

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Přírodovědecká fakulta**

## **Huddling u rypoše obřího (*Fukomys mechowii*)**

Bakalářská práce

Anežka Hartlová

Školitel: Mgr. Jan Okrouhlík, Ph.D.

České Budějovice 2024

Hartlová A., 2024: Huddling u rypoše obřího (*Fukomys mechowii*) [Huddling at *Fukomys mechowii*. Bc. Thesis, in Czech] – 33 p. Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

## **Anotace**

Social living *Bathyergidae* often save energy needed for thermoregulation by huddling. This thesis focuses on huddling behaviour and its intensity in *Fukomys mechowii*. Individuals of the species spent most of time by huddling. Reproductive individuals had significantly better position during huddling and spent more time by huddling. The probability of having a good position in the huddle was greater in females decreased with individuals' age for females and increased for males, but age had no effect on time spent by huddling. Body mass had no effect on huddling time nor on the position.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

České Budějovice 12.4.2024

Podpis studenta:

## **Poděkování**

V první řadě bych ráda poděkovala Mgr. Janu Okrouhlíkovi, Ph.D. za jeho trpělivost a připomínky. Děkuji také Radce Peškové, za péči o rysoše i studenty, kteří na nich pracují. A v neposlední řadě děkuji každému, kdo si byl ochotný přečíst mou práci a říct svůj názor.

# Obsah

<b>ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>1 SOCIALITA</b> .....	<b>2</b>
1.1 SOCIALITA U SAVCŮ.....	2
1.2 EUSOCIALITA A KOOPERATIVNÍ ROZMNOŽOVÁNÍ .....	2
<b>2 SOCIÁLNÍ TERMOREGULACE</b> .....	<b>3</b>
2.1 TERMOREGULACE.....	3
2.2 HUDDLING .....	4
<b>3 RYPOŠOVITÍ – BATHYERGIDAE</b> .....	<b>7</b>
3.1 RYPOŠOVITÍ OBECNĚ.....	7
3.2 SOCIALITA U RYPOŠOVITÝCH .....	8
3.3 HUDDLING A AKTIVITA U RYPOŠOVITÝCH.....	10
3.4 RYPOŠ OBŘÍ ( <i>FUKOMYS MECHOWII</i> ).....	11
<b>4 CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>13</b>
<b>5 MATERIÁL A METODY</b> .....	<b>13</b>
5.1 POKUSNÁ ZVÍŘATA .....	13
5.2 UMÍSTĚNÍ ZVÍŘAT PŘED A PO POKUSU .....	14
5.3 USPOŘÁDÁNÍ EXPERIMENTU .....	14
5.4 POSTUP VYHODNOCENÍ.....	14
5.4.1 <i>Kvantitativní hodnocení intenzity zakrytí</i> .....	15
5.4.2 <i>Kvalitativní hodnocení intenzity zakrytí</i> .....	16
5.4.3 <i>Vizualizace hodnot</i> .....	16
<b>6 VÝSLEDKY</b> .....	<b>17</b>
6.1 KVANTITATIVNÍ HODNOCENÍ INTENZITY ZAKRYTÍ .....	17
6.2 KVALITATIVNÍ HODNOCENÍ INTENZITY ZAKRYTÍ .....	20
<b>7 DISKUZE</b> .....	<b>23</b>
<b>8 ZÁVĚR</b> .....	<b>26</b>
<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ</b> .....	<b>27</b>
<b>PŘÍLOHY</b> .....	<b>32</b>

# Úvod

„Huddling“ je chování, které patří mezi jednu z mnoha výhod sociality a můžeme ho pozorovat u sociálních druhů obratlovců i bezobratlých. Vyznačuje se blízkým kontaktem ve skupině a jeho hlavní výhodou je snížení teplotních a tím i energetických ztrát při sociální termoregulaci. Ačkoliv huddling přináší výhody pro všechny účastníci se jedince, tyto výhody nejsou pro každého člena v chumlu stejné. Centrální pozice v chumlu je nejvíce ochranná a je při ní nejméně vystaven povrch zvířete okolnímu prostředí. Tato bakalářská práce se zabývá seskupováním při huddlingu u rypoše obřího (*Fukomys mechowii*), který je jedním ze sociálních druhů rypošovitých.

Eusocialita se vyznačuje rozdělením jednotlivců na reprodukční a nereprodukční jedince. Vzhledem k hierarchii ve skupině mohou mít jedinci během seskupování různé vzory chování. Mezi tyto vzory může patřit čas, který stráví aktivitou či huddlingem a rozdílná pozice ve chumlu během huddlingu. Kromě sociálního statutu jednotlivců mohou mít vliv i další parametry jako je hmotnost, pohlaví či věk jedince.

# 1 Socialita

## 1.1 Socialita u savců

Sociální chování je jakékoli chování mezi jednotlivci jednoho druhu. Zahrnuje jak chování soutěživé (boj, vyhrožování, dominantnost), tak chování kooperativní (péče o mladá). Jistá úroveň sociality je u savců nutností, jelikož jejich oplození je vnitřní a je zde úzký vztah mezi matkou a mláděty, které po porodu kojí. Když jsou mláďata schopna samostatného života mohou se oddělit od své matky (Poole, 1985). Savci mohou žít v různých sociálních organizacích od soliterně žijících jedinců, přes jedince žijící v párech až k organizovaným skupinám (Makuya a Schradin, 2024). Většina druhů savců žije soliterně, avšak některé druhy zůstávají i po odkojení jako členové své rodné skupiny nebo odcházejí a hledají skupinu novou (Poole, 1985).

Výhodami života ve skupině je například snížení rizika predace pomocí společné obrany či některým z antipredačních chováních (Makuya a Schradin, 2024). Ve skupině klesá pravděpodobnost ulovení pro každého člena skupiny se zvyšujícím se počtem jednotlivců – tzv. dilution effect (Foster et al., 1981). Další strategií může být také tzv. „confusion effect“, kdy množství zvířat blízko sebe rozptyluje pozornost predátora a tím znesnadňuje výběr kořisti (Murali et al., 2019). Dalšími výhodami života ve skupině je snadné nalezení jedince opačného pohlaví k rozmnožování, větší teritorium díky společné obraně, allo-parenting (pomoc při péči o mláďata), společné hledání a sdílení potravy a snížení energetické náročnosti termoregulace díky huddlingu (Makuya a Schradin, 2024).

Nevýhodami života ve skupině může být zvýšení rizika infekce, zvýšení rizika zpozorování predátorem (skupina je nápadnější než jednatel), kompetice o jídlo ve skupině, přímá kompetice při hledání partnera, časté snížení reprodukce vlivem dominantních jedinců (Makuya a Schradin, 2024).

## 1.2 Eusocialita a kooperativní rozmnožování

Eusocialita je sociální uspořádání skupiny, kdy někteří jedinci nevyužijí svůj reprodukční potenciál proto, aby pomohli odchovat mláďata jiných členů své skupiny (Nowak et al., 2010).

Nejdříve byla pozorována u termitů, včel a dalšího sociálního hmyzu, kde byla také poprvé definována. Eusociální skupiny mají rozdělené jednotlivé dospělé členy na reprodukční a nereprodukční, kdy se rozmnožuje pouze reprodukční pár, či pouze reprodukční samice. Nereprodukční členové skupiny jsou sterilní nebo téměř sterilní a skupina se dělí na kasty, které jsou behaviorálně, morfologicky a fyziologicky odlišné. Generace se ve skupině překrývají (Crespi a Yanega, 1995). Dalšími podmínkami jsou celoživotní filopatrie (jedinec neopustí skupinu) (Burda et al., 2000) a tzv. kooperativní rozmnožování, kdy se o mláďata starají všichni členové skupiny, ačkoliv nejsou jejich rodiči. Kooperativní rozmnožování se dá ale definovat pouze jako výpomoc reprodukčnímu páru, bez dělení na kasty (Crespi a Yanega, 1995). Tato reprodukční strategie však byla pozorována nejen u sociálního hmyzu, ale s drobnými modifikacemi i u některých ptáků a savců (např. primátů, psovíťých, hlodavců), včetně rypavců (Solomon a French, 1997).

## **2 Sociální termoregulace**

### **2.1 Termoregulace**

Termoregulace využívá tepla produkovaného z transformace energie z jídla a/nebo tělních zásob. Teplo je mezi organismy a prostředím neustále vyměňováno po směru teplotního gradientu (Gilbert et al., 2007). Tato výměna je zprostředkovávána radiací, kondukcí, konvekcí či evaporací (Vejmělka et al., 2021).

Termoregulace je energeticky náročný proces, při kterém si homeotermní živočichové udržují stálou tělesnou teplotu tak, že ztráty tepla do okolního prostředí a zisky tepla z metabolismu jsou v rovnováze. Endotermní živočichové regulují svou tělesnou teplotu skrz homeostatické mechanismy, které kontrolují produkci tepla se ztrátou tak, aby se dosáhlo stálé a relativně vysoké teploty nezávislé na změnách prostředí (Gilbert et al., 2007).

Přenos tepla do těla a z těla závisí na celkovém povrchu vystavovanému okolí a izolačních vlastnostech povrchu zvířete, které ovlivňují pasivní únik tepla do okolí, nebo jeho příjem z okolí (Gilbert et al., 2007). Důležitým faktorem při termoregulaci je velikost těla, kdy menší zvířata musí kompenzovat vyšší tepelné ztráty v chladném prostředí, kvůli svému vyššímu poměru povrchu těla k jeho hmotnosti (surface-to-volume ratio) (Philips a Heat, 1995).

Savci využívají energii z potravy, především k pohonu různých procesů jako je metabolismus, růst, rozmnožování a budování energetických zásob. Většina energie se však nakonec rozptýlí jako teplo (Šumbera, 2019). Produkci tepla mohou zvířata ovlivnit svým chováním i fyziologickými změnami. Každý druh má svou termoneutralní zónu. To je takový rozsah teplot okolí, při kterých není třeba žádných aktivních termoregulačních mechanismů, protože ztráty a produkce tepla jsou v rovnováze. Zvířata, která se dostanou pod svou nebo nad svou termoneutralní zónu aktivně zvyšují či snižují svou teplotu za cenu zrychlení svého metabolismu. Tato možnost však zvíře stojí velké množství energie, proto je pro mnoho zvířat lepší přímo zabránit ztrátám tepla (Nuñez-Villegas et al., 2014). Pokud se zvíře dostane pod svou termoneutralní zónu má vyvinuté nejrůznější adaptace, kterými svou teplotu může zvýšit. Fyziologickými adaptacemi používanými při chladu mohou být třes, zvýšená vazokonstrikce a netřesová termogeneze v hnědém tuku. Pokud zvíře žije v chladném prostředí dlouhodobě může mít i různé specializace na dané prostředí jako například kvalitní srst, silnou vrstvu podkožního tuku anebo jiné izolace, které pomáhají zvířeti snížit ztráty tepla. Behaviorálně mohou snížit únik tepla shlukováním se, stavěním hnízd, výběrem oblasti, ve které žijí či vyhříváním se na slunci (Kotze et al., 2007).

Přenos přebytečného tepla je u savců usnadněn na místech, která jsou řídkěji ochlupená než zbytek těla. Tyto místa jsou například ušní boltce (Mohler a Heat, 1988), ocas (Johanson, 1962) či končetiny, ale také břišní strana těla a trup (Mauck et al., 2003). Přenos tepla v těchto částech těla je regulován vasokonstrikcí a vasodilatací a spolu s těmito procesy jedinec může regulovat výměnu tepla s okolím i behaviorálně změnou polohy či vyhledáním vhodných podmínek (da Silva et al., 2012).

## **2.2 Huddling**

Sociální termoregulace neboli huddling je jednou z mnoha výhod sociality. Huddling je definován jako aktivní a blízké sdílení prostoru (Gilbert et al., 2007) nebo jako mutualistická sociální termoregulace dvou a více zvířat v blízkém tělesném kontaktu. Zvířata tímto fyzickým kontaktem mohou buď zvyšovat či snižovat teplotní výměnu se svým okolím. Tento jev můžeme pozorovat u ektotermů i endotermů, mezi obratlovci i bezobratlými. Endotermové tímto způsobem snižují energetickou náročnost termoregulace (Schrading a Ance, 2019). Huddling využívají zejména zvířata se špatnou izolací, anebo žijící v extrémních teplotních podmínkách. Mnoho zvířat se tulí během zimy, a proto se může předpokládat, že huddling je adaptací druhů, kteří kolonizovali studené prostředí. Potřeba



tulit se stoupá během nepříznivých podmínek (Gilbert et al., 2007).

Když se zvířata k sobě seskupí, tak efektivně snižují svůj celkový povrch vystavený okolí a tím i ztrátu tepla do okolí. Okolní teplota každého se zvyšuje díky ztrátě tepla z choulících se zvířat (viz. Příloha 2), a proto je teplotní gradient mezi místním prostředím a tělem zvířete snížen. Zvířata mají díky tomu okolní teplotu blíže ke své termoneutralní teplotě (Hayes et al., 1992). Tím minimalizují teplotní ztrátu a snižují své energetické náklady na udržení stálé tělesné teploty. Většina tulících se zvířat má vyšší a stálejší tělesnou teplotu. Nicméně jsou známá zvířata, která huddlingem svou teplotu snižují, což jim umožňuje maximalizovat své energetické úspory skrz větší redukci metabolické výroby tepla. Toto chování můžeme vidět například u maki trpasličí (*Microcebus murinus*) (Gilbert et al., 2007).

Ve výsledku dochází k snížení intenzity metabolismu, čímž se snižuje i potřeba příjmu potravy a ztráta tělesné hmotnosti. Ušetřená energie se využije k zrychlení růstu či k reprodukci. To vše zvyšuje šance na přežití zvířete (Gilbert et al., 2007). Toho využívají například čerstvě narození malí savci jako jsou například myši nebo králíci, kteří tak neztrácejí energii a mohou ji využívat pro růst, který je pro ně nyní nejdůležitější (Nuñez-Villegas et al., 2014). U mláďat je dalším faktorem pro zvýšení potřeby huddlingu nedostatečná tepelná izolace, protože se často rodí bez srsti (Gilbert et al., 2007)

Vzhledem k většímu množství příbuzných i nepříbuzných jedinců v chumlu, je důležitým faktorem huddlingu sociálnost. Tulení s příbuznými jedinci je ale častější, což můžeme vidět zejména u mláďat v hnízdě. Díky blízkosti jedinců při huddlingu, může mít skupina rychlejší reakce na nebezpečí, což může být dalším benefitem. Jelikož se energetické ztráty minimalizují snižováním odkrytých částí těla, benefity huddlingu nemusí být rovnoměrně rozděleny mezi všechny členy skupiny. Centrální pozice v chumlu je nejvíce ochranná a obvykle je předností pro mláďata (Gilbert et al., 2007). U savců se ideální počet pro seskupování pohybuje mezi 4-6 jedinci (Schradíng a Ancel, 2019).

Při huddlingu nedochází k tak velké ztrátě energie a teplota zvířete nemusí být snižována, což je důležité pro růst a huddling může být spojován i s jiným aktivním chováním, ačkoliv je obvykle vykonávaný během odpočinku či spánku (Gilbert et al., 2007). Pouze u tučňáků se objevuje i během aktivity, kdy se tulí až tisíce jedinců, kteří se pohybují a tím vytvářejí metabolické teplo (Schradíng a Ancel, 2019). To je jeho velkou výhodou a také se tím liší

od jiných fyziologických strategií, které šetří energii. Těmi jsou například denní strnulost (daily torpor) a hibernace. Tyto strategie jsou spojovány s velkým snížením energetických nákladů při nedostatku jídla, nízkých teplotách či suchu. Zvířata hibernují v periodách, při kterých mají velmi nízkou teplotu a metabolismus, a proto během těchto period nemohou růst ani se reprodukovat (Ruf a Fritz, 2015).

Tulení je velmi časté u malých zvířat, kteří mají vyšší poměr povrchu těla k jeho hmotnosti (surface-to-volume ratio) než u větších zvířat. Pozorovat ho můžeme například u osmáka degu (*Octodon degus*) (Canals et al., 1989) či hraboše syslího (*Lasiopodomys brandtii*) (Sukhchuluun et al., 2018) a dalších hlodavců včetně sociálních druhů rypošovitých. Kromě hlodavců se mezi savci vyskytuje u netopýrů, rejsků a surikat. U ptáků je toto chování vcelku běžné, bylo pozorováno nejméně 23 druhů ptáků, kteří se shlukovali (Schradling a Ancel, 2019). Příkladem může být stračka malá (*Lonchura cucullata*), která na konci rozmnožovacího období tvoří hejna o velikosti až 30 jedinců. U tohoto druhu se ukázalo, že nejdominantnější jedinec se nachází v centru chumlu častěji (Calf et al., 2002). Vzácněji se huddling objevuje i u větších zvířat, příkladem může být rypouš sloní (*Mirounga leonina*), kteří se tulí v bahně (Schradling a Ancel, 2019), to poskytuje ochranu před větrem a zajišťuje teplejší mikroklima (Chaise et al., 2018).

Huddling je znám také u bezobratlých. Shlukováním se mění Monarcha stěhovavý (*Danaus plexippus*) dle potřeby své mikroklima. V noci je teplota uvnitř seskupených jedinců vyšší než teplota okolí a přes den je teplota uvnitř nižší (Brower et al., 2008). Včela medonosná (*Apis mellifera*) se během huddlingu třese, čímž aktivně zvyšuje teplotu a účinnost huddlingu. Včely v chumlu rotují od kraje do centra (Schradling a Ancel, 2019).

## 3 Rypošovité – Bathyergidae

### 3.1 Rypošovité obecně

Rypošovité (Bathyergidae) jsou podzemní hlodavci žijící endemicky v subsaharské Africe. Nejvýraznějším znakem jsou pro ně velké řezáky vně dutiny ústní, které jsou důležité při kopání tunelů. Jejich hlavní potravou jsou různé hlízy a kořeny, ze kterých dostávají nejen veškeré živiny, ale také i vodu. Pravděpodobně mají díky velké vlhkosti chodeb malou ztrátu vody, z toho důvodu mohou vodu přijímat pouze v potravě (Bennett a Faulkes, 2000).

Mají válcovité tělo s krátkými končetinami. Toto tělní uspořádání jim umožňuje pohyb dopředu i dozadu, což je výhodnou adaptací na život v podzemních tunelech. Další takovou adaptací je u většiny druhů rypošů například krátký ocásek s hrubými vousky k odstraňování půdy při hrabání (Bennett a Faulkes, 2000).

Rypošovité velmi zřídka opouštějí bezpečné podmínky svého hnízda, což je vystavuje specifickým podmínkám podzemního ekotypu. Výhodami tohoto ekotypu může být ochrana před predátory a výkyvy počasí a prostředí nad zemí. Podzemní mikroklima kolísá oproti nadzemnímu minimálně. Naopak mezi nevýhody patří nízká nabídka potravy a vysoké energetické náklady při jejím hledání (kopání tunelů). Mezi další specifika podzemního ekotypu můžeme zařadit absenci světla, vysokou vlhkost či nedostatečnou výměnu plynů, která může v norách způsobit hypoxii (snížený obsah kyslíku) a hyperkapnii (zvýšenou koncentraci oxidu uhličitého). Všechny tyto faktory mohou na zvíře působit stresově (Begall et al., 2018).

Díky vysoké vlhkosti v hnízdě nefungují tradiční způsoby ochlazování těla a rypošovité museli vyvinout jiné, vlastní mechanismy ochlazování. U rypoše lysého (*Heterocephalus glaber*) je jedním z těchto mechanismů ztráta srsti, další adaptací může být právě eusocialita (Šumbera, 2019).

Aby zabránili přehřátí mohou si vybrat správnou hloubku půdy s vyhovující teplotou pro své hnízdo. Čím níže je hnízdo vyhloubeno tím nižší bude teplota v něm. Vyhovující teplota může být pro každý druh jiná. Menší druhy (*Fukomys ansellii*, *Fukomys micklemi*,

*Heterocephalus glaber*) preferují vyšší teploty okolo 29 °C a větší druhy (*Fukomys mechowii*) zase nižší teploty okolo 25.6 °C. Hnízda jsou obvykle hlouběji než tunely, v nichž shánějí potravu (přibližně 50 cm pod zemí). Díky tomu je v nich teplota téměř stálá (Begall et al., 2015).

Tunelový systém je podobný u všech druhů rypošů. Je složený ze sítě povrchových chodeb, určených pro opatřování potravy, až po hlubší chodby, které vedou do místností s různými účely. Můžeme zde najít například hnízdo, kde zvířata odpočívají a sociální druhy se zde pravidelně setkávají. Spánek je však u sociálních rypošů asynchronní, téměř vždy je nějaký člen skupiny vzhůru a mimo odpočívací místnost. Dalšími místnostmi jsou například toaleta a místnost na uskladnění jídla. Všechny tyto místnosti jsou často vedle sebe (Bennett a Faulkes, 2000).

Jedním z největších specifík rypošovitých je jejich široká škála sociality a reprodukčních strategií napříč rody. Solitérní druhy si hledají své partnery pouze v období rozmnožování a jsou velmi teritoriální. Patří mezi ně rypoš stříbřitý (*Heliophobius argenteocinereus*), rypoš kapský (*Georychus capensis*) či rypoš prasečí (*Bathyergus suillus*) (Begall et al. 2007). Mezi sociální až eusociální druhy patří rypoš lysý (*Heterocephalus glaber*), rypoš damarský (*Fukomys damarensis*), rypoš obří (*Fukomys mechowii*) či rypoš hotentotský (*Cryptomys hottentotus*) (Begall et al., 2007).

### **3.2 Socialita u rypošovitých**

V reprodukčním systému rypošovitých nalezneme jedince, kteří poskytují péči potomkům reprodukčního samce a reprodukční samice. Tito jedinci jsou nereprodukční, nesplňují však podmínku sterility. Jestli jsou tedy některé druhy rypošovitých opravdu eusociální, záleží na definici, kterou zvolíme. Reprodukční samec a samice jsou obvykle nejdominantnějšími členy rodiny (Burda et al., 2000).

Kolonie sociálních rypošů spolupracuje nejen při péči o mladé jedince, ale také společně shánějí potravu a hnízdní materiál, kopají a udržují systém podzemních chodeb, který sdílejí po celý rok. Reprodukční jedinci si svou pozici obvykle udržují po celý život (Bennett a Faulkes, 2000). Hierarchie u rypošů je lineární, tedy žádní členové nejsou zcela

kodominantní, což také znamená, že jedinci ve skupině nevykonávají stejné množství práce (Bennett a Faulkes, 2000; Šrámková, 2023).

Dle studií u různých sociálních druhů rypošovitých (např. Wallace a Bennett, 1998; Bennett a Jarvis, 1988) byly definovány skupiny rozdělené dle množství odvedené práce. Například dle práce Bennetta a Jarvicesové (1988) na rypoši hotentotském (*Cryptomys hottentotus*) byly definovány tři kasty skládající se z pracujících, příležitostně pracujících a reprodukčních jedinců. Pracující jedinci byli většinou nejmenší, příležitostně pracující byli větší jedinci, kteří se nerozmnožovali. Reprodukční kasta nemohla být definována z hlediska množství odvedené práce, jelikož reprodukční samec odvedl pouze 3-4 % práce, ale reprodukční samice odváděla až 30 % práce, většina této práce byla však příprava hnízda.

Podobné výsledky jako v práci Bennetta a Jarvicesové (1988) byly popsány v práci Wallace a Bennetta (1998) na rypoši obřím (*F. mechowii*) kde byla oblíbenost členů korelována s věkem jednotlivců, kdy nejvíce oblíbeným členem byl nejstarší nereprodukční jedinec a nejméně nejmladší člen kolonie. Dle této studie nebyla oblíbenost jedinců korelována s pohlavím, avšak nesignifikantně pracovali více samci než samice. Podobně jako u předchozí studie určili často a méně často pracující skupiny a dále pak skupinu reprodukční. Tyto skupiny však nebyly na rozdíl od přechozí studie rozděleny podle velikosti jedince.

Vůbec poprvé byla eusocialita u rypošů popsána na rypoši lysém (*H. glaber*), kde byly pozorovány obdobné kasty jako u předchozích dvou studií. Každá kasta zde obsahovala obě pohlaví a průměr váhy byl vyšší u méně pracujících jedinců. V této studii byl také zmíněn předpoklad, že se ve skupinách vyskytuje věkový polyethismus (jedinci mění svou roli ve skupině spolu se svým věkem), který je známý u některých eusociálních skupin. Tento jev však předpokládala pouze u některých jedinců (Jarvis, 1981).

Jedním ze znaků eusociality u hmyzu (e.g. včela medonosná, mravenec lesní) je rozdělení na kasty se specializací na určité činnosti ve skupině. Dělení na specializované kasty není u rypošů potvrzeno a mnoho studií (např. Thorley et al., 2018; Siegmann et al., 2021) kasty u rypošovitých vyvracejí a navrhují spíše možnost, že množství odvedené práce lze vysvětlit věkovým polyethismem.

Ze všech těchto studií je však možné pozorovat jisté rozdělení pracovních úkonů, které

souvisí s věkem, hmotností, pohlavím či reprodukční aktivitou.

### 3.3 Huddling a aktivita u rypošovitých

Huddling je významnější pro menší druhy z čeledi rypošovitých, které díky němu šetří energetické náklady na termoregulaci. U druhu *Fukomys darlingi* jedinci chovaní v párech ušetřili díky huddlingu až 25 % svých energetických nákladů v teplotách přibližně 10 °C pod jejich termoneutralní zónou. Úspory energie rostly, dokud v chumlu nebylo víc jedinců než čtyři, poté úspory opět zmizely (Wiedenová et al., 2018). U jiných malých druhů z čeledi rypošovitých byly energetické úspory termoregulace okolo 20 % (*F. ansellii* – 19 %, *F. micklei* – 19%, *F. damarensis* – 24%). Největší energetické úspory měl díky huddlingu rypoš lysý (*H. glaber*) a to až dvojnásobné (43 %) Pokud je zvíře umístěné ve své termoneutralní zóně, neměly by se u něj objevit žádné energetické úspory spjaté s huddlingem, to ale u mnoha druhů neplatí (Wiedenová et al., 2018). U rypoše obřího nebylo změřeno žádné snížení energetických nákladů při termoregulaci díky huddlingu, což je způsobené nejspíše velikostí druhu (Vavrušková et al., 2022).

Jelikož huddling probíhá obvykle v době odpočinku můžeme u sociálních rypošů dobu strávenou huddlingem přibližně určit z doby strávené aktivitou.

V laboratorních podmínkách rypoš obří (*Fukomys mechowii*) odpočívá průměrně 84 % času. Pouze nereprodukční samice odpočívá značně méně času (74 %). Během odpočinku jsou uskupení pospolu (huddling) (Dammann et al. 2011). V přirozených podmínkách nereprodukční jedinci tráví přibližně 24 % času ven z hnízda. (Lövy et al., 2014).

Reprodukční zvířata jako ty nejméně aktivní určilo více studií. Například dle studie Wallace a Bennetta (1998) reprodukční jedinci vykonávali pouze 3-4 % celkově odvedené práce. Obdobné výsledky byly nalezeny i u rypoše lysého, kdy nejméně práce odvedli reprodukční zvířata a další pracovní nasazení mohlo být rozlišeno i podle velikostních rozdílů (Jarvis, 1981). U rypoše hotentotského (*Cryptomys hottentotus*) však byli reprodukční jedinci více aktivní (Bennett, 1992) a u *Fukomys ansellii* byli jedinci podobně aktivní, bez ohledu na jejich status (Schielke et al., 2012). Menší nereprodukční zvířata jsou obvykle více aktivní než větší nereprodukční zvířata a zvířata reprodukční, naopak to však bylo pozorováno u rypoše damarského (*Fukomys damarensis*) (Gaylard, 1998).

### 3.4 Rypoš obří (*Fukomys mechowii*)

Tento druh můžeme najít v savanách a zemědělských půdách jihovýchodní a centrální Afriky (Angola, Demokratická republika Kongo, Zambie) (Caspar et al., 2021). Od ostatních rypošovitých je rozeznatelný zejména svou značnou velikostí. Samci odchycení v přírodě měli průměrně 380 gramů (od 250 do 600 gramů) a samice okolo 260 gramů. Je zde tedy znatelný sexuální dimorfismus ve velikosti těla (Begall et al., 2007). Březost trvá přibližně 112 dní a mláďata se rodí holá. Po cca 1 týdnu od narození jim začne růst srst, která má spíše tmavě hnědou barvu či tmavě šedivou barvu a při růstu postupně světlají (Scharff et al., 2001). Nejdéle změřená doba života je 26 let. Reprodukční jedinci mají značně delší maximální dobu života než nereprodukční jedinci ze stejné skupiny (Begall et al., 2021).

Je to sociální druh, takže jak už bylo popsáno výše reprodukce je vyčleněna pouze na jedinou samici, kterou jsou iniciovány i kopulace. Vrhly jsou malé s přibližně 2-6 mláďaty. V přírodě se živí geofyty a někdy bezobratlými (Bennett a Aquilar, 1995). Stejně jako u ostatních sociálních druhů členové spolupracují při hloubení tunelů, hledání, nošení a skladování potravy a dalších energeticky náročných úkolech (Lövy et al., 2014).

Průměrné kolonie mají okolo jedenácti jedinců, avšak počet členů může dosáhnout až dvaceti (Bennett a Faulkes, 2000). Žijí v monogamních párech, v rodině je obvykle pouze jeden reprodukční pár, který je nejdominantnější a dále je zde lineární dominance se stabilním sociálním systémem (Wallace a Bennett, 1998). V sociálním systému se jednotlivci musejí mezi sebou rozlišovat, aby předešli incestu. Mláďata žijí s rodiči až do své dospělosti, někdy déle nebo dokonce po celý život. Incestní páření mezi sourozenci a rodiči je velmi vzácné. Jedinci, kteří neopustí hnízdo pomáhají reprodukčnímu páru s odchováním dalších mladých. Vzhledem k rozdělení práce v rodině a kooperativnímu rozmnožování se tento druh označuje za eusociální (Caspar et al., 2021).

I když se nereprodukční zvířata nerozmnožují, nejsou sterilní. Reprodukce je tedy ovlivněna spíše behaviorálně. Dostatečně vyspělí k rozmnožování jsou okolo 1 roku života, párují se však přibližně v 18 měsících (Caspar et al., 2021). Reprodukční samice je nejtěžší ze samic

a reprodukční samec je obvykle těžší, než samice ale nemusí být nejtěžším členem skupiny. Reprodukční zvířata (zejména samci), přispívají velmi málo k celkovému množství odvedené práce skupiny. Míra práce jednotlivců je však flexibilní a zvířata se přizpůsobují momentálním environmentálním a sociálním podmínkám (Lövy et al., 2014).



## 4 Cíle práce

Cílem práce bylo navržení a provedení experimentu pro pozorování intenzity huddlingu a zjištění, jestli je tato intenzita ovlivněna některou ze známých charakteristik jedinců, kterými jsou váha, věk, sociální status (reprodukční/nereprodukční) a pohlaví, či některou z jejich kombinací.

Intenzita huddlingu byla rozdělena na kvantitativní hodnocení intenzity zakrytí, tedy množství času, které zvíře v chumlu tráví a kvalitativní intenzitu zakrytí, tedy jak moc byl jedinec v chumlu zakryt jiným jedincem.

## 5 Materiál a metody

### 5.1 Pokusná zvířata

Všechna zvířata pocházela z chovů katedry zoologie Přírodovědecké fakulty Jihočeské univerzity.

Do experimentu bylo vybráno šest rodin rypose obřího (*Fukomys mechowii*). Tento druh byl zvolen jako vhodný k experimentu z důvodu sociálního uspořádání rodin. Jako jediný byl v daném čase dostupný v požadovaném množství z hlediska počtu jedinců v rodinách. Z každé použité rodiny bylo vybráno pět členů, celkem se tedy experimentu účastnilo 30 jedinců. Z těchto třiceti jedinců bylo dvacet samic (z toho pět reprodukčních) a deset samců (z toho pouze jeden reprodukční). Experimentu se vždy účastnili reprodukční jedinci, pokud byli v rodině přítomni.

O každém jedinci byla známa jeho váha, hmotnost, pohlaví a sociální status. Jedinci se dle sociálního statusu dělili na reprodukční a nereprodukční. Reprodukční jedinci byli takoví jedinci, kteří v době před pokusem nebo v době pokusu minulosti měli/mají potomky.

Věkové rozhraní vybraných jedinců bylo od 2 do 17 let. Nejstarší byla reprodukční samice narozena 23.2.2007 vážící 371 g. Nejmladším jedincem byl nereprodukční samec narozený 22.3.2022 vážící 126 g, který byl zároveň i nejlehčím samcem. Hmotnost jedinců se pohybovala v rozmezí od 126 g do 546 g (nereprodukční samec, 4 roky). Nejlehčí samice

vážila 140 g (2 roky, nereprodukční) a nejtěžší 415 g (reprodukční, 9 let). Zvířata se vážila před každým experimentem a udávaná váha je průměrem za dané období (přibližně 6 měsíců). Podrobný popis jedinců je možné najít v Příloze 1.

## **5.2 Umístění zvířat před a po pokusu**

Zvířata byla chována ve skleněných teráriích o rozměrech 40x40x80 cm při teplotě  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Jako podestýlka byla použita rašelina. Zvířata byla krmena třikrát týdně mrkví, bramborami, řepou, batátem, jablkem a směsí zrní.

## **5.3 Uspořádání experimentu**

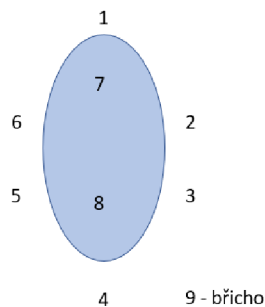
Jedinci byli označeni barvami (červená, zelená, modrá, žlutá a neobarvený) pro rozeznání během pokusu a před každým umístěním do experimentální místnosti byli zvaženi. Podle Benneta at al. je doporučeno chovat zvířata při teplotě  $26^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) a vlhkost vzduchu by měla být nejméně 45 %.

Zvířata byla přenesena do pokusné místnosti klimatizované na teplotu  $20^{\circ}\text{C}$  a všech pět zvířat z jedné rodiny bylo umístěno do skleněných terárií s podestýlkou z dřevěných hoblin. Zvířata byla ponechána před pokusem jednu hodinu, aby si zvykla na nové prostředí. Teplota místnosti byla zvolena přibližně  $10^{\circ}\text{C}$  pod termoneutrální zónou druhu tak, aby podněcovala potřebu huddlingu u zvířat.

Chování zvířat bylo natáčeno po dobu minimálně 5 hodin ve formě celistvých videí či timelapse fotografií, které byly vytvářeny každé dvě sekundy. Každá rodina byla pozorována alespoň 10 dní, celkem byla každá rodina pozorována alespoň 50 hodin.

## **5.4 Postup vyhodnocení**

Z obrazového záznamu byly vytvořeny excelové tabulky zaznamenávající každých deset minut polohu zvířete vůči ostatním. Zvíře bylo rozděleno na 9 úseků, které mohly být pokryty jiným zvířetem. Tyto úseky (viz. Obrázek 1) byly hlava (1), pravá (2,3) a levá (5,6) strana těla rozdělena na dvě části, zadní část těla (4), záda opět rozdělaná na dvě části (7,8) a břicho (9).



Obrázek 1: Rozdělení rypoše na úseky pro vyhodnocení procentuálního zakrytí jedince

V každém intervalu se vyhodnotilo zakrytí seskupených odpočívajících jedinců ostatními jedinci. Časová intenzita huddlingu byla vyhodnocena na základě aktivity jedince a to tak, že pokud byl jedinec bez kontaktu s jiným jedincem byl považován za aktivního, v opačném případě za odpočívajícího. V případě odpočívajícího jedince seskupeného s jinými jedinci byla zaznamenáno i u jakého jedince či jedinců se vyskytoval a jak velkou část těla měl jimi zakrytou z čehož byla vypočítána intenzita zakrytí. Za každou zakrytou část byl udělen bod a za zakryté břicho byly uděleny body dva.

#### 5.4.1 Kvantitativní hodnocení intenzity zakrytí

Zvíře bylo v každém hodnoceném okamžiku považováno za aktivní, pokud nebylo v kontaktu s žádným jedincem, tudíž neprobíhal huddling. Variabilita v aktivitě byla vzhledem k opakování pozorování na jednom jedinci hodnocena pomocí GEE modelu (generalized estimating equations), který umožňuje hodnotit opakovaná pozorování binomiální proměnné. Pro potlačení efektu časové autokorelace byla použita autokorelační struktura AR1. Data byla před analýzou seřazena dle požadavku funkce geeglm – tj. pozorování pro jednoho jedince byla seřazena v časové souslednosti. Jako vysvětlující proměnné byly použity následující parametry: tělesná hmotnost, reprodukční status, pohlaví a věk jedince. Za pomoci forward selekce byl vybrán nejlepší model z hlediska QIC (quasiinformation criterion). QIC metrika je obdobná AIC, ale použitelná pro GEE modely. QIC umožňuje srovnání úrovně modelem vysvětlované variability různě složitých modelů a následný výběr nejinformativnějšího modelu (rozdíl QIC alespoň 2 jednotky). Pravděpodobnost odlišnosti velikosti efektu od nuly byla hodnocena za pomoci Waldova testu.

### **5.4.2 Kvalitativní hodnocení intenzity zakrytí**

Ze zaznamenaných dat byla vybrána pouze data, kdy byli jedinci v kontaktu s jiným jedincem (tzn. probíhal huddling/tulili se). Jedinec byl považován za intenzivně zakrytého, pokud se s někým tulil a jeho zakrytí ostatními jedinci bylo ohodnoceno alespoň čtyřmi body a šlo tedy o binomiální vysvětlovanou proměnnou. Hranice čtyř bodů je zvolena z toho důvodu, že takovou část těla mělo zvíře zakryté, pokud bylo v kontaktu s dvěma jinými zvířaty, kdy každé zvíře mělo z jedné strany. Takové zvíře se nacházelo ve středu chumlu. Frekvence významného zakrytí byla vysvětlena pomocí geeglm modelu.

### **5.4.3 Vizualizace hodnot**

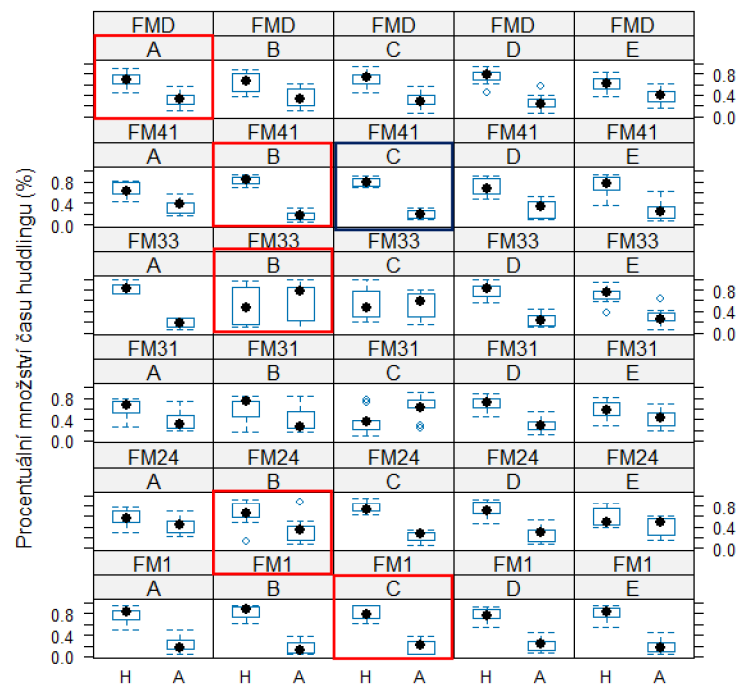
Pro konstrukci obrázku závislosti sledovaného parametru na kategorickém či kontinuálním prediktoru byl pro každého jedince vytvořen celkový průměr ze všech pozorování.

Pro vytvoření obrázku zobrazujícího proporcí huddlingu a ostatních činností byla pro každého jedince data zprůměrována za každý den zvlášť a graf zobrazuje variabilitu mezi jednotlivými dny.

## 6 Výsledky

### 6.1 Kvantitativní hodnocení intenzity zakrytí

Více času trávila většina jedinců huddlingem než aktivitou, což je zobrazeno i na grafu níže (Obr. 2).



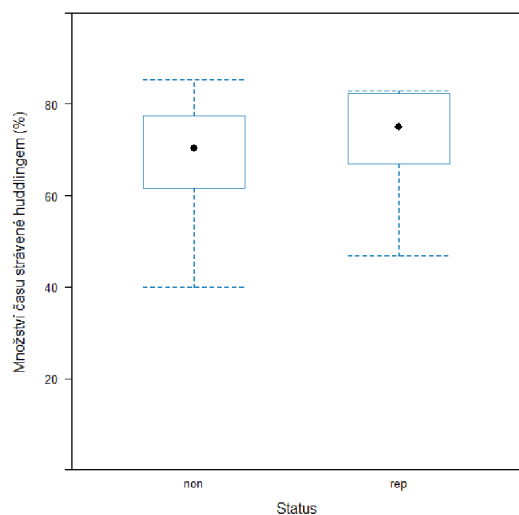
Obrázek 2: Procentuální množství času stráveného aktivně či huddlingem pro všechny jedince. Červená = reprodukční samice, modrá = reprodukční samci. Uvedena je příslušnost k rodině (např. FMD) s identifikací zvířete v rodině.

Optimální model vysvětlující variabilitu v času stráveném huddlingem zahrnoval pohlaví, status, věk a některé jejich interakce (Tab.1).

Tabulka 1. Parametry optimálního modelu vysvětlující pozorovanou variabilitu ve frekvenci huddlingu. Odhad parametru je uveden společně se standardní chybou odhadu (Std. Chyba), testovaným kritériem Waldova statistiky (Wald) a z ní odvozené pravděpodobnosti nemulové hodnoty parametru (P).

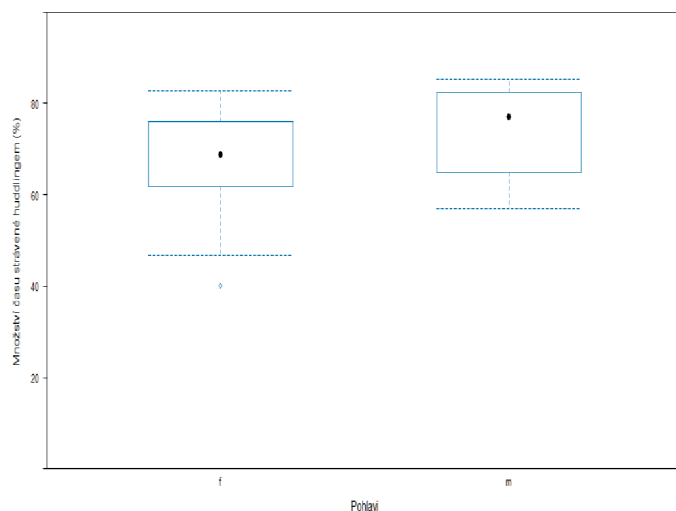
Parametr	Odhad	Std. chyba	Wald	P
Intercept modelu tj. nereprodukční samice	0,81	0,22	13,66	0,00022
Pohlaví - samec (Sexm)	0,28	0,22	1,62	0,20
Status - reprodukční (Statusrep)	2,10	0,6	12,44	0,00042
Věk	-0,03	0,03	0,72	0,40
Interakce Sexm:Statusrep	-0,34	0,3	1,35	0,25
Interakce Statusrep:Věk	-0,14	0,06	5,47	0,02

Reprodukční status byl prediktorem času stráveného huddlingem. Reprodukční zvířata trávila huddlingem více času než nereprodukční ( $p=0,00042$ ; Obr.3; Tab. 1).



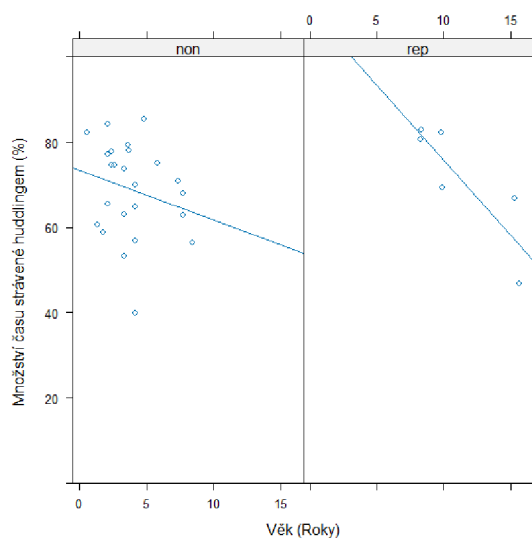
Obrázek 3 - Množství času strávené huddlingem na základě statusu (non = nereprodukční, rep = reprodukční). Reprodukční jedinci trávily více času huddlingem ( $p<0.001$ ; Obr. 7; Tab. 2).

Samci a samice trávili huddlingem srovnatelné množství času ( $p=0,20$ ; Obr. 4; Tab.1)



Obrázek 4: Množství času strávené huddlingem na základě pohlaví. Mezi pohlavími nebyly pozorovány statisticky významné rozdíly ( $p = 0,2$ ; Tab.2)

Věk neměl vliv na čas trávený v chumlu ( $p=0,40$ ; Tab.2). U reprodukčních zvířat však starší zvířata trávili v chumlu signifikantně méně času ( $p=0,02$ ; Obr.5; Tab.1).



Obrázek 5: Množství času strávené huddlingem na základě věku a reprodukčního statusu (non – nereprodukční jedinci; rep- reprodukční jedinci). Sklon křivky je vypočítán pouze na základě zobrazených dat a nebere v úvahu ostatní parametry modelu, dle kterého není sklon u nereprodukčních jedinců odlišný od nuly ( $p=0,40$ ). Sklon křivky u reprodukčních jedinců je strmější než u jedinců nereprodukčních ( $p=0,02$ ; Tab.2)

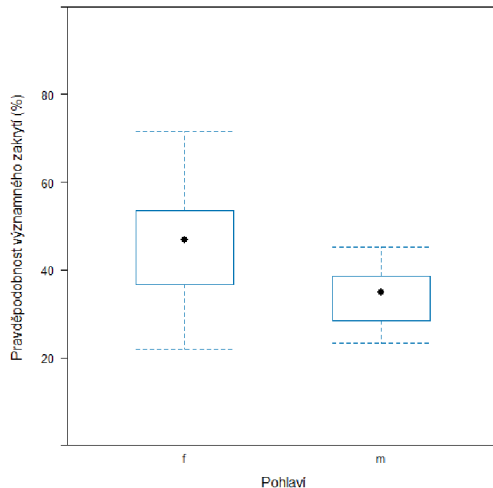
## 6.2 Kvalitativní hodnocení intenzity zakrytí

Některá zvířata byla častěji významně zakrytá než jiná. Optimální model vysvětlující variabilitu ve významném zakrytí zahrnoval pohlaví, reprodukční status, věk a hmotnost a některé jejich interakce (Tab.1).

Tabulka 2. Parametry optimálního modelu vysvětlující pozorovanou variabilitu ve významném zakrytí při huddlingu. Odhad parametru je uveden společně se standardní chybou odhadu (Std. chyba), testovaným kritériem Waldova statistiky (Wald) a z ní odvozené pravděpodobnosti nenulové hodnoty parametru (P).

Parametr	Odhad	Std. chyba	Wald	P
Intercept modelu tj. nereprodukční samice	0,44	0,28	2,53	0,11
Pohlaví - samec (Sexm)	-1,1	0,26	17,83	$2,4 \times 10^{-5}$
Status - reprodukční (Statusrep)	0,44	0,18	6,06	0,01
Věk	-0,07	0,03	6,87	0,0088
Hmotnost	-0,001	0,0007	3,08	0,079
Interakce Sexm:Statusrep	-1,17	0,32	13,45	0,00025
Interakce Sexm:Věk	0,23	0,07	11,45	0,00071

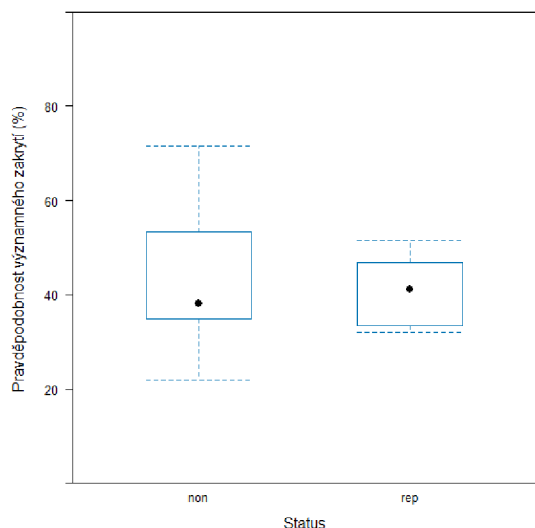
Pohlaví jedince bylo dobrým prediktorem významného zakrytí s tím, že u samců byla frekvence významného zakrytí menší ( $p=2,4 \times 10^{-5}$ ; Tab.2) než u samic (Obr.6).



Obrázek 6: Relativní frekvence významného zakrytí těla rypoše jiným jedincem na základě pohlaví ( $f$  = samice,  $m$  = samec)

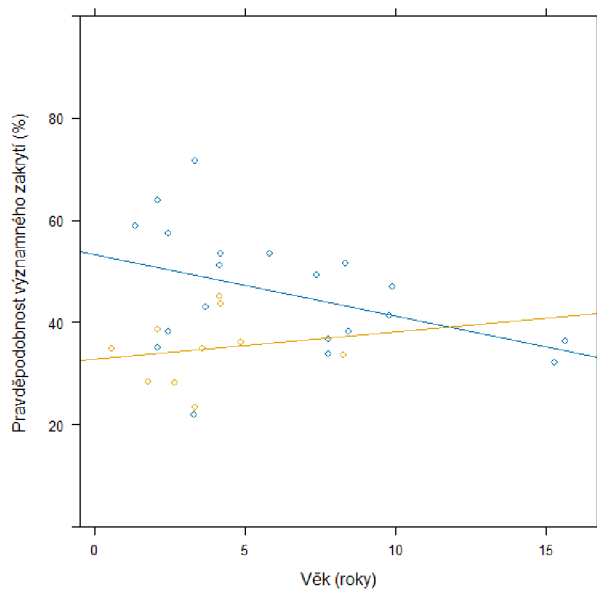
Vliv na frekvenci významného zakrytí měl i reprodukční status. Reprodukční jedinci byli častěji významně zakrytí ( $p=0,01$ ; Tab.2) než jedinci nereprodukční (Obr.7). Tento efekt byl ale různý pro různá pohlaví, jelikož reprodukční samci mají výrazně nižší ( $p=0,00025$ ; Tab.2) zakrytí než ostatní jedinci.





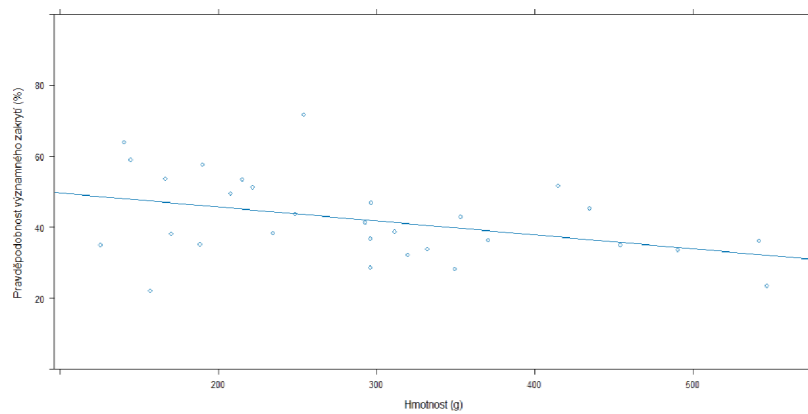
Obrázek 7: Relativní frekvence významného zakrytí těla jiným jedincem na základě reprodukčního statusu (non = nereprodukční, rep = reprodukční).

Posledním signifikantním parametrem, který měl vliv na frekvenci významného zakrytí byl věk. Pro samice s věkem klesala pravděpodobnost významného zakrytí těla, zatímco pro samce s věkem stoupala ( $p=0,00071$ ; Obr. 8; Tab.2).



Obrázek 8: Relativní frekvence významného zakrytí jiným jedincem na základě věku (modrá – samice, žlutá – samci).

Do optimálního modelu byla na základě QIC zahrnuta i hmotnost jedince. Nicméně po testu odlišnosti odhadu efektu hmotnosti, byl vliv hmotnosti na významné zakrytí pouze marginálně negativní ( $p=0,79$ ; Obr.9; Tab.2).



Obrázek 9: Relativní frekvence významného zakrytí jiným jedincem na základě hmotnosti.

## 7 Diskuze

V práci byla vyhodnocena data z pozorování huddlingu dvěma různými pohledy, a to frekvencí většího zakrytí (kvalitativní) a množstvím času stráveným huddlingem (kvantitativní). Výsledky ukázaly, že veškeré sledované parametry (hmotnost, věk, pohlaví a reprodukční status) nějakým způsobem vysvětlují variabilitu pozorovaných dat, přičemž signifikantně v obou modelech působil reprodukční status, který se i velmi často objevoval v interakcích s jinými parametry.

Výsledky pozorování huddlingu u rypoše obřího ukazují, že v chumlu, a potažmo odpočinkem v hnízdě, tráví většina jedinců větší množství času než aktivně. Vzhledem k tomu, že frekvencí huddlingu se nezabývá mnoho studií, je v diskuzi frekvence huddlingu ztotožněna v některých místech diskuze s neaktivitou jedinců s tím, že je předpokládáno, že pokud je jedinec sociálního druhu v klidu nebo v hnízdě, tak se tulí k ostatním členům rodiny.

Největší množství času trávili huddlingem reprodukční jedinci, zejména reprodukční samice, které měly i největší pravděpodobnost významného zakrytí. To, že jsou reprodukční zvířata nejméně aktivními členy skupiny podporuje řada studií na několika druzích: rypoš lysý (Jarvis, 1981), rypoš obří (Lövy et al., 2014 a Wallace a Bennett, 1998). Pouze ve studii I ve studii Dammana et al. (2011) na rypoši obřím je trend totožný, ale pouze u samic, u samců nebyl nalezený žádný rozdíl v aktivitě mezi reprodukčními a nereprodukčními jedinci samci. Častější odpočinek i lepší pozice v chumlu u reprodukčních samic pravděpodobně souvisí s jejich reprodukční aktivitou, pro kterou si šetří energii.

Samice měly větší pravděpodobnost významného zakrytí, ale času huddlingem trávily téměř srovnatelně se samci. To, že se množství aktivity mezi pohlavími neliší, bylo pozorováno i na rypoši lysém (Jarvis, 1981; Siegmann et al., 2021) a rypoši damarském (Bennett a Jarvis, 1988). U rypoše obřího dle Wallace a Benneta (1998) měli tendenci více pracovat samci, ale tento výsledek nebyl statisticky signifikantní, a naopak dle studie Dammana et al. (2011) byly více aktivní samice. Jelikož u nereprodukčních jedinců mají samci a samice stejnou úlohu ve skupině, neměl by být důvod pro rozdílné chování na základě pohlaví.

Ačkoliv hmotnost byla zahrnuta v optimálním modelu vysvětlujícím variabilitu ve významném zakrytí, její vliv byl pouze nesignifikantně negativní a v modelu vysvětlujícím

množství času strávené huddlingem nebyla hmotnost vůbec zahrnuta. U rypoše obřího se žádná souvislost mezi hmotností a aktivitou neprokázala ani ve studii Wallace a Benneta (1998), ve které se ve více pracující skupině vyskytovala i největší samice a největší samec. Obdobný výsledek poskytla i studie na rypoši damarském, ve které měla tělesná hmotnost slabou pozitivní korelaci s aktivitou (Gaylard, 1998). Většina studií však hmotnost považuje za důležitý parametr při srovnání času stráveného aktivně či odpočinkem u jedinců ve skupině. Například dle studie Jarviseové (1981) na rypoši lysém se skupina, která odvede nejvíce práce skládá z jedinců s nejnižší hmotností. Stejně výsledky měla i terénní studie na rypoši obřím, kde největší rozdíl v aktivitě byl mezi největším reprodukčním samcem, který byl nejméně aktivním členem skupiny a nejmenší nereprodukční samicí, která byla aktivní nejvíce (Lövy et al., 2014). To, že jsou jedinci s přibývajícím hmotností méně zakryti, může být odůvodněné mnoha způsoby. Větší zvíře může mít nižší potřebu sociální termoregulace. Také není tak snadné ho zakrýt jako jedince menšího a potřebuje proto větší množství jedinců v chumlu kolem něj. Dalším důvodem by mohla být obrana hnízda, kdy ve studii O'Riain a Jarvis (1997) na rypoši lysém, větší nereprodukční jedinci častěji bránili hnízdo. U rypoše obřího není sociální termoregulace efektivní. To může mít souvislost právě s velikostí zvířete a jeho potřebou být zakrytý. V případě použití nižší teploty by výsledky mohly být odlišné.

Věk zvířat vysvětloval variabilitu intenzity zakrytí i času stráveného huddlingem, ale větší význam nabýval až v různých interakcích. U samic s věkem pravděpodobnost intenzity většího zakrytí klesala a u samců stoupala. Věk neměl vliv na čas strávený v chumlu u nereprodukčních zvířat. U reprodukčních zvířat se s věkem snižovalo množství času, které trávili tulením. Podle Siegmana et al. (2021), který provedl studii na rypoši lysém se aktivita s narůstajícím věkem snižovala. To s našimi daty nesouhlasí, stejně jako studie Wallace a Benneta (1998), kde u rypoše obřího byla oblíbenost jednotlivých členů závislá na věku a nejstarší jedinci byli oblíbenější než jedinci mladší. Za předpokladu že jsou oblíbenější jedinci častěji v centru chumlu, pak dle výsledků naší studie platí tento předpoklad pouze u samců, kteří s věkem získávají centrálnější pozici.

Ačkoliv naprostá většina jedinců trávila větší množství času huddlingem, bylo mezi nimi pár výjimek, které byly více aktivní. To byla například samice FM31 – C (Obr.2), která trávila značně víc času aktivně než huddlingem. Tato samice byla v době experimentu tři roky stará, proto by se její chování dalo vysvětlit možnou tendencí k disperzi. Dispergující jedinci mají

vyšší aktivitu (Vavrušková, 2023). Dalším netypicky chovajícím se jedincem byla reprodukční samice v rodině FM33, označená písmenem B, která byla některé dny více aktivní a některé dny byla více v chumlu.

Natočené materiály a data by bylo využít pro zjištění i dalších informací. Díky tomu, že jednotliví členové byli označení a snadno rozeznatelní, by bylo možné získat i informaci o tom, zda je mezi jednotlivci ve skupině preference pro jiné členy (tzn. mají fázi aktivity/huddlingu ve stejnou chvíli, lehají si do chumlu vedle sebe) nebo jestli všichni při huddlingu obklopují reprodukční zvířata. Další informací získanou z pozorovaných dat by mohlo být do které části chumlu si po aktivní fázi zvíře vleze (lehne si na volné místo na kraji x pokouší se dostat do středu), tato informace by mohla být propojená s informací o preferenci členů.

## 8 Závěr

Cílem práce bylo navrhnout a provést experiment na pozorování huddlingu u rypose obřího. Po nasbírání dat bylo na chování nahlíženo ze dvou pohledů a to z pohledu zakrytí těla jedince při huddlingu (kvalitativní) a množstvím času stráveném huddlingem (kvantitativní).

Z pozorování je zřejmé, že jedinci tráví huddlingem značné množství času. Všechny zadané parametry (věk, hmotnost, reprodukční status, pohlaví) vysvětlují chování zvířat při huddlingu. Reprodukční jedinci mají statisticky velmi průkazně lepší pozici v chumlu i tráví tulením více času, což je v souladu s mnoha studiemi. Věk měl vliv v interakci s pohlavím a to tak, že samicím s věkem klesala pravděpodobnost většího zakrytí a samcům stoupala. Na dobu strávenou v chumlu neměl věk vliv a stejně tak ani pohlaví, které však mělo vliv na pravděpodobnost většího zakrytí, kdy samice byly častěji více zakryté než samci. Ačkoliv hmotnost v mnoha studiích vychází jako signifikantní parametr, v naší studii byl její vliv nevýznamný.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

Begall, S., Berendes M., Schielke C.K.M., Yoshiyuki Henning, Marzena Laghanke, Andreas Scharff, Paul van Daele, and Hynek Burda. (2015). Temperature preferences of African mole-rats (family Bathyergidae). *Journal of thermal Biology*, 53, 15-22.

Begall, S., Burda, H., and Schleich, C. E. (Eds.). (2007). *Subterranean rodents: News from underground*. Springer.

Begall, S., Nappe, R., Hohrenk, L., Schmidt, T. C., Burda, H., Sahm, A., Szafranski, K., and Dammann, P. (2021). Life expectancy, family constellation and stress in giant mole-rats (*Fukomys mechowii*). *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences*, 376:20200207.

Bennett, N. C. (1992). The locomotory activity patterns of a functionally complete colony of *Cryptomys hottentotus hottentotus* (Rodentia: Bathyergidae). *Journal of Zoology*, 228(3), 435-443.

Bennett, N.C., and Aguilar, G. H. (1995). The reproductive biology of the giant zambian mole rat, *Cryptomys mechowii* (Rodentia: Bathyergidae). *South African Journal of Zoology*. 30(1), 1-4.

Bennett, N.C., and Faulkes, C.G. (2000). *African mole-rats: Ecology and Eusociality*. Cambridge university press.

Bennett, N. C., and Jarvis, J. U. M. (1988). The social structure and reproductive biology of colonies of the mole-rat, *Cryptomys damarensis* (Rodentia, Bathyergidae). *Journal of Mammalogy*. 69(2), 293-302.

Brower, L., Williams, E., Fink, L., Zubieta, R., and Ramírez, M. (2008). Monarch butterfly clusters provide microclimatic advantages during the overwintering season in Mexico. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 62(4), 177-188.

Burda, H., Honeycutt, R., Begall, S. (Eds.). Are naked and common mole-rats eusocial and if so, why?. *Behave Ecol Sociobiol*, 47, 293-303.

Calf, K., Adams, N., and Slotow, R. (2002). Dominance and huddling behaviour in Bronze Mannikin *Lonchura cucullata* flocks. *IBIS*, 144(3), 488–93.

Canals, M., Rosenmann, M., and Bozinovic, F. (1989). Energetics and geometry of huddling in small mammals. *Journal of Theoretical Biology*, 141(2), 181-189.

Caspar, K. R., Burda, H., and Begall S. (2021). *Fukomys mechowii* (Rodentia: Bathyergidae). *Mammalian Species*, 53(1011), 145–159.

Crespi, B. J., and Yanega, D. (1995). The definition of eusociality. *Behavioral Ecology*, 6(1), 109–115.

Chaise, L. L., McCafferty, D. J., Krellenstein, A., Gallon, S. L., Paterson, W. D., Théry, M., Ancel, A., and Gilbert, C. (2019). Environmental and physiological determinants of huddling behavior of molting female southern elephant seals (*Mirounga leonina*). *Physiology & Behavior*, 199, 182-190.

Dammann, P., Šumbera, R., Maßmann, C., Scherag, A., and Burda, H. (2011). Extended Longevity of Reproductives Appears to be Common in *Fukomys* Mole-Rats (Rodentia, Bathyergidae). *PloS one*, 6(4), e18757.

Da Silva, R. G., Maia, A. S. C. (2012) *Principles of Animal Biometeorology* Vol. 2 (Springer, Dordrecht).

Faulkes, C. G., and Bennett, N. C. (2001). Family values: group dynamics and social control of reproduction in African mole-rats. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(4), 184-190.

Foster, W., and Treherne, J. (1981). Evidence for the dilution effect in the selfish herd from fish predation on a marine insect. *Nature*, 293, 466–467.



Gaylard, A., Harrison, Y. and Bennett, N.C. (1998), Temporal changes in the social structure of a captive colony of the Damaraland mole-rat, *Cryptomys damarensis*: the relationship of sex and age to dominance and burrow-maintenance activity. *Journal of Zoology*, 244(3), 313-321.

Gilbert, C., Blanc, S., Giroud, S., Trabalon, M., Le Maho, Y., Perret, M., and Ancel, A. (2007). Role of huddling on the energetic of growth in a newborn altricial mammal. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 293(2), R867-R876.

Hayes, J. P., Speakman, J. R., and Racey, A. R. (1992). The Contributions of Local Heating and Reducing Exposed Surface Area to the Energetic Benefits of Huddling by Short-Tailed Field Voles (*Microtus agrestis*). *Physiological Zoology*, 65(4), 742–62.

Jarvis, J. U. M. (1981). Eusociality in a mammal: cooperative breeding in naked mole-rat colonies. *Science (New York, N.Y.)*, 212(4494), 571–573.

Johansen, K. (1962). Heat exchange through the muskrat tail. Evidence for vasodilator nerves to the skin. *Acta Physiol. Scand.* **55**, 160–169.

Kotze, J., Bennett, N. C., and Scantlebury, M. (2008). The energetics of huddling in two species of mole-rat (Rodentia: Bathyergidae). *Physiology & Behavior* 93(1–2), 215-221.

Lövy, M., Šklíba, J., Šumbera, R. (2013). Spatial and temporal activity patterns of the free-living giant mole-rat (*Fukomys mechowii*), the largest social bathyergid. *PloS one*, 8(1), e55357.

Makuya, L. and Schradin, C. (2024). Costs and benefits of solitary living in mammals. *Journal of Zoology*.

Murali, G., Kumari, K., and Kodandaramaiah, U. (2019). Dynamic colour change and the confusion effect against predation. *Scientific Reports*, 9(1), 274.

Nowak, M. A., Tarnita, C. E., and Wilson, E. O. (2010). The evolution of eusociality.

*Nature*, 466, 1057-1062.

Nuñez-Villegas, M., Bozinovic, F., and Sabat, P. (2014). Interplay between group size, huddling behavior and basal metabolism: an experimental approach in the social degu. *The Journal of experimental biology*, 217(6), 997-1002.

O'Riain, M. J. O., Jarvis, J. U. M., and Town, C. (1997). Colony member recognition and xenophobia in the naked mole-rat. *Animal Behaviour*, 53(3), 487–498.

Phillips, P. K., Heath, J. E. (1995). Dependency of surface temperature regulation on body size in terrestrial mammals. *J. Therm. Biol.* **20**, 281–289.

Poole, T. B. (1985). *Social behaviour in mammals*. Blackie.

Ruf, T., and Fritz, G. (2015). Daily torpor and hibernation in birds and mammals. *Biological reviews*, 90(3), 891–926.

Scharff, A., O., Kawalika, M., and Burda, H. (2001). Natural history of the giant mole-rat, *Cryptomys mechowii* (Rodentia: Bathyergidae), from Zambia. *Journal of Mammalogy*, 82(4), 1003–1015.

Schradin, C., and André, A. (2019). Huddling. *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior*, 1-5.

Schielke, C. K. M., Begall, S., and Burda, H. (2012). Reproductive state does not influence activity budgets of eusocial Ansell's mole-rats, *Fukomys anselli* (Rodentia, Bathyergidae): A study of locomotor activity by means of RFID. *Mamm Biol*, 77, 1–5.

Siegmann, S., Feitsch, R., Hart, D., Bennett, N., Penn, D., and Zoetl, M. (2021). Naked mole-rats (*Heterocephalus glaber*) do not specialise in cooperative tasks. *Ethology*, 127, 850-864.

Solomon, N. G., & French, J. A. (Eds.). (1997). *Cooperative breeding in mammals*. Cambridge University Press.

Sukhchuluun, G., Zhang, X. Y., Chi, Q. S., and Wang, D. H. (2018). Huddling Conserves Energy, Decreases Core Body Temperature, but Increases Activity in Brandt's Voles (*Lasiopodomys brandtii*). *Frontiers in physiology*, 9, 563.

Šrámková, A. (2023). *Metody hodnocení sociální hierarchie u hlodavců* Online. Bakalářská práce. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta. Dostupné z: <https://theses.cz/id/0bdr61/>.

Šumbera, R. (2019). Thermal biology of a strictly subterranean mammalian family, the African mole-rats (Bathyergidae, Rodentia) - a review. *Journal of Thermal Biology*, 79, 166–89.

Thorley, J., Mendonça, R., Vullioud, P., Torrents-Ticó, M., Zöttl, M., Gaynor, D., and Clutton-Brock, T. (2018). No task specialization among helpers in Damaraland mole-rats. *Animal Behaviour*, 143, 9-24.

Vavrušková, Z., Okrouhlík, J., Šumbera, R. (2022). Together or alone? Huddling energetic savings in three social mole-rat species of genus *Fukomys*. A dispersal perspective. *Journal of Thermal Biology*, 110, 103385.

Vavrušková, Z. (2023). Quantification of metabolic costs associated with dispersal in social African mole-rats in laboratory conditions. Ph.D. Thesis, University of South Bohemia, Faculty of Science, České Budějovice, 67 pp.

Vejmělka, F., Okrouhlík, J., Lövy, M. (eds.). (2021). Heat dissipation in subterranean rodents: the role of body region and social organisation. *Sci Rep*, 11, 2029.

Wallace, E. D., and Bennett, N. C. (1998). The colony structure and social organization of the giant Zambian mole-rat, *Cryptomys mechowii*. *Journal of Zoology*, 244(1), 51–61.

Wiedenová, P., Šumbera, R., Okrouhlík, J. (2018). Social thermoregulation and socio-physiological effect in the subterranean Mashona mole-rat (*Fukomys darlingi*). *Journal of Thermal Biology*, 78, 367-373.

## Přílohy

**Příloha 1 – Přehled jedinců použitých ve studii společně s jejich datem narození, průměrnou hmotností v době pokusů, pohlavím (m – samec, f – samice) a reprodukčním statutem (rep – reprodukční, non – nereprodukční).**

Rodina	Označení	Datum narození	Hmotnost (g)	Pohlaví	Status	Věk v době experimentu
FM41	C	7. 7. 2014	490,25	m	rep	9
FM41	A	10. 8. 2018	248,8	m	non	5
FM41	D	10. 8. 2018	215,2	f	non	5
FM41	B	11. 6. 2014	414,8	f	rep	9
FM41	E	24. 2. 2020	349,6	m	non	3
FM31	C	21. 8. 2018	221,83	f	non	5
FM31	A	13. 1. 2015	296,2	f	non	8
FM31	D	13. 1. 2015	332,28	f	non	8
FM31	B	21. 8. 2018	434,57	m	non	5
FM31	E	3. 5. 2014	234,7	f	non	9
FM33	C	17. 6. 2019	254,07	f	non	4
FM33	A	11. 12. 2017	541,6	m	non	5
FM33	D	12. 2. 2019	353	f	non	4
FM33	B	23. 2. 2007	370,68	f	rep	16
FM33	E	17. 6. 2019	546,3	m	non	4
FM24	C	14. 5. 2020	170,3	f	non	3
FM24	A	7. 1. 2021	296,27	m	non	2
FM24	D	11. 5. 2020	189,9	f	non	3
FM24	B	30. 6. 2007	319,81	f	rep	16
FM24	E	18. 6. 2021	144,43	f	non	2
FM1	A	12.03.2019	454,09	m	non	3
FM1	B	10.09.2020	311,47	m	non	3
FM1	C	27.12.2012	292,74	f	rep	10
FM1	D	10.09.2020	140,32	f	non	3
FM1	E	22.03.2022	125,74	m	non	1
FMD	A	24.11.2012	296,43	f	rep	10
FMD	B	10.09.2020	188,23	f	non	3
FMD	C	27.05.2015	207,81	f	non	8
FMD	D	20.12.2016	166,6	f	non	6
FMD	E	26.06.2019	157,11	f	non	4

**Příloha 2 – fotografie z termokamery**

