

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA EKOLOGIE



BEHAVIORÁLNÍ PROJEVY NEVZLETNÝCH  
KUŘAT U PREKOCIÁLNÍCH BAHŇÁKŮ  
(*CHARADRII*)

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: prof. Mgr. Miroslav Šálek, Dr.

Diplomant: Bc. Veronika Janatová

2018

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením prof. Mgr. Miroslava Šálka, Dr. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala. Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 18.4.2018

.....

## **Poděkování**

Touto cestou bych ráda poděkovala mému školiteli prof. Mgr. Miroslavovi Šálkovi, Dr., za zkušenosti a motivaci, ale především za jeho důvěru a vřelé přijetí. Dále děkuji všem, kteří se účastnili terénních prací na Českobudějovicku v hnízdní sezóně 2017. Jmenovitě pak Evě Vozabulové, Martinovi Sládečkovi, Vojtovi Kubelkovi a Šimonovi Kronusovi za rady, zážitky a za skvělou atmosféru. Rovněž velmi děkuji Katce Brynychové, Tereze Kejzlarové a Vaškovi Zámečnickovi za super týmovou práci s kuřátky. Speciální poděkování patří Hance Vitnerové a celé její rodině za pomoc v náročném období a za přátelství, kterého si velice vážím! Janě Sobotové a Ivě Mičkové taktéž děkuji za podporu a přátelství. Mé rodině a Filipovi Janků děkuji za trpělivost, podporu a za přizpůsobení se mým terénním výjezdům. Mému bratrovi a rodině Šundových děkuji za dočasný azyl. Za celý tým dále děkuji za finanční podporu projektu (číslo projektu: 20174231, IGA) ze strany České zemědělské univerzity v Praze, fakulty životního prostředí, katedry ekologie. A můj největší dík patří lidem, kterým není příroda lhostejná, kteří ji chovají v úctě, naplno se věnují její ochraně a poznání. K nim cítím veliký respekt a obdiv. Doufám, že mé kroky povedou v jejich stopách.

# Abstrakt

Hlavním cílem této diplomové práce, které předcházela terénní studie, byla analýza behaviorálních projevů u nevzletných kuřat prekociálních druhů ptáků. Modelovým druhem jsme zvolili čejku chocholatou (*Vanellus vanellus*) a testovali jsme celkem **130** kuřat různého věku, od vylíhnutí až po vzletnost. Hledali jsme behaviorální variabilitu mezi jedinci ve zvládnání stresu během přímé manipulace (měření, vážení, kroužkování), a při krátké izolaci v experimentálním boxu. Dále jsme hledali variabilitu v ochotě riskovat, ve vokalizaci, exkrementaci, v hodnotách dechové frekvence a možnou korelaci s rozdílným přístupem jedinců ke zvládnání stresu. Sledovali jsme, zaznamenávali a analyzovali mnohé další faktory, které by mohly behaviorální projevy kuřat ovlivňovat, například přítomnost rodičů, pohlaví jedinců nebo denní teplotu. Rovněž jsme sledovali změny chování kuřat v průběhu ontogeneze pomocí opakovaných odchytů.

Variabilita sledovaných projevů se u kuřat ukázala být detekovatelnou již několik málo hodin po vylíhnutí. V tak krátkém čase ještě nemohlo dojít k ovlivnění projevů zkušenostmi. Tyto výsledky svědčí o genetickém základu sledované variability. Mezi některými projevy (reakce na stres, ochota riskovat a vokalizace) jsme dokonce našli silné behaviorální korelace ( $r > 0,6$ ) nezávisle na pohlaví a věku jedinců. Tyto korelace, jsou-li konzistentní, mohou mít významnou výpovědní hodnotu v rámci ekologických podmínek v nichž ptáci žijí. Uskutečněná behaviorální studie je navíc pravděpodobně první obdobnou studií provedenou u nevzletných kuřat prekociálního ptačího druhu přímo ve volné krajině, a má velký předpoklad k využití pro budoucí výzkum.

Důležitou součástí pro pochopení jinak velmi složité problematiky a zároveň dalším přínosem této práce je literární rešerše, plná ucelených a vzájemně propojených informací z mnoha dosavadních behaviorálních studií.

## Klíčová slova

*Charadrii*, variabilita, genetický základ, behaviorální korelace, ekologické důsledky

# Abstract

The main goal of this thesis was to analyze behavioral traits in unfledged chicks of a precocial bird species, the Northern Lapwing (*Vanellus vanellus*). We tested a total of **130** chicks of various age, from hatching to flight. We sought behavioral variability between individuals in coping with stress during direct manipulation (measurement, weighing, ringing) and during short isolation in the experimental box. We also sought for variability in risk-taking, vocalization, excrementation, breath frequency and possible correlation with individual's approach to stress. We monitored, recorded and analyzed many other factors, which can influence the behavioral traits of chicks, such as the presence of parents, sex, or daytime temperature. We also monitored changes in the chicks' behavior during ontogenesis using repeated captures.

The variability of observed traits in chicks proved to be detectable already some hours after hatching. After so short time, the traits could not be influenced by previous experience. These results indicate the genetic basis of observed variability. Between some traits (responses to stress, risk-taking, and vocalization) even we found strong behavioral correlations ( $r > 0.6$ ), regardless of gender and age. These correlations, if they are consistent, can have a significant predictive value within the environmental conditions in which the birds live. This behavioral study is probably the first conducted on unfledged chicks of precocial bird in the wild and has a great potential for future research.

An important part of this work is a review of literature, full of coherent and interrelated information from many existing behavioral studies.

## Keywords

*Charadrii*, variability, genetic basis, behavioral correlation, ecological consequences

# Obsah

ÚVOD .....	1
1 CÍLE PRÁCE .....	3
2 LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	4
2.1 Behaviorální projevy .....	4
2.1.1 Projevy vrozené .....	5
2.1.2 Projevy získané.....	5
2.1.3 Charakter podnětu a situace, adekvátní reakce, variabilita.....	6
2.2 Behaviorální korelace .....	7
2.2.1 Příklady behaviorálních korelací.....	8
2.2.2 Fyziologické korelace .....	8
2.3 Behaviorální syndromy .....	9
2.3.1 Problematika konzistence behaviorálních korelací .....	11
2.3.2 Ekologické důsledky .....	13
2.4 Problematika behaviorálních studií .....	15
2.5 Behaviorální pokusy v prostoru uzavřených zařízení .....	16
2.6 Modelový druh – ohrožení druhu, rodičovská péče .....	16
3 METODIKA.....	19
3.1 Charakteristika území a harmonogram sběru dat .....	19
3.2 Postup vyhledávání hnízd – stanovení data líhnutí .....	20
3.3 První odchyty – vyhledávání kuřat, věkové kategorie .....	20
3.3.1 Souhrnný výčet sledovaných projevů a ovlivňujících faktorů .....	22
3.4 Zápis dat v terénu – záznamové karty .....	23
3.5 Experimentální boxy – popis a význam .....	24
3.6 Jednotlivé kroky celého procesu odchytu .....	26
3.6.1 Krok první: nález kuřat – antipredační chování .....	26
3.6.2 Krok druhý: první měření dechové frekvence .....	26

3.6.3	Krok třetí: izolace v temné části – reakce na stres, aktivita .....	27
3.6.4	Krok čtvrtý: zpřístupnění světlé části – ochota riskovat.....	28
3.6.5	Krok pátý: přímá manipulace – reakce na akutní stres.....	28
3.6.6	Krok šestý: druhé měření dechové frekvence .....	30
3.6.7	Krok sedmý: vypouštění jedinců.....	30
3.6.8	Vokalizace a exkrementace jedinců – hodnocení .....	31
3.6.9	Faktory prostředí, vliv pohlaví, přítomnost rodičů – hodnocení.....	32
3.7	Opakované odchyty .....	33
3.8	Analýza dat.....	35
4	VÝSLEDKY .....	38
4.1	Variabilita sledovaných projevů .....	38
4.2	Vzájemné vztahy mezi sledovanými projevy .....	39
4.3	Soulad s reaktivně – proaktivním konceptem.....	40
4.4	Vliv věku na detekci variability projevů .....	40
4.5	Konzistence variability projevů v čase – opakované odchyty .....	42
4.6	Vliv vybraných faktorů na chování kuřat v průběhu jejich růstu .....	43
5	DISKUSE .....	46
6	ZÁVĚR A PŘÍNOSY PRÁCE.....	50
7	LITERATURA A POUŽITÉ ZDROJE.....	52
8	PŘÍLOHY .....	59

# ÚVOD

Individuální rozdíly v behaviorálních projevech, jako jsou míra agresivity, ochota riskovat, zvládání stresu, míra explorativního (průzkumného) chování, aktivita, socialita (míra družnosti) či neofobie (strach z nových věcí), které byly dříve přisuzované pouze člověku (Hebb 1946, Inoue – Murayama et al 2011), jsou nyní zkoumány u různých živočišných druhů, od hmyzu až po primáty. Díky tomu byly odhaleny tzv. **behaviorální korelace**, které, jsou-li konzistentního charakteru, tvoří tzv. **behaviorální syndromy**. Tyto syndromy jsou tedy soubory individuálně konzistentních vlastností a lze z nich posuzovat konkrétní **behaviorální typ** daného jedince (neboli jeho osobnost), (Sih et al 2004a). Především z nich ale vyplývají významné **ekologické důsledky**, které mají značný vliv na fitness jedince a v širším pohledu i na celou populaci (Drent et al 2003). Problematiku variability behaviorálních projevů, behaviorálních korelací a syndromů, a stejně tak i konkrétních ekologických důsledků, přibližuji v rámci této práce v kapitolách **literární rešerše**.

Většina behaviorálních studií, řešících variabilitu behaviorálních projevů, ve snaze odhalit jejich dědičnost, konzistenci a konkrétní ekologické důsledky, je u ptáků prováděna na dospělých, nejčastěji na domestikovaných druzích, a to v laboratorních podmínkách. Například Odeh et al (2003) u domestikovaných křepelek japonských (*Coturnix japonica*) a Evans et al (2006) u domestikovaných zebříček pestrých (*Taeniopygia guttata*) zkoumali dědičnost reakce na stres. Komiyama et al (2014) studovali dědičnost agresivity a její korelaci s konkrétní úrovní explorativního chování u třech vyšlechtěných plemen japonských bojových a okrasných kohoutů.

Z volně žijících druhů byli téměř výhradně zkoumáni odchycení altriciální dospělci a jejich uměle odchovaná mláďata. Příkladem jsou četné studie sýkor koňader (*Parus major*), které provedli například Dingemanse et al (2002) či Drent et al (2003), a které opět potvrzují dědičnost míry explorativního chování. Dále mohu uvést studii, kterou uskutečnil Duckworth (2006), potvrzující dědičnost agresivity u volně žijících pěvců, salašníků západních (*Sialis mexicana*).

V poslední době se však objevují názory, že by izolace, domestikace, umělé, nepřirozené podmínky při odchovu mláďat nebo naopak již získané zkušenosti testovaných dospělců, a dokonce i některé metody odchytu, mohly mít nežádoucí vliv na výsledky behaviorálních studií (např. Sih et al 2004a, Garamszegi 2009, Inoue –



Murayama et al 2011). Tato problematika, chybějící poznatky z výzkumu prekociálních druhů ptáků přímo ve volné krajině, a především velká významnost ekologických důsledků, stáli za zrodem projektu a terénní studie, jež této diplomové práci předcházeli. Podrobné informace o modelovém druhu, včetně sběru dat a jejich analýzy, popisují v **metodické části** této práce.

Všeobecnějším důvodem, proč je studium chování živočichů tak významné je fakt, že jde o neoddělitelnou součást života, a to především v rámci jeho historického, současného i budoucího evolučního vývoje. Etologie a její vědní disciplíny, jako je například ekologie chování, humánní ekologie, srovnávací genetika, ontogeneze chování nebo evoluční biologie a mnohé další (Veselovský 2005), poskytují důležitá mezioborová spojení. Etologie a její odvětví jsou tak nápomocny v oborech, jako je paleontologie, ochrana přírody a ekologie, chovatelství, zoologie a jiné biologické, ale dokonce také botanické obory, a především pak veškeré obory zabývající se behaviorálními projevy člověka.

Výzkum, rozšiřování a mezioborové propojování poznatků z Etologie má tedy neustále rostoucí vědecký potenciál. Zároveň je však tento obor, nejspíše právě pro svůj široký rozsah, v některých částech popsán poměrně zmatečně. Pro některé problematiky tak existuje i několik různých názvů, jako například pojem personalita neboli osobnost neboli temperament neboli styl či behaviorální typ (pro přehlednost budu dále v textu této práce, v souvislosti s osobností živočichů užívat jednotný název behaviorální typ). Tento obor by si velmi zasloužil jednotnou a přehlednou sumarizaci, aby se tak mohl stát snadněji pochopitelným a tím i vyhledávanějším, neboť je nedobрым zvykem člověka nesrozumitelné věci zpochybňovat nebo zcela odkládat.



*Rodinka čejky chocholaté. Kresba: dílo autorky.*

# 1 CÍLE PRÁCE

## Hlavní cíle této práce:

- 1) shromáždit údaje o různých behaviorálních projevech kuřat volně žijících bahňáků (*Charadrii*). Modelovým druhem byly vybrány čejky rodu *Vanellus*. Největší důraz je přitom kladen na rozdíly ve zvládnání stresové situace, kterou vyvolává přímá manipulace s jedinci, v rámci odchytu a kroužkování.
- 2) ze získaných údajů vyhodnotit:
  - a) přítomnost či nepřítomnost variability sledovaných projevů
  - b) vzájemné vztahy mezi sledovanými projevy
  - c) soulad či nesoulad s reaktivně – proaktivním konceptem
  - d) je-li možné detekovat variabilitu projevů ve vztahu k určitému věku jedinců
  - e) konzistenci nebo nekonzistenci případné variability projevů v čase, tedy během růstu kuřat – údaje z opakovaných odchytů
  - f) působení či nepůsobení vybraných faktorů na chování kuřat v průběhu jejich růstu

## Bližší charakteristika úkonů pro naplnění hlavních cílů:

Jedinci budou odchyceni krátce po vylíhnutí. Dále budou telemetricky monitorováni a opakovaně odchyceni v intervalech cca 1x za týden, a to až po vzletnost, popř. předčasný úhyn.

Během jednotlivých odchytů budou zaznamenávány behaviorální projevy každého jedince podle předem popsaného schématu a budou klasifikovány na semikvantitativní škále 1-4. Zároveň bude sledována dechová frekvence podle dříve popsaného schématu (např. Karlíková et al 2018).

Ze získaných údajů bude vyšetřen vzájemný vztah jednotlivých projevů pomocí PCA. Dále bude testován vliv času na jednotlivé projevy a jejich vztah s dechovou frekvencí. Individuální konzistence bude testována pomocí knihovny rptR v programu R. Studie bude realizována v rámci širšího projektu zaměřeného na studium hnízdní ekologie bahňáků v jižních Čechách.

## 2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

V této části práce objasňuji problematiku behaviorálních projevů (chování), jejíž pochopení je potřebné pro orientaci v metodické části. Jednotlivé kapitoly na sebe navazují v přesně daném pořadí, od stručně popsaných základních struktur chování, po složitější, které jsou předmětem aktuálního etologického výzkumu u různých živočišných druhů.

### 2.1 Behaviorální projevy

Behaviorální projevy jsou součástí fenotypu<sup>1</sup> každého jedince. Jejich základní definicí jsou **reakce** neboli odpovědi organismu na širokou škálu **vnitřních** a **vnějších podnětů** (Veselovský 2005) nebo na nastalou **situaci** (soubor určitých podmínek), (Sih et al 2004b).

**Podněty** působí na organismus v podstatě kontinuálně a mnohdy společně. Souhrnně jsou nazývány **motivací** (Veselovský 2005, Flegr 2009). Jako příklady **vnitřních** (endogenních) podnětů, lze pro představu uvést různé metabolické procesy, změny v hladinách hormonů, nedostatek vitamínů nebo také různé fyziologické potřeby, jako je žízeň, hlad či únava. Mezi **vnější** (exogenní) podněty jsou pak řazeny ty, které působí na organismus z okolí, v němž se právě nachází. Například povrch, po němž se jedinec pohybuje, náhlý poryv větru nebo i další smyslové vjemy v podobě pachové stopy říjné samice, či přímo náhlý útok predátora (Veselovský 2005).

**Situace** mohou být vztaženy k jednomu okamžiku, ale i k delším časovým obdobím a stejně tak, jako zmíněné podněty mohou i situace nastat pozvolna či náhle. Příkladem situace může být přítomnost predátora, pohybujícího se v blízkosti jedince, nebo boj organismu s infekcí (Sih et al 2004b).

Behaviorální projevy, lze rozdělit dle podstaty jejich vzniku (Lorenz 1993, Veselovský 2005, Flegr 2009), a to na projevy **vrozené**, které jsou geneticky podmíněné a jejichž užší či širší základ je předáván z rodičů na potomky, a na projevy **získané**, které si jedinec osvojí učením a zkušenostmi v průběhu života. Oba dva typy projevů spolu velmi úzce souvisí. Navzájem se totiž nejen **doplňují**, ale také **limitují**.

---

<sup>1</sup> Fenotyp je soubor všech pozorovatelných vlastností a znaků sledovaného jedince (Veselovský 2005).

### 2.1.1 Projevy vrozené

**Projevy vrozené** mohou být, do jisté míry, v průběhu celého života každého jedince, obohacovány o projevy získané (Galef & Laland 2005). Mohou tedy, méně či více, podléhat změnám ve smyslu zjednodušení, vylepšení či zdokonalení v jejich provádění. Tyto „úpravy“ v provedení projevu se zdají být tím důležitější, čím více mohou ovlivnit fitness jedince. Například vrozené komfortní chování, zahrnující způsob drbání se, popelení se či způsob koupání, je velmi stabilní a v podstatě neměnné (Veselovský 2005). Naopak vrozené projevy, jako ptačí zpěv, stavba hnízd či péče o potomky, se zkušenostmi a učením postupně zdokonalují (Veselovský 2001).

Vrozené, tedy geneticky fixované projevy se mohou manifestovat určitou formu jednoduchých, neměnných **reflexů** či složitých, na sebe navazujících kroků, které tvoří komplexní, druhově specifické funkční okruhy **tzv. vrozené vzorce chování** neboli **modální projevy**. Obě formy jsou každému jedinci k dispozici od první chvíle, kdy je mu jich zapotřebí (Veselovský 2001, Veselovský 2005, Skalka 2011, Klejdus 2013).

**Reflexy** představují velmi často ochranné pohyby, jako je například překrytí oka očním víčkem, kýčání nebo ucuknutí pryč od bolestivého podnětu. Mezi **modální projevy** patří termoregulační, komfortní, sexuální a rodičovské chování, ale také behaviorální projevy spojené s biorytmy, jako je spánek či různé formy migrace a hibernace (Veselovský 2005).

Mezi geneticky fixované behaviorální projevy patří také **agresivita, reakce na stres, ochota riskovat, explorativní chování, aktivita, socialita a neofobie**. Jejich dědičnost u různých živočišných druhů potvrdili například Drent et al (2003), Duckworth (2006), Evans et al (2006), Cockrem (2007), Koolhaas et al (2007), Korsten et al (2010), Komiyama (2014) a mnozí další. Konkrétní **míra** těchto projevů, jejich **vzájemná korelace a konzistence** tvoří tzv. **behaviorální syndromy**, které jsou spojovány s **behaviorálním typem** daného jedince (Sih et al 2004a).

### 2.1.2 Projevy získané

**Projevy získané** jsou podmíněné učením a zkušenostmi, které vznikají z interakcí jedince se svým okolím, a to v průběhu celého jeho života. Tento dlouhý proces se nazývá **ontogeneze chování** a na jeho výzkum je zaměřena stejnojmenná etologická disciplína (Galef & Laland 2005, Veselovský 2005).

Oproti vrozeným jsou získané projevy velmi proměnlivé, avšak existuje mnoho faktorů, které mohou jejich výsledný rozsah limitovat. Mezi tyto faktory lze zahrnout **charakteristiku okolního prostředí** (prostředí na podněty chudé či bohaté), **věk** jedince (nejintenzivnější učení probíhá v ranném mládí, Galef & Laland 2005) a jeho **zdravotní stav**. Někdy záleží také na počtu opakování děje (učení navykáním si, tzv. **habituace**, Veselovský 2005). Podstatně je však proces učení limitován úrovní **rozvinutí centrální nervové soustavy**, která je jak druhově, tak také individuálně variabilní (Lorenz 1993, Regolin et al 2000, Veselovský 2005, Skalka 2011).

Mezi procesy získávání zkušeností a učení se lze dále uvést ranné vtištění (tzv. **imprinting**), kterým si mládě vtiskne podobu, pach a zvukové projevy rodiče, místo narození nebo dokonce rodiči preferovanou potravu (Galef & Laland 2005). Také může jít o propojování si konkrétního podnětu s určitým dějem (tzv. **asociace**), které mohou probíhat celý život (Lorenz 1993). Asociace je, pro příklad, spojení si ptačího varovného signálu s blížícím se nebezpečím. Živočich, který si takovou asociaci vytvořil, reaguje na signál okamžitým zbystřením, často zanecháním veškeré činnosti, větřením a/nebo vyhlížením predátora. Zentall (2012) uvádí, že do procesu učení a získávání zkušeností významně vstupuje **explorativní** a také **hravé chování**.

### 2.1.3 Charakter podnětu a situace, adekvátní reakce, variabilita

Veškeré podněty a situace, které vyvolají u jedince reakci čili projev, nejsou pouze vnější, vnitřní, přicházející postupně či v jeden okamžik. Mohou být také **neakutní** či **akutní**. Jejich charakter pak může souviset s výběrem adekvátní reakce. Dosavadní výzkum prokazuje, že na rozdíl od neakutních, jsou při působení akutních situací a podnětů, reakce neboli projevy, velmi **konzistentní** (Bell et al 2009, Quinn et al 2011). Tato fakta tedy naznačují, že se při **neakutních** situacích a podnětech, uplatňují především zkušenosti a rozdílné schopnosti každého jedince, tedy jeho **interindividuální variabilita**<sup>2</sup> – mnohdy řečeno jen prostě **individuální variabilita** (van Oers & Naguib 2013). Zatímco u **akutních** podnětů a situací se jedinci mnohem více spoléhají na **geneticky fixované projevy**.

---

<sup>2</sup> Interindividuální variabilita behaviorálních projevů se utváří díky unikátní kombinaci mnoha podmínek (čas, věk, kondice, zdravotní stav, faktory prostředí atd.), která na **různě geneticky vybavené** jedince po celý život působí (van Oers & Naguib 2013).

Pro studium chování je velmi důležitým zjištěním, že geneticky fixované projevy umožňují bleskurychlou, téměř automatickou reakci, která však nemusí být vždy tou nejvhodnější. Někdy může být dokonce tou nejhorší možnou volbou. Vysoká konzistence behaviorálních projevů tedy významně ovlivňuje **behaviorální plasticitu** jedinců (Sih et al 2004a, Sih et al 2012).

Problematiku konzistence behaviorálních projevů řeším v samostatné kapitole 2.3.1.

## 2.2 Behaviorální korelace

**Behaviorální korelace** tvoří jakýsi základ k určování **behaviorálních typů** jedinců. Jde o vzájemné vztahy mezi různými behaviorálními projevy (Sih et al 2004b, Bell 2005, Duckworth 2006, Cockrem 2007). Sih et al (2004b) je specifikovali, jako tři různé kombinace určité míry **kontextů** (v příkladech značeny tučně) a **situací** (v příkladech označeny podtržením). Behaviorální korelací tak dle této specifikace může být:

1. určitá míra různých kontextů v jedné situaci  
(**antipredační, agresivní chování a reakce na stres** v přítomnosti predátora)
2. určitá míra jednoho kontextu v různých situacích  
(**reakce na stres** v přítomnosti predátora, v novém prostředí, v průběhu nemoci)
3. určitá míra různých kontextů v různých situacích  
(**antipredační, agresivní chování a reakce na stres** v přítomnosti predátora, v novém prostředí, v průběhu nemoci)

**Kontext** je manifestován kategorií funkčního chování a jeho určitou **mírou** lze rozumět intenzitu daného projevu, například vysoká míra nebo nízká míra explorativního chování nebo vysoká a nízká míra agrese (Drent et al 2003, Duckworth 2006). **Situace** lze pak chápat (viz kapitola č. 2.1), jako soubory určitých podmínek, vztažených k jednomu okamžiku či k delším časovým obdobím, například již zmíněný průběh nemoci, ale i období rozmnožování a období mimo něj nebo různá vývojová stádia (Sih et al 2004b).

V následující kapitole jako příklad uvádím fakta z několika nalezených behaviorálních korelací, které jsem měla možnost využít již v rámci mé bakalářské práce s názvem Dědičnost různých typů chování ptáků (Janatová 2016). Opět jde o připomenutí neodmyslitelného spojení mezi chováním a genetikou.

### 2.2.1 Příklady behaviorálních korelací

Nalezeny byly behaviorální korelace mezi zvýšenou mírou agresivního chování a rovněž zvýšenou mírou explorativního (průzkumného) chování. Současně byla potvrzena platnost opačného vztahu, kdy je nízká míra agresivity provázána s nízkou mírou explorativního chování. Tyto vztahy potvrdili například u sýkor koňader van Oers & Naguib (2013), ze sledování reakce jedinců na nové prostředí a na setkání s konkurentem. Komiyama et al (2014) totéž potvrdili genetickým rozbořem u japonských bojových a okrasných plemen kohoutů. U vysoce agresivních jedinců (bojová plemena) byl zároveň nalezen specifický gen pro zvýšenou exploraci (gen DRD4), zatímco u méně agresivních (okrasná plemena) tento gen chyběl.

Míra agresivity byla dále zkoumána ve vztahu k reakci na stres. Reakce na stres se může projevit dvojitým způsobem. První způsob je označován jako **proaktivní reakce na stres** a zahrnuje útěk, případně útok jedince ve snaze, jakkoliv zamezit dalšímu působení stresoru. Druhý způsob je označován, jako **reaktivní reakce na stres**, při níž jedinec vykazuje v postoji ke stresoru výrazně pasivní reakci – strnulost a imobilitu (Koolhaas et al 1999, Cockrem 2007). Ve studii sýkor koňader, při působení sociálního stresu, kterou provedli Carere et al (2003), byly nalezeny nejen korelace vysoké míry agresivity s proaktivní reakcí a nízké míry agresivity s reaktivní reakcí na stres, ale současně také v prvním zmíněném vztahu i korelace s vysokou mírou a ve druhém vztahu s nízkou mírou explorativního chování. Sledovány tedy byly vztahy mezi třemi projevy najednou (agrese, reakce na stres, explorace), vyznačující se vždy vyšším nebo naopak nižším stupněm aktivity ve všech třech korelovaných projevech.

Korelaci zvýšené míry explorativního chování s vyšší mírou ochoty riskovat potvrdili opět u sýkor koňader van Oers et al (2004). U testovaných jedinců hodnotili reakci na nové prostředí pro zjištění míry explorace, a reakci na nový subjekt pro zjištění míry ochoty riskovat.

### 2.2.2 Fyziologické korelace

Mnohé behaviorální korelace, jsou současně provázány řadou specifických změn v rámci různých fyziologických procesů (např. změny v proudění krve oběhovou soustavou, tím i změny hodnot dechové a tepové frekvence, dále změny hodnot

vylučovaných hormonů, zrychlení či naopak zpomalení metabolických procesů apod.), (Brown & Nestor 1974, Korte et al 1997, Cavigelli & Mc Clintok 2003, Cockrem 2007 a další). **Behaviorální korelace** ve spojení s těmito **fyziologickými korelacemi**, které jsou často neviditelné, ale většinou měřitelné, mohou být velmi nápomocny pro stanovení konkrétního **behaviorálního syndromu** (Koolhaas et al 1999, Evans et al 2006, Cockrem 2007, Koolhaas et al 2007).

Příklady fyziologických korelací uvádím, pro pochopení spojitostí, v následující kapitole, v rámci příkladu konkrétních behaviorálních syndromů.

## 2.3 Behaviorální syndromy

**Behaviorální syndromy**, jak jsem již stručně zmínila v úvodu této práce, jsou sady korelovaných behaviorálních projevů, vykazující **konzistenci** v čase a/nebo v různých situacích a kontextech. Tato konzistence musí vycházet alespoň ze dvou pozorování (testování) stejného jedince (Sih et al 2004a).

Pro lepší představu podoby behaviorálního syndromu uvedu podrobněji dva, které se zdají být nejlépe prostudované, a které svým nositelům přináší mnoho, často závažných ekologických důsledků. Tyto dva syndromy jsou spojovány s velkým množstvím různých situací a podnětů. Také paralelní provázanost se změnami v mnohých fyziologických procesech je pro ně velmi typická, a navíc obdobně pozorovatelná u různých živočišných druhů. Patří sem **reaktivní** a **proaktivní syndrom** nebo též „*reactive/proactive coping style*“<sup>3</sup> (Koolhaas et al 2007).

Jedinci s **proaktivním syndromem** opakovaně reagují na stres útekem nebo útokem, bez imobility. Současně vykazují vysokou míru agresivity, s tendencí přecházet do rutiny a s nízkou mírou flexibility. Jedinci s **reaktivním syndromem** jsou přesným opakem. Na stres reagují především imobilitou, vykazují nízkou míru agresivity, nemají sklon přecházet do rutiny a v odpovědi na podněty a situace jsou mnohem pružnější (Koolhaas et al 1999, Cockrem 2007).

Zmíněné behaviorální korelace jsou, v rámci proaktivního/reaktivního syndromu, doprovázeny změnami produkce stresových hormonů **glukokortikoidů** (kortizol, kortikosteron) a **katecholaminů** (adrenalin, noradrenalin). Hlavní funkcí

---

<sup>3</sup> Název *coping style* označuje komplexnost ve zvládnání dané situace. Jde tedy o behaviorální a fyziologické děje, které společně zvládnutí situace jedinci umožní (Koolhaas et al 1999).



glukokortikoidů je metabolismus sacharidů, bílkovin, stimulace centrální nervové soustavy a potlačení imunitní reakce. Hladiny glukokortikoidů jsou u proaktivních jedinců nízké, u reaktivních jsou naopak zvýšeny (například u potkanů tyto souvislosti potvrdili Cavigelli & Mc Clintok 2003, u různých druhů ptáků pak Cockrem 2007). U katecholaminů jsou konkrétně hladiny adrenalinu zvýšeny u obou typů jedinců, zatímco hladina noradrenalinu je zvýšena pouze u proaktivních jedinců (Korte et al 1997, studie slepic plemene White Leghorn). Oba hormony mají podobné účinky na organismus. Urychlují štěpení složitých cukrů v játrech na snadno a rychle využitelnou glukózu, omezují průtok krve periferními částmi těla, a naopak zvyšují průtok krve v životně důležitých orgánech (srdce, plíce, mozek). Tímto se zrychluje srdeční tep a dechová frekvence. Noradrenalin navíc zvyšuje průtok krve v kosterním svalstvu. Celkově tak výrazně vyšší hladina katecholaminů u proaktivních jedinců umožňuje krátkodobou vysokou aktivitu (Brown & Nestor 1974), která se může manifestovat právě v podobě útěku či útoku. Proaktivní jedinci jsou také všeobecně více aktivní, a proto mají vyšší nároky na příjem potravy. S tím je spojena i vyšší produkce odpadních látek (Careau et al 2008).

U jedinců s vyšší hladinou glukokortikoidů ve stresové situaci byla zaznamenána **vyšší srážlivost krve** (u pstruhů duhových (*Oncorhynchus mykiss*)), Casillas & Smith 1977, Ruis & Bayne 1997) a také **vyšší náchylnost k virovým onemocněním** (u různých druhů ptáků, Brown & Nestor 1974). Funkce imunitního systému navíc úzce souvisí s produkcí **testosteronu** a **karotenoidů**.

**Testosteron** je hormon spojovaný s vyšší mírou agresivity a dominance, a zároveň pozitivně působí na výraznost sekundárních pohlavních znaků, jako je například množství svalové hmoty, nebo objemnost okrasného chvostu či hřívy (West & Packer 1990, Peters 2007). Testosteron však stejně jako glukokortikoidy tlumí funkce imunitního systému. Anne Peters (2007) uvádí, že díky těmto vlastnostem si mohou vysokou produkci testosteronu dovolit pouze jedinci s velmi účinným imunitním systémem. Mírně jim pak napomáhá skutečnost, že testosteron zvyšuje biologickou dostupnost **karotenoidů**, které ničí volné radikály, čímž zabraňují poškození buněk oxidativním stresem. Karotenoidy tedy imunitu naopak podporují. Čím vyšší hladiny testosteronu jedinec má, tím vyšší je pro něj také využitelnost karotenoidů pro pigmentaci červených, oranžových a žlutých tělesných „ozdob“ – nejen peří, ale i zobák, nohy, srst, šupiny a jiné části těl (Peters 2007).

Jak karotenoidy, tak také testosteron mohou tedy pomáhat ve vizualizaci určité **kvality daného jedince** (West & Packer 1990, Peters 2007), což může hrát velmi významnou roli nejen při volbě vhodného partnera, ale také pro „bezkontaktní“ zhodnocení sil či míry agrese u konkurenta (soka) a vyhnutí se tak jistému zranění.

Výše uvedené studie, které se zabývají srážlivostí krve, náchylností k virózám a spojitostí imunity s hladinou zmiňovaných hormonů, nebyly vztaženy ke konceptu proaktivního/reaktivního syndromu. Byly řešeny pouze všeobecně, v souvislosti se zvýšenou stresovou zátěží, nezávisle na konkrétním behaviorálním typu jedince. Obdobně je tomu u mnohých dalších behaviorálních i fyziologických korelací. Například u korelací v rámci **agresivního syndromu**, který popisují Riechert & Hedrick (1993) u pavouků pokoutníků amerických (*Agelenopsis aperta*). Přitom však tyto korelace, některé obzvláště, do charakteristiky daných syndromů přesně zapadají.

Behaviorální syndromy, tedy konzistentní behaviorální korelace, se zdají být navzájem neodmyslitelně propojeny. Například syndromy „*shy/bold*“, související s opatrností a odvahou jedinců, jsou rovněž korelovány s mírou agresivity a také s ochotou riskovat (Fraser et al 2001). Poměrně často jsou jedinci shy/bold označeni též jako „*slow/fast*“, tedy pomalý a rychlý, nebo jsou propojeni i s jiným označením, jako je prosté „*passive/active*“ (např. Fraser et al 2001, Carere et al 2003, van Oers et al 2004 nebo Garamszegi et al 2012). Cockrem (2007) dokonce uvádí, že je označení fast/slow přímo ekvivalentní k označení *proactive/reactive* a charakteristika je u nich tedy stejná.

Celá problematika díky tomu působí dosti zmatečně. Proto jsem, ve snaze o sumarizaci doposud zjištěných faktů, sestavila schéma, které pracovně nazývám Diagram behaviorálních spojitostí (*Diagram of behavioral continuity* – dále jen DOBC). Součástí DOBC jsou tedy doposud zjištěné behaviorální a fyziologické korelace, ale také informace o chování s prokázanou dědičností a ekologické důsledky, které z těchto kombinací vyplývají. DOBC je obsahem Přílohy 1 (kap. 8 Přílohy).

### **2.3.1 Problematika konzistence behaviorálních korelací**

Pro finální určení behaviorálního syndromu je zapotřebí potvrdit **konzistenci behaviorálních korelací** (Sih et al 2004a, Bell 2005, Brydges et al 2008). To je však poměrně náročný úkol, neboť behaviorální syndrom není zcela neměnný. Přestože je

jedinec v průběhu prvního testování hodnocen například jako reaktivní, nebo neagresivní, může se z mnoha důvodů, v následujícím testování, jevit spíše jako proaktivní či vysoce agresivní (Sih et al 2004a, Realé et al 2007). V souvislosti s tímto problémem zdůraznili Lynch & Walsh (1998) důležitost posuzovat jednotlivé součásti domnělého syndromu společně, nikoliv zvlášť.

Na konzistenci behaviorálních korelací působí stejné vlivy, jako na samotné behaviorální projevy, z nichž se daná korelace skládá. Patří mezi ně vliv prostředí, věk, zkušenost, schopnost zkušenosti získávat, a především je využit (Lorenz 1993, Regolin et al. 2000, Galef & Laland 2005), fyzická kondice, nemoci, ale také napadení parazity (Hammond – Tooke et al 2012), charakter podnětu a situace nebo průběh vnitřních fyziologických procesů a genetické predispozice (Bell et al 2009, Quinn et al 2011). U některých zmíněných vlivů není zcela jasné, jakým konkrétním způsobem konzistenci korelace u daného jedince ovlivní. U jiných to však známé je, a právě tyto uvedu dále příkladem.

Snad nejzásadnějším je již zmiňovaný vliv **charakteru podnětu či situace**, na něž musí jedinec reagovat. Čím akutnější charakter je, tím rychlejší projevy (reakce) si žádá, a tím vyšší je jejich konzistence (Bell et al 2009, Quinn et al 2011). Jedinec nemůže v rychlosti naplno využít získaných zkušeností, a tak se projeví jeho geneticky fixovaný základ, který je v podstatě neměnný.

Vysoce konzistentní genetické predispozice pro vyšší agresivitu, které jsou korelované s proaktivitou (Koolhaas et al 2007) a s nimi i **vyšší hladiny testosteronu** (Peters 2007) a **noradrenalinu** (Korte et al 1997) jsou u většiny druhů typičtější pro **samčí pohlaví**. Vyšší konzistenci projevů u samců, avšak v závislosti na typu zkoumaného chování, potvrzují například Bell et al (2009).

Dalším vlivem, který musím zmínit, ač již vychází spíše z ekologického důsledku (bude vysvětleno v následující kapitole), je **zvýšená míra predáčního tlaku**. Ta i když poněkud přeneseně, rovněž konzistenci projevů a korelací zvyšuje (Bell 2005, Brydges et al 2008, Quinn et al 2011).

Konzistence pozorovaná ve dvou nebo ve více stádiích ontogeneze potvrzuje stabilitu behaviorálního syndromu, čímž určuje **behaviorální typ jedince** (Bell 2005, Brydges et al 2008). Tím však problematika konzistence behaviorálních korelací nekončí, naopak spíše začíná. Je-li totiž potvrzen behaviorální syndrom, pak právě

díky jeho konzistenci vznikají **ekologické důsledky**, které mají značný vliv na fitness jedince a v širším pohledu také na prosperitu celé populace (Drent et al 2003).

### 2.3.2 Ekologické důsledky

Konzistence tedy opakovatelnost projevů, přináší své výhody, ale i nevýhody. Tyto efekty jsou závislé na behaviorálním syndromu či typu jedince, na prostředí, v němž se jedinec nachází a opět také na podnětech a situacích, které na něj v tomto prostředí působí. Stejně tak, jako behaviorální korelace a jejich konzistence, jsou i ekologické důsledky popsány u mnoha různých živočišných druhů. Následující slovní specifikace jsou přehledně zahrnuty v DOBC (Příloha 1, kap. 8).

**Proaktivní jedinci**, jak vyplývá ze zjištěných korelací, prosperují lépe ve stabilním prostředí (Benus et al 1991, Dingemanse 2003), často přecházejí do stereotypu (Koolhaas et al 1999), jsou více odvážní a více riskují, zároveň jsou i méně ostražití, a proto i méně citliví na možnou hrozbu (Verbeek et al 1994, Jones & Godin 2010). Vykazují také vyšší míru agrese a v důsledku působení testosteronu a karotenoidů mohou být i vizuálně výraznější (Peters 2007). Tato kombinace zdánlivě přináší jednu velkou nevýhodu v podobě vyššího rizika napadení predátorem (Bell 2005, Brydges et al 2008). Tuto nevýhodu však značně vyvažuje rychlost, fyzická síla (Peters 2007) a odolnost vůči infekcím (Brown & Nestor 1974). Proaktivní jedinci jsou dále konkurenceschopnější, zejména v boji o teritorium (Dingemanse 2003, Duckworth & Badyaev 2007) a díky vyšší míře explorativního chování se snáze učí najít zdroj potravy (Seferta et al 2001, Carere et al 2003, Sneddon 2003). Nevýhodou vysoké agrese (zjištěno u samců pěvců s vysokou mezidruhovou konkurencí) může být menší početnost potomstva, neboť se tito jedinci více věnují ochraně teritoria a s tím spojeným soubojům, než partnerce a inkubaci. Zvýšená agrese a s ní spojená vyšší četnost soubojů také zvyšuje riziko zranění a v důsledku něj úhyn či predaci (Duckworth 2006).

**Reaktivní jedinci** jsou v podstatě přesným opakem. Tedy lépe prosperují v měnícím se prostředí (Benus et al 1991, Dingemanse 2003) a jsou flexibilní (Koolhaas et al 1999). Jsou také méně odvážní, méně riskují, jsou opatrní a vysoce citliví na hrozbu (Verbeek et al 1994, Jones & Godin 2010). Vykazují nižší míru agrese a mohou být i vizuálně méně nápadní (Peters 2007). Tyto kombinace naopak snižují riziko napadení predátorem (Bell 2005, Brydges et al 2008). Oproti proaktivním

jedincům jsou však pomalejší, slabší (v rámci muskulatury, Peters 2007) a vlivem vysokých hladin glukokortikoidů jsou náchylnější k virovým infekcím (Brown & Nestor 1974). V období případné nemoci se tím riziko predace naopak zvyšuje. Jsou méně konkurenceschopní v boji o teritorium (Dingemanse 2003, Duckworth & Badyaev 2007) a vlivem snížené míry explorativního chování jim trvá déle najít potravní zdroje (Seferta et al 2001, Carere et al 2003, Sneddon 2003). Díky zvýšené starostlivosti mohou mít reaktivní jedinci v případě dostatku potravních zdrojů více potomků nežli jedinci proaktivní. Rozdíly u obou typů v šanci naleznout partnera potvrzeny nebyly (Duckworth 2006).

Stejně tak jsou oba typy (proaktivní i reaktivní), v důsledku vysoké konzistence projevů zatíženy tzv. **omezením behaviorální plasticity** (Sih et al 2004a, 2012). Toto omezení nastává při působení vysoce akutních podnětů a situací, kdy doslova není čas přemýšlet, jaká reakce by byla nejvhodnější. Organismus jedince zareaguje co nejrychleji, a to takovým způsobem, který mu předurčují geny, a to dokonce i tehdy, když by bylo vhodnější reagovat zcela opačně (Sih et al 2004a). Problematika omezené behaviorální plasticity se zdá být, alespoň prozatím, jedním z nepříliš prostudovaných témat, avšak u etologů a ekologů vzbuzuje velkou pozornost.

Cockrem (2007) zdůraznil potřebu existence obou syndromů (reaktivních i proaktivních) v rámci jednoho druhu či jednotlivých populací, tak aby byla zachována jejich prosperita. Jedinci se pak dále v rámci těchto dvou typů liší v jemnějších detailech, které však již více vycházejí ze získaného chování a z neakutních situací. Tyto jemné detaily, které se navíc mohou u každého jedince různě měnit i v rámci jediného kontextu, jsou označovány jako **intraindividuální variabilita** (Stamps et al 2012).

Ze všech jmenovaných ekologických důsledků a z faktu, který Cockrem zdůraznil, vyplývá, že výrazná převaha jednoho z behaviorálních syndromů v rámci populace může značit navýšení konkrétního akutního vlivu. Příkladem může být vysoká stresová zátěž v prostředí, v jejímž důsledku budou reaktivní jedinci imunitně oslabeni a častěji napadáni patogeny. Vzroste jejich mortalita, čímž zároveň ustoupí predační tlak na proaktivní jedince, jejichž početnost se tím zvýší. Opačný princip byl již popsán. V důsledku zvýšeného predačního tlaku v určité lokalitě byli nepozorní a riskující proaktivní jedinci častěji predováni, a tak se dočasně zvýšila početnost reaktivních, opatrných jedinců (Bell 2005, Brydges et al 2008). Při působení určitého

akutního vlivu by tedy měla být v populaci nalézána nízká **interindividuální variabilita** – tedy výrazně početnější pouze jeden typ jedinců.

## 2.4 Problematika behaviorálních studií

Se stále hlubším poznáním funkčních mechanismů behaviorálních projevů, korelací, syndromů a z nich vyplývajících ekologických důsledků, vyvstávají zásadní otázky ohledně **metodiky behaviorálních studií**. Několik autorů zabývajících se etologií (např. Sih et al 2004a, Garamszegi 2009, Inoue – Murayama et al 2011) zmínilo určité faktory, které by mohly mít nežádoucí vliv na výsledná zjištění. Mezi tyto faktory patří domestikace a šlechtění, izolace od přirozených podnětů, umělý odchov mláďat, již získané zkušenosti testovaných dospělců, ale i některé metody odchyty. Například u **domestikovaných a šlechtěných druhů** jsou po dlouhé období, pro lepší prosperitu chovu, vybírání pouze jedinci se specifickými vlastnostmi (méně agresivní, více přátelští, nebojácní, či naopak vysoce agresivní – bojová plemena), (Odeh et al 2003), což může vést k omezené interindividuální variabilitě. **Umělý odchov mláďat a izolace** testovaných jedinců **od přirozených podnětů** může snížit citlivost k akutnímu charakteru testu. Jedinci pak mohou do reakce mnohem více zapojit své zkušenosti. V takové situaci se může i neagresivní jedinec projevit jako vysoce agresivní a reakci pak bude náročné vyhodnotit správně (Sih et al 2004a). Obdobně je tomu u testování **odchycených dospělců**. Zde se diskutuje jednak opět neakutní charakter testu a s ním vliv zkušeností, ale také nechtěné odchycení pouze těch jedinců, kteří jsou neopatrní, vysoce agresivní, teritoriální a vysoce explorativní. Například pěvci jsou typicky lákáni do odchytové sítě na přehrávanou nahrávku hlasu soka (Inoue – Murayama et al 2011).

Významnost ekologických důsledků, které jsou tolik hodnotné pro mnoho různých vědních oborů, zjištěná fakta o konzistenci geneticky daných behaviorálních projevů (Dingemanse 2003), jejich pozorovatelnost v akutní situaci (Bell et al 2009, Quinn et al 2011) a chybějící behaviorální výzkum prekociálních druhů, v přirozeném prostředí, stály za vznikem našeho projektu a terénní experimentální studie.

## 2.5 Behaviorální pokusy v prostoru uzavřených zařízení

Pokusy v prostoru uzavřených zařízení, kdy jedinec nemůže neznámé prostředí svévolně opustit, jsou velmi náročné na určení konkrétního projevu, který bude tímto testem hodnocen. Jako možná motivace k pohybu v uzavřeném prostoru bývá jmenována touha prozkoumávat čili *explorace*, dále prostá aktivita nebo sociální izolace (Hughes 1997). Podle doposud zjištěných charakteristik behaviorálních korelací a syndromů (viz DOBC Příloha 1, kap. 8 Přílohy), jsou tyto zmíněné motivace skrze vyvolávající projevy navzájem propojeny. To rovněž odpovídá definici motivace tak, jak ji popisuje Veselovský (2005) nebo Flegr (2009). Tedy že **motivací jsou nazývány společně a mnohdy kontinuálně** na organismus **působící podněty a situace**, které vyvolávají reakci neboli projev. Proto, dle mého názoru, ani tak nezáleží na složitém určení jednoho konkrétního podnětu, který se stane motivací k pohybu jedince v zařízení, jako spíše na výraznosti takového pohybu, a především na posouzení vztahu s dalšími sledovanými projevy mimo toto zařízení, jak zdůraznili Lynch & Walsh (1998).

V souhrnu by tedy mělo platit, že vyvolá-li umístění do neznámého uzavřeného zařízení u jedinců stres, pak by se proaktivní jedinci měli projevovat zvýšenou aktivitou a *explorací*, ve snaze najít cestu ven a utéct. Reaktivní jedinci by měli naopak zůstat v režimu snížené mobility, tedy i snížené aktivity, a měli by vykazovat nízkou míru *explorace* (v souladu s obsahem DOBC). Pokusy v uzavřených systémech tak mohou být zajímavým doplněním těch studií, které se stejně, jako ta naše, věnují sledování mnoha různých projevů a hledají **komplexní popis jedinců**. U studie vztahů pouhých dvou projevů (což samo o sobě není ideální, Lynch & Walsh 1998) má pojmenování motivace k pohybu v boxu mnohem větší či dokonce zásadní význam. Protože však není zcela jednoznačně specifikovatelné, není ani test v takovém případě příliš vhodný.

## 2.6 Modelový druh – ohrožení druhu, rodičovská péče

V návaznosti na dlouhodobý výzkum, byla jako modelový druh pro naši behaviorální studii zvolena **čejka chocholátá** (*Vanellus vanellus*), z čeledi kulíkovití (*Charadriidae*), podřádu bahňáci (*Charadrii*), řádu dlouhokřídlí (*Charadriiformes*), která bývala dříve zcela běžným druhem podmáčených stanovišť, zejména pak

vlhkých luk. Tato stanoviště, v průběhu 20. století, podlela odvodnění a z velké části byla nahrazena polními kulturami (Fiala 2002). Navzdory suboptimálním hnízdním podmínkám, zejména ve vztahu k vysokým hnízdním ztrátám způsobeným těžkou zemědělskou technikou, využívá tato náhradní stanoviště až **80 % české populace** čejek (Kubelka et al 2012).

Hnízdním ztrátám působeným zemědělci je snaha předcházet pomocí **agroenvironmentálních opatření**, ale také tzv. **tyčováním hnízd** (Zámečnick 2013, Zámečnick et al 2017), které probíhalo i v rámci hnízdní sezóny 2017. Tato metoda obnáší vyhledání hnízda a ze dvou stran, po řádku, ve směru pojezdu zemědělské techniky, označení hnízda dvěma zapíchnutými bambusovými tyčemi (cca 5–7 m od hnízda). Tyto 2 m dlouhé tyče, které jsou z kabiny zemědělského stroje dobře viditelné, umožňují zemědělci objet vyznačené hnízdo v dostatečné vzdálenosti a zabránit tak jeho zničení. Nedávno byl však diskutován možný negativní vliv metody tyčování na snazší vyhledání hnízda predátory, kteří rovněž působí značné hnízdní ztráty. Tuto domněnku však Zámečnick et al (2017) vyvrátili. Metoda tyčování hnízd je tedy poměrně úspěšná, přestože je časově velmi náročná a přináší zemědělcům jistá omezení. Ztráty hnízd, ale i kuřat způsobené predací, byly pozorovány jak ze strany savčích, tak také ptačích predátorů. Mezi nejvýznamnější zjištěné predátory patří liška obecná (*Vulpes vulpes*), lasicovití (*Mustelidae*), volavka popelavá (*Ardea cinerea*), vrána obecná (*Corvus corone*), káně lesní (*Buteo buteo*), kavka obecná (*Corvus monedula*), racek bouřní (*Larus canus*), poštolka obecná (*Falco tinnunculus*) a moták pochop (*Circus aeruginosus*), (Byrkjedal 1987, Berg et al 1992, Teunissen et al 2008, Zámečnick 2013, Mason et al 2018).

Roodbergen et al (2012) uvádějí, že ze všech vylíhlých kuřat se dožije dospělosti pouze zhruba **25 %**. V nedávné studii míry predace kuřat bahňáků, kterou provedli Mason et al (2018), přežilo ze **179** sledovaných kuřat pouhých **7 %**, tedy **13** jedinců (155 kuřat neboli 87 % bylo predováno, 9 kuřat neboli 5 % zemřelo z jiných příčin a u dvou kuřat – 1 %, zůstal osud neznámý).

Čejka chocholatá (Obr. 1 a Obr. 2) je i přes svou neustále klesající početnost, v České republice, nejběžnějším druhem bahňáka (Šťastný et al. 2006, Zámečnick 2013). Snůška obsahuje nejčastěji **4**, méně často **3** vejce (Obr. 3 a Obr. 4). Inkubační doba je dlouhá **25–28 dní**, kdy se samec se samicí v inkubaci střídají. Poměrně často



je však péče ponechána téměř výhradně na samici. To lze pozorovat u tzv. **polygynie**<sup>4</sup> (Šálek 2005). Vylíhlým prekociálním kuřatům zajišťují rodiče především nezbytné zahřívání, vyhledávání lokalit s dostatkem potravy a ochranu – varování před nebezpečím (Jongbloed et al. 2006). Kuřata tedy nejsou rodiči krmena. Po vylíhnutí, obvykle ve stáří **1–2 dny**, opouštějí v doprovodu rodičů hnízdo. Poté si sama hledají potravu, kterou představují zejména žížaly a hmyz vázaný na vlhčí místa (Zámečník 2013). Vzletnosti dosahují ve věku **35–40 dní** a následně se přidávají k větším hejnům, aby společně, začátkem podzimu, odletěli do zimovišť v západní a jihozápadní Evropě (Adamík 2008).



*Obr. 1: Vzletné mládě čejky v doprovodu samice (mládě na fotografii dole, samice nahoře). Foto: Veronika Janatová*



*Obr. 2: Krypticky zbarvené mládě čejky schované v oraništi. Foto: Veronika Janatová*



*Obr. 3: Plná, čtyřvaječná snůška čejky chocholaté. Foto: Veronika Janatová*



*Obr. 4: Pozdní, třívaječná snůška čejky chocholaté ve vzrůstající kukuřici. Foto: Veronika Janatová*

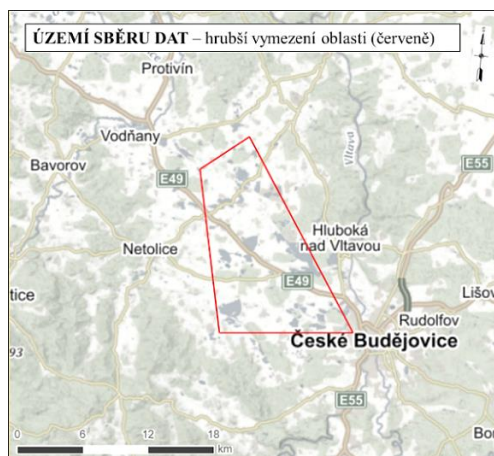
<sup>4</sup> Polygynie je stav, kdy v teritoriu jednoho samce hnízdí i několik samic a samec péči mezi ně dělí. U čejek jde o 20–54 % samic v populaci (Šálek 2005).

### 3 METODIKA

V rámci metodické části nejprve přibližuji charakteristiku území a harmonogram sběru dat. Poté uvádím metodiku vyhledávání hnízd a určení data líhnutí. Dále popisuji postup vyhledávání kuřat a stanovení věkových kategorií v rámci prvních odchytů, výčet sledovaných projevů a možných ovlivňujících faktorů a představuji formu záznamu veškerých údajů v terénu. Následně popisuji funkci použitých experimentálních boxů a přibližuji jednotlivé kroky celého procesu odchytu. V závěru pak rozebírám metodiku opakovaných odchytů a analýzy dat.

#### 3.1 Charakteristika území a harmonogram sběru dat

Sběr dat probíhal v jižních Čechách, v oblasti Českobudějovické pánve (Obr. 5) na přibližně **180 km<sup>2</sup>** převážně zemědělské a rybníční krajiny, v **hnízdni sezóně 2017**. Podrobnější mapa, která je součástí Přílohy 2 (kap. 8 Přílohy), obsahuje 19 vyznačených míst (černé kruhy), v nichž se nacházelo často i několik hnízdních lokalit. Celkem jsme testovali kuřata ze **35 různých lokalit**. Většina z nich představovala zemědělskou půdu osetou kukuřicí. Téměř všechny lokality byly zatíženy častými zásahy těžké zemědělské techniky, a to v průběhu prakticky celé hnízdní sezóny. Od začátku března do konce dubna byla intenzivně vyhledávána hnízda a určováno pravděpodobné datum líhnutí (viz následující kap.). První zaznamenané líhnutí v této sezóně připadlo na **16. dubna**. Od poloviny dubna do konce července, probíhalo vyhledávání hnízd paralelně s odchty vylíhlých kuřat. Poslední líhnutí jsme zaznamenali **22. června**.



Obr. 5: Hrubší vymezení území sběru dat. Zdroj: Mapy.cz. Upravila: Veronika Janatová

### 3.2 Postup vyhledávání hnízd – stanovení data líhnutí

Hnízda jsme u rozsáhlých ploch, vyhledávali z okraje hnízdní lokality, pomocí dalekohledů. Díky dostatečné vzdálenosti během pozorování, neměli dospělci potřebu inkubaci přerušit a bylo tak možné zapamatovat si (přibližnou) polohu i několika na hnízdě sedících ptáků. Následně jsme vyslali jednoho pozorovatele (nebo i více) přímo do lokality, vybaveného GPS, vysílačkou, případně i bambusovými tyčemi, a za soustavné kontroly dalekohledem, jsme ho přes vysílačku navigovali k domnělým hnízdům. Pozorovatel v lokalitě zaznamenal souřadnice polohy každého hnízda, případně jej označil tyčemi (dle popisu v kap. 2.6). Po dohledání všech „vykoukaných“ hnízd, jsme postupně u každého z nich zaznamenali počet vajec, změřili šířku a délku vajec (v mm), a provedli flotační zkoušku ve vodní sloupci pro určení stáří vajec (van Paasen et al 1984). U menších ploch jsme hnízda vyhledávali nejčastěji rojnicí několika pozorovatelů, neboť se dospělci nechali vyrušit již samotným naším příchodem k lokalitě. Hnízda byla tedy nalezena opatrným procházením celé lokality a současně rovnou zpracována stejným způsobem, jaký popisují u ploch rozsáhlých. Několik hnízd se podařilo naleznout náhodně v rámci vyhledávání kuřat. Ze získaných údajů o vejcích (rozměry a stáří) a s pomocí **algoritmu** (dle schématu van Paasena et al 1984) implementovaného do **databáze spravované v systému SQLite** jsme mohli využít automatický přepočít předpokládaného data líhnutí. Poté jsme hnízda přibližně 3 až 1 den před tímto datem kontrolovali. Poměrně často jsme však zjistili predaci. Počty nalezených a predovaných hnízd uvádím v souhrnné tabulce Sumarizace hnízdní sezóny 2017, která je součástí Přílohy 3 (kap. 8, Přílohy).

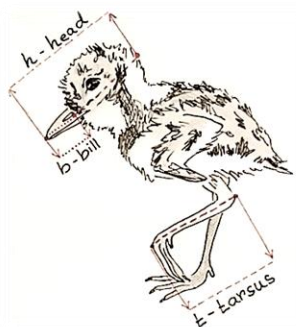
### 3.3 První odchvy – vyhledávání kuřat, věkové kategorie

První hnízdo s líhnoucími se kuřaty jsme našli při poměrně nízkých denních teplotách, okolo 9 °C (16.4.). Pro zahřátí kuřat jsme využili opakovaně použitelné hřejivé polštářky. Každého jedince jsme pouze zvážili, změřili (tarsus, zobák, hlava v milimetrech, viz Obr. 6) a kroužkovali. Poté jsme v rychlosti opustili lokalitu, aby se mohli vrátit rodiče kuřat a dále je zahřívát. V následujícím týdnu došlo k poklesu denních teplot na pouhé 2 °C a napadl sníh, proto jsem vyhledávání hnízd přerušili a soustředili se na tipování nových a sledování stávajících hnízdních lokalit v celém území. Koncem dubna, kdy začala denní teplota opět stoupat na 10 i více stupňů Celsia, jsme ve vyhledávání pokračovali. Stále jsme však používali hřejivé polštářky,

aby nedocházelo k podchlazení kuřat. Ze stejného důvodu byl omezen pohyb v lokalitě na nezbytné minimum. Nalezené jedince jsme roztrídili do dvou věkových kategorií:

1. kuřata **stará 1–2 dny**
2. kuřata **stará 3 a více dní**

Kritériem pro **zařazení do kategorie kuřata stará 1–2 dny** byl nález jedince přímo na hnízdě, nebo v okruhu několika metrů od hnízda, kde mělo v den nálezu či předcházející den líhnutí probíhat. Část z těchto jedinců mělo v době nálezu stále ještě přítomen tzv. **vaječný zub** (Obr. 7), který usnadňuje mláděti rozbití vaječné skořápky a několik hodin po vylíhnutí sám odpadne (Veselovský 2001). Nalezená kuřata s vaječným zubem byla tedy pouze několik málo hodin stará a zprvu jsme váhali, zda takto mladá kuřata testovat. Neměli jsme srovnání s obdobnou studií, navíc první testované kuře s vaječným zubem vykazovalo jen velmi málo celkové aktivity. Hned druhé nás však o smysluplnosti testování přesvědčilo svou bojovností a neustálými útekami. O **zařazení do kategorie kuřata stará 3 a více dní** rozhodovala především velikost a váha. Pouze u dvou jedinců, jejichž váha se pohybovala jen něco málo přes 20 g, rozhodly i další morfologické rozměry a současně též absence hnízda v širokém okolí, z něž by kuřata mohla pocházet.



Obr. 6: Náčrt koncových bodů pro měření délky hlavy (h-head), zobáku (b-bill) a tarsusu (t-tarsus), (v mm) u kuřat.  
Vytvořila: Veronika Janatová



Obr. 7: Vaječný zub na špičce zobáku u poměrně čerstvě vylíhlého kuřete.  
Foto: Veronika Janatová

V průběhu celé hnízdní sezóny jsme v rámci prvních odchytů vybavili **19 jedinců** telemetrickou vysílačkou (popis v kap. 3.7), díky níž bylo možné jedince sledovat a odchty opakovat. Většinou byli vybráni dva rozdílně se projevující jedinci z jedné rodiny, jeden výrazný a jeden nevýrazný, aby bylo případně možné posoudit, zda jeden z nich neprospívá lépe ve vztahu k jeho behaviorální charakteristice.

### 3.3.1 Souhrnný výčet sledovaných projevů a ovlivňujících faktorů

Mezi nejpodstatnější projevy, které lze při odchytu volně žijících živočichů pozorovat, dozajista patří **antipredační chování**, které jsme hodnotili při nalézání kuřat, ale také **reakce na stres**, kterou jsme hodnotili hned ve dvou různých situacích. Jednak při **přímé manipulaci** s jedinci, a pak také při **sociální izolaci v neznámém prostředí** – v temné části experimentálního boxu. Předpokládali jsme, že kuřata nalezená na hnízdě či v jeho blízkém okolí doposud nebudou ovlivněna zkušenostmi a budou tedy reagovat především na základě geneticky daných vlastností. Proto jsme očekávali nalezení určité **interindividuální variability**, která by mohla korespondovat s popisem **proaktivního** a **reaktivního** zvládání stresu (např. dle Koolhaas et al 2007, Cockrem 2007). U **proaktivně** reagujících jedinců jsme současně (v souladu s DOBC, Příloha 1, kap. 8 Přílohy) uvažovali **zvýšenou míru ochoty riskovat** – test v průhledné části experimentálního boxu, a nižší **dechovou frekvenci**. U **reaktivních** jedinců jsme očekávali opačné výsledky. Navíc jsme u každého jedince zaznamenávali míru **vokalizace** a **exkrementace** s obdobným cílem – naleznout případné rozdíly, které by mohly korelovat s jedním ze zmiňovaných typů reakce na stres.

Z faktorů prostředí, které by mohly mít vliv na behaviorální projevy kuřat, jsme do našeho pozorování zařadili **denní teplotu**, a to zejména v souvislosti s **dostupností potravy** (vysychání lokalit) a s vlivem behaviorálních charakteristik jedinců na schopnost vyhledávání nových potravních zdrojů (viz DOBC). Dále i z důvodu vlivu vysokých denních teplot jsme sledovali **hodnoty dechové frekvence** (Karlíková et al 2018), kdy se kuřata zrychleným dýcháním ochlazují.

Většinu kuřat jsme také odebrali malou kapku krve (postup v kap. 3.6.9) pro pozdější analýzu **pohlaví jedinců**, s předpokladem možné vyšší výraznosti a/nebo vyšší konzistence projevů samců a zaznamenávali jsme **přítomnost rodičů** (počet rodičů) v průběhu odchyty kuřat. Zde jsme předpokládali, že kuřata s lepší rodičovskou péčí (oba rodiče přítomni) se mohou lišit v některém z behaviorálních projevů a mohou být také úspěšnější v přežití (Byrkjedal 1987), především vzhledem k uplatněné antipredační strategii s možným vlivem varování rodiči před hrozícím nebezpečím.

### 3.4 Zázpis dat v terénu – záznamové karty

Pro uchování a přehlednost veškerých sledovaných údajů jsme používali předpřipravené **záznamové karty** (Obr. 8) vytištěné oboustranně ve formátu A5 na papír s větší gramáží a sepnuté do pevných desek, kvůli lepší odolnosti větru a dešti. Mimo sledované behaviorální projevy a morfologická měření jsme do karet zaznamenávali také datum odchyty, informace o lokalitě, identifikační údaje (číslo hnízda, kroužku, vysílačky a krevního vzorku), čas vstupu do hnízdní lokality, čas nálezu, čas vypuštění kuřat a čas odchodu z lokality. Ze zmíněných časových údajů jsem sestavila tabulku (viz Tab. 1), abychom získali představu o časové náročnosti jednotlivých typů odchytů.

LIST č.	LOK.:			VEG.:			LOK. IN:			LOK. OUT:			
	DATE	CH.NÁLEZ	KROUŽ.	NÁLEZ	D1	D2	D3	D4	D5	D6	EXKREM.		
°C		Č. BOXU	VYSÍL.	KREV	g	Z	HL	T	HLAS		ČAS DO BOXU		
CHOVÁNÍ V BOXU:											ZNÁMKA	CH.VYPUŠ	
CHOVÁNÍ CELKEM:													
	DATE	CH.NÁLEZ	KROUŽ.	NÁLEZ	D1	D2	D3	D4	D5	D6	EXKREM.		
°C		Č. BOXU	VYSÍL.	KREV	g	Z	HL	T	HLAS		ČAS DO BOXU		
CHOVÁNÍ V BOXU:											ZNÁMKA	CH.VYPUŠ	
CHOVÁNÍ CELKEM:													
	DATE	CH.NÁLEZ	KROUŽ.	NÁLEZ	D1	D2	D3	D4	D5	D6	EXKREM.		
°C		Č. BOXU	VYSÍL.	KREV	g	Z	HL	T	HLAS		ČAS DO BOXU		
CHOVÁNÍ V BOXU:											ZNÁMKA	CH.VYPUŠ	
CHOVÁNÍ CELKEM:													
ČAS VYPUŠTĚNÍ:				POZNÁMKY:									

Obr. 8: Ukázka záznamové karty, použité v hnízdní sezóně 2017. Vytvořila: Veronika Janatová



Tab. 1: Přehled časové náročnosti a počet provedených odchyťů dle jednotlivých typů odchyťů.

PRŮMĚRNÝ ČAS STRÁVENÝ NA LOKALITĚ DLE TYPU ODCHYTU						
TYP ODCHYTU	B		A	C		počet odchyťů (r.2017)
	průměrný čas potřebný na hledání kuřat (min)	průměrný počet kuřat na odchyt	průměrný čas od nálezu po vypuštění kuřat (min)	(A:B=C) čas testování jednoho kuřete (min)	průměrný čas od vstupu do lok. po odchod (min)	
první odchyty	2,9	2,7	33,8	12,5	43,8	29
první odchyty + aplikace vysílačky	1,2	3,3	45,9	13,9	56,3	7
opakované odchyty	4,8	2,0	32,0	16,0	45,6	24
CELKEM VŠECHNY TYPY	3,4	2,6	34,6	13,3	46,0	60

**POZNÁMKA:** zahrnuty byly jen odchyty s kompletně provedenými behaviorálními testy, kromě 3 prvních odchyťů, byt' kompletních, kde bylo na jedné lokalitě ve stejný čas zpracováno více hnízd současně. (Lok. = lokalita)

### 3.5 Experimentální boxy – popis a význam

Experimentální boxy (celkem 4 kusy – Obr. 9) jsme sestavili tak, aby rozměrem vyhovovaly jak malým, tak i větším kuřatům – 44 cm x 16 cm x 14 cm (délka x výška x šířka). Celý box byl rozdělen vyjímatelnou **neprůhlednou přepážkou** na dvě části.

**Temnou část boxu,** jsme vyrobili z tvrdšího papírového kartónu, kterým jsme vytvořili pevné boční stěny, dno celého boxu, uzavíratelné víko temné části a zadní stěnu, kterou box během testů směřoval k pozorovateli. Přední stěnu této části jsme nechali zcela volnou. Uzavíratelné víko poskytovalo přitímní pro zklidnění kuřat a odstínění vizuálních vjemů zvenčí. Nebylo však zcela utěsněné a poskytovalo tak dostatečný přísun vzduchu. Zároveň umožňovalo pohodlnou manipulaci s kuřaty a jejich bezpečné odložení, aniž by mohla utéct, a to kdykoliv, kdy bylo za potřebí mít volné ruce. Pevný karton kuřata chránil před studeným větrem a v horkých dnech stínil. Dno temné části boxu jsme z hygienických, ale i praktických důvodů, vykládali papírovým ubrouskem, který bylo možné při jakémkoliv znečištění snadno vyměnit, ale současně také sledovat četnost exkrementace jedinců. Na bočních stěnách v přední části zevnitř jsme vymodelovali drážky umožňující snadné vyjmutí a zasunutí neprůhledné dělicí přepážky.

**Přepážku** jsme vytvořili taktéž z tvrdého kartónu, navíc jsme ji však oblepili lepicí páskou, aby byly její hrany hladké a nevznikal odpor při kontaktu se stěnami boxu. Její vyjmutí tak bylo plynulé a bez nežádoucího hluku. Tato přepážka tedy nahrazovala chybějící přední stěnu v temné části boxu a po jejím vyjmutí byl umožněn volný průchod kuřete do světlé části.

**Světlou část boxu** jsme vyrobili z lehkého průhledného plastu (vrchní a spodní díl), který jsme připevnili ke kartonovým bočním stěnám. Dno světlé části jsme vytvořili přesahem dna temné části tak, aby kuřata nechodila po kluzkém plastu. Stěny jsme opatřili dostatečným množstvím větracích otvorů, skrze něž byly oba díly plastu, vrchní a spodní, svázány k sobě čířým vlascem.

Pokaždé, před umístěním kuřat do temné části, jsme boxy rozestavěli 20 až 30 cm od sebe a všechny jedním směrem tak, aby nás kuřata neviděla a měla, po odstranění dělicí přepážky, volný výhled do krajiny (Obr. 10).



*Obr. 9: Plná sestava experimentálních boxů.  
Foto: Veronika Janatová*



*Obr. 10: Kolegyně Bc, Kateřina Brynychová, z vrchu sledující reakci kuřat po zpřístupnění průhledné části. Foto: Veronika Janatová*

V naší studii jsme zvažovali, tuto pro jedince vzniklou situaci (umístění v boxu), jako **méně akutní**, nežli je přímá manipulace. Proto jsme u prvních odchytů očekávali poněkud méně výrazné reakce jedinců a u opakovaných odchytů jsme zvažovali možnou nižší konzistenci projevů, neboť již měli jedinci s boxy zkušenost. Každá část boxu měla navíc svůj vlastní specifický význam. Temná část, do níž jsme jedince umístili ihned po prvním měření dechové frekvence, měla odstínit vizuální a fyzický kontakt s námi, tedy s domnělými predátory. Ze světlé části měla kuřata výhled do známého prostředí, kde je však ještě před chvilkou akutně ohrozil predátor. Pokud by se tedy kuřata rozhodla z temné části vyběhnout do známého prostředí, chovala by se velmi riskantně. Tato zvýšená ochota riskovat a neopatrnost, by dle faktů zahrnutých v DOBC měla vykazovat vztah s proaktivním konceptem. Naopak setrvání v neznámém, ale méně akutním prostředí čili nízká ochota riskovat a vysoká opatrnost by měla odpovídat konceptu reaktivnímu.



## 3.6 Jednotlivé kroky celého procesu odchyty

### 3.6.1 Krok první: nález kuřat – antipredační chování

Líhnoucí se kuřata, ve věku 1 až 2 dny, se díky zaznamenané pozici hnízda v GPS již při jeho prvním nalezení, a díky znalosti pravděpodobného dne líhnutí, hledala poměrně rychle. Po vstoupení do lokality a zapsání základních informací (denní teplota, čas vstupu, biotop a zamokření lokality) jsme zamířili rovnou k hnízdu. Posledních 10 m před ním, jsme postupovali velmi opatrně, pro případ, že by byla kuřata již mimo hnízdo. Jejich kryptické zbarvení totiž s ornou půdou takřka dokonale splývá, a navíc se všechna takto mladá kuřata, po varování rodičů, k půdnímu podkladu přitisknou a nehýbou se. Jedná se o jejich typickou **antipredační strategii** (Cramp & Simmons 1990). Většina jedinců, které jsme našli se na tuto krypsi plně spoléhala a zůstala ležet i v případě, že jsme se pohybovali v jejich těsné blízkosti. Někteří jedinci se však při našem přiblížení zvedli a začali utíkat, čímž nám vlastně prozradili svoji pozici. Taková reakce by je v přítomnosti skutečného predátora dozajista stála život. Pro pochopení, proč k takové reakci dochází, jsme zvažovali, rostoucí míru stresu při našem přiblížení se, která by u proaktivních jedinců mohla vést k následnému útěku, zatímco u vytrvale ležících mláďat by mohla reaktivní reakce na stres prohloubit imobilitu (dle Koolhaas et al 2007, Cockrem 2007).

- **Antipredační chování v době nálezu**, které ve statistické analýze značíme slovem *found*, jsme hodnotili následujícím skóre:

- 1 - pokud kuře zůstalo ležet až do následujícího kroku odchyty
- 2 - pokud kuře vyběhlo a pokusilo se o útěk

### 3.6.2 Krok druhý: první měření dechové frekvence

Dechovou frekvenci každého jedince jsme měřili nejpozději **do tří minut od nálezu**, poté již může významně klesat hladina stresových hormonů a blížit se k normě (Romero & Reed 2005). Měření jsme prováděli v souladu se studií Karlíkové et al (2018) počítáním hrudních pohybů, při pohledu na hrudní koš nebo na záda kuřat, vždy **3 po sobě jdoucí 20 sekund dlouhé úseky** (celkem tedy 1 minutu u každého jedince) za použití stopek.

V souvislosti s rozdíly v dechových frekvencích kuřat jsme zvažovali především působení stresu (dle souvislostí uvedených v DOBC), věk jedinců, denní teplotu, ale i míru vokalizace – zdálo se, že křičící kuřata se v důsledku křiku nadechnou méně často než kuřata, která se chovají tiše a nenápadně.

- **Měření dechů po nálezku kuřat** značíme ve statistické analýze zkratkou ***brt1***.

### **3.6.3 Krok třetí: izolace v temné části – reakce na stres, aktivita**

Po změření první dechové frekvence, jsme každého jedince umístili samostatně do izolace v temné části jednoho ze čtyř experimentálních boxů sledovali jsme jejich reakce. Jakýkoliv pohyb kuřete v boxu byl velmi dobře slyšitelný, díky zvolenému materiálu (papírový karton). Časový limit pro sledování projevů jsme stanovili na tři minuty, ze stejného důvodu, jako u měření první dechové frekvence (pokles hladiny stresových hormonů dle Romero & Reed 2005). Po celý časový limit jsme zaznamenávali behaviorální projevy jedinců, přičemž jsme očekávali vysoce aktivní reakci celkově proaktivních jedinců, a naopak velmi nevýraznou aktivitu u jedinců celkově reaktivních. Z tohoto hodnocení jsme vytvořili následující semikvantitativní stupnici založenou na podobném principu, jaký použili Brommer & Klun (2012) při hodnocení intenzity reakce na přímou manipulaci.

- **Testování jedinců v rámci temné části boxu**, které značíme ve statistické analýze slovem ***dark***, jsme hodnotili dle následující škály:

- 1 - jedinec nevykazuje žádnou či jen velmi nízkou aktivitu** – žádné či pouze několik sekund trvající 1-2 pohyby v průběhu celého limitu, jinak bez pohybu
- 2 - jedinec vykazuje mírnou, značně přerušovanou aktivitu** – opakované (2 a více), několik sekund trvající pohyby, střídané dlouhými pauzami (nad 10 sek.)
- 3 - jedinec vykazuje značnou, řídko přerušovanou aktivitu** – opakované dlouhé pohyby (nad 10 sek.), řídko střídané krátkými, několika sekundovými pauzami
- 4 - jedinec vykazuje vysokou aktivitu** – naráží do stěn boxu po celou délku limitu a jen výjimečně aktivitu přerušuje krátkou, několika sekundovou pauzou

### 3.6.4 Krok čtvrtý: zpřístupnění světlé části – ochota riskovat

Po uplynutí limitu tří minut pro testování v temné části boxu, jsme jedním plynulým pohybem vyjmuli dělicí přepážku a umožnili jsme tím kuřatům zdánlivý přístup do volné krajiny. Předpokládali jsme, že se kuřata, která se v temné části chovala aktivně, pokusí o útěk, zatímco neaktivní kuřata nevyběhnou nebo budou vykazovat vyšší míru obezřetnosti. Tento krok našeho testu jsme stejně tak, jako krok předchozí, považovali za méně akutní než veškeré kroky spojené s přímou manipulací. Proto jsme u prvních odchyťů čekali obdobné, snad jen poněkud mírnější reakce, zatímco u opakovaných odchyťů jsme čekali změnu reakce vlivem zkušeností z předchozích testování. Limit pro opuštění temné části přechodem do světlé jsme taktéž stanovili na tři minuty (dle Romero & Reed 2005). Jedince jsme sledovali pohledem z vrchu na boxy a po celou délku limitu jsme jejich počínání zaznamenávali. Ze slovního hodnocení jsme vytvořili následující semikvantitativní stupnici (obdobně jako Brommer & Klun 2012), odrážející stupeň intenzity projevů ve sledovaném kroku.

- **Testování jedinců v rámci světlé části boxu**, které značíme ve statistické analýze slovem *light*, jsme hodnotili dle následující škály:

- 1 - jedinec nevykazuje žádnou aktivitu, nevyhlédá** nebo se dokonce přesune hlouběji do temné části boxu a dále se nepohybuje
- 2 - jedinec vykazuje mírnou aktivitu, ale nevyhlédá**, stojí nebo sedí u otvoru, vyhlídí ven, občas vystrčí zobák či hlavu a rozhlídí se
- 3 - jedinec je aktivní, vylédá později v průběhu limitu**, poté naráží do stěn a snaží se dostat ven **nebo vylédá ihned** po otevření, **ale okamžitě si lehá** a dále se nehýbe, případně se vrací zpět do temné části
- 4 - jedinec je vysoce aktivní, vylédá ihned po otevření**, opakovaně naráží do stěn a snaží se dostat ven, do temné části se nevrací

### 3.6.5 Krok pátý: přímá manipulace – reakce na akutní stres

Po ukončení testování v experimentálních boxech následovala přímá manipulace s kuřaty. V průběhu tohoto kroku jsme kuřata zvažili a změřili jejich morfologické znaky. Zobák od špice po vzdálenější konec nozdry, hlavu od špice zobáku po zátylek a tarsus od přední hrany ohnutí spodní části nohy, přes délku celého běhák, až po zadní hranu kloubu spojujícího běhák s holení (viz Obr. 6). Zjištěné údaje jsme

zapsali do záznamové karty – váhu v gramech, míry zobáku, hlavy a tarsu v milimetrech. Poté jsme kuřata kroužkovali ornitologickým identifikačním kroužkem o hmotnosti **0,4 g** a odebrali malou kapku krve (postup krevního odběru popisují v kap. 3.6.9). V případě, že šlo v rámci prvního odchyty o kuřata stará 1-2 dny a byla-li rodina vybrána pro telemetrické sledování, zvolili jsme dva, dle chování při manipulaci, odlišné jedince (jednoho výrazného, jednoho nevýrazného) a tyto jedince jsme **nekroužkovali**. Vysílačka váží i s lepidlem jen o nepatrně více než identifikační kroužek, přibližně půl gramu. Pokud by vybraní jedinci dostali jak kroužek, tak i vysílačku, mohli by být oproti sourozencům znevýhodněni, což by se mohlo negativně odrazit na jejich kondici i přežití. Tito nekroužkovaní jedinci byli obvykle kroužkováni dodatečně, v rámci opakovaného odchyty ve stáří cca 7 dnů.

Z reakcí na přímou manipulaci jsme očekávali nejen snadné a nejvíce reálné rozlišení na stres proaktivně a reaktivně reagujících jedinců (dle popisu Cockrem 2007, Koolhaas et al 2007), ale také vysokou konzistenci těchto projevů v rámci opakovaných odchyť. V průběhu manipulace jsme opět slovně zhodnotili behaviorální projevy jedinců a sestavili semikvantitativní škálu, dle obdobné metodiky, kterou uvádějí Brommer & Klun (2012).

- **Váhu a míry morfologických znaků** značíme ve statistické analýze následovně:

váha – w (*weight*), zobák – b (*bill*), hlava – h (*head*) a tarsus – t (*tarsus*)

- **Reakce na přímou manipulaci**, kterou značíme ve statistické analýze zkratkou manip, jsme hodnotili dle následující škály:

- 1 - jedinec nevykazuje téměř žádnou aktivitu** – nepere se, nekope, velmi snadno se měří – žádné měření není třeba opakovat, o útěk se nepokouší
- 2 - jedinec vykazuje mírnou aktivitu** – občas kopne, pere se mírně, poměrně snadno se měří – max. 1 měření je nutné zopakovat, o útěk se nepokouší
- 3 - jedinec je aktivní** – často kope a pere se, hůře se měří – několik měření je potřeba opakovat, několikrát se pokouší o útěk
- 4 - jedinec je velmi aktivní** – velmi se pere a kope, každé měření je nutné opakovat, neustále se snaží vyprostit z rukou i přes hrozící pád a utéct

### 3.6.6 Krok šestý: druhé měření dechové frekvence

Po dokončení úkonů, které zahrnujeme do přímé manipulace, jsme provedli druhé měření dechové frekvence. Metodika i naše očekávání se shodují s měřením první dechové frekvence po nálezku kuřat (kap. 3.6.2).

- **Měření dechů po manipulaci s kuřaty** značíme ve statistické analýze zkratkou **brt2**.

### 3.6.7 Krok sedmý: vypouštění jedinců

Vypouštění kuřat prováděl, vždy v místě jejich nalezení, jen jeden z členů týmu po odchodu všech ostatních z lokality, aby se co nejrychleji snížila míra stresu u dospělých i mladých čejek. Vypouštění proběhlo vždy stejným způsobem tak, abychom mohli zaznamenat reakci jedinců. Vypouštějící si musel před vypuštěním zapamatovat, které kuře je které – například dle pořadí v záznamové kartě a rozložit kuřata vedle sebe tak, aby je i při vzdalování se dokázal ještě nějakou dobu odlišit. Toto odlišení bylo možné do přibližné vzdálenosti 10 m, poté již nešlo pro kryptické zbarvení kuřata rozeznat od půdního podkladu. Vypouštějící zaznamenal čas vypuštění, poté začal za soustavného sledování zvolna couvat směrem od kuřat a cestou si značil reakce jedinců. Jakmile ztratil vypouštějící kuřata z dohledu, sledování ukončil a urychleně opustil lokalitu. Následně jsme zaznamenali čas opuštění lokality a u větších lokalit jsme mohli z okraje sledovat návrat rodičů.

Při vypouštění jsme opět zvažovali především rozdíly ve zvládnutí stresu, ale i věk a sním rostoucí fyzickou zdatnost jedince, možné ovlivnění behaviorálními projevy sourozenců a dalšími aktuálními okolnostmi (efekt rodiny). Vypouštění jedinců bylo, vzhledem ke snížení počtu pozorovatelů (domnělých predátorů) na jediného, který se navíc vzdaloval, dozajista méně akutním nežli prvotní nalézání kuřat.

- **Vypouštění jedinců** značíme ve statistické analýze slovem **release** a hodnotili jsme jej velmi obdobně, jako u kroku prvního (nález kuřat) a sice následovně:

- 1 - jedinec zůstal ležet, dokud jej vypouštějící mohl vidět
- 2 - jedinec vyběhl ihned nebo i chvilku od vypuštění

### 3.6.8 Vokalizace a exkrementace jedinců – hodnocení

Míru vokalizace i exkrementace jsme zaznamenávali **v průběhu celého procesu**.

Zřejmě jedinou studii, která řešila problematiku **vokalizace** jakožto možný ukazatel behaviorální charakteristiky jedinců, provedli na telatech de Passillé et al (1995), kteří zjistili, že mladší telata vokalizují v novém prostředí více než telata starší. My jsme však mimo věk jedinců, zvažovali také vztah k rozdílné strategii ve zvládnání stresu. S ohledem na celkově výraznější projevy proaktivních jedinců (dle DOBC) jsme předpokládali výraznější vokalizaci než u reaktivních kuřat.

- **Vokalizaci**, kterou ve statistické analýze značíme slovem **voice**, jsme hodnotili dvěma způsoby:
  - a) **slovně**, kdy jsme hodnotili dominantní intenzitu zvuku
    - pokud kuře převážně křičelo a občas tiše pípalo, byl jeho dominantou **křik**
    - pokud tiše pípalo a občas „vykřiklo“, bylo jeho dominantou tiché **pípání**
  - b) **udílením jednotlivých bodů** za každou vokalizační epizodu – za vokalizační epizodu jsme považovali pouze sérii několika po sobě jdoucích zvuků, s následnou pauzou trvající alespoň 5 sekund
  
- **Závěrečné hodnocení vokalizace** kuřat opět odpovídalo semikvantitativní škále sestavené z obou výše uvedených způsobů hodnocení, a to následovně:
  - 1 - jedinec je tichý, pouze občas **pípá**, **získal 0–1 bod**
  - 2 - jedinec je poměrně tichý, **pípá**, **získal 2 a více bodů**
  - 3 - jedinec je poměrně hlasitý, **křičí**, **získal 1–3 body**
  - 4 - jedinec je hlasitý, intenzivně **křičí po celý odchyt**, **získal 4 a více bodů**

V souvislosti s **exkrementací** kuřat v průběhu odchytu, jsme zvažovali především vliv věku, kdy jsme předpokládali nízkou exkrementaci kuřat starých 1–2 dny, která se doposud nekrmí. Výživu každého kuřete, až do odchodu z hnízda spolu s rodiči, zajišťuje zásobní energie žloutkového vajíčka, který je po vylíhnutí vtažen do dutiny břišní a postupně vstřebáván (Veselovský 2001). U starších kuřat jsme předpokládali vyšší exkrementaci, neboť se již samostatně krmí a mají tak větší objem

odpadních látek. Vyšší množství odpadních látek a zvýšenou exkrementaci jsme rovněž předpokládali u kuřat z úživnějších lokalit, ale také ve vztahu k behaviorální charakteristice. Například Careau et al (2008) uvádějí, že proaktivní jedinci, kteří jsou všeobecně aktivnější, mají vyšší nároky na příjem potravy a mohou tak vykazovat i vyšší míru exkrementace.

- **Exkrementaci** v rámci statistické analýzy značíme zkratkou ***excr*** a hodnotili jsme ji opět **udílením jednotlivých bodů** za každý zjištěný exkrement s následným **prostým součtem**.

### 3.6.9 Faktory prostředí, vliv pohlaví, přítomnost rodičů – hodnocení

**Denní teplotu**, ve statistické analýze označenou zkratkou ***dt***, jsme sledovali pomocí mobilní aplikace **meteoradar** a zapisovali jsme ji v průběhu každého odchyty. Díky tomu jsme byli schopni zaznamenat rozdílné teplotní podmínky, působící na jedince ze všech odchytů probíhajících v jeden den (ranní versus polední a odpolední odchyty).

Pro **určení pohlaví** jsme u nalezených kuřat odebírali **krevní vzorky z běháku**, a to pomocí inzulínové injekční stříkačky, jejíž drobná dutá jehla umožňuje šetrné narušení kůže a získání jen malé kapky krve. Tuto kapku jsme následně přiloženou dutou jehlou nasáli a ihned vstříkli do připravené zkumavky (tzv. eppendorfky) s obsahem cca 0,5 ml 95 % lihu. Ve dvou případech se jedno ze čtyř kuřat vylíhlo právě v době probíhajícího odchytu jeho již déle vylíhlých sourozenců, a bylo tak možné odebrat do zkumavky s lihem malý kousek **vaječné blány s cévkou**. Všechny zkumavky jsme značili na víčko psaným číslem pořadí vzorku a vkládali je do stojánku postupně, dle po sobě jdoucích čísel. To pro případ, že by se některé číslo smazalo, než se vrátíme z terénu na základnu. Dle logické číselné posloupnosti by pak bylo snadné vzorek identifikovat. Číslo zkumavky jsme ihned po odběru zapsali do záznamové karty. Po návratu na základnu jsme všechny zkumavky označili příslušným číslem i ze dvou boků a všechna čísla jsme přelepili průhlednou izolepou tak, aby se snížilo riziko smazání údaje. Následně jsme je uskladnili v mrazícím boxu <sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Krevní vzorky pomocí metody PCR analyzovala Radka Piálková, PhD. z Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

- **Pohlaví kuřat**, které pro potřeby statistické analýzy značíme zkratkou sex, jsme hodnotili následovně:

1 - samec

2 - samice

Přestože jsme nenašli žádnou studii, která by řešila vliv počtu přítomných rodičů na chování mláďat ve smyslu reaktivně – proaktivního konceptu, rozhodli jsme se **přítomnost rodičů** zaznamenávat. Předpokládali jsme, že by se rozdílný počet varujících rodičů mohl projevit na aktivitě kuřat (např. více varování = větší opatrnost kuřat, delší setrvání v úkrytu apod.) nebo na míře jejich vokalizace (např. ve smyslu sociálních vazeb či „volání kuřat v nouzi o pomoc“). Byl-li alespoň jeden z rodičů přítomen, vždy mláďata varoval před naším příchodem. Následné chování dospělců se však různilo. Někteří kuřata krátce varovali, poté odlétli a jednou za čas se vrátili opět s krátkým varováním. Jiní se ani na malou chvíli nevzdálili a varovali intenzivně po celou dobu naší přítomnosti. Taktiku rodičů jsme v této studii neřešili, ale jde rovněž o velmi zajímavý potenciální předmět bádání.

- **Přítomnost rodičů** v lokalitě, kterou ve statistické analýze značíme zkratkou par, jsme hodnotili stupni:

1 - v průběhu odchyty byl přítomen jeden z rodičů

2 - v průběhu odchyty byli přítomni oba rodiče

### 3.7 Opakované odchyty

V rámci opakovaných odchytů jsme v celém procesu postupovali velmi obdobně, jako u prvních odchytů. Hlavním rozdílem bylo rozložení času a průměrný počet kuřat na jeden odchyt (viz Tab. 1, kap. 3.4). Vyhledávání starších kuřat, která se volně pohybovala v terénu, často ve značně vzrostlé vegetaci, bylo náročnější. Manipulace byla sice kratší o odběr krevního vzorku, který byl proveden již při prvním odchytu, avšak často bylo zapotřebí poupravit připevnění vysílačky tak, aby bezpečně vydržela do dalšího odchytu, pak také kroužkovat jedince, kteří při prvním odchytu kroužkování



nebyli (viz kap. 3.6.5) a navíc jsme u kuřat, která přesáhla **60 g** hmotnosti aplikovali **identifikační vlajky** (Obr. 11). Jinak se však první a opakované odchyty metodicky nijak nelišily, všechny kroky byly provedeny a hodnoceny stejným způsobem.

V průběhu celé sezóny jsme aplikovali vysílačku typu **Backpack PIP4** od firmy **Biotrack Ltd. UK** s životností > 6 týdnů na **19** jedinců (Obr. 12). Pouze **11** z nich se podařilo skutečně sledovat (pomocí antény **Yaggi** a radiopřijímače **SIKA**, rovněž od firmy **Biotrack**) a následně opakovaně odchytit. Ostatní jedinci byli buď předováni, nebo jim vysílačka odpadla ještě před pokusem o opakovaný odchyt. Ve většině případů bylo možné vysílačku dohledat, magnetem zaaretovat, aby nedocházelo k vyčerpání baterie a znovu ji použít na nového jedince.

Opakované odchyty jsme prováděli obvykle jednou za 6 až 7 dní. Polohu každé sledované rodiny mezi jednotlivými odchyty jsme pečlivě kontrolovali alespoň jedenkrát denně z okraje lokality, a to jak vizuálně (dalekohledem), tak pomocí antény a radiopřijímače. Zjištěnou polohu jsme vyznačili do mapových archů, které byly po ukončení sezóny využity k vyhodnocení přesunů rodin a možného vlivu na kondici kuřat (v rámci jiné diplomové práce).



*Obr. 11: Kuře čejky chocholaté s identifikační vlajkou. Foto: Veronika Janatová*



*Obr. 12: Kuře čejky chocholaté s telemetrickou vysílačkou. Foto: Veronika Janatová*

### 3.8 Analýza dat

Data shromážděná v terénu jsme přepsali do tabulkového procesoru Microsoft Excel (MS Office 2016). Všechny analýzy **PCA** jsme prováděli v programu **Canoco 5 version 5.0** (Ter Braak & Šmilauer 2012). Pro všechny ostatní analýzy jsme použili statistický program **R version 3.0.3** (R Core Team 2014). Konkrétní použité knihovny a funkce v rámci programu R uvádím níže v textu a u jednotlivých výsledků provedených analýz. Jiné statistické programy použity nebyly.

Jednou z našich prvních analýz byl **vliv věku na proměnlivost všech sledovaných projevů**. Abychom však mohli tento vliv testovat, bylo potřeba nalézt **vhodný zástupný ukazatel věku**, protože u některých jedinců jsme přesný věk neznali. V tomto směru jsme uvažovali některý z morfologických údajů, které jsme u všech kuřat měřili při každém odchytu a jejichž velikost by měla věk jedinců dobře odrážet (např. dle Beintema 1994).

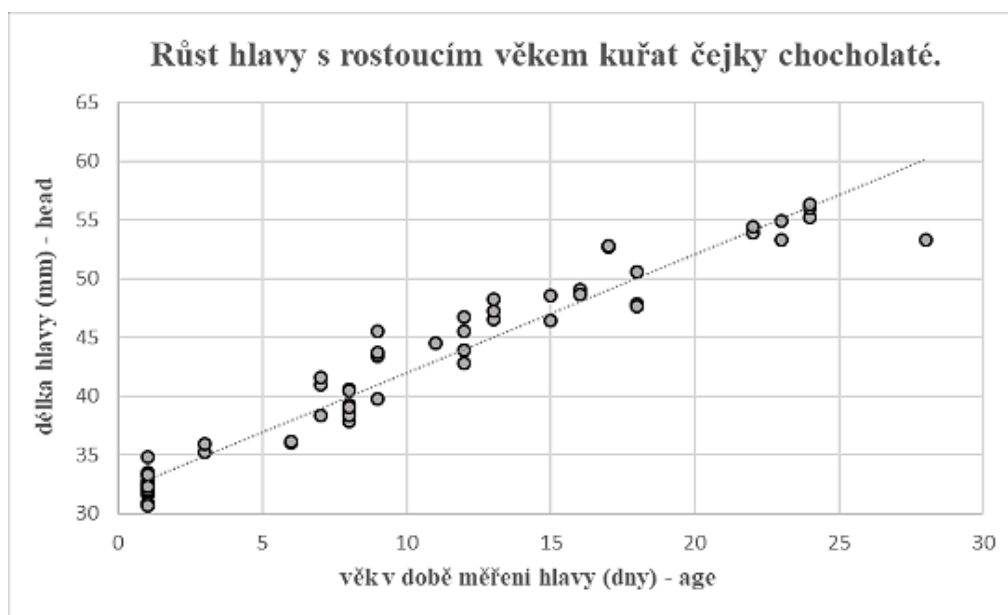
Pomocí **korelační matice** (viz Tab. 2) jsme zjistili, že jsou všechny čtyři zvažované morfologické údaje (váha, délka tarsu, délka zobáku a délka hlavy) mezi sebou velmi silně korelované. Nejsilnější korelace se ukázala mezi délkou zobáku a délkou hlavy ( **$r = 0.98$** ). Z důvodu snazší měřitelnosti v terénu a tím pádem menší pravděpodobnosti vzniku chyb při měření různými pracovníky jsme pro následující analýzy zvolili **délku hlavy**.

Tab. 2: Korelační matice morfologických údajů pro  $n = 169$  kuřat.

ukazatel	váha	<b>zobák</b>	hlava	tarsus
váha	1.00	–	–	–
zobák	0.95	1.00	–	–
<b>hlava</b>	0.96	<b>0.98</b>	1.00	–
tarsus	0.96	0.96	0.97	1.00

Morfologické údaje nám sice byly známe pro všechny testované jedince, avšak pouze v rámci **opakovaných odchytů** jsme znali jak délku hlavy, tak také stáří jedinců v době měření této délky. Celkem šlo o 61 údajů. Z této datové sady jsme provedeným **Pearsonovým korelačním koeficientem** zjistili, že **věk je téměř přímo korelovan**

s délkou hlavy ( $r = 0.97$ ), (viz Graf 1). Délka hlavy je tedy vhodným zástupným ukazatelem věku kuřat čejky chocholaté, který jsme následně užili v analýze **vlivu věku na proměnlivost všech sledovaných projevů** (found, release, excr, dark, light manip a voice), a to u všech testovaných kuřat. Možný vliv jsme ověřili pomocí **smíšeného modelu s náhodným efektem** a normálním rozdělením vysvětlované proměnné (dále jen **GLM**) a pomocí **F testu**. Pro zjištění, jakým způsobem se sledované projevy s rostoucím věkem měnily jsme použili **T test**.



Graf 1: Korelace věku a délky hlavy. (Pearsonův korelační koeficient:  $n = 61$ ,  $r = 0.97$ ,  $p < 0.001$ ).

V dalších analytických krocích jsme v souvislosti s fakty zahrnutými do schématu DOBC (kap. 8, Příloha 1) řešili pomocí **korelační matice vzájemné vztahy mezi sledovanými projevy**, tedy zda spolu příslušné projevy očekávaným způsobem korelují. V souvislosti s výsledky analýzy vlivu věku na proměnlivost sledovaných projevů jsme obě věkové kategorie testovali zvlášť.

Pro potvrzení přítomnosti behaviorálního syndromu jsme využili datovou sadu z opakovaných odchytů, která však byla díky velké míře predace poměrně malá. Abychom mohli testovat **konzistenci projevů** v rámci jedinců alespoň ze dvou různých pozorování (dle Sih et al 2004a) v přibližně stejném věku, museli jsme vybrat z již tak malé sady vzorek ještě menší. Pro analýzu konzistence jsme tedy použili sady dvou měření od stejných jedinců, kteří byli shodně odchyceni poprvé na hnízdě

ve věku 1–2 dny a podruhé ve stáří 6–9 dní. Ostatní údaje jsme získali od různě starých jedinců, odchycených náhodně a s nepravidelnými časovými rozestupy. Pro údaje od přibližně stejně starých jedinců byla velká rozdílnost způsobená vlivem nestejných zkušeností přeci jen méně pravděpodobná. Konzistenci jsme testovali v knihovně **lme4** a **rptR**. Jako vstup jsme použili **skóre os PC1** pro projevy s věkem neměnné ze dvou modelů **PCA** (jeden pro data z prvního a druhý pro data z druhého odchytu v rámci stejných jedinců).

Dále jsme testovali, zda a případně jakým způsobem jsou **sledované projevy ovlivněny vybranými faktory** – jmenovitě denní teplotou (**dt**), pohlavím jedinců (**sex**) a zda se uplatňuje efekt rodiny (**idfam**). K tomuto účelu jsme opět použili modely **PCA**: jeden model zvlášť pro projevy neměnné s věkem a další dva (dle věkových kategorií) pro projevy, které se s věkem měnily. Vliv zmíněných faktorů na PC skóre os všech modelů jsme dále testovali pomocí **GLM** a **F testu**, případně  **$\chi^2$  testu**.

Mezi **vybrané faktory s možným vlivem na sledované projevy** patřil také počet přítomných rodičů (**par**). Vliv tohoto faktoru jsme však testovali separátně, a to z důvodu chybějících údajů pro některé rodinky. Na větších lokalitách, kde se líhla kuřata z více hnízd najednou, nebylo možné počet rodičů pro právě testované jedince určit (všichni dospělci varovali nad lokalitou současně). Na menších lokalitách a na lokalitách, kde se líhla kuřata z jednotlivých hnízd postupně, byla tato identifikace naopak poměrně snadná. Vliv počtu přítomných rodičů na sledované projevy jsme testovali obdobným způsobem, jako u ostatních vybraných faktorů. Opět jsme tedy vytvořili model **PCA** pro obě věkové kategorie zvlášť a následně jsme v knihovně **lme4** a **rptR** funkcí **lmer** a  **$\chi^2$  testu** ověřovali vliv počtu přítomných rodičů na skóre os obou modelů, rovněž s přidáním pevným efektem rodiny (**idfam**).

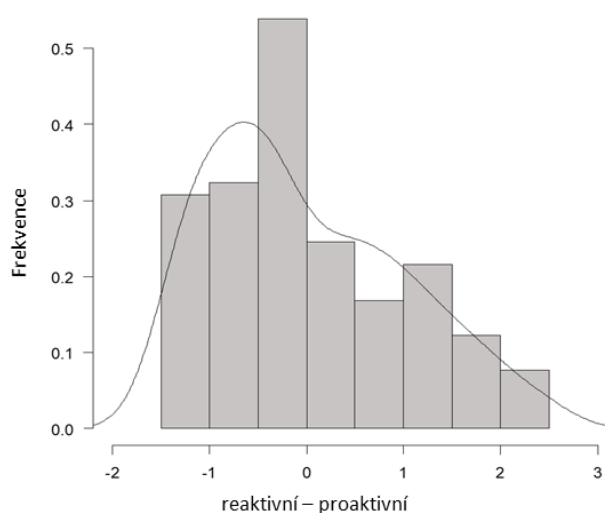
Nakonec jsme pomocí funkce **GLM** a **F testu** analyzovali vliv věku (**délka hlavy – h**), denní teploty (**dt**) a všech sledovaných faktorů na hodnoty dechové frekvence, která je uváděna jako možný ukazatel zvládnání stresu (např. dle Brommer & Klueen 2012, Karlíková et al 2018). Protože byla do testu zahrnuta délka hlavy (zástupný ukazatel věku), provedli jsme testování na údajích od všech odchycených kuřat bez ohledu na věkové kategorie, avšak zvlášť pro první měření dechové frekvence po nálezku (**brt1**) a zvlášť pro druhé měření po ukončení procesu přímé manipulace (**brt2**).

## 4 VÝSLEDKY

Podrobné údaje např. o počtu nalezených a predovaných hnízd, o počtu nalezených, kroužkovaných a testovaných kuřat, informace o poměru pohlaví, o váhových průměrech apod., jsem přehledně zpracovala do tabulky s názvem **Sumarizace hnízdní sezóny 2017**, která je součástí Přílohy 3 (kap. 8 Přílohy).

### 4.1 Variabilita sledovaných projevů

Všechny sledované projevy **byly** mezi jedinci **variabilní**. Nejméně variabilní bylo chování při nálezu (**found – antipredační strategie**), kdy se většina ze **130** odchycených jedinců spoléhala na krypsi a nehybnost a pouze **26** jedinců po našem přiblížení se vyběhlo. Důvod tohoto vyběhnutí může odhalit analýza vlivu vybraných faktorů na sledované projevy (výsledky této analýzy rozebírám v kap. 4.6). Z pohledu behaviorálních syndromů a jejich ekologických důsledků nás nejvíce zajímala variabilita projevů, které spolu **navzájem korelují** a **zároveň se s věkem nemění** – tedy reakce na stres při manipulaci (**manip**), aktivita v izolaci (**dark**) a ochota riskovat (**light**). Z modelu **PCA** pro projevy s věkem neměnné, kde osu **PC1** představovaly tyto tři projevy, jsme použili skóre osy PC1 ke grafické vizualizaci **potvrzené variability** (viz Graf 2). Z histogramu je dobře patrné, že ve vzorku **130 kuřat** bylo **více reaktivních jedinců**, avšak s nižší variabilitou než jakou lze pozorovat u jedinců proaktivních.



Graf 2: Histogram zastoupení reaktivních a proaktivních jedinců v populaci pro  $n = 130$  kuřat. (vlevo od nuly reaktivní jedinci, vpravo od nuly proaktivní jedinci)

## 4.2 Vzájemné vztahy mezi sledovanými projevy

**Korelační matice** vzájemných vztahů mezi všemi sledovanými projevy odhalila statisticky vysoce významné pozitivní korelace ( $r \geq 0.6$ ,  $p < 0.001$ ) u obou věkových kategorií.

**Pro kategorii kuřata stará 1–2 dny** (viz Tab. 3) byly nalezeny korelace mezi:

- manip a voice,  $r = 0.59$  – proaktivita koreluje s vysokou mírou vokalizace
- manip a light,  $r = 0.57$  – proaktivita koreluje s vysokou ochotou riskovat

**Pro kategorii kuřata stará 3 a více dní** (viz Tab. 4) byly nalezeny korelace mezi:

- manip a light,  $r = 0.78$  – proaktivita koreluje s vysokou ochotou riskovat
- voice a dark,  $r = 0.55$  – vysoká míra vokalizace koreluje s vysokou mírou aktivity v izolaci temné části boxu

Tab. 3: Vzájemné vztahy mezi sledovanými projevy – kuřata stará 1-2 dny, ( $n = 94$ ). Výsledky korelační matice (pravý honí kvadrant) se signifikancemi (levý dolní kvadrant).

ukazatel	found	releas	excr	dark	light	voice	manip
found		-0.07	0.00	0.28	0.15	0.18	0.23
releas	0.4829		0.13	-0.02	0.19	0.01	0.21
excr	0.9637	0.2037		-0.02	0.11	0.20	0.18
dark	0.0068	0.8413	0.8760		0.35	0.18	0.34
<b>light</b>	0.1513	0.0725	0.2949	0.0007		0.35	<b>0.57</b>
<b>voice</b>	0.0885	0.9219	0.0577	0.0749	0.0005		<b>0.59</b>
<b>manip</b>	0.0226	0.0410	0.0792	0.0007	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>	

Tab. 4: Vzájemné vztahy mezi sledovanými projevy – kuřata stará 3 a více dní, ( $n = 36$ ). Výsledky korelační matice (pravý honí kvadrant) se signifikancemi (levý dolní kvadrant).

ukazatel	found	releas	excr	dark	light	voice	manip
found		0.16	-0.40	0.16	0.14	0.44	0.12
releas	0.3570		-0.05	0.29	0.20	0.24	-0.01
excr	0.0168	0.7920		0.08	-0.19	0.03	-0.06
<b>dark</b>	0.3367	0.0841	0.6517		0.49	<b>0.55</b>	0.48
<b>light</b>	0.4049	0.2366	0.2605	0.0024		0.33	<b>0.78</b>
<b>voice</b>	0.0066	0.1510	0.8822	<b>0.0006</b>	0.0462		0.41
<b>manip</b>	0.4720	0.9444	0.7196	0.0027	<b>0.0000</b>	0.0136	

Korelaci mezi proaktivitou a vysokou mírou vokalizace, která byla nalezena u kuřat starých 1–2 dny, lze se slabším výsledkem ( $r = 0.41$ ,  $p < 0.05$ ) pozorovat rovněž u kuřat starých 3 a více dní. Naopak korelaci mezi vysokou mírou vokalizace a vysokou mírou aktivity v izolaci temné části boxu lze pozorovat pouze u kuřat starých 3 a více dní. Oba tyto výsledky rozebírám v rámci kapitoly Diskuse (kap. 5).

Korelace mezi proaktivitou a vysokou ochotou riskovat, která byla zjištěna u kuřat bez rozdílu věku (tedy u obou věkových kategorií) **je v souladu s reaktivně – proaktivním konceptem**. Projevy dark, light, manip a voice navíc vykazují další slabší vzájemné vztahy ( $r \geq 0.34$ ,  $p < 0.001$  u mladších kuřat a  $r \geq 0.48$ ,  $p \leq 0.01$  u starších kuřat), jejichž párování se u obou věkových kategorií v podstatě shoduje.

### 4.3 Soulad s reaktivně – proaktivním konceptem

Jak již vyplývá z předchozí kapitoly, **potvrzujeme soulad s reaktivně – proaktivním konceptem**, a to u projevů zvládnutí stresu při manipulaci (**manip**), ochoty riskovat (**light**) a aktivity v izolaci (**dark**). Tento soulad vychází:

- z nálezu korelací mezi těmito projevy (viz kap. 4.2, Tab. 3 a Tab. 4)
- z faktu, že tyto projevy nejsou proměnlivé s věkem (kap. 4.4, Tab. 5)
- z faktu, že tyto projevy nejsou ovlivněny žádným z vybraných faktorů (pohlaví jedinců, denní teplota a přítomnost rodičů), (kap. 4.6, Tab. 7)
- a z faktu, že jsou velmi pravděpodobně geneticky fixované (jejich korelace lze odhalit již několik hodin po vylíhnutí), (kap. 4.4)

Všechny tyto body odpovídají výsledkům studií, podle nichž jsem sestavila schéma DOBC a **naznačují tedy velmi pravděpodobnou přítomnost reaktivního a proaktivního behaviorálního syndromu**. K uvedeným projevům navíc také přistupují korelace s mírou vokalizace (**voice**), a to opět ve smyslu celkové výraznosti (vyšší míra vokalizace) a celkové nevýraznosti (nižší míra vokalizace).

### 4.4 Vliv věku na detekci variability projevů

Variabilita sledovaných projevů se **ukázala být detekovatelnou již velmi krátce po vylíhnutí**. Testovali jsme celkem **18 jedinců** u nichž jsme dle přítomnosti vaječného zubu mohli potvrdit, že jsou **staří jen pár hodin**. Žádné z těchto kuřat jsme však



netestovali v době těsně po vylíhnutí, kdy byla ještě mokrá a vyčerpaná z náročného procesu líhnutí. Testovali jsme je s maximální šetrností a pouze v případě, že již byla v době nálezu osušená a aktivně projevovala antipredační chování (přítisknutí se k hnízdímu či půdnímu podkladu případně pokus o útěk). **Jedenáct** z těchto jedinců v rámci s věkem neměnných projevů (manip, dark a light) vykazovalo celkovou **nevýraznost** a **sedm** jedinců naopak celkovou **výraznost**.

Potvrzujeme tedy, že **věk nemá vliv na detekci variability projevů**, neboť jsou projevy variabilní v podstatě od vylíhnutí, za to má však **významný vliv na intenzitu některých projevů**. Z analýzy **vlivu věku na proměnlivost sledovaných projevů** u všech **130** odchycených kuřat (použita funkce **GLM** a **F test** a jako ukazatel věku **délka hlavy**), (Tab. 5) jsme zjistili, že **míra exkrementace, vokalizace a chování při vypouštění jsou s věkem proměnlivé**.

Tab. 5: Vliv věku na proměnlivost sledovaných behaviorálních projevů. (GLM: F test, n = 130, Df 1, p <0.001 pro všechny 3 proměnlivé projevy). Chování při vypouštění (release), míra exkrementace (excr) a míra vokalizace (voice) jsou s věkem proměnlivé. Ostatní projevy (found, dark, light a manip) se s věkem nemění.

projevy	Df	Deviance	AIC	F value	Pr(>F)
<none>		1.5344	-190.19		
found	1	1.5351	-192.14	0.0517	0.8205723
<b>release</b>	<b>1</b>	<b>1.8512</b>	<b>-167.80</b>	<b>25.1813</b>	<b>1.797e-06 ***</b>
<b>excr</b>	<b>1</b>	<b>2.0603</b>	<b>-153.88</b>	<b>41.8088</b>	<b>2.178e-09 ***</b>
dark	1	1.5344	-192.19	0.0000	0.9994449
light	1	1.5460	-191.22	0.9190	0.3396207
<b>voice</b>	<b>1</b>	<b>1.7321</b>	<b>-176.44</b>	<b>15.7126</b>	<b>0.0001247 ***</b>
manip	1	1.5379	-191.90	0.2735	0.6019270

Pro zjištění, **jakým způsobem** věk kuřat projevy ovlivňuje, tedy, zda jsou s věkem silnější či naopak slabší, jsme využili **GLM** (Tab. 6), čímž jsme zjistili, že:

- míra exkrementace (**excr**) se s rostoucím věkem **zvyšuje**
- míra aktivity při vypouštění kuřat (**release**) se rovněž s věkem **zvyšuje**
- míra vokalizace (**voice**) se s rostoucím věkem naopak **snižuje**



Vliv věku na zmíněné projevy jsem pro lepší přehlednost zařadila společně s ostatními ovlivňujícími faktory do souhrnné tabulky v rámci kapitoly Vliv vybraných faktorů na chování kuřat v průběhu jejich růstu (kap. 4.6).

Tab. 6: Vliv věku na úroveň proměnlivosti sledovaných behaviorálních projevů. (GLM: T test,  $n = 130$ ,  $p < 0.001$  pro všechny 3 proměnlivé projevy). Míra útěků při vypouštění (release) a míra exkrementace (excr) se s rostoucím věkem zvyšuje, míra vokalizace (voice) se s rostoucím věkem naopak snižuje.

projevy	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	3.454e+00	4.802e-02	71.935	< 2e-16 ***
found	6.008e-03	2.643e-02	0.227	0.820572
<b>release</b>	<b>1.092e-01</b>	<b>2.177e-02</b>	<b>5.018</b>	<b>1.80e-06 ***</b>
<b>excr</b>	<b>5.922e-02</b>	<b>9.159e-03</b>	<b>6.466</b>	<b>2.18e-09 ***</b>
dark	-8.724e-06	1.251e-02	-0.001	0.999445
light	1.194e-02	1.245e-02	0.959	0.339621
<b>voice</b>	<b>-4.176e-02</b>	<b>1.053e-02</b>	<b>-3.964</b>	<b>0.000125 ***</b>
manip	-7.797e-03	1.491e-02	-0.523	0.601927

## 4.5 Konzistence variability projevů v čase – opakované odchyty

Dvě datové sady (obě  $n = 16$ ) obsahující údaje z testování projevů, které se s věkem nemění (tedy projevy dark, manip a light) od stejných jedinců z jejich prvního a druhého odchyty, jsme podrobili analýze **PCA**. Všechny tři projevy shodně u obou datových sad byly silně korelovány s (a jsou tedy dobře reprezentovány) **PC1**. Pro skóre osy PC1 z obou modelů jsme dále testovali jejich konzistenci v knihovně **lme4** a **rptR**, kterou se nám však **prokázat nepodařilo** ( $[R \pm se (95\% \text{ confidence interval; CI}) = 0.0 \pm 0.147 (0, 0.479), P > 0.9]$ ). Možné důvody, proč je chování nekonzistentní, přestože veškerou charakteristikou odpovídá přítomnosti behaviorálního syndromu rozebírám v rámci kapitoly Diskuse (kap. 5).

## 4.6 Vliv vybraných faktorů na chování kuřat v průběhu jejich růstu

Pro lepší přehlednost výsledků zjištěných z provedených analýz vlivu vybraných faktorů a vlivu věku na sledované projevy jsem sestavila souhrnnou tabulku (Tab. 7). Za ní následuje **slovní výčet zjištěných výsledků** s odkazy na detailní tabulky provedených analýz. Některé z těchto tabulek jsou zahrnuty do předchozích kapitol, ale většina je pro lepší přehlednost řazena v Příloze 4 (kap. 8 Přílohy). Na konec této kapitoly jsem stejným způsobem zařadila také výsledky analýzy vlivu denní teploty, věku a sledovaných projevů na hodnoty dechové frekvence (**brt1** a **brt2**), rovněž s odkazem na detailní tabulky.

Tab. 7: Souhrnná tabulka výsledků analýzy vlivu vybraných faktorů a věku na sledované faktory.

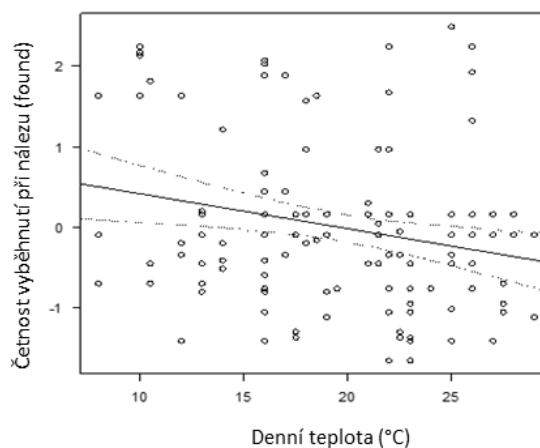
VLIV VYBRANÝCH FAKTORŮ NA SLEDOVANÉ PROJEVY											
SLEDOVANÉ PROJEVY		VYBRANÉ FAKTORY									
		věk	pohlaví		efekt rodiny		rodiče		denní teplota		
			1-2 dny	3+ dny	1-2 dny	3+ dny	1-2 dny	3+ dny	1-2 dny	3+ dny	
antipredační chování	found	NE	NE	NE	ANO	ANO	NE	NE	ANO ↓	ANO ↓	
aktivita v izolaci boxu	dark	NE	NE	NE	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	
ochcota riskovat	light	NE	NE	NE	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	
chování při manipulaci	manip	NE	NE	NE	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	
vokalizace	voice	ANO ↓	NE	NE	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	
exkrementace	excr	ANO ↑	NE	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	
chování při vypouštění	release	ANO ↑	NE	NE	ANO	ANO	ANO ↑	ANO ↓	NE	NE	

VYSVĚTLIVKY:				p < 0,001
NE	faktor daný projev neovlivňuje	ANO ↓	faktor snižuje intenzitu daného projevu	p < 0,01
ANO	faktor daný projev ovlivňuje	ANO ↑	faktor zvyšuje intenzitu daného projevu	p < 0,05

Zjistili jsme, že pro antipredační chování neboli chování při nálezu (**found**) se uplatňuje **efekt rodiny**, a to u kuřat bez rozdílu věku (Tab. 11). Pokud byl v tomto modelu efekt rodiny dán jako náhodný efekt, vyšel **vliv denní teploty** (GLM:  $\chi^2 = 4,45$ ,  $p = 0.035$ ,  $Df = 1$ ,  $p < 0.05$ ), což znamená, že určitou roli sehrává – čím je denní teplota vyšší, tím méně kuřata vybíhají (viz Graf 3). V dalším bádání může být na toto zaměřena detailnější pozornost. Pro aktivitu v izolaci (**dark**), ochotu riskovat (**light**) a chování při manipulaci (**manip**) byl zjištěn pouze **efekt rodiny**. Zde je však důležitým výsledkem i fakt, že tyto vzájemně korelované projevy **neovlivňuje**

žádný z vybraných faktorů (pro efekt rodiny, vliv pohlaví a dt Tab. 9, pro vliv rodičů **PC1** v Tab. 20 a Tab. 22). Vokalizaci (**voice**) ovlivňuje **věk kuřat** – čím straší kuřata jsou, tím méně vokalizují (Tab. 6). Dále byl zjištěn možný **efekt rodiny** u obou věkových kategorií (pro kuřata stará 1-2 dny **PC1**, Tab. 14, pro kuřata stará 3 a více dní **PC1**, Tab. 17). Exkrementaci (**excr**) ovlivňuje **věk kuřat** – čím straší kuřata jsou, tím vyšší je míra exkrementace (Tab. 6) a opět byl zjištěn **efekt rodiny**, zde však pouze pro kuřata **stará 1–2 dny (PC1, Tab. 14)**. Chování při vypouštění (**release**) ovlivňuje **věk kuřat** – čím straší kuřata jsou, tím spíše při vypouštění vybíhají (Tab. 6), **počet přítomných rodičů** – v přítomnosti obou rodičů se četnost vybíhání **zvyšuje** u kuřat starých 1–2 dny (**PC2** v Tab. 20) a **snižuje** u kuřat starých 3 a více dní (**PC3** v Tab. 22) a rovněž se uplatňuje **efekt rodiny** (pro kuřata stará 1–2 dny **PC2**, Tab. 15, pro kuřata stará 3 a více dní **PC1**, Tab. 17).

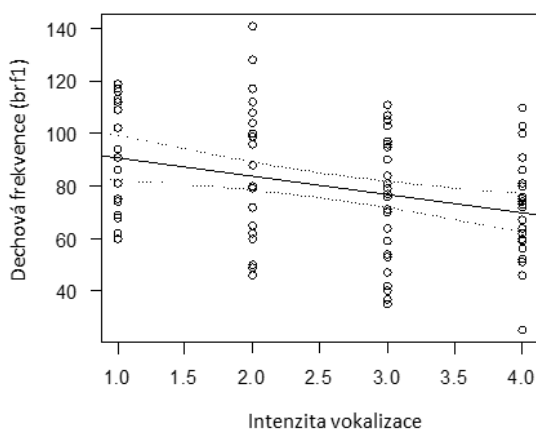


*Graf 3: Vliv denní teploty na míru vybíhání kuřat při nálezu (found). Čím vyšší je denní teplota, tím se četnost vyběhnutí při nálezu u kuřat snižuje.*

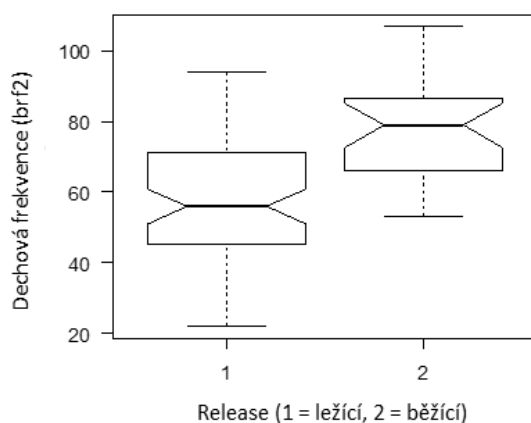
Dechovou frekvenci (**brt1**) měřenou u všech testovaných kuřat po nálezu ovlivňuje **denní teplota** – čím vyšší je denní teplota, tím vyšší je dechová frekvence, a dále ji ovlivňuje míra **vokalizace** – čím vyšší je vokalizace kuřat, tím je nižší dechová frekvence (viz Graf 4). Věk ani ostatní sledované projevy hodnoty dechové frekvence měřené po nálezu **neovlivňují**. Detailní výsledky jsou uvedeny v tabulce (Tab. 23).

Dechovou frekvenci (**brt2**) měřenou u všech testovaných kuřat po dokončení celého procesu přímé manipulace ovlivňuje rovněž **denní teplota** – čím vyšší je denní teplota, tím vyšší je dechová frekvence. Dále jsme zjistili vliv **věku** – čím starší kuře,

tím vyšší je dechová frekvence, a nakonec jsme zjistili, že vyšší dechová frekvence má vliv na četnost vyběhání kuřat při vypouštění (release), (Graf 5). Ostatní sledované projevy hodnoty dechové frekvence měřené po manipulaci **neovlivňují**. Detailní výsledky jsou uvedeny v tabulce (Tab. 24). Nejdůležitější výsledky zjištěné analýzou vlivu faktorů na sledované projevy a na hodnoty dechové frekvence opět řeším v rámci kapitoly Diskuse (kap. 5).



Graf 4: Vliv míry vokalizace na hodnoty dechové frekvence (brf1).  
Čím nižší je dechová frekvence měřená po nálezu kuřat, tím vyšší je míra vokalizace.



Graf 5: Vliv vyšší dechové frekvence (brf2) na chování při vypouštění (release).  
Čím vyšší je dechová frekvence měřená po manipulaci, tím spíše jedinec při vypouštění vyběhne.

## 5 DISKUSE

Tato studie je první svého druhu, jež se zabývá vybranými behaviorálními projevy a jejich vzájemným vztahem u mláďat prekociálního druhu ve volné přírodě. Přináší nové poznatky o vztahu těchto charakteristik u čerstvě vylíhlých mláďat a jejich ne/opakovatelnosti během ontogenetického růstu. Díky této studii se nám podařilo odhalit **tři navzájem korelované projevy** – proaktivitu/reaktivitu při manipulaci, zvýšenou/sníženou míru aktivity v izolaci a vysokou/nízkou ochotu riskovat, které velmi dobře **zapadají do konceptu reaktivního a proaktivního syndromu** (např. dle Fraser et al 2001, Carere et al 2003, van Oers et al 2004 nebo Garamszegi et al 2012). Testovali jsme **volně žijící jedince** a díky odchytnům většiny kuřat přímo na hnízdě (všichni sourozenci z rodiny) nemohlo dojít k neúmyslnému odchycení např. jen neopatrných jedinců (dle Inoue – Murayama et al 2011). Jedince jsme testovali **komplexně** (dle Lynch & Walsh 1998) a ve věku, kdy ještě **nemohli být ovlivněni zkušenostmi** (kuřata stará 1–2 dny), (dle Sih et al 2004a) a **ve vysoce akutní situaci** (Bell et al 2009, Quinn et al 2011). Dokonce jsme zjistili, že se nalezené korelace téměř shodují v rámci prvních odchytnů u všech kuřat v jakémkoliv věku, **bez ohledu na jejich pohlaví, na přítomnost rodičů a bez ohledu na denní teplotu**. Přítomnosti syndromu odpovídá i **rozložení reaktivních a proaktivních jedinců** ve sledované populaci, svědčící o vyšším predačním tlaku (dle Bell 2005, Brydges et al 2008), který je již jakožto ekologický důsledek z přítomnosti behaviorálního syndromu vyvozován. Přítomnost vyššího predačního tlaku pak dokládají početné nálezy predovaných hnízd, ale také hromadná mizení vylíhlých kuřat z lokalit a občasné nálezy ostatků kuřat po predaci. Přesto se nám však **nepodařilo potvrdit konzistenci** chování u stejných jedinců mezi jejich prvním a druhým odchytém, která je pro určení behaviorálního syndromu žádána (dle Sih et al 2004a). V úvahu rozumného vysvětlení této situace připadají dvě možnosti. První z nich je **velikost našeho vzorku** použitého pro analýzu konzistence, který byl v důsledku velké míry predace příliš malý ( $n = 16$ ). To je však v rozporu s výsledky studie, kterou provedli Dingemanse et al (2002), kteří testovali s pozitivním výsledkem konzistenci projevů u velkých ( $n > 100$ ), ale i u malých vzorků, dokonce menších, než byl vzorek náš ( $n = 20$  a  $n = 11$ ). Dalším možným důvodem pro nekonzistentní chování je **zkušenost kuřat získaná prvním odchytém** (např. Regolin et al 2000, Galef & Laland 2005). Pokud již při druhém odchytu kuřata nevnímají

situaci jako vysoce akutní a snaží se využít k osvobození veškeré zkušenosti z prvního odchyty, bylo by možným řešením provést pokus se změnou akutního podnětu, ovšem se zachováním časových limitů a při zachování hodnotících škál. Tedy pokusit se v rámci opakovaného odchyty opět dosáhnout akutního, případně alespoň neznámého charakteru celé situace. Pokud by se nám v takovém případě  **podařilo konzistenci prokázat**, byl by náš nynější nekonzistentní výsledek důkazem o tom, že se kuřata dokáží velice rychle poučit a své zkušenosti efektivně využít, a to již krátce po vylíhnutí.

Zjistili jsme, že do celkové charakteristiky čejčích kuřat, pro kterou se zdají být nejlepšími ukazateli již zmíněné tři vzájemně korelované projevy, dobře zapadá také  **míra vokalizace**. Ta z pohledu proaktivního a reaktivního syndromu nejspíše doposud zkoumána nebyla. My jsme však odhalili, že tyto charakteristiky jedinců dokonce zdůrazňuje, neboť celkově výrazní jedinci vykazují vysokou míru vokalizace, zatímco jedinci nevýrazní se chovají velmi tiše. Tento vztah míry vokalizace k proaktivitě či reaktivitě jedinců, který je podpořený nalezenými slabšími i poměrně silnými korelacemi ( $r \leq 0.59$ ) lze pozorovat i přesto, že se celkově míra vokalizace s rostoucím věkem u všech kuřat snižuje. V tomto směru známe jedinou provedenou studii, byť na telatech, která bez ohledu na behaviorální typ dokládá, že mladší jedinci ve zcela novém a neznámém prostředí vokalizují více než jedinci starší (de Passillé et al 1995). Tato skutečnost může souviset s rostoucí samostatností mláďat, kdy mladší jedinci mnohem častěji v nouzi „volají“ na pomoc své rodiče, zatímco starší se více spoléhají sami na sebe a snad si i více uvědomují, že „křik“ může přilákat nepřítel. Pro kuřata stará 1–2 dny z výsledků naší studie vyplývá nejsilnější korelace mezi vokalizací a nejakutnější fází celého odchyty, kterou představuje manipulace ( $r = 0.59$ ), zatímco u kuřat starých 3 a více dní jde o korelaci vokalizace a izolace v temné části boxu ( $r = 0.55$ ). Nejsme si však jistí, co tuto odlišnost způsobuje, neboť nás napadá více možností, které však prozatím nejsou důkladně prozkoumány. Jednou z těchto možností je určitá mentální vyspělost kuřat a sní kombinace sociality a proaktivně/reaktivní charakteristiky jedince. Na velmi mladá kuřata může temná část boxu působit poněkud tlumivě (velmi zjednodušeně řečeno, jako by najednou byla noc), zatímco starší kuřata se nejspíše tak snadno ošálit nenechávají a zároveň již mohou mít vyvinutější sociální vztahy (mezi sourozenci navzájem či mezi jednotlivci a rodiči). Navíc socialita sama o sobě již byla zkoumána z pohledu behaviorálních

korelací a její vyšší míra je přikládána proaktivitě jedinců (např. dle David et al 2011). To znamená, že starší proaktivní kuřata mohou v izolaci temné části boxu prožívat vyšší míru sociálního stresu nežli jedinci reaktivní. Vokalizace je tedy dalším možným behaviorálním ukazatelem celkové charakteristiky jedince, avšak nelze ji, na rozdíl od chování při manipulaci, riskování a chování v izolaci, sledovat u všech živočišných druhů. U těch druhů, u nichž ji sledovat lze, je potřeba zvážit možný vliv věku.

V souvislosti s dalšími možnými behaviorálními ukazateli, především ve smyslu reaktivity a proaktivity jedinců, jsme hledali možné rozdíly ve fyziologických funkcích, konkrétně v **míře exkrementace** a v **hodnotách dechové frekvence**. Vyšší míra exkrementace by dle Careau et al (2008) mohla souviset s proaktivitou jedinců, kteří jsou fyzicky aktivnější a mají tak vyšší energetické nároky. Nám se však žádné spojení s jakoukoli behaviorální charakteristikou **nalézt nepodařilo**. Jediné, ale zcela logické výsledky ukazují na **růst míry exkrementace s věkem** (zvyšující se s rostoucím příjmem potravy) a na **efekt rodiny u kuřat starých 1–2 dny**, který je velmi pravděpodobně zapříčiněn tím, že se kuřata dosud nekrmila a mezi sourozenci tedy nemohou být významné rozdíly. Více propojeny s behaviorální charakteristikou jedinců se zdají být hodnoty dechové frekvence, avšak ani zde **nejde o jasný behaviorální ukazatel**. Při porovnání našich výsledků s nedávno publikovanými výsledky ze studie Karlíkové et al (2018), při níž byla rovněž provedena měření dechů na kuřatech čejky chocholaté ve volné krajině, jsem našla shodu pouze částečnou. Zatímco u zmiňované studie (Karlíková et al 2018) byl pro první měření před izolací zjištěn pouze vliv věku (s věkem rostoucí dechová frekvence), v naší studii jsme zjistili vliv **denní teploty**, ale **zejména vokalizace**, která ve druhé studii řešena vůbec nebyla. **Vliv věku** jsme našli až pro měření dechové frekvence po manipulaci, zde společně s **vlivem denní teploty** a **ve shodě s výsledky** (Karlíkové et al 2018). S rostoucí denní teplotou a s rostoucím věkem se zvyšuje dechová frekvence. Pro toto druhé měření je již vokalizace za hranicí signifikance, ale zjistili jsme, že kuřata s vyšší hodnotou této dechové frekvence mají tendenci **utíkat při vypouštění**. Důvod je prozatím neznámý. Stejně tak jako chování při vypouštění je i samotná hodnota dechové frekvence ovlivněna příliš mnoha faktory, a protože nevykazuje jednoznačný vztah k projevům proaktivity/reaktivity, nelze ji považovat za jeden z významných ukazatelů.

Mou vlastní, ač nyní díky neprůkazné konzistenci poněkud vzdálenou ideou je značení jedinců právě dle behaviorální charakteristiky. Díky tomu by bylo možné

skutečně sledovat vztahy mezi behaviorálními syndromy a ekologickými důsledky, které z nich vyplývají. Například by bylo možné sledovat bez nutnosti odchyty párování dospělců ve vztahu k aktuálnímu stavu prostředí, přičemž mě ihned napadá otázka: Jakého samce hledá samice v prostředí s vysokým predáčním tlakem? Jde spíše o proaktivní a vysoce agresivní samce schopné odehnat predátora nebo o samce reaktivní a opatrné, kteří mohou potomkům předat pro takové prostředí výhodnější reaktivní geny? Rovněž by bylo možné sledovat frekvenci zastoupení behaviorálních syndromů v populaci a vyvodit tak, jaký faktor pravděpodobně populaci ohrožuje (více reaktivních jedinců = možný vysoký predáční tlak, více proaktivních jedinců = vysoce stresující prostředí, případně působení patogenu apod.).

Poněkud reálnější vizí je možnost porovnat údaje získané od kuřat čejky chocholaté s údaji od kuřat čejky černoprsé (*Vanellus indicus* – hnízdící v lagunách Spojených arabských emirátů), které budou předmětem našeho bádání v následujících letních měsících. Například Sih et al (2004a) uvádějí, že lze v rámci různých skupin porovnat průměrné chování s přihlédnutím k rozdílnosti ekologie druhu. Zde musíme dát pozor především na **působení vysokých denních teplot**, které mají u kuřat čejky chocholaté vliv na **chování při nálezu** (vliv vyšší teploty na nižší četnost vybíhání) a na **dechovou frekvenci**. „Dubajské čejky“ by rovněž mohly mnohem **méně vokalizovat** v důsledku potřeby ochlazovat se zrychleným dýcháním.

Další zajímavostí, která mě velmi zaujala a ráda bych se jí věnovala, je výraznost barevných částí těl (červené, oranžové a žluté barvy) a výraznost sekundárních pohlavních znaků v souvislosti s možným vizuálním hodnocením proaktivity a reaktivity (Peters 2007). Zde se opět prokazuje, že chování i fyziologie jsou jedním velkým složitým komplexem, který se skládá z navzájem, mnohdy však nepřímě, propojených dílků.



## 6 ZÁVĚR A PŘÍNOSY PRÁCE

Závěrem bych ráda shrnula nejdůležitější výsledky a vyzdvihla přínosy této práce.

U kuřat čejky chocholaté jsme zjistili, že:

- variabilitu chování lze sledovat již několik málo hodin po vylíhnutí
- ve vzorku 130 kuřat bylo více reaktivních jedinců (možný vliv vyššího predačního tlaku), proaktivní jedinci vykazují vyšší míru variability projevů
- chování při přímé manipulaci je nejlepším ukazatelem reaktivity či proaktivity
- proaktivita koreluje se zvýšenou ochotou riskovat, se zvýšenou aktivitou v izolaci, ale také s vyšší mírou vokalizace – zde je nutné zohlednit věk
- na tyto korelované hlavní behaviorální charakteristiky jedinců nemá vliv věk (kromě vokalizace), pohlaví kuřat, denní teplota ani počet pečujících rodičů
- všechny charakteristiky korelujících projevů nasvědčují přítomnosti behaviorálního syndromu, přestože konzistence zjištěna nebyla
- vokalizace se s rostoucím věkem snižuje, ale stále by měla její vyšší míra poukazovat na proaktivitu jedinců
- v blízké přítomnosti predátora jsou kuřata více ohrožena při nízkých denních teplotách – častěji vybíhají, čímž se prozradí a mohou se stát snazší kořistí
- funkce rodičovského varování je důležitá pro aktivaci antipredační strategie kuřat, ale také pro chování při jejich vypouštění – vyšší počet rodičů přiměl kuřata ve věku 1-2 dny po vypuštění utíkat, zatímco starší kuřata naopak spíše ležet (důvod zůstává neznámý), podstata těchto projevů může opět významně ovlivňovat míru přežívání zejména mladších kuřat
- na četnost vybíhání dále působí vyšší dechová frekvence měřená po manipulaci (brt2) a efekt rodiny – především u kuřat starých 1–2 dny
- dechovou frekvenci ovlivňuje denní teplota (vyšší teplota = rychlejší frekvence dechů) a u kuřat starých 1–2 dny také významně míra vokalizace (vyšší vokalizace = nižší frekvence dechů)
- přímý vztah dechové frekvence k projevům proaktivity či reaktivity nalezen nebyl
- délku hlavy lze využít coby zástupný ukazatel věku

Hlavním přínosem této práce je zjištění mnoha nových poznatků o chování kuřat prekociálního druhu ptáka vázaného na intenzivně využívanou zemědělskou krajinu. Především pak prokázání různých skutečností, které stále více přispívají k odhalení principu behaviorálních syndromů a k možnosti pochopit a naučit se rozpoznat hrozící ekologické důsledky bez nutnosti použití složitých testů.

Dalším důležitým přínosem je literární rešerše, v níž jsme se snažila o srozumitelné shrnutí velkého množství doposud zjištěných poznatků a z níž vychází **Digram behaviorálních spojitostí** (DOBC, kap. 8, Příloha 1). Tento diagram lze již nyní, s přihlédnutím k odlišnostem ve vokalizaci a ekologii, využít pro přípravu dalších behaviorálních studií, a to u různých živočišných druhů. Plánuji jej dále dle nově zjištěných skutečností aktualizovat. Souhrnná tabulka **Sumarizace hnízdní sezóny 2017** umístěná v Příloze 3 (kap. 8 Přílohy) může být využita pro rychlé porovnání základních údajů získaných z předchozích či budoucích hnízdních sezón čejky chocholaté.



*Foto: Veronika Janatová*

## 7 LITERATURA A POUŽITÉ ZDROJE

- Adamík P., 2008:** Čejka chocholatá. In: **Cepák J., Klvaňa P., Škopek J., Schröpfer L., Jelínek M., Hořák D., Formánek J. & Zárýbnický J., 2008:** Atlas migrace ptáků České a Slovenské republiky. Aventinum, Praha, str. 184-186.
- Beintema A. J., 1994:** Condition indices for wader chicks derived from bodyweight and bill-length. *Bird Study* 41 (1): 68-75.
- Bell A. M., 2005:** Behavioural differences between individuals and two populations of stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). *Journal of Evolutionary Biology* 18 (2): 464-473.
- Bell A. M., Hankison S. J., Laskowski K. L., 2009:** The repeatability of behaviour: a meta-analysis. *Animal Behaviour* 77 (4): 771-783.
- Benus R. F., Bohus B., Koolhaas J. M., van Oortmerssen G. A., 1991:** Heritable variation for aggression as a reflection of individual coping strategies. *Experientia* 47 (10): 1008-1019.
- Berg Å., Lindberg T., Källebrink K. G., 1992:** Hatching success of lapwings on farmland: differences between habitats and colonies of different sizes. *Journal of Animal Ecology* 61: 469-476
- Brommer J. E., Klun E., 2012:** Exploring the genetics of nestling personality traits in a wild passerine bird: testing the phenotypic gambit. *Ecology and Evolution* 2 (12): 3032-3044.
- Brown K. I., Nestor K. E., 1974:** 2. Implications of selection for high and low adrenal response to stress. *Poultry Science* 53 (4): 1297-1306.
- Brydges N. M., Colegrave N., Heathcote R. J., Braithwaite V. A., 2008:** Habitat stability and predation pressure affect temperament behaviours in populations of three-spined sticklebacks. *Journal of Animal Ecology* 77 (2): 229-235.
- Byrkjedal I., 1987:** Antipredator behavior and breeding success in Greater Golden-Plover and Eurasian Dotterel. *Condor*: 40-47.
- Careau V., Thomas D., Humphries M. M., Réale D., 2008:** Energy metabolism and animal personality. *Oikos* 117 (5): 641-653.

- Carere C., Groothuis T. G. G., Möstl E., Daan S., Koolhaas J. M., 2003:** Fecal corticosteroids in a territorial bird selected for different personalities: daily rhythm and the response to social stress. *Hormones and Behavior* 43 (5): 540-548.
- Casillas E., Smith L. S., 1977:** Effect of stress on blood coagulation and haematology in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Journal of Fish Biology* 10 (5): 481-491.
- Cavigelli S. A., McClintock M. K., 2003:** Fear of novelty in infant rats predicts adult corticosterone dynamics and an early death. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100 (26): 16131-16136.
- Cockrem J. F., 2007:** Stress, corticosterone responses and avian personalities. *Journal of Ornithology* 148 (2): 169-178.
- Cramp I., Simmons K. E. L., 1990:** Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa: the birds of the Western Palearctic: waders to gulls, vol. 3. Oxford University Press. Oxford.
- David M., Auclair Y., Cézilly F., 2011:** Personality predicts social dominance in female zebra finches, *Taeniopygia guttata*, in a feeding context. *Animal Behaviour* 81 (1): 219-224.
- de Passillé A. M., Rushen J., Martin F., 1995:** Interpreting behaviour of calves in an open-field test: A factor analysis. *Applied Animal Behaviour Science* 45 (3-4): 201-213.
- Dingemans N. J., Both C., Drent P. J., van Oers K., van Noordwijk A. J., 2002:** Repeatability and heritability of exploratory behaviour in great tits from the wild. *Animal Behaviour* 64 (6): 929-938.
- Dingemans N. J., 2003:** Natural selection and avian personality in a fluctuating environment (Doctoral dissertation).
- Drent P. J., van Oers K., van Noordwijk A. J., 2003:** Realized heritability of personalities in the great tit (*Parus major*). *Proceedings of the Royal Society of London B, Biological Sciences* 270 (1510): 45-51.
- Duckworth R. A., 2006:** Behavioral correlations across breeding contexts provide a mechanism for a cost of aggression. *Behavioral Ecology* 17 (6): 1011-1019

- Duckworth R. A., Badyaev A. V., 2007:** Coupling of dispersal and aggression facilitates the rapid range expansion of a passerine bird. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (38): 15017-15022.
- Evans M. R., Roberts M. L., Buchanan K. L., Goldsmith A. R., 2006:** Heritability of corticosterone response and changes in life history traits during selection in the zebra finch. *Journal of Evolutionary Biology* 19 (2): 343-352.
- Fiala V., 2002:** Čejka chocholátá (*Vanellus vanellus*) v oblasti Náměšťských rybníků a postupný pokles jejího stavu. *Crex* 18: 61-70.
- Flegr J., 2009:** *Evoluční biologie*. Academia, Praha: 569 str., 2. opravené a rozšířené vydání.
- Fraser D. F., Gilliam J. F., Daley M. J., Le A. N., Skalski G. T., 2001:** Explaining leptokurtic movement distributions: intrapopulation variation in boldness and exploration. *The American Naturalist* 158 (2): 124-135.
- Galef B. G., Laland K. N., 2005:** **Social learning in animals:** empirical studies and theoretical models. *Bioscience* 55 (6): 489-499.
- Garamszegi L. Z., Eens M., Török J., 2009:** Behavioural syndromes and trappability in free-living collared flycatchers, *Ficedula albicollis*. *Animal Behaviour* 77 (4): 803-812.
- Garamszegi L. Z., Rosivall B., Rettenbacher S., Markó G., Zsebók S., Szöllősi E., Török J., 2012:** Corticosterone, avoidance of novelty, risk-taking and aggression in a wild bird: No evidence for pleiotropic effects. *Ethology* 118 (7): 621-635.
- Hammond-Tooke C. A., Nakagawa S., Poulin R., 2012:** Parasitism and behavioural syndromes in the fish *Gobiomorphus cotidianus*. *Behaviour* 149 (6): 601-622.
- Hebb D. O., 1946:** Emotion in man and animal: an analysis of the intuitive processes of recognition. *Psychological Review* 53 (2): 88.
- Hughes R. N., 1997:** Intrinsic exploration in animals: motives and measurement. *Behavioural Processes* 41 (3): 213-226.

- Inoue-Murayama M., Kawamura S., Weiss A., 2011:** From genes to animal behavior: Social structures, personalities, communication by color. Tokyo, New York: Springer, Primatology monographs.
- Janatová V., 2016:** Dědičnost různých typů chování ptáků. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, katedra ekologie, Praha. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.
- Jones K. A., Godin J. G. J., 2010:** Are fast explorers slow reactors? Linking personality type and anti-predator behaviour. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 277 (1681): 625-632.
- Jongbloed F., Schekkerman H., Teunissen W., 2006:** Verdeling van de broedinspanning bij Kieviten. *Limosa* 79: 63-70.
- Karlíková Z., Kejzlarová T., Šálek M., 2018:** Breath rate patterns in precocial Northern Lapwing (*Vanellus vanellus*) chicks in the wild. *Journal of Ornithology*: 1-9.
- Klejdus J., 2013:** Z ptáčích perspektivy. Centa, spol. s r.o., Brno: 367 str., 1. vydání.
- Komiyama T., Iwama H., Osada N., Nakamura Y., Kobayashi H., Tateno Y., Gojobori T., 2014:** Dopamine Receptor Genes and Evolutionary Differentiation in the Domestication of Fighting Cocks and Long-Crowing Chickens. *PloS one* 9 (7): e101778.
- Koolhaas J. M., Korte S. M., De Boer S. F., van Der Vegt B. J., van Reenen C. G., Hopster H., Blokhuis H. J., 1999:** Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 23 (7): 925-935.
- Koolhaas J. M., de Boer S. F., Buwalda B., van Reenen K., 2007:** Individual variation in coping with stress: a multidimensional approach of ultimate and proximate mechanisms. *Brain, Behavior and Evolution* 70 (4): 218-226.
- Korsten P., Mueller J. C., Hermannstädter C., Bouwman K. M., Dingemans N. J., Drent P. J., Patrick S. C., 2010:** Association between DRD4 gene polymorphism and personality variation in great tits: a test across four wild populations. *Molecular Ecology* 19 (4): 832-843.

- Korte S. M., Beuving G., Ruesink W. I. M., Blokhuis H. J., 1997:** Plasma catecholamine and corticosterone levels during manual restraint in chicks from a high and low feather pecking line of laying hens. *Physiology & Behavior* 62 (3): 437-441.
- Kubelka V., Zámečník V., Šálek M., 2012:** Monitoring čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v České republice v roce 2008: výsledky a efektivita práce dobrovolníků. *Sylvia* 48: 1, 23.
- Lorenz K., 1993:** *Základy etologie: Srovnávací výzkum chování.* Academia, Praha: 254 str., 1. vydání.
- Lynch M., Walsh B., 1998:** *Genetics and analysis of quantitative traits* (Vol. 1, pp. 535-557). Sunderland, MA: Sinauer.
- Mason L. R., Smart J., Drewitt A. L., 2018:** Tracking day and night provides insights into the relative importance of different wader chick predators. *Ibis*.
- Odeh F. M., Cadd G. G., Satterlee D. G., 2003:** Genetic characterization of stress responsiveness in Japanese quail. 2: Analyses of maternal effects, additive sex linkage effects, heterosis, and heritability by diallel crosses. *Poultry Science* 82 (1): 31-35.
- Peters A., 2007:** Testosterone and carotenoids: An integrated view of trade-offs between immunity and sexual signalling. *Bioessays* 29 (5): 427-430.
- Quinn J. L., Cole E. F., Bates J., Payne R. W., Cresswell W., 2011:** Personality predicts individual responsiveness to the risks of starvation and predation. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, rspb20112227.
- R Core Team, 2014:** *A language and environment for statistical computing.* R Foundation for statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org/>
- Regolin L., Tommasi L., Vallortigara G., 2000:** Visual perception of biological motion in newly hatched chicks as revealed by an imprinting procedure. *Animal Cognition* 3 (1): (53-60).

- Riechert S. E., Hedrick A. V., 1993:** A test for correlations among fitness-linked behavioural traits in the spider *Agelenopsis aperta* (Araneae, Agelenidae). *Animal Behaviour* 46 (4): 669-675.
- Romero L. M., Reed J. M., 2005:** Collecting baseline corticosterone samples in the field: is under 3 min good enough? *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 140 (1): 73-79.
- Roodbergen M., Werf B., Hötker H., 2012:** Revealing the contributions of reproduction and survival to the Europe-wide decline in meadow birds: review and meta-analysis. *Journal of Ornithology* 153: 53-74.
- Ruis M. A., Bayne C. J., 1997:** Effects of acute stress on blood clotting and yeast killing by phagocytes of rainbow trout. *Journal of Aquatic Animal Health* 9 (3): 190-195.
- Seferta A., Guay P. J., Marzinotto E., Lefebvre L., 2001:** Learning differences between feral pigeons and zenaida doves: The Role of Neophobia and Human proximity. *Ethology* 107 (4): 281-293.
- Sih A., Bell A. M., Johnson J. C., 2004a:** Behavioral syndromes: an ecological and evolutionary overview. *Trends in Ecology & Evolution* 19 (7): 372-378.
- Sih A., Bell A. M., Johnson J. C., Ziemba R. E., 2004b:** Behavioral syndromes: an integrative overview. *The Quarterly Review of Biology* 79 (3): 241-277.
- Sih A., Cote J., Evans M., Fogarty S., Pruitt J., 2012:** Ecological implications of behavioural syndromes. *Ecology letters* 15 (3): 278-289.
- Skalka P., 2011:** *Zvyky zvířat*. Plot, Praha: 1. vydání.
- Sneddon L. U., 2003:** The bold and the shy: individual differences in rainbow trout. *Journal of Fish Biology* 62 (4): 971-975.
- Stamps J. A., Briffa M., Biro P. A., 2012:** Unpredictable animals: individual differences in intraindividual variability (IIV). *Animal Behaviour* 83 (6): 1325-1334.
- Šálek M., 2005:** Polygamní hnízdění čejek chocholatých (*Vanellus vanellus*) na Písecku v jižních Čechách. *Sylvia* 41: 72-82.



- Ter Braak C.J.F., P. Šmilauer, 2012:** “Canoco Reference Manual and User’s Guide: Software for Ordination (Version 5.0).” Microcomputer Power, Ithaca, USA
- Teunissen W., Schekkerman H., Willems F., Majoer F., 2008:** Identifying predators of eggs and chicks of Lapwing *Vanellus vanellus* and Black-tailed Godwit *Limosa limosa* in the Netherlands and the importance of predation on wader reproductive output. *Ibis* 150, Supplement 1: 74-85
- van Oers K., Drent P. J., de Goede P., van Noordwijk A. J., 2004:** Realized heritability and repeatability of risk-taking behaviour in relation to avian personalities. *Proceedings of the Royal Society of London B, Biological Sciences* 271 (1534): 65-73.
- van Oers K., Naguib M., 2013:** Chapter 3: Avian personality. In **Carere C., Maestriperi D.,** [eds.]: *Animal personalities: Behavior, Physiology, and Evolution.* University of Chicago Press, Chicago: str. 66-95.
- van Paassen A. G., Veldman D. H., Beintema A. J., 1984:** A simple device for determination of incubation stages in eggs. *Wildfowl* 35 (35): 173-178.
- Verbeek M. E., Drent P. J., Wiepkema P. R., 1994:** Consistent individual differences in early exploratory behaviour of male great tits. *Animal Behaviour* 48 (5): 1113-1121.
- Veselovský Z., 2001:** *Obecná ornitologie.* Academia, Praha: 375 str., 1. vydání.
- Veselovský Z., 2005:** *Etologie: Biologie chování zvířat.* Academia, Praha: 407 str., 1. vydání.
- West P. M., Packer C., 1990:** Sexual Selection, Temperature, and the Lion’s Mane. *Evolution* 44: 651.
- Zámečník V., 2013:** *Metodická příručka pro praktickou ochranu ptáků v zemědělské krajině.* AOPK, Praha.
- Zámečník V., Kubelka V., Šálek M., 2017:** Visible marking of wader nests to avoid damage by farmers does not increase nest predation. *Bird Conservation International*: 1-9.
- Zentall T. R., 2012:** Perspectives on observational learning in animals. *Journal of Comparative Psychology* 126 (2): 114.

# 8 PŘÍLOHY

## Popis přílohy 1

DOBC obsahuje dvě velká oddělená okna. Každé z nich nese unikátní kombinaci dílků, které jsem sestavila dle zjištěných faktů ze studií, jež cituji v této diplomové práci (viz kap. 2.2.1, 2.2.2, 2.3). Jde tedy o souhrn behaviorálních korelací, fyziologických korelací a ekologických důsledků, které primárně vycházejí ze vzájemného vztahu mezi:

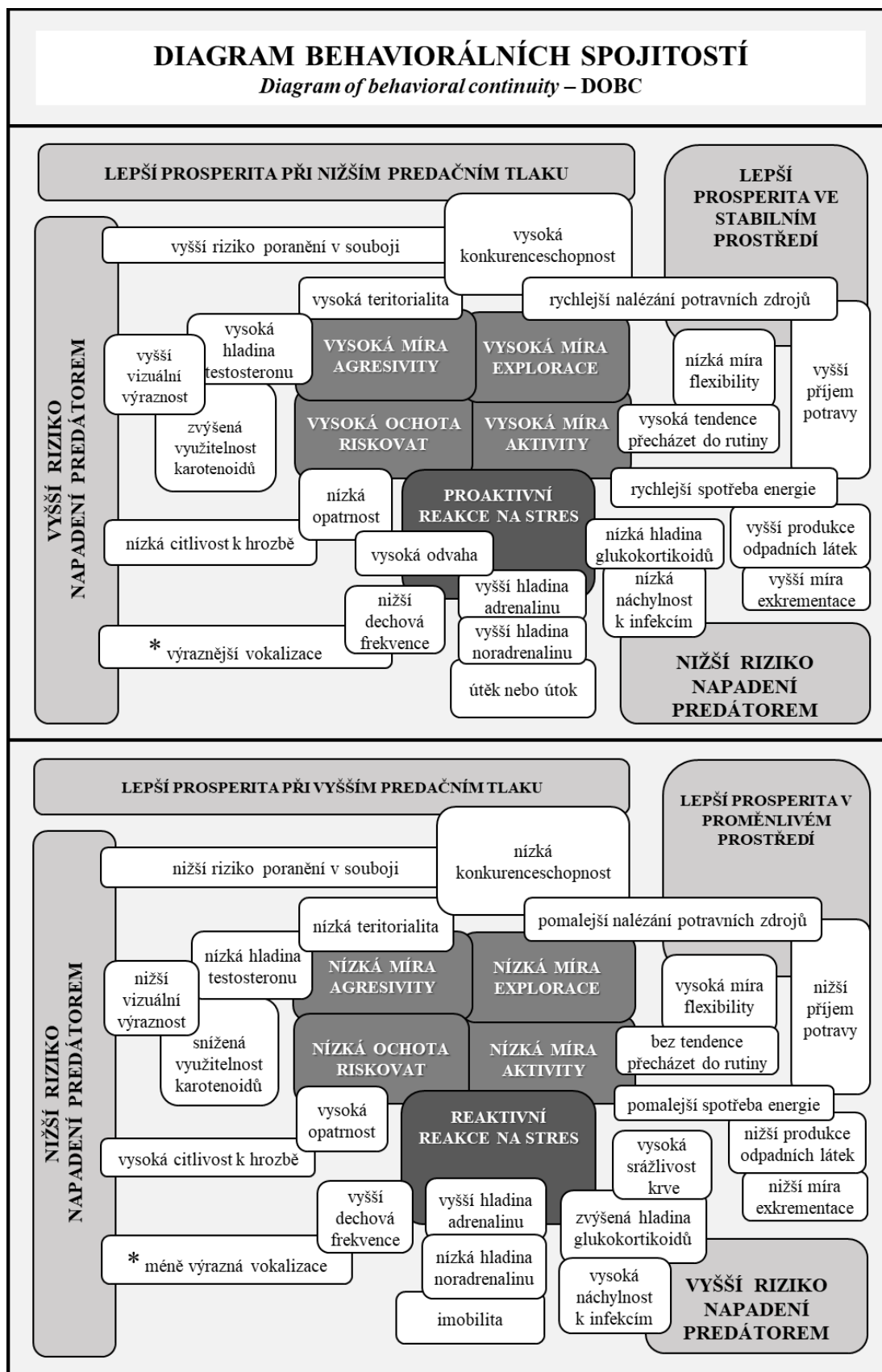
- proaktivní reakcí na stres, vysokou mírou agrese, vysokou ochotou riskovat, vysokou explorací a vysokou aktivitou (vrchní okno)
- reaktivní reakcí na stres, nízkou mírou agrese, nízkou ochotou riskovat, nízkou explorací a nízkou aktivitou (spodní okno)

Na výše jmenované, do středu okna umístěné, hlavní behaviorální korelace s potvrzenou dědičností, o nichž se zmiňuji v úvodu této práce, navazují jednotlivé dílky s dalšími vlastnostmi. Všechna místa překryvu mezi dílky značí konkrétní spojitosti, a to s určitou posloupností.

DOBC shrnuje zjištěná fakta ze studií různých živočišných druhů – nejčastěji ptáků, ale i ryb, hlodavců či bezobratlých. **Základ DOBC** však tvoří takové charakteristiky, které se mezi druhy neliší v absenci či přítomnosti, mohou se však lišit v intenzitě projevu (např. některé druhy jsou přirozeně více agresivní než jiné). Dílky označené hvězdičkou vycházejí z našich výsledků, zjištěných u kuřat bahňáků a nelze je tedy vztahovat všeobecně i na jiné druhy (některé druhy téměř nevokalizují).

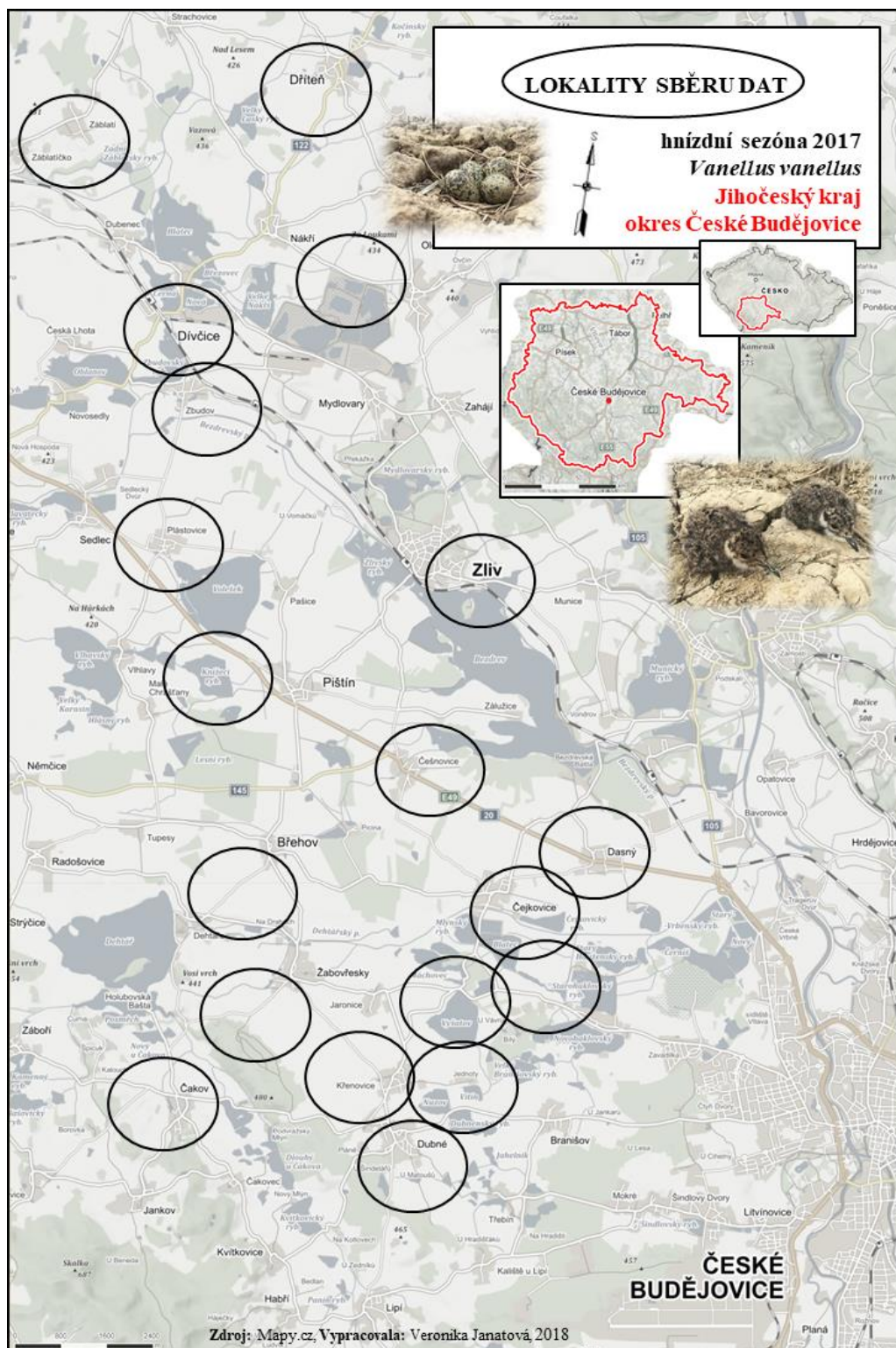
Tento diagram by měl sloužit pro vytvoření **základní představy** o tom, jak se mohou jednotlivé vlastnosti doplňovat a má poskytnout určité **vodítka při plánování behaviorálních testů**. Pro využití diagramu je tedy nutné zvažovat **fyziologii a ekologii testovaného druhu**, u druhů domestikovaných i historii případného šlechtění (umělou selekci), dále **věk testovaných jedinců** čili i možnost již **získaných zkušeností**, které mají na projevy významný vliv a taktéž **situaci**, které budou jedinci vystaveni – především její charakter (akutní, neakutní).

# Příloha 1



## Příloha 2

Obrázek znázorňuje podrobnější mapu lokalit sběru dat v hnízdní sezóně 2017. Obsahuje 19 černých kruhů, které znázorňují rozmístění lokalit s nálezy kuřat v terénu. V každém kruhu se nacházelo i několik hnízdních ploch – celkem 35.



### Příloha 3

Tabulka **Sumarizace hnízdní sezóny 2017** obsahuje souhrnný přehled veškerých základních údajů, které je možné využít např. pro srovnání s daty získanými od kuřat čejky chocholaté z budoucích nebo i předchozích hnízdních sezón. Hnízdní sezóna 2017 byla i přes počáteční nepřízeň počasí co do počtu nalezených hnízd, ale i nalezených a kroužkovaných kuřat **rekordní**.

<b>SUMARIZACE HNÍZDNÍ SEZÓN Y 2017 ČEJKA CHOCHOLATÁ - ČESKOBUDĚJOVICKO</b>	
<b>POLOŽKA</b>	<b>ÚDAJ</b>
počet nalezených hnízd / počet predovaných hnízd	<b>197 / 58</b>
počet nalezených kuřat / počet rodin s nalezenými kuřaty	<b>185 / 63</b>
počet lokalit s nalezenými kuřaty	<b>35</b>
počet kroužkovaných kuřat / počet kuřat s identifikační vlajkou	<b>179 / 25</b>
počet odebraných krevních vzorků	<b>155</b>
počet samic dle výsledku analýzy krve	<b>90</b>
počet samců dle výsledku analýzy krve	<b>63</b>
počet vzorků, které se nepodařilo analyzovat	<b>2</b>
počet kuřat bez odebraných krevních vzorků	<b>30</b>
počet kuřat jejichž data byla použita pro behaviorální analýzy	<b>130</b>
počet kuřat v kategorii 1-2 dny stará / v kategorii 3 a více dní stará	<b>94 / 36</b>
počet kuřat starých pouze několik hodin v době testování (přítomen vaječný zub)	<b>18</b>
počet opakovaně odchycených kuřat	<b>24</b>
průměrná váha kuřat nalezených v kategorii 1-2 dny stará	<b>16,9 g</b>
nejnižší / nejvyšší zjištěná váha kuřete v kategorii 1-2 dny stará	<b>13,3 g / 19,8 g</b>
průměrná váha samců / samic v kategorii 1-2 dny stará	<b>16,73 g / 16,98 g</b>
nejvyšší zjištěná dosažená váha kuřete v sezóně (věk 24 dní)	<b>146 g</b>
počet telemetricky sledovaných / nesledovaných kuřat, která dosáhla vzletnosti	<b>4 / 18</b>
průměrná frekvence dechů za 1 minutu při prvním měření (po nálezku kuřat)	<b>79</b>
průměrná frekvence dechů za 1 minutu při druhém měření (po manipulaci s kuřaty)	<b>62</b>
nejnižší zjištěná denní teplota při líhnutí kuřat (měřeno 20.4.2017)	<b>2°C</b>
nejvyšší zjištěná denní teplota při líhnutí kuřat (měřeno 22.6.2017)	<b>28°C</b>

## Příloha 4

### Analýza vlivu faktorů na projevy neměnné s věkem.

Tab. 8: Výsledek modelu PCA k analýze vlivu faktorů na projevy s věkem neměnné. Osa PC1 (dark, light, manip), osa PC2 (found), (n = 130).

	PC1	PC2	PC3	PC4
<b>found</b>	0,4477	<b>0,8581</b>	-0,2426	-0,0667
<b>dark</b>	<b>0,7022</b>	0,1177	0,7012	0,0374
<b>light</b>	<b>0,8166</b>	-0,3449	-0,1814	-0,4259
<b>manip</b>	<b>0,8317</b>	-0,2226	-0,2833	0,4225

Tab. 9: Vliv vybraných faktorů na osu PC1 (dark, light, manip). (GLM: F test, n = 130, p = 0.04466 pro idfam, Df = 44, p < 0.05).

PC1	Df	Deviance	AIC	F value	Pr(>F)
<none>		64.700	366.04		
sex	1	66.162	366.79	1.7180	0.19390
dt	1	64.881	364.39	0.2134	0.64546
<b>idfam</b>	<b>44</b>	<b>123.071</b>	<b>357.13</b>	<b>1.5583</b>	<b>0.04466 *</b>

Tab. 10: Vliv vybraných faktorů na osu PC1 (dark, light, manip). (GLM:  $\chi^2$  test, n = 130, Df = 1, p > 0.05 pro sex, dt i interakci).

PC1 ~ sex + dt + (1   idfam)				
	Df	AIC	LRT	Pr(Chi)
<none>		357.80		
sex	1	355.85	0.042290	0.8371
dt	1	355.80	0.001303	0.9712
sex:dt	1	357.80	1.04192	0.3074

Tab. 11: Vliv vybraných faktorů na osu PC2 (found). (GLM: F test, n = 130, p = 0.003681, Df = 1, p < 0.01).

PC2	Df	Deviance	AIC	F value	Pr(>F)
<none>		51.056	336.91		
sex	1	52.059	337.30	1.4928	0.225556
dt	1	51.363	335.65	0.4577	0.500761
<b>idfam</b>	<b>44</b>	<b>110.548</b>	<b>343.93</b>	<b>2.0127</b>	<b>0.003681 **</b>

Tab. 12: Vliv vybraných faktorů na osu PC2 (found). (GLM: T test, n = 130, p > 0.05 pro sex i dt).

PC2	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	1.89220	2.34886	0.806	0.4230
sex2	0.23085	0.18894	1.222	0.2256
dt	-0.09814	0.14506	-0.677	0.5008



## Analýza vlivu faktorů na projevy s věkem proměnlivé – kuřata stará 1-2 dny.

Tab. 13: Analýza PCA vliv faktorů na projevy s věkem proměnlivé – kuřata stará 1-2 dny. Vztah projevů k ose PC1 (excr, voice) a k ose PC2 (release), (n = 94).

	PC1	PC2	PC3
<b>release</b>	0,4546	0,8258	-0,3338
<b>excr</b>	0,7799	-0,0162	0,6257
<b>voice</b>	0,6533	-0,5553	-0,5147

Tab. 14: Vliv vybraných faktorů na osu PC1 (excr, voice), kuřata stará 1-2 dny. (GLM: F test, n = 94, p = 0.006688 pro idfam, Df = 29, p < 0.01), (T test: p > 0.05 pro sex, dt i interakci).

PC1	Df	Deviance	AIC	F value	Pr(>F)
<none>		45.476	263.39		
sex	1	48.090	266.59	3.5066	0.065921 .
dt	1	45.502	261.44	0.0354	0.851435
<b>idfam</b>	<b>29</b>	<b>91.485</b>	<b>270.39</b>	<b>2.1281</b>	<b>0.006688 **</b>
sex:dt	1	45.476	263.39	0.0586	0.809483

PC1	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	0.656845	4.380248	0.150	0.8813
sex2	-0.603100	0.843863	-0.715	0.4776
dt	-0.061323	0.271839	-0.226	0.8223
sex2:dt	0.010053	0.041513	0.242	0.8095

Tab. 15: Vliv vybraných projevů (sex, dt a efektu rodinu = idfam) na osu PC2 (release), kuřata stará 1-2 dny. (GLM: F test, n = 94, p = 4.762e-05 pro idfam, Df = 29, p < 0.001), (T test: p > 0.05 pro sex, dt i interakci).

PC2	Df	Deviance	AIC	F value	Pr(>F)
<none>		30.517	226.29		
sex	1	30.621	224.61	0.2092	0.6491
dt	1	31.322	226.71	1.6100	0.2093
<b>idfam</b>	<b>29</b>	<b>78.077</b>	<b>255.66</b>	<b>3.2782</b>	<b>4.762e-05 ***</b>
sex:dt	1	30.517	226.29	2.9097	0.09322 .

PC2	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	3.00720	3.50596	0.858	0.39445
sex2	1.19407	0.67543	1.768	0.08217 .
dt	-0.21217	0.21758	-0.975	0.33341
sex2:dt	-0.05668	0.03323	-1.706	0.09322 .

## Analýza vlivu faktorů na projevy s věkem proměnlivé – kuřata stará 3 a více dní.

Tab. 16: Analýza PCA vliv faktorů na projevy s věkem proměnlivé – kuřata stará 3 a více dní. Vztah projevů k ose PC1 (release, voice) a k ose PC2 (excr), (n = 36).

	PC1	PC2	PC3
<b>release</b>	-0,7924	-0,0963	-0,6023
<b>excr</b>	0,0655	0,9836	-0,1678
<b>voice</b>	-0,7829	0,1797	0,5956

Tab. 17: Vliv vybraných projevů (sex, dt a efektu rodinu = idfam) na osu PC1 (release, voice), kuřata stará 3 a více dní. (GLM: F test, n = 36, p = 0.04397 pro idfam, Df = 13, p < 0.05), (T test: p > 0.05 pro sex, dt i interakci)

PC1	Df	Deviance	AIC	F value	Pr(>F)
<none>		8.924	81.445		
sex	1	8.942	79.500	0.0240	0.87957
dt	1	9.259	80.476	0.4505	0.51482
<b>idfam</b>	<b>13</b>	<b>35.641</b>	<b>94.217</b>	<b>2.7635</b>	<b>0.04397 *</b>
sex:dt	1	8.924	81.445	4.0830	0.06834 .

PC1	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	1.9877	1.9997	0.166	0.87144
sex2	-7.3119	3.6096	-2.026	0.06775 .
dt	-0.2088	0.6660	-0.314	0.75971
sex2:dt	0.3666	0.1814	2.021	0.06834 .

Tab. 18: Vliv vybraných projevů (sex, dt a efektu rodinu = idfam) na osu PC2 (excr), kuřata stará 3 a více dní. (GLM: F test, n = 36, p > 0.05), (T test: p > 0.05 pro sex, dt i interakci)

PC2	Df	Deviance	AIC	F value	Pr(>F)
<none>		9.2298	82.387		
sex	1	9.2369	80.409	0.0092	0.9250
dt	1	9.2431	80.427	0.0173	0.8975
idfam	13	27.3942	86.848	1.8166	0.1551
sex:dt	1	9.2298	82.387	0.0063	0.9379

PC2	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-3.2164	14.2857	-0.225	0.8260
sex2	0.2863	4.2972	0.067	0.9481
dt	0.1180	0.7928	0.149	0.8844
sex2:dt	-0.0172	0.2160	-0.080	0.9379



**Analýza vlivu přítomnosti rodičů na všechny sledované projevy – kuřata stará 1 – 2 dny.**

Tab. 19: Analýza PCA – vliv rodičů na všechny sledované projevy u kuřat starých 1-2 dny. Osa PC1 (dark, light, voice, manip), osa PC2 (release), osa PC3 (excr) a osa PC4 (found), (n = 68).

	PC1	PC2	PC3	PC4
<b>found</b>	0,4063	-0,551	-0,1108	<b>0,5898</b>
<b>release</b>	0,2292	<b>0,6463</b>	0,5766	0,3178
<b>excr</b>	0,2803	0,5463	<b>-0,5739</b>	0,4174
<b>dark</b>	<b>0,5566</b>	-0,4515	0,2586	0,1386
<b>light</b>	<b>0,7511</b>	0,0675	0,255	-0,1742
<b>voice</b>	<b>0,7087</b>	0,0566	-0,3827	-0,3447
<b>manip</b>	<b>0,8644</b>	0,096	0,0109	-0,1521

Tab. 20: Vliv rodičů na všechny sledované projevy u kuřat starých 1-2 dny. (lme4, lmer:  $\chi^2$  test, n = 68, p = 0.002678 pro osu PC2 (release), Df = 1, p < 0.01, Estimate = 1.0425 ± 0.3279, pro PC1, PC3 a PC4 p > 0.05).

PC1 ~ parents + (1   idfam)				
	Df	AIC	LRT	Pr(Chi)
	<none>	198.48		
parents	1	196.56	0.087593	0.7673

PC2 ~ parents + (1   idfam)				
	Df	AIC	LRT	Pr(Chi)
	<none>	173.35		
parents	<b>1</b>	<b>180.36</b>	<b>9.0148</b>	<b>0.002678 **</b>

PC3 ~ parents + (1   idfam)				
	Df	AIC	LRT	Pr(Chi)
	<none>	194.22		
parents	1	194.07	1.8478	0.174

PC4 ~ parents + (1   idfam)				
	Df	AIC	LRT	Pr(Chi)
	<none>	197.37		
parents	1	195.37	0.002681	0.9587

### Analýza vlivu přítomnosti rodičů na všechny sledované projevy – kuřata stará 3 a více dní.

Tab. 21: Analýza PCA – vliv rodičů na všechny sledované projevy u kuřat starých 3 a více dní. Osa PC1 (dark, light, voice, manip), osa PC2 (found, excr) a osa PC3 (release), (n = 24).

	PC1	PC2	PC3	PC4
<b>found</b>	0,4541	<b>0,7301</b>	-0,1061	0,344
<b>release</b>	0,3638	0,1643	<b>-0,6424</b>	-0,6291
<b>excr</b>	-0,1833	<b>-0,7677</b>	-0,4384	0,2705
<b>dark</b>	<b>0,7654</b>	-0,2636	-0,2432	0,0286
<b>light</b>	<b>0,8025</b>	-0,1736	0,3742	-0,285
<b>voice</b>	<b>0,7365</b>	0,0591	-0,3451	0,4221
<b>manip</b>	<b>0,7782</b>	-0,3013	0,4389	0,0234

Tab. 22: Vliv rodičů na všechny sledované projevy u kuřat starých 3 a více dní. (lme4, lmer:  $\chi^2$  test, n = 24, p = 0.02701 pro osu PC3 (release), Df = 1, p < 0.05, Estimate = -0.81 ± 0.361, pro PC1 a PC2 p > 0.05).

PC1 ~ parents + (1   idfam)				
	Df	AIC	LRT	Pr(Chi)
<none>		68.969		
parents	1	67.190	0.22083	0.6384

PC2 ~ parents + (1   idfam)				
	Df	AIC	LRT	Pr(Chi)
<none>		78.077		
parents	1	76.078	0.0010417	0.9743

PC3 ~ parents + (1   idfam)				
	Df	AIC	LRT	Pr(Chi)
<none>		49.702		
parents	1	<b>52.592</b>	<b>4.8904</b>	<b>0.02701 *</b>

**Analýza vlivu věku, denní teploty a všech sledovaných projevů na hodnoty dechové frekvence měřené po nálezu (brf1) u všech odchycených kuřat.**

Tab. 23: Vliv vybraných faktorů (dt, věk a sledované projevy) na hodnoty dechové frekvence brf1. (GLM: F test, n = 130, Df = 1, p = 0.0038775 pro dt, p <0.01, p = 0.0003455 pro voice, p <0.001).

```
brf1 ~ dt + h + f + r + e + d + l + v + m
      Df Deviance    AIC F value    Pr(>F)
<none>      49880 1164.4
dt          1   53486 1171.5  8.6741 0.0038775 **
h           1   50402 1163.8  1.2551 0.2648244
f           1   50059 1162.9  0.4292 0.5136324
r           1   50501 1164.0  1.4927 0.2241979
e           1   49937 1162.5  0.1362 0.7127317
d           1   50002 1162.7  0.2935 0.5889703
l           1   50033 1162.8  0.3663 0.5461835
v           1   55522 1176.3 13.5733 0.0003455 ***
m           1   50619 1164.3  1.7780 0.1849251
```

**Analýza vlivu věku, denní teploty a všech sledovaných projevů na hodnoty dechové frekvence měřené po manipulaci (brt2) u všech odchycených kuřat.**

Tab. 24: Vliv vybraných faktorů (dt, věk a sledované projevy) na hodnoty dechové frekvence brt2. (GLM: F test, n = 130, Df = 1 pro všechny, p = 2.225e-05 pro dt, p <0.001, p = 0.0301582 pro head (věk), p <0.05, p = 0.0008884 pro release, p <0.001)

```
brt2 ~ dt + h + f + r + e + d + l + v + m
      Df Deviance    AIC F value    Pr(>F)
<none>      29206 1094.8
dt          1   33950 1112.4 19.4903 2.225e-05 ***
h           1   30378 1097.9  4.8139 0.0301582 *
f           1   29208 1092.8  0.0061 0.9378947
r           1   32035 1104.8 11.6215 0.0008884 ***
e           1   29207 1092.8  0.0011 0.9730186
d           1   29279 1093.1  0.2974 0.5865021
l           1   29206 1092.8  0.0002 0.9885817
v           1   30049 1096.5  3.4622 0.0652332 .
m           1   29221 1092.9  0.0596 0.8074772
```