto bioelektrické signály jsou měřeny pomocí elektrod, které jsou klíčovými nástroji v medicíně a vědeckém výzkumu (Todaro et al. 2019). Ve studii zavedli elektrody chirurgickým zákrokem do mozku a zaznamenali aktivitu elektrických signálů. Zmíněné metody byly využity na základě předešlého výzkumu Ruckebusche na oslech v roce 1963 (Ruckebusch 1963 in Dallaire & Ruckebusch 1974).

Williams et al. (2008) popisují další metodu u koní, ve které nasadili elektrody na frontální, týlní a sluchové části lebky. Po oholení pokožky subkutánně umístili jehlové elektrody na zmíněná místa a pomocí speciálního lepidla přichytili na kůži. Elektrodové kabely poté zapletli do hřívy a senzor na záznam dat umístili na kaudální část hrudníku. Při této metodě se koni musí oholit čelo, což může být jak estetickým problémem, tak pro

netrénované koně zdrojem strachu a následným ovlivněním kvality záznamu EEG (Cousillas et al. 2017).

O několik let později Ternman et al. (2012) a Wöhr et al. (2016) také využili polysomnografické přístroje, ale neinvazivní metodou, kterou zkoumali spánek u ustájených koní a krav.

Ve studii od El Allali et al. (2022) využili také neinvazivní metodu k charakteristice fází spánku u velbloudů, a to za pomoci dvou miniaturních ambulantních polysomnografických přístrojů. V oblasti šíje, čelní části lebky a žvýkacích svalů byly vyholeny čtvercové plochy, ke kterým byly přilepeny elektrody pomocí vodivého adhezivního gelu. Po připevnění byly elektrody zajištěny lékařskou náplastí a celý přístroj zahrnující kabely i zařízení k záznamu dat byl pokryt tkaninou a lehkou polystyrenovou helmou z důvodu ochrany přístroje před možným poškozením (El Allali et al. 2022).

Cousillas et al. (2017) vyvinuli nástroj k měření stavů bdělosti u koní bez invazivního zákroku a bez způsobení nepohodlí, jak tomu může být např. u lepení elektrod na kůži zvířete. Náhlavní souprava EEG spočívá v rychlém a snadném nasazení, je vyrobena z velkých gumových pásek a umožňuje tak stabilní kontakt elektrod s kůží koně. Tuto metodu je možné použít i u koní ustájených na pastvě (Cousillas et al. 2017).

2.4.4.2 Identifikace spánkových poloh

Pro studium spánkových poloh u kopytníků existují různé technologické metody a přístroje. Mezi běžně používané techniky patří kamerové systémy, které umožňují pozorování spánkového chování zvířat a detailně analyzovat jejich spánkové polohy a interakce během spánku (Anderson 1998). Pod kamerové systémy se řadí infračervené kamery (Takagi et al. 2019), noční vidění, termovizní kamery (Burger et al. 2020), časosběrné kamery (Tobler & Schwierin 1996), anebo fotopasti (Duggan et al. 2016). Tyto techniky k monitoringu zvířat jsou neinvazivní a zvíře není nijak ovlivněno či rušeno během noci (Tobler & Schwierin 1996). Dallaire & Ruckebusch (1974) využili k zaznamenávání a měření pohybu kymografické přístroje, které rozeznaly non-REM a REM fázi dle polohy vleže anebo vestoje, ale aby měření mohlo proběhnout, pozorování koně museli podstoupit operaci.

Později Kelemenová et al. (2021) popisují neinvazivní metodu u koní. Vyžili automatizovaný monitorový systém Trackner a data vyhodnotily za pomoci umělé

inteligence. Aparatura byla připevněna na hlavu a tělo koně, díky které bylo možné zkoumat polohy koní, dobu odpočinku a aktivity.

Možnost studia poloh u zvířat je možné i prostřednictvím pozorování v jejich přirozeném prostředí nebo v lidské péči (Keiper & Keenan 1980; Anderson 1998, Aktar et al. 2015) zmíněné v kapitole 2.4.3.

2.4.5 Faktory ovlivňující spánek u kopytníků

Spánek je ovlivňován mnoha faktory, včetně krmení, režim stravování, osvětlením, typem stáje, pastvinou a orientací a adaptací v daném prostředí (Dallaire & Ruckebusch 1974; Belling 1990; Hartman & Greening 2019; Greening et al. 2021; El Allali et al. 2022).

2.4.5.1 Potrava

Každý druh má svůj základní spánkový vzorec, který může být potlačen, anebo zvlečen v důsledku managementu zvířat nebo potravních podmínek. Na základě této teorie byl proveden výzkum na ustájených ponících, kterým se měnil režim krmení. Bylo jim podáváno pouze seno anebo oves. Byl zkoumán i vliv hladovění na spánek (Dallaire & Ruckebusch 1974). Během období, kdy byli poníci krmeni výhradně ovsem, se celkový čas strávený v leže zvýšil o 20 %. Toto může souviset s nižším obsahem celulózy (v 10 % zastoupena u ovsu, ve 34 % zastoupena u sena), nebo rychlejším strávením krmiva a jeho následným vlivem na centrální faktory sytosti, které usnadňují spánek (Fara et al. 1969, Rosen et al. 1971 in Dallaire & Ruckebusch 1974). V lehu na boku nebyly zaznamenány signifikantní rozdíly, ale při zkrmováním senem byl zaznamenán zvýšený vliv na dobu vleže na břicho (sternal recumbency). Z hlediska záznamu elektrické aktivity mozku se po hladovění i po krmení ovsem snížila ospalost a zvýšily fáze non-REM a REM, to znamená, že tyto potravní faktory mohou vést k prodloužení doby spánku. Přechod mezi fázemi (non-REM, REM) změněn nebyl, a to ani během hladovění, ani při změně stravovacího režimu. Ze studie vyplývá, že konzumace ovsu může vést k delšímu spánku a častějšímu ulehání ve srovnání s krmivem složeným ze sena. Výsledky tedy naznačují, že stravovací podmínky mohou ovlivnit spánek a odpočinek u poníků, což může být důležité pro jejich celkovou pohodu a výkonnost. Spánkové aspekty ležení u poníků jsou v souladu s výsledky s předešlými studiemi u koní a oslů (Barmincev 1951, Ruckebusch

1963 in Dallaire, Ruckebusch 1974). Pouze ležení na boku se lišilo. U oslů byla doba lehu na boku delší, u koní kratší (Barmincev 1951, Ruckebusch 1963 in Dallaire, Ruckebusch 1974). Toto odráží možný specifický charakter chování při odpočinku, nebo to může být způsobeno různými environmentálními činiteli. Ze shromážděných dat od tří různě starých poníků vyplývá, že každý jedinec má svůj vlastní způsob odpočinku a spánku (Dallaire & Ruckebusch 1974).

U ustájených zvířat je důležitý správný management a krmení, přestože informací o „ideálním prostředí“ není stále dostatek. Znalost optimálních časových intervalů odpočinku a spánku, které jsou v souladu s přirozenými biologickými rytmy a znalost faktorů, které je podporují (vhodná teplota, osvětlení, dostupnost čisté vody, socializace, kvalitní a vyvážená strava), mohou být využity pro zvýšení produkce zvířat. Snížená rychlost metabolismu během odpočinku a spánku je důležitá pro efektivnější konverzi krmiva, a proto je prodlužování doby odpočinku žádoucí (Dallaire & Ruckebusch 1974).

Studie od Houpt et al. (1986) potvrzuje důležitost managementu krmení. Rozdíl v nočním chování mezi ustájenými poníky ve stáji a na pastvě se vyskytoval v množství vykazujícího potravního chování. Poníci na pastvě vykazovali více potravního chování než ti, co byli ustájeni. Pokud kůň nemůže vykazovat dostatek potravního chování, může se u něj rozvinout stereotypní chování (Houpt et al. 1986).

2.4.5.2 Typ ustájení

Velikost stáje a hloubka podestýlky jsou dle Hartman & Greening (2019) vlivnými faktory ve vztahu k odpočinku a spánku vleže. Houpt et al. (1989), Pedersen et al. (2004) a Hunter et al. (2021) potvrzují, že doba a typ lehu se liší v závislosti na podestýlce a systému ustájení. Studie na Shetlandských ponících, popisuje rozdíl mezi ustájením na pastvě a ve stáji. Klisny ve stáji trávily více odpočinku vestoje a více v polohách vleže na břicho, klisny na pastvě trávily více času pastvou a více v polohách vleže na boku (Houpt et al. 1986).

Ustájení koně mohou prokazovat více non-REM a REM spánku než ti, co jsou ustájeni na pastvě. Naopak fáze ospalosti je zaznamenána prokazatelně méně. Množství projevů ospalosti může být spojené s přežitím nebo predačními faktory (Dallaire & Ruckebusch 1974; Belling 1990). Pokud nemají možnost koně ve stáji ulehnout, opírají svou hlavu a tělo o zed' (Dallaire 1986).

Hunter et al. (2021) porovnávají spánkové polohy krav na pastvě a ve stáji. Na pastvě se vyskytlo méně poloh v bočním ležení než u krav ustájených. Krávy v ustájených prostorách se mohou cítit bezpečněji než na pastvě, a proto pravděpodobně zaujmají polohu na břicho a boku. Více se uvolní a zaujmou pozice, které mohou trvat déle (Hunter et al. 2021).

Haley et al. (2000) zmiňuje podstatný vliv typu ustájení u krav na jejich dobu odpočinku. Krávy ulehaly o 40 % více ve velkém vnitřním výběhu než v úvazovém ustájení.

Ekkel et al. (2003) nezjistil žádné výrazné rozdíly v chování při odpočinku vleže mezi typy kotců (pevná klenutá podlaha, roštová podlaha, kovové lamely, pevná/šikmá podlaha) ve kterých byla ustájena prasata o hmotnosti 30 kg, 50 kg, 80 kg, 100 kg. Pouze u prasat o hmotnosti 30 kg se ukázal rozdíl mezi typy poloh.

Studie od Greening et al. (2013) zkoumala vliv podestýlky, a to u ustájených koní. Z výsledků bylo stanoveno, že podestýlka ze slámy by mohla mít kladný vliv na dobu strávenou vleže oproti podestýlce skládající se z hoblin. Sláma by mohla tedy usnadňovat spánek. Výrazné rozdíly v době strávené potravním chováním a spánkovým chováním u koní ustájených na hoblinách ve srovnání s ustájením na slámě nebyly zpozorovány a je potřeba dalšího výzkumu. Dle studie Kwiatkowska-Stenzel et al. (2016) je materiál podestýlky významným faktorem ovlivňující ulehávání koní a dále zmiňuje, že sláma je nejpříjemnějším materiálem pro usínání a zároveň zaměstnává zvířata během jejich pobytu ve stáji. Greening et al. (2021) zmiňuje důležitý vliv hloubky podestýlky. Při použití hlubší podestýlky se zvyšují polohy vleže, což svědčí o zvýšeném pohodlí, bez ohledu na typ podestýlky. I tak jsou ale atributy jako měkkost, čistota, textura a izolační vlastnosti důležité z hlediska ovlivnění lehu (Kwiatkowska-Stenzel et al. 2016).

V lidské péči u chovaných kopytníků ve stáji jsou světelné podmínky též důležitým faktorem ovlivňující délku fází spánku (Greening et al. 2021). U kopytníků ve volné přírodě, světelné podmínky také ovlivňují noční aktivitu. Noční aktivita se může zvýšit v závislosti na měsíčním osvětlením v jasnějších nocích (Brivio et al. 2024).

Pohybové stereotypy jsou spojené s frustrací způsobenou nemožností projevu žádoucího chování (Kwiatkowska-Stenzel et al. 2016). Mezi příčiny takového chování může být nedostatečná doba krmení a lehu. U koní ustájených v jednom konstantním boxu

Lesimple et al. (2019) popisují souvislost stereotypního chování s nedostatkem odpočinku a spánku a zvýšení agresivity v důsledku sociální deprivace.

V přirozených podmínkách tráví koně většinu svého času sháněním potravy, pastvou, pohybem, odpočinkem a spánkem, sociálními interakcemi, reprodukcí a činnosti zahrnující jejich údržbu. Pokud jsou koně umístěni do nevhodných podmínek, časový rozpočet aktivit se může změnit. Nevhodné podmínky prostředí zkracují u koní dobu odpočinku včetně spánku, zvyšují agresivitu a zvyšují lokomoční pohyby včetně chůze, klusu, cvalu (Lesimple 2020).

2.4.5.3 Stres

Optimální rovnováha spánku má významný vliv na celkový stav welfare zvířat (Sicks 2019), ale i tak není spánek běžně považován za faktor, který pohodu zvířat ovlivňuje (Krueger et al. 2021; Greening & McBride 2022). Změny ve frekvenci nebo délce spánku mohou poskytnout informace o adaptabilitě jedinců vůči změnám v jejich prostředí (Sicks 2016). Tyto změny mohou reflektovat schopnost organismů přizpůsobit se novým podmínkám, změnám v zátěži nebo stresu a mohou sloužit jako indikátor jejich fyziologického a behaviorálního blahobytu (Sicks 2016).

Vzorec spánku REM je klíčovým ukazatelem fyziologických a behaviorálních reakcí organismu na infekční onemocnění (Norman et al. 1992) nebo traumatické události (Mellman et al. 2004). Toto tvrzení bylo prokázáno jak u lidí, tak u kopytníků.

Studie Sicks (2016) uvádí, že k analýze vzorců spánku REM jsou vhodným subjektem žirafy (*Giraffa camelopardalis*) pro jejich specifickou polohu, kterou zaujímají během fáze spánku REM (Sicks 2016). Toto bylo využito a zkoumáno při přepravě do jiné zoologické zahrady, kde se pozorovalo chování před a po jejich přepravě. Tím bylo zanalyzováno, jak se mění vzorec spánku REM po stresujících situacích a došlo se k závěru, že velmi vhodným parametrem k měření stresu u žiraf je právě monitorování vzorců spánku REM. Pro tyto možnosti monitoringu jsou vyžadované znalosti o očekávaném chování druhu (Gübert et al. 2023).

Chování koní je dobrým indikátorem pro jejich zdraví a pohodu. Zdraví koně bez stresu vykazují vysoce opakující se denní rutinu, tedy množství času stráveného za 24 hodin konkrétními aktivitami (Auer et al. 2021). Leh u koní vyžaduje dobře koordinovanou sérii pohybů, pokud jsou zvířata nemocná, mohou zaujímat spánek pouze

vestoje a mohou vykazovat chování podobné kolapsu. Spánek je tedy dle Williams et al. (2008) důležitý pro zdraví koní.

Cirkadiální rytmus aktivity je při chronickém stresu u zvířat i lidí narušen (Veissier et al. 2017). Veissier et al. (2001) potvrdili možnost narušení organizace aktivit u telat vyvolané stresem. Opakované změny v sociální skupině (přeskupování k novým a neznámým telatům) se zkrátila doba odpočinku v lehu, prodloužila se doba strávená chůzí a zvýšila se interakce mezi telaty – očichávání a agrese.

Veissier et al. (2017) zkoumali vliv chorob na aktivitu u krav. Z výsledků bylo zjištěno, že kulhání snižuje aktivitu ve dne a zvyšuje v noci. Toto tvrzení nemusí být ale vždy prediktivní pro všechny postižené krávy, jiné nemoci mohou mít za následek opačný vzorec aktivity (Veissier et al. 2017).

2.4.5.4 Tepelný stres

Antropogenní vlivy na přírodní systémy způsobující globální oteplování, mohou působit na denní endotermie tak, že tito posunou svou aktivitu směrem k chladnějším nočním hodinám a dosáhnou tak lepší energetické bilance. Tento posun může usnadnit adaptaci na antropogenní globální změny anebo může přinést negativní následky na úrovni jednotlivce i populace. Jsou-li denní savci aktivní v noci, mohou být vystaveni novým nebo zvýšeným environmentálním výzvám, jako je snížená účinnost při hledání potravy, oslabené chování proti predátorům, omezená schopnost pohybu a v konečném důsledku snížení míry reprodukce a přežití (Brivio et al. 2024).

Protože úpravy chování jsou rychlejší než fyziologická adaptace (Wong & Candolin 2015) výše uvedený kompenzační mechanismus může tepelný stres tlumit. Příkladem jsou koně Převalského, kteří během léta v reakci na vysoké teploty přešli z převážně denní aktivity na aktivitu noční (Berger et al. 1999). Nebo u jelence běloocasého (*Odocoileus virginianus*), kdy teplota měla také vliv na aktivitu během dne a noci (Beier & McCullough 1990). Pokud ale kopytníci nebudou schopni využít tento kompenzační mechanismus, tepelný stres je může donutit snížit denní aktivity při hledání potravy a způsobit tak energetický dluh (Semenzato et al. 2021).

Tolerance tepelného stresu se liší mezi druhy, pohlavím a věkovými třídami, přičemž ty, kteří mají nejrychlejší metabolismus jsou nejcitlivější. Funkce tolerance je tedy zvláště důležitá během prvních měsíců života, kdy probíhá růst. Studie od Pérez-Barbería et al. (2020) potvrdila vliv tepelného stresu na rychlost růstu u mláďat jelena

evropského (*Cervus elaphus*) ve kterém se ukázalo i to, že samci trpí tepelným stresem ještě více než samice.

Roční období má vliv také na žirafy ve volné přírodě, kdy během období sucha během noci trávily méně času chůzí a více času ležením. V období dešťů se aktivita navýšila a leh byl snížen (Burger et al. 2020).

Nejen teplota může ovlivnit denní chování, ale i nedostatek vody. Známostou adaptací na suché prostředí je příjem více hydratovaného rostlinného materiálu během noci a v časných ranních hodinách (Gernot et al. 1992 in Scheibe et al. 2009).

2.4.5.5 *Predace*

Spánek je spojen se zvýšeným rizikem predace. Stav sníženého vědomí může znamenat, že jedinci nejsou schopni detekovat blížící se predátory a uniknout jim (Capellini et al. 2008). Existuje teorie, že u kopytníků, kteří vykazují převahu ospalosti, může být tento stav kompromisem mezi spánkem a ostražitostí vůči predátorským hrozbám (El Allali et al. 2022). Riziko predace může ovlivnit i typy poloh, které zvířata zaujmou a fáze spánku, které v daných pozicích probíhají v závislosti na početnosti stáda, ve kterém se zvíře nachází. U jelenů se v poloze vleže s hlavou položenou na hřbetu snižuje ostražitost, omezení této polohy tak může zvýšit reakci na potencionální nebezpečí (Lyamin et al. 2023). Kančilové snížením doby REM spánku mohou reagovat na výskyt v riskantnějším prostředí a snížit tak riziko doby, kdy mají sníženou reakci na nebezpečí (Lyamin et al. 2022).

Většina kopytníků patří mezi denní druhy, kteří se během dne pasou a hledají potravu. Přesto se aktivně snaží minimalizovat riziko predace tím, že se vyhýbají otevřeným prostorům. Zvýšená bdělost a změny ve skupinovém chování mohou nastat jako reakce na zvýšené nebezpečí predátorů (Creel et al. 2014).

Hixon (1982) uvádí, že v praxi musejí zvířata vyvažovat kompromisy mezi hledáním potravy a rizikem predace. Příkladem je studie od Kuijper et al. (2014) ve které popisují výrazné snížení času stráveného hledáním potravy u jelena evropského v reakci na pach predátora. Další antipredační strategie souvisí s velikostí a bdělostí v rámci sociální skupiny u volně žijících zvířat. Během noci vykazují zvířata typickou charakteristiku systému hlídání, zvířata neulehnou naráz, vždy jsou nějací jedinci vzhůru. Pokud dojde k navýšení členů stáda, velikost skupiny se rozroste a bdělost výrazně klesá u většiny druhů (Burger et al. 2020).

Specifická doba odpočinku je klíčová pro pohodu koní. Dallaire (1986) uvádí, že kůň obvykle stráví 5 % času vleže, ve kterém obvykle nastává REM spánek a může tak dojít k regeneraci. K úniku před predátory se koně spoléhají na bdělost a rychlost a jsou obzvláště zranitelní v době, kdy odpočívají vleže. Vzhledem k tomu, že většina predátorů koní je aktivní v období soumraku nebo denních hodinách, ležení během časných ranních hodin minimalizuje zranitelnost (Boyd 1998).

Kromě toho je důležité zmínit, že nevhodný výběr místa pro odpočinek či spánek u volně žijících zvířat může být riskantní (Lesku et al. 2006). Například studie na šimpanzích ve volné přírodě ukázala, že si tato zvířata každou noc vytvářejí nové hnízdo, aby předešla predančnímu riziku (Goodall 1962). Volně žijící žirafy se cíleně přesouvají na vybrané místo pro odpočinek, které se většinou nachází na otevřeném prostranství blízko jednotlivých stromů, nebo mezi malými keři. Místa s hustou vegetací jsou považována za nebezpečná místa pro odpočinek z důvodu zvýšeného rizika predátorů, kteří využívají hustou vegetaci savany pro loveckou strategii. Neustálé přizpůsobování chování při výběru míst k odpočinku z hlediska predace, potravy, odpočinku a spánku jsou zásadním úkolem (Burger et al. 2020). Tyto poznatky podporují důležitost porozumění interakci mezi spánkem a predací u kopytníků a naznačují, že adaptace chování na predanční tlaky mohou hrát klíčovou roli v zajištění přežití těchto zvířat ve volné přírodě (Lesku et al. 2006).

Ve volné přírodě jsou kopytníci vystaveni široké škále predátorů. Predace má značný vliv na jejich chování a způsob života. Naopak kopytníci v lidské péči jsou obvykle chráněni před přirozenými predátory a mají méně stresu spojeného s predací (Hunter & Skinner 1998; Wang et al. 2008; Burger et al. 2020).

3. Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo popsat noční aktivitu kopytníků v přírodě a lidské péči, definovat rozdíly v délce a kvalitě spánku a odpočinku v noci a vysvětlit jejich příčiny. V praktické části bylo cílem zmapovat noční aktivitu koní Převalského v chovné stanici Zoo Praha v Dolním Dobřejově.

3.1 Hypotézy

- 1) Koně Převalského chovaní v lidské péči budou vykazovat více odpočinkového chování než koně ve volné přírodě.
- 2) Odpočinek vestoje bude více zastoupen než odpočinek vleže.
- 3) Potravní chování bude nejčastějším nočním chováním.
- 4) Sociální interakce budou zastoupeny v nižší míře v noci než v denních hodinách.
- 5) Odpočinek v nočních hodinách se bude soustřeďovat do sektoru A, ve kterém se nachází přístřešek.

4. Metodika

4.1 Lokalita a sledovaná zvířata

Výzkum byl prováděn u skupiny koní Převalského (*Equus przewalskii*) žijící v Chovné stanici Zoo Praha pro koně Převalského, v Dolním Dobřejově. (Středočeský kraj, Česká republika, 49.5443264N, 14.6033422E). V Chovné stanici se nachází bakalářská skupina samců (n=6), tj. sledovaná zvířata. Nejstarší je dominantní hřebec Granola, následující tříletí hřebci Yzop, Yper, Yves a nejmladší ze skupiny Zoro, Zanzibar viz tabulka 2.

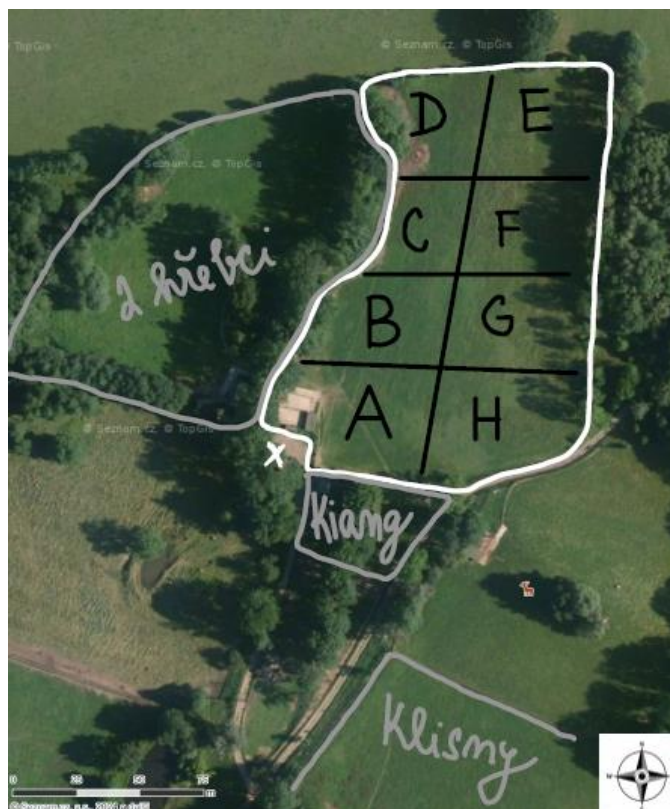
Tabulka 2 Přehled sledovaných zvířat, reprodukční status a věk

| Jméno | Datum narození | Věk | Reprodukční status |
|----------|----------------|-----|--------------------|
| Granola | 07.07.2015 | 7 | Hřebec |
| Yzop | 25.05.2020 | 3 | Hřebec |
| Yper | 15.05.2020 | 3 | Hřebec |
| Yves | 21.04.2020 | 3 | Hřebec |
| Zoro | 10.05.2021 | 2 | Hřebec |
| Zanzibar | 10.05.2021 | 2 | Hřebec |

Dále se v chovné stanici nachází harémová skupina s hřebcem, klisnou a dvěma hříbaty, výběh o dvou hřebcích společně ustájených, a také výběh individuálně ustájených hřebců a výběh klisen. Kromě koní je zde i výběh s kiangem východním (*Equus kiang holdereri*).

Výběr pozorované skupiny byl proveden na základě nejpřístupnější lokality pro sledování celého stáda. Na mapě zvýrazněné znakem x. Rozloha výběhu bakalářské skupiny je přibližně 1,5 ha. Jižní strana výběhu sousedí s výběhem kianga východního (sektor A, H) a s celou západní stranou s dvěma hřebci společně ustájených (A, B, C, D). Kolem jihovýchodní strany (H) vede cesta, po které mohou procházet lidé anebo jezdit auta. Koně jsou tedy adaptováni na přítomnost lidí a také na automobily.

K analýze dat byl pozorovaný výběh rozdělen do 8 sektorů. V sektoru A se nachází přístřešek a napáječka, v sektoru D mají seník. Potrava se skládala z granulí, sena a pastvy.



Obrázek 5 Výběh pozorované skupiny s rozděleními sektory, zdroj Seznam.cz

4.2 Metody výzkumu

Data byla shromažďována metodou *ad libitum a scan sampling* (Altmann 1974). Výběr metody byl proveden na základě odborné literatury. Doba intervalů u metody scan sampling byla nastaven na každých 15 minut.

Pilotní výzkum probíhal od 8. 6. 2023 do 14. 6. 2023. Vzhledem k nečekané náročnosti a nepříznivým podmínkám se první pozorovací interval musel rozdělit do dvou dnů. A to v pozorovacím období ze dne 8. 6. 2023 a 9. 6. 2023.

Pozorování probíhalo od 22.00 do 4.00. Při pozorování byl využit digitální zaměřovač Pulsar Digisight LRF N970, čelová svítilna, digitální hodinky, mobilní telefon a desky, do kterých se zapisovala data.

Pozorování bylo rozděleno do bloků od 22.00-0.00, 0.00-2.00, 2.00- 4.00. Pozorování trvalo 6 hodin ve třech pozorovacích intervalech dvakrát. Dohromady tedy 12 hodin pozorování.

Observace probíhala 5 až 10 metrů od výběhu ze strany A, kde bylo nejlépe vidět na celé stádo (x). Pokud byli koně na druhé straně výběhu, pozorovatel se přiblížil k plotu, kvůli lepší viditelnosti. Událost chování byla definována jako období, ve kterém pozorování jedinci prováděli určité chování bez přerušování. Událost chování skončila v případě změny chování, nebo v důsledku zpozorování odlišného chování u dalšího pozorovaného jedince.

Před začátkem nočního pozorování bylo zanalyzováno denní chování a rozpoznání jedinců s habituací na pozorovatele. Také přes den proběhla identifikace jednotlivých hřebců pomocí značek jako jsou: jizvy, výrazné pruhy na končetinách, hříva anebo dle vypáleného čísla na zadní straně končetiny. V noci se ale bohužel koně nedali vždy od sebe rozeznat, zaznamenával se tedy pouze typ chování, nikoliv jaký kůň chování vykazoval. Výjimkou byl dominantní hřebec Granola, který měl výrazné rysy pro identifikaci a většinu času se zdržoval v určité části sektoru odděleně od ostatních členů stáda.

Zaznamenáno bylo následující chování: péče o tělo (autogrooming), běh, eliminace, chůze, interakce mezi ostatními členy stáda, neklid, odpočinek vleže, odpočinek vestoje, potravní chování a stání.

- Autogrooming – péče o tělo, drbání o jiné předměty
- Eliminace – močení a vyprazdňování
- Interakce – agonistické, afiliativní, sexuální chování

Agonistické interakce – kombinace hrozby hlavou se staženými ušima dozadu a následným vyběhnutím na zvoleného jedince nazývaná „chasig“, neboli vyběhnutí (McDonnell & Haviland 1995; McGreevy 2004)

Afilativní interakce – zaznamenány byly aktivity vzájemné péče o tělo – grooming

Sexuální interakce – jedinec vykazoval rozmnožovací chování, hřebec zvedl svůj hrudník a přední končetiny na hřbet jiného hřebce (McGreevy 2004)

- Neklid – ve většině případech se jednalo o reakci na vnější podnět (vokalizace, hlasitý zvuk), kůň zvedl hlavu orientovanou k předmětu nebo ke zvířeti s ušima ve vzpřímené poloze a zpozorněl.

- Odpočinek vleže – kůň ležel v poloze:
 - vleže na břicho s hlavou v protažení
 - v poloze na břicho s hlavou povolenou blíže k zemi – bylo možné zaznamenat zavřené oči, nevyskytovalo se ve všech případech
 - v poloze na boku, kdy si jedinec lehl na celý jeden bok
- Odpočinek vestoje – nehybné stání s povolenou zadní končetinou, povolený spodní pysk a v některých případech klesnutí hlavy ze vzpřímené polohy.
- Potravní chování – projevované pastvou, krmením senem a pitím

Dále bylo zaznamenáno počasí:

- Částečně zataženo
- Jasno
- Polojasno
- Polojasno, poprchávání

Teplota vzduchu:

- V rozmezí 12–15 °C

Sektor, v jakém bylo zaznamenáváno chování:

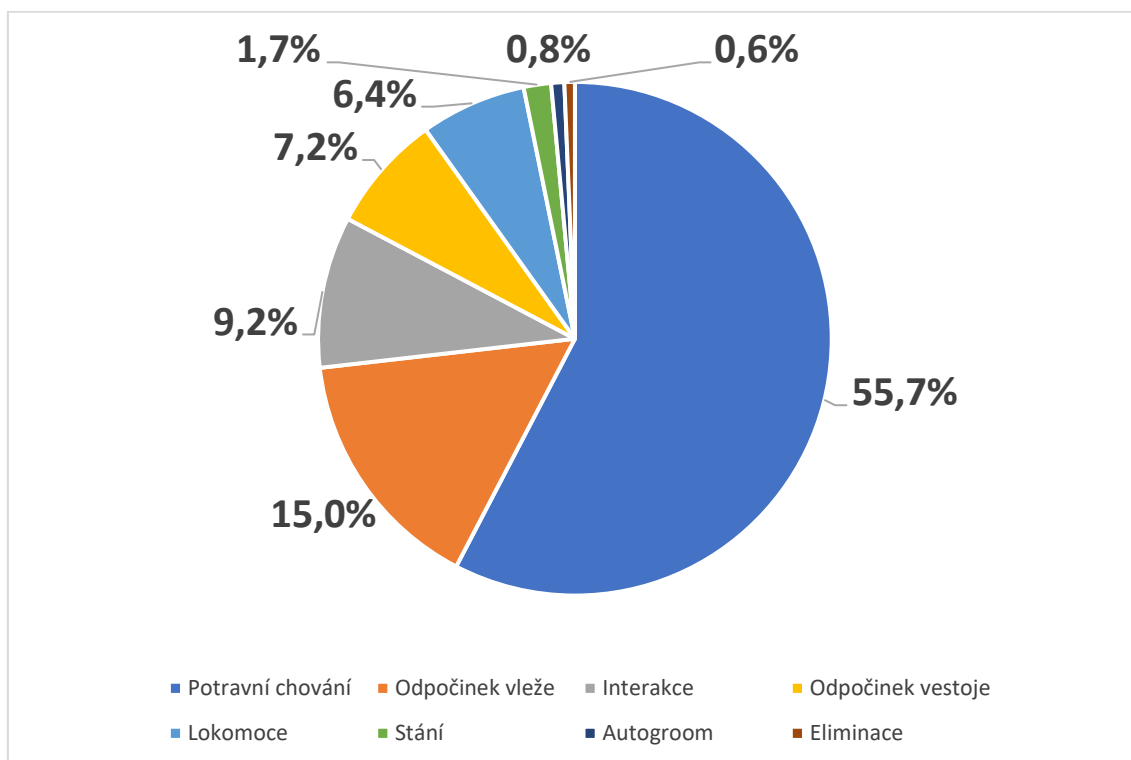
- A, B, C, D, E, F, G, H

Ze získaných dat byl vytvořen soubor v Microsoft Excel, ze kterého byly vytvořeny grafy a vypočítaná celková doba odpočinku vestoje a odpočinku vleže.

5. Výsledky

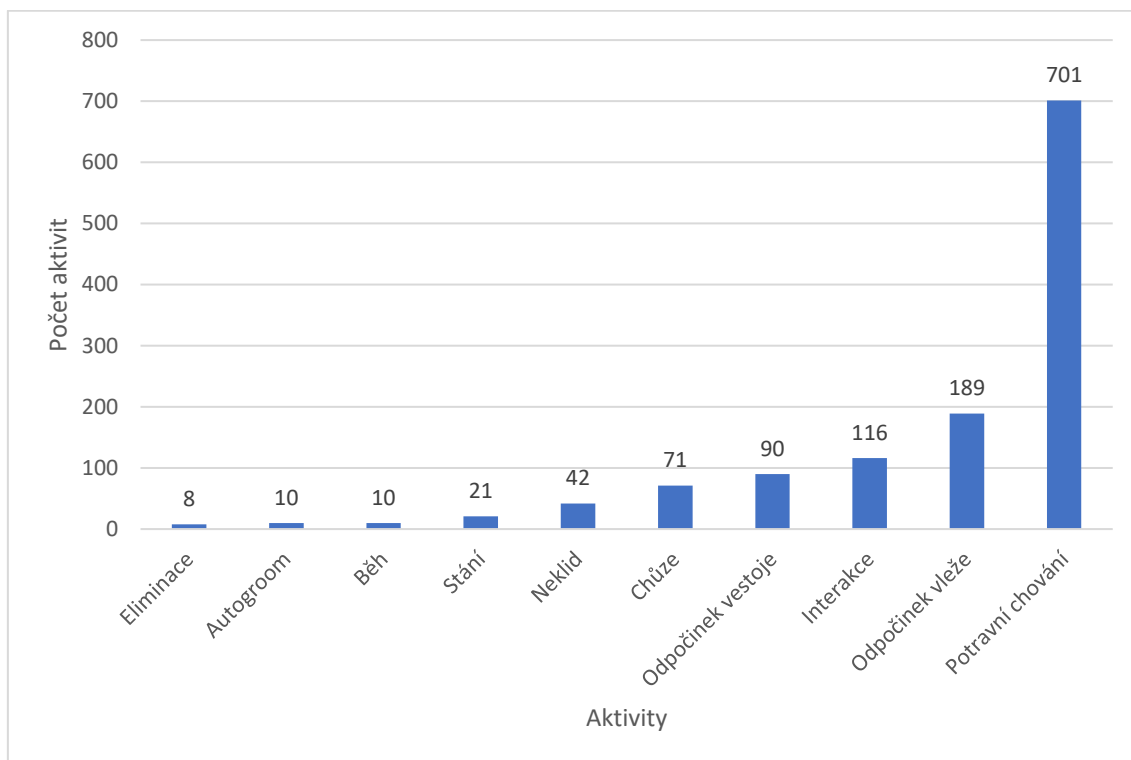
V průběhu pozorování o celkové délce 12 hodin bylo zaznamenáno 1482 záznamů chování, ze kterých bylo odstraněno zívání, protažení, válení, zvednutí a „není vidět“, z důvodu irelevantnosti k tématu výzkumu nebo málopočetného zastoupení aktivit. Finální data čítala 1258 záznamů.

Procentuální zastoupení nočních aktivit je zobrazeno v Grafu 1. Po dobu pozorování strávili koně 55,7 % času potravním chováním, 15 % odpočinkem vleže, 9,2 % interakcemi, 7,2 % odpočinkem vestoje, 6,4 % lokomocí, 3,3 % neklidem, 0,8 % autogroomingem, 0,6 % eliminací.



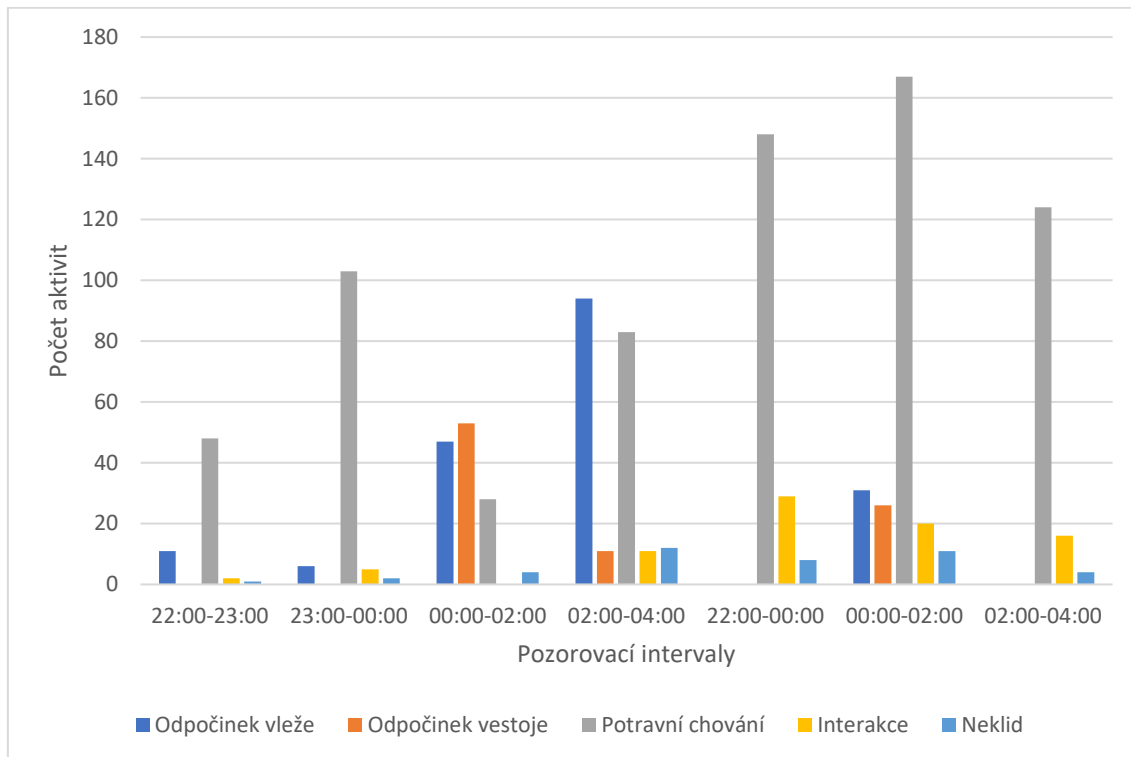
Graf 1 Procentuální zastoupení aktivit všech koní během pozorovacího období

Nejpočetněji zastoupené aktivity během pozorovacího intervalu od 22.00 do 04.00 jsou zobrazeny v Grafu 2. Nejvíce je zastoupené potravní chování, které souvisí s předpokládaným četným výskytem a potvrzuje to stanovenou hypotézu.



Graf 2 Četnost aktivit všech koní za celé pozorovací období

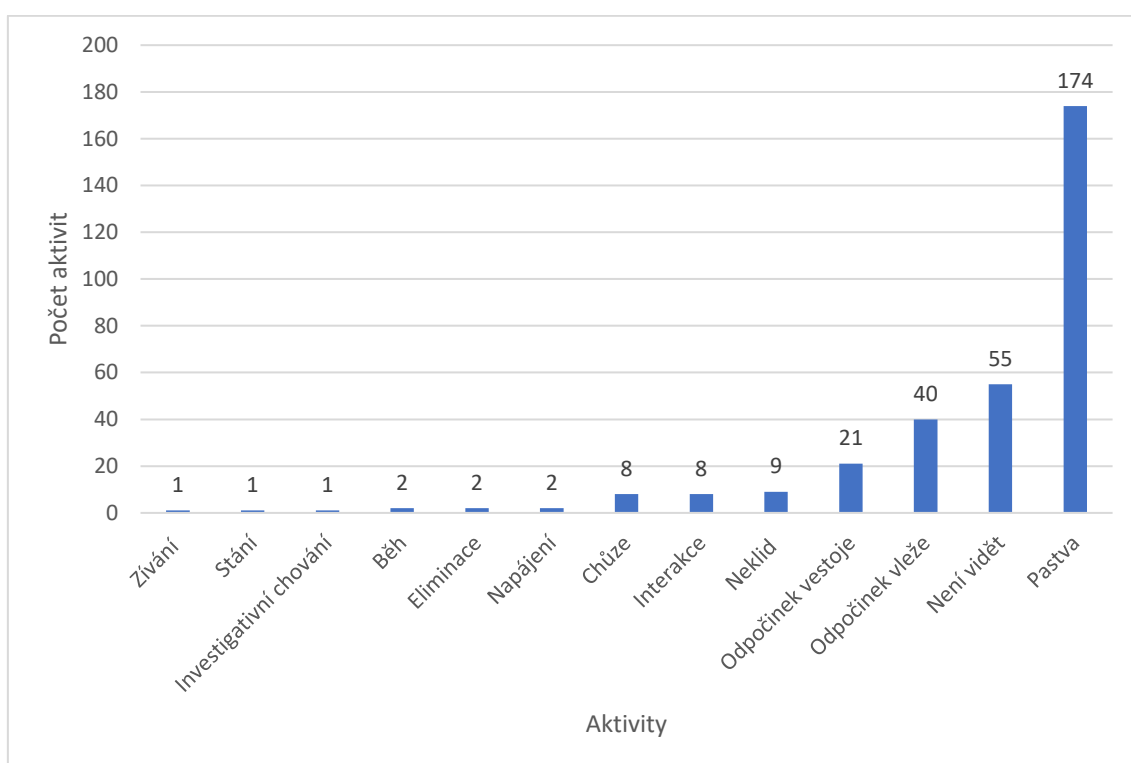
Z grafu 3 je možné vidět četnost zastoupených aktivit v pozorovacích intervalech od 20.00-04.00. Mezi 22.00 až 02.00 hodinou bylo nejpočetněji zastoupeno potravní chování.



Graf 3 Četnost aktivit v jednotlivém pozorovacím období

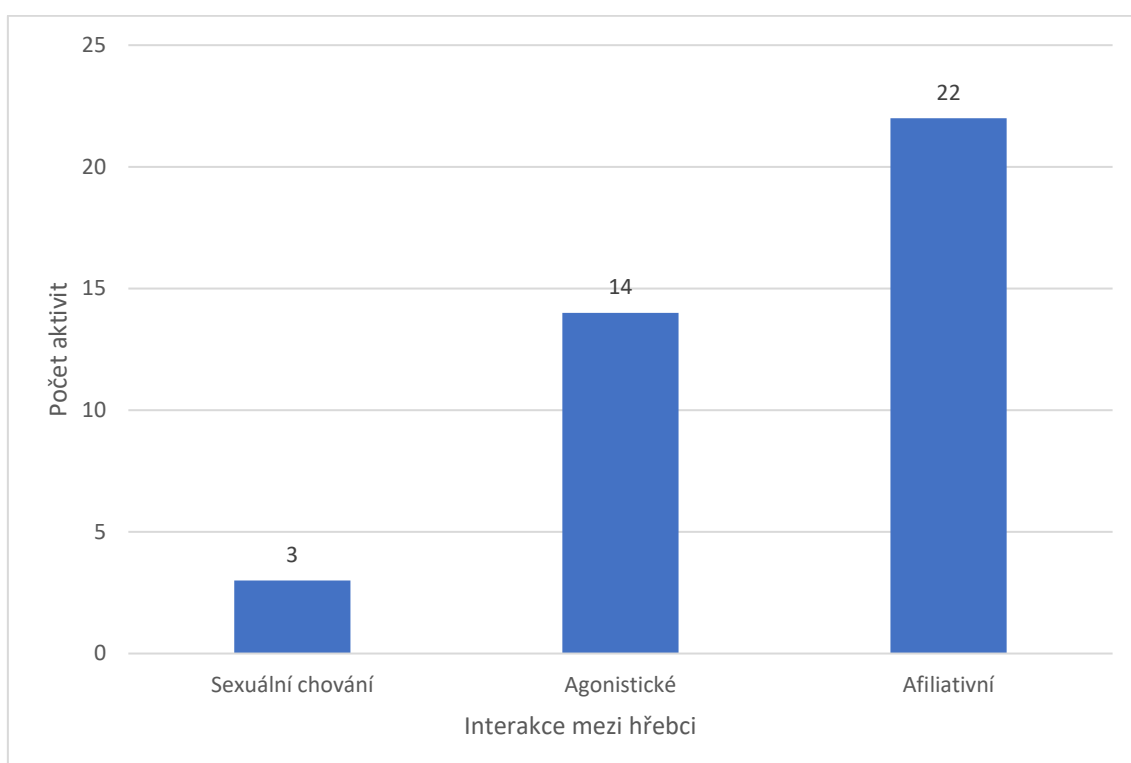
Data byla sbírána nejen metodou *ad libitum*, ale také metodou scan sampling díky které bylo zaznamenáno 330 dat.

Graf 4 zobrazuje aktivity pozorované v 15minutových intervalech, ze kterého je možné vidět nejvíce zastoupené potravní chování, které zahrnovalo spásání a krmení senem, dále odpočinek vleže, vstoje a neklid. Pokud nebylo možné jedince spatřit byli schováni za přístřeškem nebo v západní části sektoru D, kde na ně nebylo možné dohlédnout, záznam dat byl označen za „není vidět“, které je také čteně zastoupeno z 15minutového pozorování.



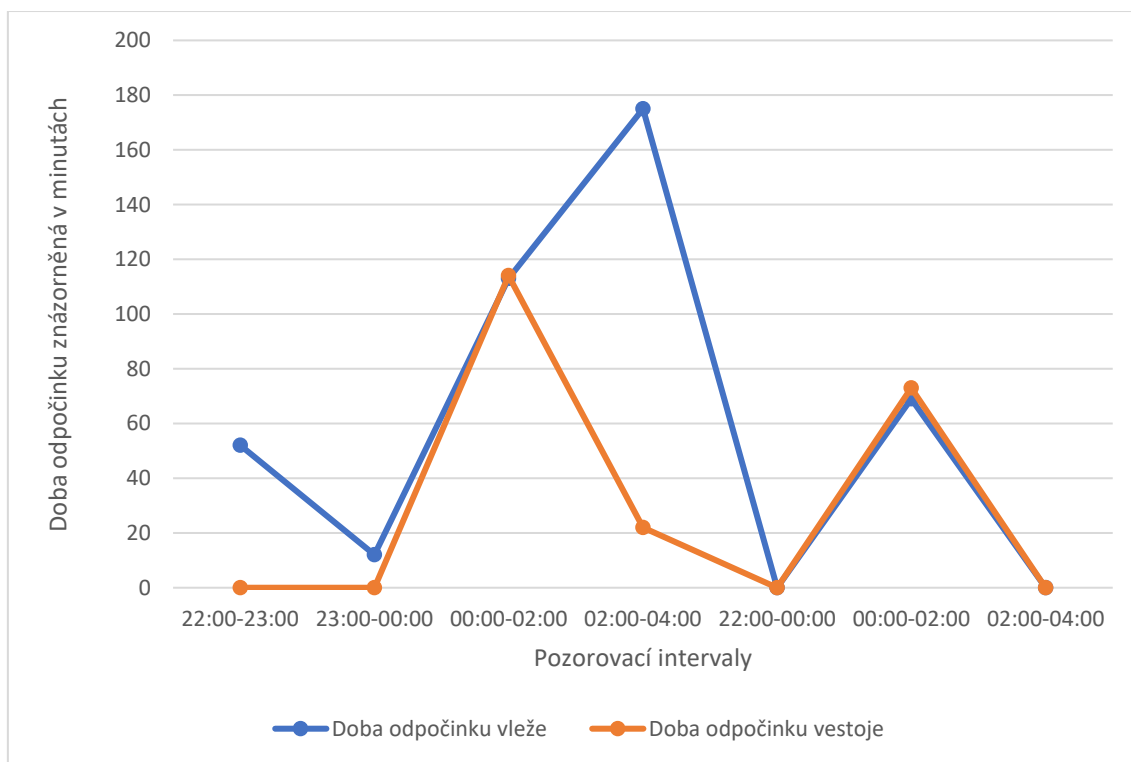
Graf 4 Počet aktivit za 15minutové pozorovací období

Graf 5 podrobněji zobrazuje četnost interakcí mezi hřebci, které v nočních hodinách proběhly. Afiliativní interakce spočívaly ve vzájemné péči o tělo ve formě drbání či vzájemného okusování, a nejvíce se objevovaly v čase od 02.00-04.00 a 22.00-00.00. Sexuální chování bylo zaznamenáno nejvíce v čase od 02.00-04.00. Kůň, na kterého bylo naskakováno utekl anebo nereagoval. Agonistické interakce byly nejvíce zastoupeny v čase od 22.00-00.00, které vždy inicioval Granola, pravděpodobně dominantní hřelec ve stádě. Recipient odpovídal na hrozby útekem anebo hrozbou kopnutím.



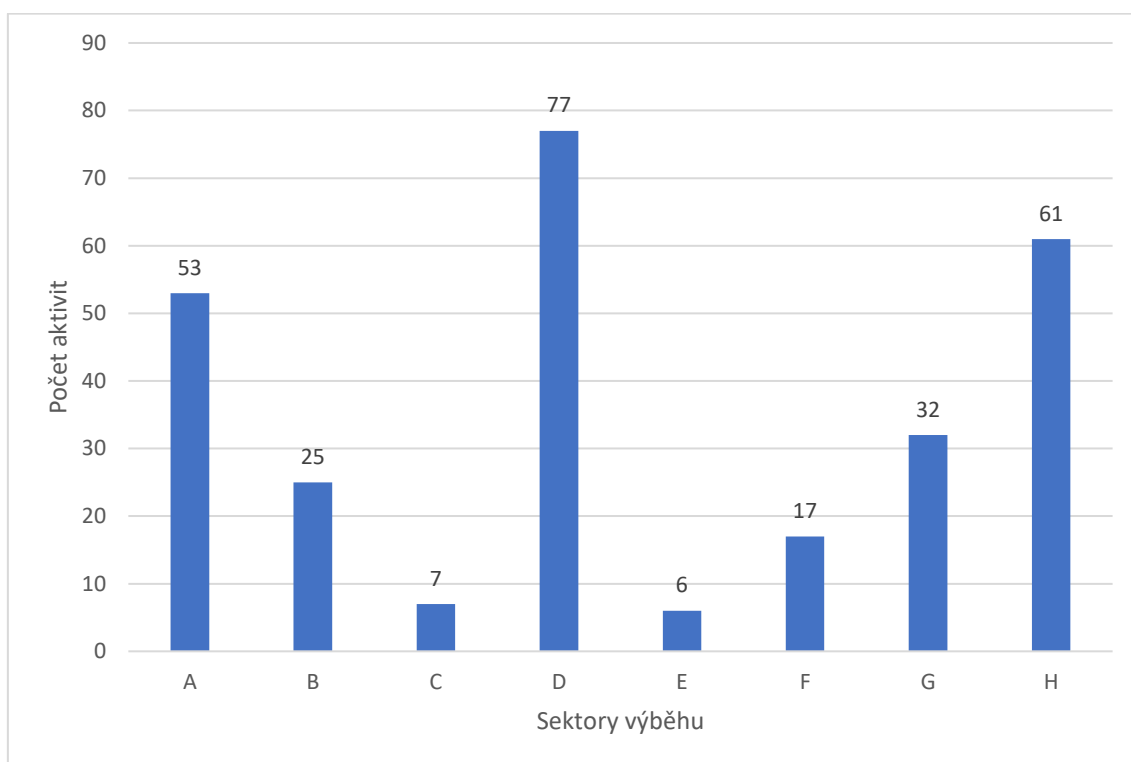
Graf 5 Počet vykazovaných interakcí mezi hřebci za pozorovací období

Z celkového souboru dat byla vypočítána doba odpočinku vestoje a doba odpočinku vleže celé pozorované skupiny a vytvořen graf s časovou osou. Z Grafu 6 je možné vyčíst nejdelší trvání odpočinku vleže v intervalu od 02.00-04.00 (175 minut). Odpočinek vestoje byl nejvíce zastoupen mezi 0.00-02.00 (114 minut). Mezi 22.00-0.00 a 02.00-04.00 nebyl zaznamenán žádný odpočinek. Za dobu pozorování tzn. 12 hodin, pozorovaná skupina strávila 10,5 hodiny spánkem a odpočinkem, v průměru na jednoho hřebce je to 1,75 hodin v průběhu doby pozorování. Během odpočinkového chování hřebci zaujali polohu vestoje i vleže. Mezi polohy vleže byly zaznamenány polohy na břicho a boku.



Graf 6 Znázorňující časové zastoupení (minuty) odpočinku vleže a vestoje

Graf 7 zobrazuje lokaci nočních aktivit pozorované skupiny, ze kterého je možné vyčíst nejvíce navštěvovaný sektor D. V tomto sektoru se nachází seník, u kterého koně většinu času odpočívali a spali nebo se krmili senem. Druhým sektorem, ve kterém byla četnost aktivit hojně zastoupena je sektor H. V tomto sektoru se nejčastěji vyskytoval dominantní samec Granola, který za celou dobu pozorování nebyl spatřen, jak odpočívá spolu s ostatními koňmi u seníku, odpočinek vleže a vestoje Granola projevoval pouze v sektoru H.



Graf 7 Lokace nočních aktivit dle jednotlivých sektorů (A-H)

6. Diskuze

Existuje málo výzkumů, které by kvantifikovaly noční chování kopytníků ve volné přírodě a v lidské péči. Studie, které na toto téma proběhly, můžeme rozdělit na dvě kategorie. Pozorování během 24 hodin a pozorování v nočních hodinách dle doby stanovené pozorovatelem (18.00-06.00, 18.00-09.00, 18.30-6.30, 19.40-5.20, 19.00-05.00) (Dallaire & Ruskebusch 1974; Keiper & Keenan 1980; Houpt et al. 1986; Duggan et al. 2016; Allali et al. 2022).

Je důležité zdůraznit, že spánek je pro zvířecí organismus nezbytným prvkem pro zachování zdraví a optimálního fungování (Allison & Cicchetti 1976; Imeri & Opp 2009).

Faktory ovlivňující spánek a odpočinek u kopytníků se liší mezi volně žijícími a těmi chovanými v zajetí. Zatímco u divokých kopytníků jsou klíčovými faktory sociální interakce, pohyb, potrava a predace (Keiper & Keenan 1980; Cahill et al. 2003; Burger et al. 2020), u těch chovaných v lidské péči hraje roli spíše stravovací režim, ustájení, sociální uskupení a stresové faktory (Dallaire & Ruckebusch 1974; Hartman & Greening 2019; El Allali et al. 2022). Avšak vhodným chovatelským managementem lze v lidské péči ovlivnit tyto faktory a tím zlepšit pohodu zvířat (Greening & McBride 2022). Pokud faktory působí negativně, může to ovlivnit délku spánku a odpočinku u kopytníků, což může vést k poruchám spojeným se spánkovým chováním.

Délka spánku je u každého jedince individuální (Dallaire & Ruckebusch 1974), přičemž výrazný rozdíl se nachází v množství REM spánku. U nedomestikovaných kopytníků je zastoupen v nižší míře než u domestikovaných kopytníků, pravděpodobně důsledkem procesu umělé selekce či zachování antipredační strategie.

Při srovnání délky spánku mezi volně žijícími kopytníky a těmi, kteří jsou chováni v lidské péči, není možné provést komplexní porovnání vzhledem k omezenému množství studií, zabývajících se volně žijícími kopytníky v nočních hodinách. Nicméně při srovnání množství spánku u koňovitých kopytníků v lidské péči a těch ve volné přírodě, nejsou pozorovány významné rozdíly mezi hodnotami.

Charakteristika REM a non-REM spánku je u popsáných kopytníků v literární rešerši podobná včetně hodnot z frekvenčních pásem (Williams et al. 2008; Ternman et al. 2012; Cousillas et al. 2017; Malungo et al. 2021).

Můj výzkum se zaměřil na koňovité kopytníky, přesněji koně Převalského chovaného v lidské péči a probíhal v nočních hodinách od 22.00-04.00. Pozorování bylo rozdělené do tří bloků, nebylo možné ho provést v jeden celý stanovený interval z důvodu náročnosti pozorování, což mohlo ovlivnit mé výsledky.

6.1 Porovnání nočního chování koňovitých kopytníků v lidské péči a volné přírodě

6.1.1 Odpočinkové chování

Během dne koně stráví odpočinkem méně času než v noci. V noci koně domácí spí 3 až 4 hodiny (Dallaire 1986; Greening & McBride 2021). Za 12 hodin nočního pozorování vychází, že dohromady trávili spánkem a odpočinkem 10,5 hodiny, v průměru na jednoho hřebce 1,75 hodin. Ovšem bez charakteristiky EEG a řádné identifikace jedinců nelze popsat množství spánku a odpočinku na jednotlivce.

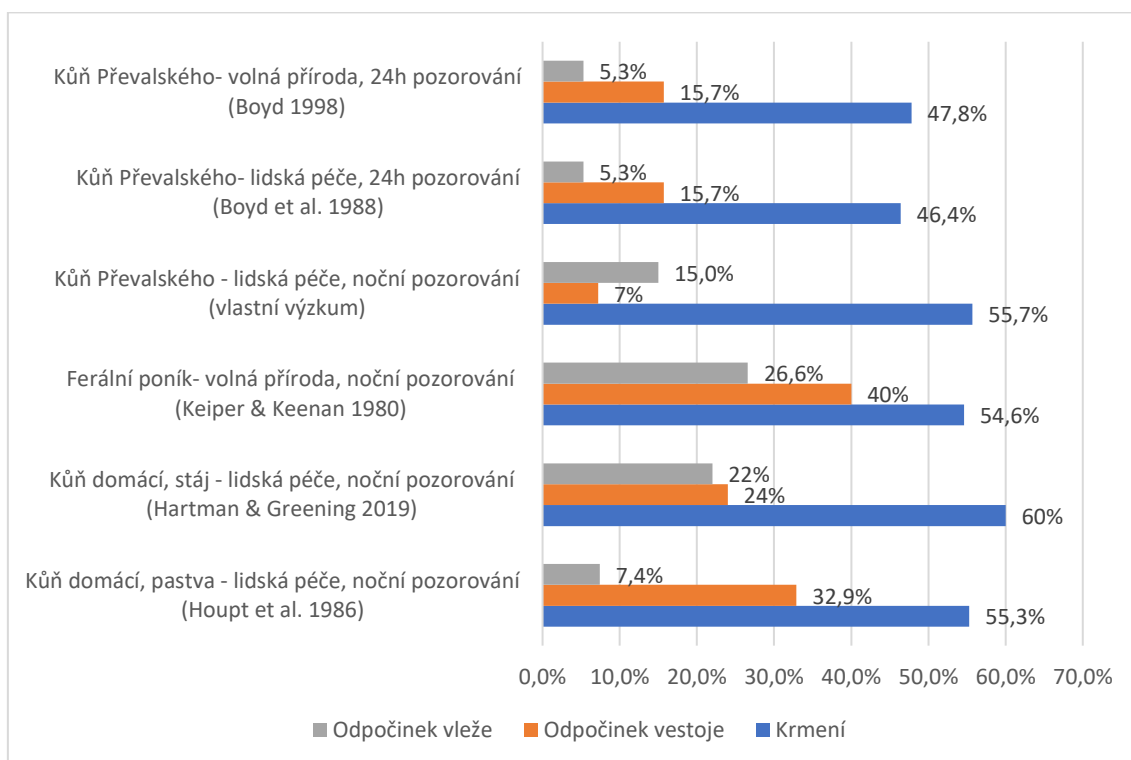
V průběhu pozorování koně vykazovali odpočinkový stav v poloze vestoje a vleže, dle charakteristiky od Dallaire (1986), Williams et al. (2008), Hartman & Greening (2019). Odpočinek vleže často následoval po odpočinku vestoje po různé časové intervaly (6 minut, 9 minut, 11 minut). Polohy vleže byly zpozorované jak vleže na břicho, tak vleže na boku.

Pokud koně ulehnu, své prostředí považují za bezpečné (Belling 1990), je možné potvrdit adaptaci pozorované skupiny na prostředí, ve kterém se nacházejí.

U kopytníků ve volné přírodě byla během noci zaznamenána antipredační strategie-systém hlídání, kdy zvířata ve stádě neulehnu náraz, vždy jsou někteří jedinci vzhůru (Burger et al. 2020). U pozorované skupiny je možné se domnívat, že se antipredační strategie zachovala. Za pozorovací období nebyli koně spatřeni ležící najednou, pravděpodobně vždy jeden hlídal. V časovém intervalu od 02.00-04.00 bylo spatřeno, jak najednou leží 5 pozorovaných jedinců v sektoru D u seníku, ale hřebec Granola neprojevoval žádné odpočinkové chování.

Výsledky ze studií koňovitých kopytníků v lidské péči a ve volné přírodě jsou shodné v zastoupení množství odpočinku vestoje a vleže (Keiper & Keenan 1980; Boyd et al. 1988a, Boyd 1998; Hartnam & Greening 2019).

Graf 8 představuje souhrn procentuálního zastoupení potravního chování, odpočinku vleže a vestoje z odborné literatury o nočním odpočinku a spánku u kopytníků v lidské péči a ve volné přírodě, v porovnání s výsledky z mého vlastního výzkumu. Z Grafu 8 je možné vidět rozdílnost mezi pozorováním, odpočinek vleže je zastoupen ve vyšší míře než odpočinek vestoje, v potravním chování nejsou výrazné výkyvy.



Graf 8 Procentuální zastoupení aktivit z odborné literatury v porovnání s výsledky mého vlastního výzkumu

Výsledky z vlastního výzkumu nejsou shodné s odbornou literaturou v celkovém množství odpočinku, ani v jednotlivém procentuálním zastoupením u odpočinku vestoje (7 %) a vleže (15 %). Pozorovaná skupina vykazuje méně odpočinku vestoje a více odpočinku vleže, než bylo zjištěno v předešlých studiích (Boyd et al. 1988; Boyd 1998). Koně Převalského z mého výzkumu vykazují méně odpočinkového chování v porovnání s těmi žijícími ve volné přírodě (Keiper & Keenan 1980).

Možné vysvětlení je, že koním nehrozí predační riziko, tak jako ve volné přírodě a koně si mohou dovolit více odpočívat přes den a v noci není tedy odpočinek a spánek tolik praktikován.

6.1.2 Potravní chování

Dle výsledků koně Převalského v noci vykazovali 55,7 % potravního chování. Tyto výsledky korelují s výsledky studií na koňovitých v lidské péči od Boyd et al. (1988a) a Bubenik (1961) in Boyd et al. (1988a), Hartnam & Greening (2019) a na koňovitých ve volné přírodě (Keiper & Keenan 1980; Boyd 1998).

6.1.3 Lokomoce

Další noční projevenou aktivitou byla lokomoce, pod kterou spadá chůze a běh. Lokomoce byla u pozorované skupiny zastoupena méně (6,4 %) než u koní ve volné přírodě zřejmě z důvodu omezeného prostoru. U volně žijícího koně Převalského byl pohyb dle 24h pozorování zaznamenán ve 21,7 % (Boyd 1998).

Zastoupení lokomočních aktivit u stáda koní Převalského držených v lidské péči činilo 7,4 % celkového záznamu aktivit (Boyd et al., 1988). Toto stádo se skládalo z 6 klisen, jednoho hřebce a hříběte, což se odlišovalo od složení pozorované skupiny, která se skládala z hřebců. Věkové složení stáda bylo také odlišné od pozorované skupiny, s věkovým rozpětím od dvou do tří let s výjimkou narozeného hříběte. Stádo obývalo pastvinu o rozloze 4 ha a bylo zvyklé na interakci s člověkem. Přestože se složení stáda lišilo od pozorované skupiny, koně vykazovali podobné množství pohybu.

6.1.3.1 Stereotypní chování

Stereotypní chování vykazoval dominantní hřebec stáda Granola, který chodil podél plotu a vykazoval tzv. pacing. Výskyt a frekvence stereotypního chování může záviset na nemožnosti projevit přirozené chování, např. páření (Lewis et al. 2022), a to díky absenci klisen ve stádě. Hřebci v lidské péči jsou obvykle izolováni od klisen. Tento typ životního stylu silně kontrastuje s životním stylem u koní, kteří žijí ve volné přírodě a mohou projevit své reprodukční strategie. Avšak koně žijící ve volné přírodě se musí vypořádat s predací a konkurencí (Górecka-Bruzda et al. 2023).

Dalším typem stereotypního chování, které se může objevit u koně Převalského drženého v lidské péči je koprofágie, která byla zaznamenána při denním pozorování Boyd et al. (1988b), u mé pozorované skupiny zaznamenána nebyla.

6.1.4 Neklid

Dalším typem noční aktivity během bdělosti je reakce na vnější podněty. Neklid (alert) je typ chování, které kůň projeví v závislosti na hluk, pach, či nový předmět, který kůň vyhodnocuje, jestliže pro něj představuje potenciální hrozbu (Draaisma 2018).

Pokud se pozorovaní jedinci nevzbudili sami od sebe, neklid byl četným důvodem, kvůli kterému docházelo k vyrušení z odpočinku vestoje či vleže. Vyrušením z odpočinku docházelo i z důvodu sociální interakce mezi hřebci, kdy jedinec vyrušil odpočívajícího koně očicháváním.

Koně projevují antipredační chování jako reakci na možná nebezpečí ze strany predátorů. V lidské péči mohou být tendence k „alert“ reakci méně časté než ve volné přírodě, kde jsou koně více vystaveni potenciálním predátorům. Tato změna může být způsobena relativním nedostatkem přirozených predátorů a větší mírou lidské interakce, která může koně naučit ignorovat nebo minimalizovat riziko predace ve srovnání s jejich volně žijícími protějšky.

6.1.5 Interakce

Přátelské interakce se v noci vyskytovaly nejčastěji a byly zpozorovány i v jiných studiích jak ve volné přírodě (Keiper & Keenan 1980), tak v lidské péči (Boyd et al. 1988a). Přátelské interakce byly projevované očicháváním, oždibováním a vzájemnou péčí o tělo.

Hra je častým chováním u hříbat a ročků, kdy herní chování je zásadní pro rozvoj specificky sociálních dovedností (McDonnell & Poulin 2002). Dle Feh (2005) a Christensen et al. (2002) se hra také často vyskytuje u bakalářské skupiny, přesto v průběhu mého nočního pozorování hra nebyla spatřena.

Agresivní interakce u pozorované skupiny se projevovaly přes den (Veselská 2024) i v noci. V nočních hodinách bylo agonistických interakcí zaznamenáno méně a iniciátor interakcí byl vždy dominantní samec Granola. Z jiných studií u koně Převalského v lidské péči (Boyd et al. 1988a) nebylo agresivní chování v nočních hodinách zaznamenáno, ve volné přírodě ano, ale v nižším výskytu (0,3 % z celého záznamu aktivit) (Boyd 1998).

Agresivní chování může být sníženo v závislosti na velikosti výběhu, Flauger & Krueger (2013) udávají minimální velikost výběhu na jednoho koně 331 m² a více, díky které by se výskyt agresivního chování měl blížit k nule. Velikost výběhu

pozorované skupiny přesahuje přes 10 000 m² a měl by být pro bakalářskou skupinu více než dostačující, ale i tak se agresivní chování objevovalo, důvodem může být upevňování pozice v hierarchii nebo reakce na stresový podnět (Benus et al. 1991; McDonnell & Haviland 1995). V noci k fyzickému střetu nedošlo, agresivní chování se projevovalo naháněním jednoho či více koní.

6.1.5.1 Sexuální chování

Pozorování v noci na bakalářské skupině koně Převalského ještě nebylo uskutečněno, sexuální chování projevované v noci bylo zaznamenáno jen u harémů složených z hřebců a klisen ve volné přírodě (Boyd 1998; Schlichting et al. 2020) a v lidské péči (Boyd et al. 1988a). Sexuální chování projevované samci může být ovlivněno říjí u klisen, která se mohla objevit v době, kdy pozorování probíhalo.

6.2 Rozložení odpočinkového chování během noci

Časové rozložení odpočinkového chování u koně Převalského v lidské péči dle Bubenik (1961) in Boyd et al. (1988a) a Boyd et al. (1988a) a dle studie od Keiper & Keenan (1980) u ferálních poníků je podobné s výsledky mé práce. Odpočinek vestoje dle mého pozorování koně zaujímali od 00.00 do 02.00 hodiny a odpočinek vleže probíhal mezi 02.00 a 04.00 hodinou. V čase, kdy koně neprojevovali odpočinkové chování se pozorovaná skupina věnovala potravě, což také souvisí s předchozími studii.

Poloha vleže na celém boku trvala u jednotlivců od 1 až 3 minut, doba v lehu na boku od 8 do 12 minut a doba vestoje trvala okolo 3-16 minut. U hřebce Granoly, kterého bylo možné identifikovat, se doba trvání odpočinku měnila za každý pozorovací interval. Je možné se domnívat, že i nedomestikovaní koně mají různé strategie spánku s různým podílem spánkových stavů, jak bylo popsáno u koní domácích (Greening & McBride 2021).

Změna odpočinku v aktivitu byla způsobená zpozorněním, interakcí, nebo samovolným probuzením a následným vykazováním potravního chování.

6.3 Preferované místo k odpočinku

Dle pozorování od Veselské (2024) stejné bakalářské skupiny, koně přes den trávili odpočinek nejčastěji v přístřešku dohromady s dominantním hřebcem Granolou. V noci dle mého pozorování ulehali u seníku. Granola v noci ulehal pouze v sektoru H. Preference místa odpočinku u denního a nočního pozorování může ovlivnit místo, kde koně žijí a také teplota, typ ustájení nebo i sociální postavení (Anderson 1998).

Dle Dallaire (1986) dominantní hřbec ulehá jako první. V pozorovacím období koně ulehali nezávisle na dominantním hřebci.

Během pozorování od 00.00-02.00 (10.06.2023) vycházela hlasitá muzika ze strany sektoru D a E. Ve studii Veselské (2024) stejná bakalářská skupina reagovala na muziku přes den „alert“ reakcí, ale nebylo zaznamenáno přesunutí od averzního podnětu (muziky). V noci v reakci na hlasitou muziku se hřebci přemístili do sektoru A, a to nejspíše z důvodu eliminace nepříjemného podnětu, který mohl ovlivňovat jejich odpočinkové chování. V sektoru A koně odpočívali a zaujali i polohu vleže.

Je třeba poznamenat, že zjištění o tom, že koně si nelehají, když se cítí ohroženi, je v rozporu s tímto tvrzením. Studie naznačují, že koně mají tendenci zůstat ve stoje nebov aktivní pozici, když jsou vystaveni potenciálnímu ohrožení, namísto toho, aby si lehli (Dallaire 1986; Mills & McDonnell 2005). Tento rozpor může být důležitý pro pochopení chování koní ve vztahu k vnímanému riziku.

6.4 Zhodnocení metody

Výzkum byl prováděn observací pomocí nočního vidění. Observace v nočních hodinách je náročná, ať už z hlediska náročnosti při zapisování dat, manipulaci s kamerou, špatného úhlu pozorování anebo z hlediska únavy. Sesbíraná data mohou být těmito faktory ovlivněna a pro lepší přesnost sběru dat by bylo vhodnější, pozorovat více zvířat déle (například i klisny či mláďata) a využít jinou metodu, např. více kamer s nočním viděním u kterých je možné jedince lépe identifikovat z následných videozáznamů.

7. Závěr

V této bakalářské práci byly charakterizovány noční aktivity kopytníků. Faktory ovlivňující spánek a odpočinek u kopytníků se liší mezi volně žijícími a těmi chovanými v zajetí. Zatímco u divokých kopytníků jsou klíčovými faktory sociální interakce, pohyb, potrava a predace u těch chovaných v lidské péči hraje roli spíše stravovací režim, ustájení, sociální uskupení a stresové faktory. Tomu odpovídají i výsledky mé práce, kde noční aktivita hřebců koně Převalského a zejména délka odpočinku vleže spíše odpovídali aktivitám domácích koní než divoce žijících. Vzhledem k nejistotě rozlišení spánku od pouhého odpočinku u pozorované skupiny koní, navrhuji v budoucích výzkumech použití přesnějších metod pozorování a možné využití jiných typů kamerového vybavení.

Pochopení nočních aktivit kopytníků ve volné přírodě i v lidské péči by následně mohlo pomoci budoucímu úsilí při ochraně volně žijících jedinců.

8. Reference

Abhang PA, Gawali BW, Mehrotra SC. 2016. Technical aspects of brain rhythms and speech parameters. Introduction to EEG-and speech-based emotion recognition, Elsevier Inc, USA.

Adrados C, Baltzinger C, Janeau G, Pépin D. 2008. Red deer *Cervus elaphus* resting place characteristics obtained from differential GPS data in a forest habitat. European Journal of Wildlife Research **54**:487–494.

Aktar M, Ahammed R, Khan MMH, Kabir MM. 2015. Preliminary findings on behavioral patterns of the barking deer, *muntiacusmuntjak* (Zimmermann 1780) in captivity at Dhaka Zoo in Bangladesh. Journal of the Asiatic Society of Bangladesh, Science **41**:233-243.

Al-Khateeb R, Mirza SB, Lamghari F. 2023. Analysis of the daily activities of dromedary camel (*Camelus dromedaries*) kept under farm conditions using deep learning technology. Research Article (e2906368) DOI: 10.21203/rs.3.rs-2906368/v1.

Allison T, Cicchetti DV. 1976. Sleep in mammals: ecological and constitutional correlates. Science **194**:732-734.

Altmann J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. Behaviour **49**:227-266.

Anderson JR. 1998. Sleep, sleeping sites, and sleep-related activities: Awakening to their significance. American journal of primatology **46**:63-75.

Auer U, Kelemen Z, Engl V, Jenner F. 2021. Activity time budgets—A potential tool to monitor equine welfare?. Animals **11**:850.

Bassetti CL et al. 2019. Narcolepsy—clinical spectrum, aetiopathophysiology, diagnosis and treatment. Nature reviews neurology **15**:519-539.

Beekman JH, Prints HHT. 1989. Feeding strategies of sedentary large herbivores in East Africa, with emphasis on the African buffalo, *Syncerus coffer*. African Journal of Ecology **27**: 129-147.

Beier P, McCullough DR. 1990. Factors influencing white-tailed deer activity patterns and habitat use. Wildlife Monographs **109**:3-51.

Belling TH. 1990. Sleep patterns in the horse. Equine Practice **12**:22-6.

Bell FR., Itabisashi T. 1973. The electroencephalogram of sheep and goats with special reference to rumination. Physiology & behavior **11**:503-514.

Bentivoglio M, Grassi-Zucconi G. 1997. The pioneering experimental studies on sleep deprivation. *Sleep* **20**:570-576.

Benus RF, Bohus B, Koolhaas JM, Van Oortmerssen GA. 1991. Heritable variation for aggression as a reflection of individual coping strategies. *Experientia* **47**:1008-1019.

Berger A, Scheibe KM, Eichhorn K, Scheibe A, Streich J. 1999. Diurnal and ultradian rhythms of behaviour in a mare group of Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*), measured through one year under semi-reserve conditions. *Applied Animal Behaviour Science* **64**:1-17.

Bertone JJ. 2007. Large animal- equine. Pages 91-93 in Bertone JJ, editors. Sleep deprivation-not narcolepsy-in horses. The North American Veterinary Conference, North America.

Bose S, Forrester TD, Casady DS, Wittmer HU. 2018. Effect of activity states on habitat selection by black-tailed deer. *The Journal of Wildlife Management* **82**:1711-1724.

Bowersox SS, Floyd T, Dement WC. 1984. Electroencephalogram during sleep in the cat: age effects on slow-wave activity. *Sleep* **7**:380-385.

Boyd LE. 1998. The 24-h time budget of a takh harem stallion (*Equus ferus przewalskii*) pre-and post-reintroduction. *Applied Animal Behaviour Science* **60**:291-299.

Boyd LE, Carbonaro DA, Houpt KA. 1988a. The 24-hour time budget of Przewalski horses. *Applied Animal Behaviour Science* **21**:5-17.

Boyd LE. 1988b. Time budgets of adult Przewalski horses: effects of sex, reproductive status and enclosure. *Applied Animal Behaviour Science* **21**:19-39.

Brivio F, Apollonio M, Anderwald P, Filli F, Bassano B, Bertolucci C, Grignolio S. 2024. Seeking temporal refugia to heat stress: increasing nocturnal activity despite predation risk. *Proceedings of the Royal Society B* **291**:20231587.

Brown RE, Basheer R, McKenna JT, Strecker RE, McCarley RW. 2012. Control of sleep and wakefulness. *Physiological reviews* (e00032.2011) DOI:10.1152/physrev.00032.2011.

Burger AL, Fennessy J, Fennessy S, Dierkes PW. 2020. Nightly selection of resting sites and group behavior reveal antipredator strategies in giraffe. *Ecology and Evolution* **10**:2917-2927.

Cahill S, Llimona F, Gràcia J. 2003. Spacing and nocturnal activity of wild boar *Sus scrofa* in a Mediterranean metropolitan park. *Wildlife Biology* **9**:3-13.

Campbell SS, Tobler I. 1984. Animal sleep: a review of sleep duration across phylogeny. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* **8**:269–300.

Capellini I, Barton RA, McNamara P, Preston BT, Nunn CL. 2008. Phylogenetic analysis of the ecology and evolution of mammalian sleep. *Evolution* **62**:1764-1776.

Christensen JW, Zharkikh T, Ladewig J, Yasinetskaya N. 2002. Social behaviour in stallion groups (*Equus przewalskii* and *Equus caballus*) kept under natural and domestic conditions. *Applied Animal Behaviour Science* **76**:11-20.

Chung ELT, Khairuddin NH, Azizan TRPT, Adamu L. 2018. Sleeping patterns of horses in selected local horse stables in Malaysia. *Journal of veterinary behavior* **26**:1-4.

Close WH, Heavens RP, Brown D. 1981. The effects of ambient temperature and air movement on heat loss from the pig. *Animal Science* **32**:75-84.

Coenen AM, Van Luijtelaar EL. 1991. Pharmacological dissociation of EEG and behavior: a basic problem in sleep-wake classification. *Sleep: Journal of Sleep Research & Sleep Medicine*.

Cousillas H, Oger M, Rochais C, Pettoello C, Ménoret M, Henry S, Hausberger M. 2017. An ambulatory electroencephalography system for freely moving horses: an innovating approach. *Frontiers in veterinary science* **4**:57.

Creel S, Schuette P, Christianson D. 2014. Effects of predation risk on group size, vigilance, and foraging behavior in an African ungulate community. *Behavioral Ecology* **25**:773-784.

Crowell-Davis SL, Houpt KA., Carnevale J. 1985. Feeding and drinking behavior of mares and foals with free access to pasture and water. *Journal of animal science* **60**:883-889.

da Cruz AB, Hirata S, Dos Santos ME, Mendonça RS. 2023. Show me your best side: Lateralization of social and resting behaviors in feral horses. *Behavioural Processes* **206**:104839.

Dallaire A, Ruckebusch Y. 1974. Sleep and wakefulness in the housed pony under different dietary conditions. *Canadian Journal of Comparative Medicine* **38**:65.

Dallaire A. 1986. Rest behavior. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* **2**:591-607.

Deboer T. 2018. Sleep homeostasis and the circadian clock: do the circadian pacemaker and the sleep homeostat influence each other's functioning?. *Neurobiology of sleep and circadian rhythms* **5**:68-77.

Dijk DJ, Beersma DG, van den Hoofdakker RH. 1989. All night spectral analysis of EEG sleep in young adult and middle-aged male subjects. *Neurobiology of aging* **10**:677-682.

Draaisma R. 2018. Language signs and calming signals of horses: recognition and application. CRC Press. Arcaro s.r.o., Jihlava.

Duggan G, Burn CC, Clauss M. 2016. Nocturnal behavior in captive giraffe (*Giraffa camelopardalis*) - A pilot study. *Zoo biology* **35**:14-18.

Dunbar RI, Korstjens AH, Lehmann J, British Academy Centenary Research Project. 2009. Time as an ecological constraint. *Biological Reviews*, **84**:413-429.

Dustman RE, Boswell RS, Porter PB. 1962. Beta brain waves as an index of alertness. *Science* **137**:533-534.

Dušek A, Bartoš L, Švecová L. 2007. The effect of a mother's rank on her offspring's preweaning rank in farmed red deer. *Applied Animal Behaviour Science* **103**:146-155.

Ekkel ED, Spoolder HA, Hulsegge I, Hopster H. 2003. Lying characteristics as determinants for space requirements in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* **80**:19-30.

El Allali K, Beniaich Y, Farsi H, M' hani MEM, Jabal MS, Piro M, Achaâban, MR, Ouassat M, Challet E, Besson M, Mounach J, Pévet P, Satté A. 2020. Sleep pattern in the dromedary camel: a behavioral and polysomnography study. *Sleep (ezsac101)* DOI: 10.1093/sleep/zsac101.

Feh C. 2005. *The domestic horse: The origins, development and management of its behaviour*. Cambridge University Press, Cambridge.

Feinberg I, Baker T, Leder R, March JD. 1988. Response of delta (0-3 Hz) EEG and eye movement density to a night with 100 minutes of sleep. *Sleep* **11**:473-487.

Flauger B, Krueger K. 2013. Aggression level and enclosure size in horses (*Equus caballus*). *Pferdeheilkunde* **29**:495-504.

Forsberg AM, Pettersson G, Ljungberg T, Svennersten-Sjaunja K. 2008. A brief note about cow lying behaviour – Do cows choose left and right lying side equally?. *Applied animal behaviour science* **114**:32-36.

Franken P, Tobler I, Borbély AA. 1991. Sleep homeostasis in the rat: simulation of the time course of EEG slow-wave activity. *Neuroscience letters* **130**:141-144.

Fuchs C, Kiefner LC, Kalus M, Reese S, Erhard M, Wöhr AC. 2018. Pages 103-106 in Grant R, Allen T, Spink A, Sullivan M, editors. *Measuring Behavior 2018*. ISBN, UK.

Fukasawa M, Komatsu T, Higashiyama Y, Oshibe A. 2018. The use of accelerometer to measure sleeping posture of beef cows. *Animal Science Journal*, **89**: 488-493.

Fukasawa M, Komatsu T, Higashiyama Y. 2020. The influence of concentrate-rich diet on daily sleep and lying postures of Japanese black cows. *Animal Science Journal* (e13356) DOI: 10.1111/asj.13356.

Furrer M, Meier SA, Jan M, Franken P, Sundset MA, Brown SA, Wagner GC, Huber R. 2024. Reindeer in the Arctic reduce sleep need during rumination. *Current Biology* **34**:427-433.

Furr M, Reed S. 2008. *Equine Neurology*. Blackwell Publishing, USA.

Geist V. (1974). On the relationship of social evolution and ecology in ungulates. *American zoologist* **14**:205-220.

Górecka-Bruzda A, Jaworska J, Stanley CR. 2023. The social and reproductive challenges faced by free-roaming horse (*Equus caballus*) stallions. *Animals* **13**:1151.

Gonfalone AA, Jha SK. 2015. The influence of gravity on REM sleep. *Open Access Animal Physiology* **7**:65-72.

Goodall JM. 1962. Nest building behavior in the free ranging chimpanzee. *Annals of the New York Academy of Sciences* **102**:455-467.

Greening L, Downing J, Amiouny D, Lekang L, McBride S. 2021. The effect of altering routine husbandry factors on sleep duration and memory consolidation in the horse. *Applied Animal Behaviour Science* **236**:105229.

Greening L, McBride S. 2022. A review of equine sleep: Implications for equine welfare. *Frontiers in veterinary science* (e2022.916737) DOI: 10.3389/fvets.2022.916737.

Greening L, Shenton V, Wilcockson K, Swanson J. 2013. Investigating duration of nocturnal ingestive and sleep behaviors of horses bedded on straw versus shavings. *Journal of veterinary behavior* **8**:82-86.

Grignolio S, Brivio F, Apollonio M, Frigato E, Tettamanti F, Filli F, Bertolucci C. 2018. Is nocturnal activity compensatory in chamois?. A study of activity in a cathemeral ungulate. *Mammalian Biology* **93**:173-181.

Gübert J, Hahn-Klimroth M, Dierkes PW. 2023. A large-scale study on the nocturnal behavior of African ungulates in zoos and its influencing factors. bioRxiv DOI: 10.3389/fetho.2023.1219977.

Haley DB, Rushen J, Passillé AD. 2000. Behavioural indicators of cow comfort: activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing. *Canadian Journal of Animal Science* **80**:257-263.

Hänninen L, Mäkelä JP, Rushen J, de Passillé AM, Saloniemi H. 2008. Assessing sleep state in calves through electrophysiological and behavioural recordings: A preliminary study. *Applied Animal Behaviour Science*, **111**:235-250.

Hartman N, Greening LM. 2019. A preliminary study investigating the influence of auditory stimulation on the occurrence of nocturnal equine sleep-related behavior in stabled horses. *Journal of equine veterinary science* **82**:102782.

Harvey AM, Morton JM, Mellor DJ, Russell V, Chapple RS, Ramp D. 2021. Use of remote camera traps to evaluate animal-based welfare indicators in individual free-roaming wild horses. *Animals* **11**: 2101.

Hixon MA. 1982. Energy maximizers and time minimizers: theory and reality. *The American Naturalist* **119**:596-599.

Hobson JA. 2009. REM sleep and dreaming: towards a theory of protoconsciousness. *Nature Reviews Neuroscience* **10**:803-813.

Haupt KA, O'Connell MF, Haupt TA, Carbonaro DA. 1986. Night-time behavior of stabled and pastured peri-parturient ponies. *Applied Animal Behaviour Science* **15**:103-111.

Hughes JR. 2008. Gamma, fast, and ultrafast waves of the brain: their relationships with epilepsy and behavior. *Epilepsy & Behavior* **13**:25-31.

Hunter LB, O'Connor C, Haskell MJ, Langford FM, Webster JR, Stafford KJ. 2021. Lying posture does not accurately indicate sleep stage in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* **242**:105427.

Hunter LB, Skinner. 1998. Vigilance behaviour in African ungulates: the role of predation pressure. *Behaviour* **135**:195-211.

Imeri L, Opp MR. 2009. How (and why) the immune system makes us sleep. *Nature Reviews Neuroscience* **10**:199-210.

Janis C. 1976. The evolutionary strategy of the Equidae and the origins of rumen and cecal digestion. *Evolution* **30**:757-774.

Jensen P. 2002. The ethology of domestic animals an introductory text. CABI Publishing, London.

Jia X, Kohn A. 2011. Gamma rhythms in the brain. PLoS One 9 (e1001045) DOI:10.1371/journal.pbio.1001045.

Jouvet-Mounier D, Astic L, Lacote D. 1969. Ontogenesis of the states of sleep in rat, cat, and guinea pig during the first postnatal month. Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology **2**:216-239.

Kasiringua E, Kopij G, Procheş Ş. 2017. Daily activity patterns of ungulates at water holes during the dry season in the Waterberg National Park, Namibia. Russian Journal of Theriology **16**:129-138.

Kavanau JL. 1998. Vertebrates that never sleep: implications for sleep's basic function. Brain research bulletin **46**:269-279.

Keiper RR, Keenan MA. 1980. Nocturnal activity patterns of feral ponies. Journal of Mammalogy **61**:116–118.

Kelemen Z, Grimm H, Long M, Auer U, Jenner F. 2021. Recumbency as an equine welfare indicator in geriatric horses and horses with chronic orthopaedic disease. Animals **11**:3189.

Kramis R, Vanderwolf CH, Bland BH. 1975. Two types of hippocampal rhythmical slow activity in both the rabbit and the rat: relations to behavior and effects of atropine, diethyl ether, urethane, and pentobarbital. Experimental neurology **49**:58-85.

Kristal MB, Noonan M. 1979. Note on sleep in captive giraffes (*Giraffa camelopardalis reticulata*). African Zoology **14**:108.

Krueger K, Esch L, Farmer K, Marr I. 2021. Basic needs in horses?—a literature review. Animals **11**:1798.

Kuijper DP, Verwijmeren M, Churski M, Zbyryt A, Schmidt K, Jędrzejewska B, Smit C. 2014. What cues do ungulates use to assess predation risk in dense temperate forests?. PLoS One (e84607) DOI: 10.1371/journal.pone.0084607.

Kwiatkowska-Stenzel A, Sowińska J, Witkowska D. 2016. The effect of different bedding materials used in stable on horses behavior. Journal of Equine Veterinary Science **42**:57-66.

Langman VA. 1977. Cow-calf relationships in giraffe (*Giraffa camelopardalis giraffa*). Zeitschrift für Tierpsychologie **43**:264-286.

Leblanc MO, Bland BH. 1979. Developmental aspects of hippocampal electrical activity and motor behavior in the rat. *Experimental neurology* **66**:220-237.

Le Bon O, Stanerß L, Rivelli SK, Hoffmann G, Pelc I, Linkowski P. 2002. Correlations using the NREM-REM sleep cycle frequency in healthy humans support distinct regulation mechanisms for REM and NREM sleep. *J Appl Physiol Articles* (e00917.2001) DOI: 10.1152/jappphysiol.00917.2001.

Lega BC, Jacobs J, Kahana M. 2012. Human hippocampal theta oscillations and the formation of episodic memories. *Hippocampus* **22**:748-761.

Lesimple C, Gautier E, Benhajali H, Rochais C, Lunel C, Bensaïd S, Khalloufi A, Henry S, Hausberger M. 2019. Stall architecture influences horses' behaviour and the prevalence and type of stereotypies. *Applied animal behaviour science* **219**:104833.

Lesimple C. 2020. Indicators of horse welfare: State-of-the-art. *Animals* **10**:294.

Lesku JA, Roth II TC, Amlaner CJ, Lima SL. 2006. A phylogenetic analysis of sleep architecture in mammals: the integration of anatomy, physiology, and ecology. *The American Naturalist* **168**:441-453.

Lewis K, Parker MO, Proops L, McBride SD. 2022. Risk factors for stereotypic behaviour in captive ungulates. *Proceedings of the Royal Society B* **289**: 20221311.

Ludvíková E, Nishino S, Sakai N, Jahn P. 2012. Familial narcolepsy in the Lipizzaner horse: a report of three fillies born to the same sire. *Veterinary Quarterly* **32**:99-102.

Lyamin OI, Mukhametov LM, Siegel JM. 2004. Relationship between sleep and eye state in Cetaceans and Pinnipeds. *Archives italiennes de biologie* **142**:557.

Lyamin OI, Shpak OV, Nazarenko EA, Mukhametov LM. 2002. Muscle jerks during behavioral sleep in a beluga whale (*Delphinapterus leucas* L.). *Physiology & behavior* **76**:265-270.

Lyamin OI, Siegel JM, Nazarenko EA, Vu M, Rozhnov VV. 2023. Sleep with open eyes in two species of deer, the indian sambar (*Rusa unicolor*) and sika deer (*Cervus nippon*). In *Doklady Biological Sciences* **512**:295-299.

Malungo IB, Gravett N, Bhagwandin A, Davimes JG, Manger PR. 2021. Sleep in two free-roaming blue wildebeest (*Connochaetes taurinus*), with observations on the agreement of polysomnographic and actigraphic techniques. *Neuroscience Reports* **10**:142-152.

Margulis SW, Westhus EJ. 2008. Evaluation of different observational sampling regimes for use in zoological parks. *Applied Animal Behaviour Science* **110**:363-376.

- McCarley RW. 2007. Neurobiology of REM and NREM sleep. *Sleep medicine* **8**:302-330.
- McDonnell SM, Haviland JCS. 1995. Agonistic ethogram of the equid bachelor band. *Applied Animal Behaviour Science* **43**:147-188.
- McDonnell SM, Poulin A. 2002. Equid play ethogram. *Applied Animal Behaviour Science* **78**:263-290.
- McGreevy P. 2004. *Equine behavior a guide for veterinarians and equine scientists*. Saunders Elsevier, London
- Mellman TA, Knorr BR, Pigeon WR, Leiter JC, Akay M. 2004. Heart rate variability during sleep and the early development of posttraumatic stress disorder. *Biological Psychiatry* **55**:953-956.
- Mendelson WB, Bergmann BM. 1999. EEG delta power during sleep in young and old rats. *Neurobiology of aging* **20**:669-673.
- Miletínová E, Bušková J. 2021. Functions of sleep. *Physiological research*. **70**:177.
- Mills DS, McDonnell SM. 2005. *The domestic horse: the origins, development and management of its behaviour*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Miyazaki S, Liu CY, Hayashi Y. 2017. Sleep in vertebrate and invertebrate animals, and insights into the function and evolution of sleep. *Neuroscience research* **118**:3-12.
- Mukhametov LM. 1987. Unihemispheric slow-wave sleep in the Amazonian dolphin, *Inia geoffrensis*. *Neuroscience letters* **79**:128-132.
- Nishino S, Mignot E. 1997. Pharmacological aspects of human and canine narcolepsy. *Progress in neurobiology* **52**:27-78.
- Nishi SE, Basri R, Alam MK. 2016. Uses of electromyography in dentistry: An overview with meta-analysis. *European journal of dentistry* **10**:419-425.
- Norman SE, Chediak AD, Freeman C, Kiel M, Mendez A, Duncan R, Simoneau J, Norrington M, Valros A, Munksgaard L. 2012. Milk yield affects time budget of dairy cows in tie-stalls. *Journal of dairy science* **95**:102-108.
- Northeast RC, Vyazovskiy VV, Bechtold DA. 2020. Eat, sleep, repeat: the role of the circadian system in balancing sleep-wake control with metabolic need. *Current Opinion in Physiology* **15**:183-191.
- Owen-Smith N, Goodall V. 2014. Coping with savanna seasonality: comparative daily activity patterns of African ungulates as revealed by GPS telemetry. *Journal of Zoology*. **293**:181-191.

Palva S, Palva JM. 2007. New vistas for α -frequency band oscillations. Trends in neurosciences **30**:150-158.

Pedersen GR, Søndergaard E, Ladewig J. 2004. The influence of bedding on the time horses spend recumbent **24**:153-158.

Pellew RA. 1984. The feeding ecology of a selective browser, the giraffe (*Giraffa camelopardalis tippelskirchi*). Journal of Zoology **202**:57-81.

Pérez-Barbería FJ, García AJ, Cappelli J, Landete-Castillejos T, Serrano MP, Gallego L. 2020. Heat stress reduces growth rate of red deer calf: Climate warming implications. PLoS One (e0233809) DOI: 10.1371/journal.pone.0233809.

Piccione G, Giannetto C, Casella S, Caola G. 2010. Daily locomotor activity in five domestic animals. Animal Biology **60**:15-24.

Ramm P, Frost BJ. 1986. Cerebral and local cerebral metabolism in the cat during slow wave and REM sleep. Brain research **365**:112-124.

Rechtschaffen A, Bergmann BM. 2002. Sleep deprivation in the rat: an update of the 1989 paper. Sleep: Journal of Sleep and Sleep Disorders Research **25**:18–24.

Rees PA. 2023. Zoo Studies: Living Collections, Their Animals and Visitors. Cambridge University Press, Velká Británie.

Ridgway SH. 2002. Asymmetry and symmetry in brain waves from dolphin left and right hemispheres: some observations after anesthesia, during quiescent hanging behavior, and during visual obstruction. Brain behavior and evolution **60**:265-274.

Robert S, Dallaire A. 1986. Polygraphic analysis of the sleep-wake states and the REM sleep periodicity in domesticated pigs (*Sus scrofa*). Physiology & behavior **37**:289-293.

Rose PE, Riley LM. 2021. Conducting behavioural research in the zoo: A guide to ten important methods, concepts and theories. Journal of Zoological and Botanical Gardens, **2**:421-444.

Rosdale PD, Short RV. 1967. The time of foaling of thoroughbred mares. Reproduction **13**:341-343.

Ruckebusch Y. 1972. The relevance of drowsiness in the circadian cycle of farm animals. Animal behaviour **20**:637-643.

Sainsbury RS, Heynen A, Montoya CP. 1987. Behavioral correlates of hippocampal type 2 theta in the rat. Physiology & behavior **39**:513-519.

Scheibe KM, Robinson TL, Scheibe A, Berger A. 2009. Variation of the phase of the 24-h activity period in different large herbivore species under European and African conditions. *Biological Rhythm Research* **40**:169-179.

Schiffmann C, Hoby S, Wenker C, Hård T, Scholz R, Clauss M, Hatt JM. 2018. When elephants fall asleep: A literature review on elephant rest with case studies on elephant falling bouts, and practical solutions for zoo elephants. *Zoo biology* **37**:133-145.

Schlichting PE, Dombrovski V, Beasley JC. 2020. Use of abandoned structures by Przewalski's wild horses and other wildlife in the Chernobyl Exclusion Zone. *Mammal Research* **65**:161-165.

Seeber PA, Ciofolo I, Ganswindt A. 2012. Behavioural inventory of the giraffe (*Giraffa camelopardalis*). *BMC research notes* **5**:1-9.

Sekimoto M, Kato M, Watanabe T, Kajimura N, Takahashi K. 2007. Reduced frontal asymmetry of delta waves during all-night sleep in schizophrenia. *Schizophrenia bulletin* **33**:1307-1311.

Semenzato P, Cagnacci F, Ossi F, Eccel E, Morellet N, Hewison AM, Sturaro E, Ramanzin M. 2021. Behavioural heat-stress compensation in a cold-adapted ungulate: Forage-mediated responses to warming Alpine summers. *Ecology Letters* **24**:1556-1568.

Shackel B. 1960. Pilot study in electro-oculography. *The British journal of ophthalmology* **44**:89.

Sicks, F. 2016. REM sleep as indicator for stress in giraffes (*Giraffa camelopardalis*). *Mammalian Biology* **81**:16.

Siegel J, Nazarenko E, Rozhnov V, Lyamin O. 2022. Sleep in the lesser mouse-deer (*Tragulus kanchil*). *Sleep (eZsab199)* DOI:10.1093/sleep/zsab199.

Siegel JM. 2003. Why We Sleep: The reasons that we sleep are gradually becoming less enigmatic. *Scientific American* **289**:92.

Squire LR, Bloom FE, Spitzer NC, du Lac S, Ghosh A, Berg D. 2008. *Fundamental neuroscience*. Elsevier Inc, Canada.

Stampi C. 2013. *Why we nap: evolution, chronobiology, and functions of polyphasic and ultrashort sleep*. Springer Science & Business Media, LLC, USA.

Takagi N, Saito M, Ito H, Tanaka M, Yamanashi Y. 2019. Sleep-related behaviors in zoo-housed giraffes (*Giraffa camelopardalis reticulata*): Basic characteristics and effects of season and parturition. *Zoo biology* **38**:490-497.

Ternman E, Hänninen L, Pastell M, Agenäs S, Nielsen PP. 2012. Sleep in dairy cows recorded with a non-invasive EEG technique. *Applied Animal Behaviour Science* **140**:25-32.

Ternman E, Pastell M, Agenäs S, Strasser C, Winckler C, Nielsen PP, Hänninen L. 2014. Agreement between different sleep states and behaviour indicators in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* **160**:12-18.

Tobler I. 1995. Is sleep fundamentally different between mammalian species?. *Behavioural brain research* **69**:35-41.

Tobler I, Schwierin B. 1996. Behavioural sleep in the giraffe (*Giraffa camelopardalis*) in a zoological garden. *Journal of Sleep Research* **5**:21-32.

Todaro C, Marzetti L, Valdés Sosa PA, Valdés-Hernandez PA, Pizzella V. 2019. Mapping brain activity with electrocorticography: resolution properties and robustness of inverse solutions. *Brain topography* **32**:583-598.

Uhlhaas PJ, Singer W. 2006. Neural synchrony in brain disorders: relevance for cognitive dysfunctions and pathophysiology. *Neuron* **52**:155-168.

Van Deursen JA, Vuurman EFPM, Verhey FRJ, van Kranen-Mastenbroek VHJM, Riedel WJ. 2008. Increased EEG gamma band activity in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Journal of neural transmission* **115**:1301-1311.

Veissier I, Boissy A, dePassillé AM, Rushen J, Van Reenen CG, Roussel S, Andanson S, Pradel P. 2001. Calves' responses to repeated social regrouping and relocation. *Journal of animal science* **79**:2580-2593.

Veissier I, Mialon MM, Sloth KH. 2017. Early modification of the circadian organization of cow activity in relation to disease or estrus. *Journal of dairy science* **100**:3969-3974.

Veselská E. 2024. Behaviorální problémy kopytníků v lidské péči a užití aromaterapie za účelem snížení stresu [BSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha.

Wang G, Hobbs NT, Twombly S, Boone RB, Illius AW, Gordon IJ, Gross JE. 2008. Density dependence in northern ungulates: interactions with predation and resources. *Population Ecology* **51**:123–132.

Williams DC, Aleman M, Holliday TA, Fletcher DJ, Tharp B, Kass PH, Steffey EP, LeCouteur RA. 2008. Qualitative and quantitative characteristics of the electroencephalogram in normal horses during spontaneous drowsiness and sleep. *Journal of veterinary internal medicine* **22**:630-638.

Winterbach HEK, Bothma JDP. 1998. Activity patterns of the cape buffalo *Syncerus caffer caffer* in the Willem pretorius game reserve, free state. South African Journal of Wildlife Research-24-month delayed open access **28**:73-81.

Wong BB, Candolin U. 2015. Behavioral responses to changing environments. Behavioral Ecology **26**:665-673.

Wöhr A, Kalus M, Reese S, Fuchs C, Erhard M. 2016. Equine sleep behaviour and physiology based on polysomnographic examinations. Equine Vet **48**:10-1111.

Xu G, Mihaylova T, Li D, Tian F, Farrehi PM, Parent JM, Mashour GA, Wang MM, Borjigin J. 2023. Surge of neurophysiological coupling and connectivity of gamma oscillations in the dying human brain. Proceedings of the National Academy of Sciences (e2216268120) DOI: 10.1073/pnas.2216268120.

Yun SH, Choi HD, Seo WS. 2017. Spectral analysis of polysomnography in narcolepsy. Psychiatry Investigation **14**:193.

Zhang Y, Cao QS, Rubenstein DI, Zang S, Songer M, Leimgr,ber P, Chu H, Cao J, Li K, Hu D. 2015. Water use patterns of sympatric Przewalski's horse and khulan: interspecific comparison reveals niche differences. PLoS One 10 (e0132094) DOI:10.1371/journal.pone.0132094.