

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**Přírodovědecká fakulta**

**Katedra ekologie**

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Ekologie



**Přežívání kuřat čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v zemědělské krajině**

*Chick survival of Northern Lapwing (*Vanellus vanellus*) in agricultural landscape*

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Vojtěch Kubelka

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

Praha 2014

## **PROHLÁŠENÍ**

Svým podpisem stvrzuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího práce a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze 14. 8. 2014

---

podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych moc rád poděkoval zejména svému školiteli Mirkovi E. Šálkovi za možnost využití jeho historických údajů, pomoc při sběru i zpracování dat, řadu cenných připomínek k dřívějším verzím rukopisu a celkové usměrňování při psaní této práce. Značnou část dat bych nemohl získat bez přispění dalších členů našeho „čejkařského týmu“. Při sběru dat v jižních Čechách mi nejvíce pomohla Radka Piálková, která dále analyzovala odebrané krevní vzorky, Kristýna Nohejlová, která měla na starosti zjišťování potravní nabídky pro čejčí kuřata pomocí padacích pastí i zpracování těchto vzorků, a Martin Sládeček. Příležitostně mi při terénních pracích pomáhali Kryštof Chmel, Kuba Vlček, Verča Dočekalová, Darina Kubelková, Martina Nacházelová a další příznivci výzkumu čejek, zejména účastníci tradiční jarní akce „Čejkování“. Dík patří rovněž Vaškovi Zámečnickovi, který byl s pomocí Vladimíra Štorka zodpovědný za sběr dat ve východních Čechách a pro srovnání mi poskytl některé výsledky. Své historické údaje o čejčích snůškách mi poskytli i Martin Bulla a Jirka Malina. Verče Dočekalové, Darině Kubelkové a Aleši Kubelkovi dále děkuji za všeobecnou podporu při psaní i pomoc s přepisem dat. Část dat mi pomohla přepsat i Kamila Mášková. Cenné připomínky k práci mi poskytl Lukáš Kratochvíl na výjezdním semináři katedry ekologie, Jirka Reif při dokončování rukopisu a Jirka Mlíkovský během výzkumu ptačích společenstev v bajkalských bažinách. Jirka Mlíkovský mi rovněž pomohl se získáním některých špatně dostupných publikací a Jirka Reif s jednou ze statistických analýz. Všem výše zmíněným patří můj velký dík za veškerou pomoc.

Studie byla podpořena grantem CIGA ČZU v Praze č. 20124218 – Rizika hnízdních ztrát čejky chocholaté v zemědělské krajině a možnosti jejich zmírnění.

## **ABSTRAKT**

Variabilita ve velikosti vajec v rámci ptačího druhu odráží rozdílné investice do rozmnožování a vedle vnitřních omezení a kvalit konkrétních samic může být ovlivňována i faktory vnějšího prostředí. Velikost vejce navíc do značné míry předurčuje osud vylíhlého mláděte. Porozumění faktorům ovlivňujícím přežívání mláďat prekociálních ptáků je klíčové nejen z hlediska lepšího pochopení rozmanitosti životních strategií, ale i pro efektivní ochranu ohrožených druhů.

Čejka chocholátá (*Vanellus vanellus*) je vhodným modelovým druhem pro studium vlivu klimatických proměnných na velikost vajec, stejně jako zkoumání faktorů ovlivňujících přežívání kuřat. V období 1988–2014 během 13 hnízdních sezón byla na Českobudějovicku změřena vejce v 714 hnízdech čejky chocholáté a v letech 2013–2014 byla sledována kondice, růst a přežívání 293 čejčích kuřat ze 100 rodinek na 37 lokalitách.

Množství srážek v březnu pozitivně ovlivňuje velikost vajec v průběhu celé sezóny. Mrazivé březnové teploty mají na velikost vajec snesených v březnu negativní vliv. S vyšším srážkovým úhrnem v březnu roste velikost březnových vajec a zároveň má úbytek průměrné velikosti vajec v sezóně větší sklon. Tento úbytek je zvýšen i menšími srážkami v dubnu. Vliv biotopu není významný.

Hmotnost i kondice vylíhlých kuřat pozitivně koreluje s velikostí vejce a tato kondiční výhoda je patrná také u starších kuřat. Lepší tělesnou kondici mají kuřata na podmáčených stanovištích a za přítomnosti samce u rodinky. Průměrná kondice je nejvyšší v biotopech: úhor, dno rybníka, louka, hnojiště. Kondici kuřat neovlivňuje vzdálenost přesunu rodinky. Denní přírůstek hmotnosti kuřete je největší okolo 20. dne věku kuřete a je pozitivně ovlivňován přítomností mokřiny.

Poměr pohlaví kuřat v rodince byl v obou letech vychýlen ve prospěch samic. Tato neočekávaná patrnost může mít zásadní dopad na poměr pohlaví v dospělosti a může vytvářet selekční tlak na udržování polygynních párovacích systémů a převažující rodičovskou péči samice.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

bahňáci, čejka chocholátá, klimatické faktory, kondice, kuřata, ochrana, poměr pohlaví, predace, prekocialita, potravní nabídka, přežívání, růst, velikost vajec, životní strategie

## **ABSTRACT**

The variability of egg-size within a bird species reflects different reproductive investments and, besides the intrinsic constraints and particular female quality, it can be affected by environmental factors, too. Moreover, the egg-size predetermines the chick performance. The knowledge of factors influencing precocial chick survival is crucial for better understanding of life-history strategies as well as for endangered species conservation.

The Northern Lapwing (*Vanellus vanellus*) represents a suitable model species for investigation of climate variables effects on egg-size and also to study factors influencing chick survival. Eggs in a total of 714 nests were measured during 13 breeding seasons over period 1988–2014 in South Bohemia and 293 lapwing chicks from 100 broods in 37 localities were monitored in 2013–2014.

The mean egg-size through the whole season is positively affected by March precipitation, March clutches also negatively by minus temperatures in March. The higher intensity of rainfall there is during March, the bigger eggs are laid in March and the steeper is slope of decline in mean egg-size during season. This decline is more profound with lower rainfall in April. The effect of habitat is not significant.

The body mass and condition of hatchlings is positively correlated with the egg-size and this condition advantage is apparent also in older chicks. Chicks are in better condition at water-logged sites and in families attended by male. The average condition is highest at pond bottoms, fallows, meadows and muckheaps. Family transfer does not influence chick condition. Daily growth rate of chick is highest around the age of 20 days and it is positively affected by marsh presence.

The brood sex ratio was different from unity, female chick dominance was observed both years. This unexpected pattern could have fundamental effect on adult sex ratio and create selection pressure for maintaining polygynous mating systems and prevalent female parental care.

## **KEY WORDS**

body-condition, chick, climate factors, conservation, egg-size, food supply, growth, predation, precociality, survival, life-history strategy, Northern Lapwing sex ratio, Shorebirds

## OBSAH

1. ÚVOD.....	7
1.1 Důsledky velikosti vajec pro přežívání mláďat.....	7
1.2 Faktory ovlivňující variabilitu ve velikosti vajec.....	7
1.3 Faktory ovlivňující přežívání prekociálních kuřat bahňáků.....	9
1.3.1 Velikost vejce a vylíhlého kuřete, role pohlaví.....	10
1.3.2 Kvalita rodičů.....	11
1.3.3 Potrava a její dostupnost, efekt sezóny a počasí.....	12
1.3.4 Přesuny a využívané biotopy.....	13
1.3.5 Predace a zemědělství.....	13
1.3.6 Provázané působení faktorů.....	14
1.4 Cíle práce.....	15
2. METODIKA.....	16
2.1 Představení modelového druhu.....	16
2.2 Studovaná oblast, hledání hnízd.....	17
2.3 Velikost vajec, hnízdní biotop.....	18
2.4 Kondice, růst a přežívání kuřat.....	19
2.5 Přesuny, predátoři a potravní nabídka kuřat.....	21
2.6 Zpracování a analýza dat.....	21
2.6.1 Velikost vajec, počasí, historické údaje.....	21
2.6.2 Růst a kondice kuřat.....	24
2.6.3 Statistické zpracování dat.....	28
3. VÝSLEDKY.....	29
3.1 Časová a prostorová variabilita ve velikosti vajec.....	29
3.1.1 Vliv klimatických faktorů na sklon úbytku průměrné velikosti vajec v sezóně.....	30
3.1.2 Vliv klimatických faktorů na průměrný objem vajec březnových snůšek.....	33
3.1.3 Vliv klimatických faktorů na průměrný objem vajec všech snůšek v sezóně.....	37
3.1.4 Vliv hnízdního biotopu na průměrný objem vajec všech snůšek v sezóně.....	39
3.1.5 Změna velikosti vajec v čase.....	41

3.2	Faktory ovlivňující kondici kuřat.....	42
3.2.1	Kondice kuřat při vylíhnutí.....	42
3.2.2	Faktory ovlivňující kondici kuřat starších čtyř dní.....	46
3.3	Růstové parametry a růst kuřat.....	51
3.3.1	Růstové parametry kuřat.....	51
3.3.2	Faktory ovlivňující rychlost růstu kuřat.....	53
3.4	Faktory ovlivňující přežívání kuřat.....	57
3.5	Efekt pohlaví kuřete a poměr pohlaví při vylíhnutí.....	57
3.6	Přesuny kuřat.....	60
3.7	Predátoři kuřat.....	60
3.8	Potravní nabídka kuřat.....	61
4.	DISKUZE.....	64
4.1	Časová a prostorová variabilita ve velikosti vajec.....	64
4.1.1	Vliv množství srážek a teploty.....	64
4.1.2	Vliv biotopu.....	67
4.1.3	Změny průměrné velikosti vajec v čase.....	67
4.2	Vliv velikosti vejce na kondici, růst a přežívání kuřat.....	69
4.3	Faktory ovlivňující kondici kuřat ve věku čtyř a více dní.....	70
4.4	Růstové parametry a růst kuřat.....	73
4.5	Efekt pohlaví kuřete a poměr pohlaví při vylíhnutí.....	74
4.6	Přesuny kuřat a biotopové preference.....	76
4.7	Predátoři kuřat.....	77
4.8	Potravní nabídka kuřat, efekt sezóny.....	79
4.9	Ochranařské aplikace.....	81
5.	ZÁVĚR.....	84
6.	LITERATURA.....	87

## 1. ÚVOD

### 1.1 Důsledky velikosti vajec pro přežívání mlád'at

Velikost ptačího vejce je jedním z měřítek rodičovských investic do potomstva, ale zároveň představuje důležitý parametr z hlediska budoucího růstu a přežívání mláděte (Williams 1994; Christians 2002; Krist 2011). Velikost vejce hraje podstatnější roli u prekociálních druhů ptáků, kde si mlád'ata krátce po vylíhnutí musí sama obstarávat potravu a jsou mnohem více vystavena nepříznivým vlivům okolního prostředí v porovnání s altriciálními mlád'aty v hnízdě (Starck & Ricklefs 1998). Prekociální druhy ptáků, s charakteristickými zástupci z podřádu bahňáků (Charadrii), ovlivňují přežívání svých potomků právě zvýšenou investicí do vajec, která jsou proporcčně k hmotnosti těla větší a energeticky bohatší než u altriciálních skupin ptáků (Rahn *et al.* 1975; Deeming 2002).

U většiny ptačích druhů byl nalezen pozitivní vztah mezi velikostí vejce a hmotností vylíhlého mláděte (Martin 1987; Christians 2002; Krist 2011). Nejinak tomu je u bahňáků (Byrkjedal & Kålås 1985; Grant 1991; Thompson & Hale 1991; Hegyi & Sasvári 1998a; Dittmann & Hötker 2001) a rovněž u čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) se z objemnějších vajec líhnou větší kuřata (Galbraith 1988a; Hegyi 1996; Blomqvist *et al.* 1997; Sheldon 2002; Larsen, Lislevand & Byrkjedal 2003). Tato větší kuřata se vyznačují lepší kondicí, jsou schopna dlouhodobější samostatné termoregulace, efektivněji hledají potravu a snáze unikají predátorům. Velikost vejce může pozitivně ovlivňovat jejich přežívání až do období dosažení vzletnosti (Davis 1975; Galbraith 1988a; Bolton 1991; Grant 1991; Sheldon 2002). Většina druhů ptáků řeší „*trade-off*“ mezi počtem vajec ve snůšce a jejich velikostí (Blackburn 1991; Figuerola & Green 2006; Martin *et al.* 2006). Avšak čejka chocholatá, stejně jako většina holo-arktických bahňáků (Lack 1947; Arnold 1999), zpravidla klade invariantní snůšku čtyř vajec (Klomp 1970), a představuje tudíž vhodný modelový druh pro studium faktorů ovlivňujících velikost vajec (Galbraith 1988a).

### 1.2 Faktory ovlivňující variabilitu ve velikosti vajec

Mnohem větší variabilita ve velikosti vajec ptáků je zjišťována mezi snůškami než v rámci jedné snůšky (Nol *et al.* 1984; Redmond 1986; Thompson & Hale 1991; Dittmann & Hötker

2001), to platí i pro čejku chocholatou (Blomqvist & Johansson 1995; Parish, Thompson & Coulson 2001). Velikost vajec se zdá být charakteristickým znakem jednotlivých samic, kdy vejce v několika snůškách jedné samice jsou si velikostně podobnější (Christians 2002). Přesto starší, zkušenější nebo hmotnější samice snášejí větší vejce než mladší a lehčí jedinci téhož druhu (Nol *et al.* 1984; Thompson & Hale 1991; Parish *et al.* 2001; Christians 2002). Svou roli zřejmě hraje vnitřní zásoba proteinů, či velikost vaječníků konkrétních samic (Christians 2002). Nezanedbatelný vliv na velikost vajec však mohou mít i faktory vnějšího prostředí jako je teplota a dostupnost potravy v období tvorby a snášení vajec (Lank *et al.* 1985; Perrins 1996; Nol, Blanken & Flynn 1997).

Je zřejmé, že energetické rezervy pro tvorbu vajec získává samice čejky z velké části až po příletu na hnízdiště (Galbraith 1989a; Blomqvist & Johansson 1995; Shrubbs 2007). Energeticky bohaté žížaly v tom zřejmě hrají podstatnou roli (Baines 1990). Například v jižním Švédsku čejky přilétaly na svá hnízdiště ve stejný čas, ale samice začaly dříve snášet vejce v teritoriích s vyšší početností žížal (Högstedt 1974). Bylo by zajímavé zjistit, zdali jsou čejky v některých biotopech schopny snášet větší vejce (díky lepším potravním podmínkám pro samice před snášením, případně preferencemi některých biotopů kvalitnějšími jedinci). Větší vejce byly nalézány ve snůškách na orné půdě oproti pastvinám (Murton & Westwood 1974; Galbraith 1988a; Blomqvist & Johansson 1995), ale podrobnější analýza jednotlivých biotopů na jemnější škále zemědělské mozaiky zatím chybí.

Vliv kvality rodičů na velikost vajec a rozdíly mezi základními kategoriemi hnízdních biotopů jsou celkem dobře popsány, ale doposud není známo, do jaké míry mohou klimatické faktory (teplota a srážky) ovlivňovat průměrnou velikost vajec čejky chocholaté, případně sklon úbytku průměrné velikosti vajec v sezóně – rozdíl velikosti vajec na začátku a ke konci sezóny. Průměrný objem vajec později v sezóně je zpravidla menší (Galbraith 1988a; Šálek 1995a; Hegyi 1996; Sharpe 2006), což souvisí s tím, že se jedná nejčastěji o náhradní snůšky (Galbraith 1988a; Hegyi & Sasvári 1998a). Teplejší zima a vlhčí jaro mohou urychlit začátek hnízdní sezóny (Both *et al.* 2005; Musters *et al.* 2010). Avšak vlhčí předjaří by mohlo znamenat rovněž větší množství snáze dostupné potravy pro samice (Ausden *et al.* 2001), které budou schopny shromáždit větší množství energie a následně snést větší vejce. V tom by mohly hrát rozdílnou roli i různé hnízdní biotopy. Naopak teploty pod bodem mrazu při příletu na hnízdiště (energie investovaná do termoregulace místo produkce vajec), nebo sucho později v sezóně a následný nedostatek potravy pro tvorbu vajec, by mohly být limitujícími



faktory pro čejky při kladení velkých vajec. Ověření těchto možných vztahů by mohlo vnést důležitý vhlad do dané problematiky s klíčovými důsledky pro následné přežívání kuřat.

### **1.3 Faktory ovlivňující přežívání prekociálních kuřat bahňáků**

Klíčovou součástí reprodukce ptáků, a také tou energeticky nejnáročnější (Drent & Daan 1980), je péče o mláďata. Alternativními strategiemi uplatňovanými ptáky jsou altricialita versus prekocialita mláďat a od nich se odvíjející rodičovské aktivity (Starck & Ricklefs 1998). O energetických požadavcích a omezeních prekociálních mláďat včetně kuřat bahňáků obecně existuje mnohem méně znalostí než o altriciálních mláďatech. Příčinou je mobilita prekociálních kuřat, kryptický vzhled i chování a jejich následné obtížné sledování a dohledávání v porovnání s altriciálními druhy, kde mláďata po vylíhnutí zůstávají v hnízdě (Starck & Ricklefs 1998; Schekkerman 2008).

Termínem „kuře“ se u bahňáků označuje období života od vylíhnutí do dosažení vzletnosti, což trvá přibližně 1 měsíc v závislosti na druhu (del Hoyo *et al.* 1996). Toto období je klíčovou periodou v životním cyklu bahňáků (Galbraith 1988b; Beintema & Visser 1989a; Beintema *et al.* 1991; Blomqvist *et al.* 1997; Schekkerman 2008; Schekkerman *et al.* 2009), na kuře jsou kladeny náročné požadavky z hlediska vlastního obstarávání potravy (Schekkerman & Visser 2001) a dochází k nejvyšší mortalitě (del Hoyo *et al.* 1996), a to zejména do 10 dní věku kuřete (Sharpe 2006; Schekkerman *et al.* 2009; Bodey *et al.* 2011), kdy jsou kuřata nejzranitelnější (Beintema & Visser 1989a). Vzletnosti se dožije průměrně jen okolo 25 % vylíhlých kuřat (Roodbergen *et al.* 2012).

Zatímco snůšku je většina druhů schopna po ztrátě až několikrát nahradit, po ztrátě mláďat zpravidla daný rok již ptáci nezahnízdí (Klomp 1951; del Hoyo *et al.* 1996). Část druhů je vázána na člověkem výrazně ovlivněnou zemědělskou krajinu, kde většina populací v posledních desetiletích čelí drastickým poklesům početnosti (např. Hötker 1991; BirdLife International 2004; Wilson *et al.* 2005; Delany *et al.* 2009). Současný úbytek početnosti mnoha evropských populací bahňáků je spojován právě s poklesem přežívání mláďat a následnou nízkou produktivitou a neschopností autoreprodukce jednotlivých populací (Roodbergen *et al.* 2012). Porozumění faktorům ovlivňujícím přežívání kuřat bahňáků je proto klíčové.

V následujících odstavcích bych rád podrobněji představil jednotlivé faktory nebo skupiny faktorů, které ovlivňují kondici, růst a přežívání prekociálních kuřat bahňáků. Protože se vliv těchto faktorů může druhově lišit a jejich podrobné rozpracování u jednotlivých druhů bahňáků přesahuje rámec záběru této studie, je představení jednotlivých faktorů zacíleno především na modelový druh – čejku chocholatu.

### **1.3.1 Velikost vejce a vylíhlého kuřete, role pohlaví**

Stejně jako u většiny ptáků (Williams 1994; Christians 2002; Krist 2011), velikost vajec čejky chocholaté zásadním způsobem předurčuje hmotnost, kondici a přežívání vylíhlého kuřete (Galbraith 1988a; Hegyi 1996; Sheldon 2002; Larsen *et al.* 2003; Sharpe 2006). Je však důležité se vypořádat s možnými matoucími faktory, jejichž vliv může být korelován s velikostí vajec. Jedná se o rodičovskou péči po vylíhnutí kuřat, přímé působení genů a složení (kvalitu) vejce (Krist 2011). U čejky je známo, že s většími vejci, které snášejí samice v lepší kondici (Galbraith 1988a; Blomqvist & Johansson 1995; Lislevand *et al.* 2005), případně starší samice (Parish, Thompson & Coulson 2001), je spojena kvalitnější rodičovská péče po vylíhnutí kuřat (Blomqvist *et al.* 1997). „Cross-fostering“ experiment, kde byly vyměněny snůšky mezi hnízdy s velkými a malými vejci, ukázal, že role rodičů při přežívání kuřat je rovněž důležitá. Kuřata z velkých vajec vyváděna rodiči snášejšími tato velká vejce přežívala do vzletnosti nejlépe. Nejhůře na tom byla kuřata z malých vajec s rodiči snášejšími tato malá vejce. Velmi podobné, průměrné, přežívání měla kuřata z velkých vajec vyváděna rodiči snášejšími malé vejce a naopak kuřata z malých vajec doprovázená rodiči snášejšími velká vejce (Blomqvist *et al.* 1997). Přestože u většiny ptáků „cross-fostering“ experimenty významně neovlivňovaly vztah velikosti vejce a přežívání mlád'at (Krist 2011), je zřejmé, že u čejky může mít efekt kvality rodičů, zejména samice, aditivní vliv na přežívání kuřat (Blomqvist *et al.* 1997). Porovnání rozdílného přežívání kuřat vylíhlých z různě velkých vajec v rámci jedné rodinky by mohlo odfiltrovat efekt rodičů a zároveň efekt genů.

Vliv kvalitativního složení vejce na následné přežívání mlád'at je doposud málo známý (Krist 2011). Například u kachen s větší velikostí vejce se absolutně i relativně zvětšuje objem žloutku (Pelayo & Clark 2002; Hořák 2006), energetické složky vejce, jejíž množství může mít zásadní vliv na budoucí kvalitu mláděte (Martin 1987; Schwabl 1993, 1996; Pelayo & Clark 2002), takže mlád'ata z větších vajec nejsou zvýhodňována pouze samotnou velikostí vejce, ale i relativně větší zásobou využitelné energie. Naopak u čejky chocholaté byl zjištěn

mírný pokles relativního množství žloutku ve větších vejcích (Galbraith 1988a), tudíž efekt složení vejce u tohoto druhu zřejmě nenařazuje efekt vlastní velikosti vejce.

Spolu s velikostí a kvalitou vejce souvisí i pohlaví zárodka. Většina pokusů o zjištění rozdílné velikosti vajec u ptáků v závislosti na pohlaví zárodka se setkala s neúspěchem (Rutkowska *et al.* 2013). V rámci studovaných bahňáků nebyl pohlavní dimorfismus ve velikosti vajec nalezen ani u jespáka bojovného (*Phylomachus pugnax*) v jihovýchodním Švédsku (Thuman *et al.* 2003) ani u čejky chocholaté v jihozápadním Norsku (Lislevand *et al.* 2005). Poměr pohlaví kuřat bahňáků při vylíhnutí je doposud zřídka studovaným fenoménem (Thuman *et al.* 2003; Székely *et al.* 2004). Na čejce chocholaté byla provedena jediná práce, kde se poměr pohlaví při vylíhnutí nelišil (Lislevand *et al.* 2005). Ohledně rozdílné kondice a růstu kuřat v závislosti na pohlaví u bahňáků existuje jen několik prací (Székely *et al.* 2004; Kentie *et al.* 2013), žádná však nebyla provedena na čejce chocholaté.

### 1.3.2 Kvalita rodičů

Nejen velikost vejce ovlivňuje přežívání kuřat prekociálních druhů ptáků (Krist 2011). Šance na přežití kuřat čejky chocholaté do vzletnosti se zvyšovala s věkem, hnízdními zkušenostmi rodičů a také s hmotností samice. Tyto kvalitnější samice rovněž snášely větší vejce, takže jejich kvalita měla aditivní vliv k velikosti vejce (Blomqvist *et al.* 1997). Naopak později hnízdící „sekundární“ samice v polygynním svazku měly menší vejce (Grønstøl 1997) a také horší přežívání kuřat. Vedle horší kvality sekundárních samic, které začaly hnízdit později, mohl přežívání jejich kuřat negativně ovlivňovat i samotný efekt sezóny. Přežívání kuřat sekundárních samic by mohlo být negativně ovlivněno i horší kvalitou menších domovských okrsků, které by sekundární samice zvládly uhájit (Grønstøl *et al.* 2013), protože agrese mezi samicemi může být značná (Liker & Székely 1997; Byrkjedal *et al.* 2000; Grønstøl, Byrkjedal & Fiksen 2003; Grønstøl, Lislevand & Byrkjedal 2014).

Přestože není jasné, zdali samec více pomáhá primární či sekundární samici s inkubací snůšky a následně s voděním kuřat (Grønstøl *et al.* 2013), je jisté, že samici hnízdící v monogamním svazku bude samec pomáhat více než samicím žijícím v polygynním svazku, ať už je jejich statut primární, či sekundární (Grønstøl 2003). Kuřata v rodinkách samic bez pomoci samce měla horší přežívání (Hegyí & Sasvári 1998a). Tudíž samotná přítomnost samce u rodinky, který může pomáhat zejména agresivním vyháněním potenciálních

predátorů (Elliot 1985a; Kis, Liker & Szekely 2000), může být pro přežívání kuřat důležitá a je potřeba zohledňovat tento faktor při testování vlivu ostatních.

### 1.3.3 Potrava a její dostupnost, efekt sezóny a počasí

Analýzou potravy kuřat čejky chocholaté se zabývalo několik prací. Autoři se shodli na tom, že čejčí kuře se oportunisticky živí na nejpočetnějších a jemu nejdostupnějších typech kořisti (Galbraith 1988b; Beintema *et al.* 1991; Johansson & Blomqvist 1996), kterou sbírá převážně z povrchu země, ale také z měkkého bahna či mělké vody. Jedná se především o žížaly, různé čeledi brouků, blanokřídlé, dvoukřídlé, pakomárovité, tiplicovité, ale i plže, koryše či pavouky. U hmyzu tvoří podstatnou složku potravy jeho larvy. Zastoupení složek potravy se výrazně lišilo mezi regiony, biotopy, ale i na stejné lokalitě v různých letech (Galbraith 1988b; Beintema *et al.* 1991; Johansson & Blomqvist 1996; Sheldon 2002; Ausden *et al.* 2003).

Potrava je pro čejčí kuřata nejlépe dostupná v nízkém a řídkém porostu s přítomností podmáčených míst či mělké vodní plochy (např. Johansson & Blomqvist 1996; Ausden *et al.* 2003; Devereux *et al.* 2004; Eglinton *et al.* 2008). Navíc bez vody kuře nemůže potravu strávit, přestává se živit a strádá. Voda bývá limitujícím faktorem zejména v pozdějším období hnízdní sezóny (Beintema *et al.* 1991). Potravní nabídka členovců obecně stoupá v dubnu a květnu a poté opět klesá v červnu. Později v sezóně klesá i dostupnost žížal, které se stahují hlouběji do půdy, zejména v suchých letech (Beintema *et al.* 1991). Čejčí kuře je omezeno na začátku sezóny nižší teplotou (Hegyí & Sasvári 1998b), kdy musí být rodičem často zahříváno a nestíhá se efektivně živit (Beintema & Visser 1989b; Beintema 1994), a naopak ke konci sezóny horší dostupností potravy (Matter 1982; Galbraith 1988c; Beintema *et al.* 1991). Zhoršenou dostupnost potravy může kuře kompenzovat větší aktivitou při jejím vyhledávání, tím se však vystavuje vyššímu riziku predace (Evans 2004). To vše naznačuje důležitost vylíhnutí kuřete ve správném období, a tedy i význam načasování hnízdění z hlediska pravděpodobnosti jeho celkové úspěšnosti (Beintema *et al.* 1985).

Čejčí kuřata jsou negativně ovlivňována nepřízní počasí. Za nižších teplot potřebují více zahřívání rodičem a méně času mohou věnovat hledání potravy (Beintema & Visser 1989b). Ještě horší dopad má deštivé počasí (Klomp 1954; Jackson & Jackson 1975; Beintema & Visser 1989b; Eglinton *et al.* 2010), avšak zvlhčení krajiny má

z dlouhodobějšího hlediska pozitivní dopad na dostupnost potravy (Jackson & Jackson 1975; Beintema 1994). Naopak příliš suchá období, zvláště později v sezóně, mohou být pro čejčí kuřata kritická (Beintema *et al.* 1991). Změny v zemědělském hospodaření (Johansson & Blomqvist 1996; Wilson *et al.* 1999; Schekkerman 2008) i aktuální výkyvy počasí (Galbraith 1988b; Beintema & Visser 1989b) výrazně ovlivňují množství dostupné potravy. Je důležité objasnit energetické požadavky různě starých kuřat a potravní nabídku jednotlivých mikrobiotopů, protože i sebelepší stanoviště pro rodiče při inkubaci snůšky výrazně zvyšující úspěšnost líhnutí může působit jako ekologická past (např. Schlaepfer *et al.* 2002), pokud zde ani v dostupném okolí starší kuřata se zvýšenými energetickými požadavky nenacházejí dostatek potravy. Studie o nabídce potravy a jejím využití s důsledky pro přežívání kuřat z lokalit střední Evropy zcela chybějí.

#### **1.3.4 Přesuny a využívané biotopy**

Vhodná potravní stanoviště často nejsou na místě vylíhnutí, takže čejčí rodinka musí podnikat různě vzdálené a náročné přesuny (Redfern 1982; Galbraith 1988b; Johansson & Blomqvist 1996; Bodey *et al.* 2011). K přesunům většinou dochází z orné půdy na pastviny, kde čejčí kuřata také obecně nejlépe prosperují (Redfern 1982; Galbraith 1988b; Johansson & Blomqvist 1996). Pokud rodinka nenachází vhodné potravní podmínky, může podniknout i několikakilometrové přesuny (Girard & Trolliet 1992; Sheldon 2002), ovšem s větší náročností přesunu klesá šance čejčích kuřat na přežití (Galbraith 1988b; Johansson & Blomqvist 1996). Pro čejky je tedy nejvýhodnější zahnídit na orné půdě, kde mohou snášet větší vejce, ale zároveň v blízkosti pastviny, kde budou čejčí kuřata lépe prosperovat (Galbraith 1988b).

#### **1.3.5 Predace a zemědělství**

Predace může být významným faktorem způsobujícím úmrtí kuřat bahňáků. Na rozdíl od predace hnízd je však mnohem méně často studována (MacDonald & Bolton 2008). K jejímu detailnímu zkoumání je totiž zapotřebí telemetrického sledování kuřat (Sharpe 2006; Schekkerman *et al.* 2009). I v tomto případě však řada predátorů zůstává neodhalena (Sharpe 2006). Podrobně byla provedena pouze jedna studie v Nizozemí, která odhalila sedm ptačích a tři savčí predátory (Teunissen *et al.* 2008), přičemž nejvýznamnějším z nich byla volavka

popelavá. Tři studie považují lišku obecnou za nejdůležitějšího predátora čejčích kuřat (Seymour *et al.* 2003; Junker *et al.* 2004; Rickenbach *et al.* 2011), to však nebylo potvrzeno v podrobné práci Teunissen *et al.* (2008). Predace vránou obecnou byla zjištěna ve třech studiích (Johansson & Blomqvist 1996; Bodey *et al.* 2011; Rickenbach *et al.* 2011).

Přímá likvidace kuřat při kultivaci pole zemědělskou technikou (Schekkerman, Teunissen & Oosterveld 2009) či zašlápnutí kuřete dobyt看kem (Junker *et al.* 2004) jsou spíše výjimečné. Naopak nepřímý vliv zemědělství na přežívání čejčích kuřat je velmi běžný. Vlivem chemizace klesla v zemědělské krajině nabídka potravy bezobratlých živočichů (Beintema & Visser 1994; Wilson *et al.* 1999) a polarizace zemědělství ovlivnila dostupnost biotopů vhodných pro vodění kuřat (Galbraith 1988b; Sheldon 2002; Sharpe 2006). Úbytek, vysušování a přehnojování vlhkých luk je dalším negativním prvkem intenzifikace zemědělství, který ovlivňuje hnízdní úspěšnost čejky (Hötker 1991; Wilson *et al.* 2001; Taylor & Grant 2004; Eglinton *et al.* 2008).

### **1.3.6 Provázané působení faktorů**

Výše zmíněné vlivy nepůsobí na čejčí kuřata odděleně. Velikost vejce společně s kvalitou rodičů předurčují kondici a přežívání kuřat (Galbraith 1988a; Blomqvist *et al.* 1997). Mortalita kuřat je nejvyšší do 10 dnů věku kuřete a poté postupně klesá (Galbraith 1988b; Schekkerman *et al.* 2009), jak se kuře stává méně závislé na zahřívání rodiči a je méně ovlivňováno nepřízní počasí. Počasí ovlivňuje dostupnost potravy a její dostatek je klíčový pro vypořádávání se s dalšími negativními vlivy okolního prostředí (Beintema & Visser 1989b). Potrava není rozmístěná rovnoměrně a kuřata často musejí podstupovat různě náročné přesuny na lepší potravní stanoviště (Redfern 1982; Sheldon 2002). V zemědělské krajině Evropy rozdílné způsoby hospodaření člověka významně ovlivňují výskyt a dostupnost vhodných biotopů pro vodění kuřat bahňáků (Galbraith 1988b). V prostředí pozmeněném člověkem je predační tlak často nejvýznamnějším faktorem určujícím míru mortality kuřat bahňáků (Teunissen *et al.* 2008) a kuřata oslabená z jiného důvodu jsou k predaci náchylnější (Evans 2004). Lepší pochopení souvislostí a spolupůsobení jednotlivých faktorů může přispět nejenom k lepšímu porozumění ekologických omezení a evolučních adaptací prekociality u bahňáků, ale může rovněž výrazně pomoci při efektivní ochraně těchto ohrožených druhů.

## 1.4 Cíle práce

Studie si kladla za cíl zjistit, jakým způsobem ovlivňují klimatické faktory průměrnou velikost vajec čejky chocholaté a dále podrobně sledovat kondici, růst a přežívání kuřat čejky chocholaté v podmínkách členité zemědělské krajiny střední Evropy. Práce byla zaměřena na hodnocení faktorů (velikost vejce, rodičovská péče, dostupnost potravy, využívané biotopy, efekt sezóny) s hledáním důsledků pro kondici, růst a přežívání mláďat. Doplňkově byla sledována potravní nabídka a predátoři kuřat. Na získaných datech byly testovány zejména následující hypotézy (uvedeny jako pracovní hypotézy formou otázky):

### Faktory ovlivňující průměrnou velikost vajec

- 1) Jsou průměrná velikost vajec čejky chocholaté a sklon úbytku velikosti vajec v sezóně ovlivněny klimatickými faktory (srážky, teplota) v období tvorby vajec po přiletu čejek na hnízdiště?
- 2) Pokud ano, které klimatické charakteristiky nejlépe vysvětlují rozdíly ve velikosti vajec?
- 3) Existují významné rozdíly ve velikosti vajec mezi různými biotopy?

### Faktory ovlivňující kondici, růst a přežívání kuřat

- 1) Závisí kondice kuřat při vylíhnutí na průměrné velikosti vajec ve snůšce?
- 2) Existuje sezónní trend v průměrné kondici kuřat při vylíhnutí?
- 3) Ovlivňuje hmotnost kuřete při vylíhnutí jeho následnou kondici?
- 4) Mají faktory: přítomnost mokřiny, obývaný biotop, výška biotopu, rok, datum vylíhnutí kuřete, věk kuřete, přesun kuřete od minulé kontroly a přítomnost samce u rodinky vliv na kondici kuřat ve věku čtyř a více dní?
- 5) Mají faktory: přítomnost mokřiny, obývaný biotop, rok, věk kuřete a hmotnost kuřete při vylíhnutí vliv na denní přírůstek hmotnosti kuřete?
- 6) Přežívají lépe kuřata s větší hmotností při vylíhnutí?
- 7) Existuje vychýlený poměr pohlaví ve vylíhnutých snůškách?
- 8) Liší se velikost vajec, hmotnost kuřat při vylíhnutí, kondice kuřat a datum vylíhnutí kuřete v závislosti na pohlaví?

## 2. METODIKA

### 2.1 Představení modelového druhu

Čejka chocholatá (*Vanellus vanellus*), coby typický kulíkovitý bahňák (Baker *et al.* 2007, 2012), se vyznačuje plně vyvinutou prekocialitou kuřat (mláďat od vylíhnutí po dosažení vzletnosti) a je vhodným zástupcem podřádu bahňáků pro sledování vlivu různých faktorů ovlivňujících přežívání prekociálních kuřat. Období kuřete je, stejně jako u ostatních druhů bahňáků, pro čejku chocholatou v průběhu životního cyklu klíčové (Galbraith 1988a; Beintema & Visser 1989a; Beintema *et al.* 1991; Blomqvist *et al.* 1997; Schekkerman 2008; Schekkerman *et al.* 2009). Na kuře jsou kladeny náročné požadavky z hlediska vlastního obstarávání potravy (Schekkerman & Visser 2001) a dochází k nejvyšší mortalitě v porovnání s ostatními fázemi životního cyklu (del Hoyo *et al.* 1996; Roodbergen *et al.* 2012).

Čejka chocholatá je druh s širokým hnízdním rozšířením ve většině zemí Evropy včetně ČR. Hnízdí na zemi zpravidla jednou ročně v monogamním, či polygynním svazku od konce března do června. K hnízdění využívá různé typy mokřadních biotopů s nízkou a řídkou vegetací, ale i zemědělsky obhospodařované travní porosty a ornou půdu (Cramp & Simmons 1983; del Hoyo *et al.* 1996; Shrubbs 2007). Čejčí snůška obsahuje zpravidla čtyři vejce, z nichž každé představuje přibližně 11 % z váhy samice (Galbraith 1988a). Snížená kondice kuřat vylíhlých z experimentálně navýšených pětikusových snůšek (Larsen *et al.* 2003) může být jedním z omezení velikosti snůšky. Velikost vajec v náhradních snůškách bývá menší (např. Galbraith 1988b; Šálek 1995; Hegyi 1996). Doba inkubace trvá zpravidla 21–25 dní od snesení posledního vejce (Jackson & Jackson 1975; Galbraith 1988a). Většinu inkubace zajišťuje samice, samec částečně pomáhá zejména s denní inkubací (Lislevand & Byrkjedal 2004; Lislevand *et al.* 2004; Jongbloed *et al.* 2006). Přestože je samice čejky schopna po ztrátě vajec snést až čtyři náhradní snůšky během sezóny (Klomp 1951), později zjara ve střední části Evropy rychle ubývá vhodných míst pro zahnízdění i vodění mláďat, a tudíž jsou nejpozdější snůšky zpravidla snášeny během května, výjimečně začátkem června (Šálek 1995a; del Hoyo *et al.* 1996; Hudec & Šťastný 2005; Shrubbs 2007).

Kuřata čejky jsou prekociální a nidifugní. Samec i samice se starají o mláďata tím, že zajišťují aktivní ochranu před predátory, vedou je na vhodná potravní stanoviště a pomáhají kuřatům udržovat tělesnou teplotu zahříváním, zejména v prvních dnech po vylíhnutí (Cramp & Simmons 1983). Okolo třech týdnů se kuře stává nezávislé na zahřívání (Beintema &



Visser 1994). Rodinky s čerstvě vylíhlými čejčími kuřaty se většinou přesouvají na vhodnější potravní stanoviště (Redfern 1982; Galbraith 1988b; Johansson & Blomqvist 1996; Bodey *et al.* 2011), přičemž tyto přesuny bývají rychlé a kuře nějaký čas po vylíhnutí čerpá zásoby energie ze žloutkového vajíčka, kterým je vybaveno (Galbraith 1988c). Hnízdo rodinka opouští zpravidla až ve chvíli, kdy jsou vylíhlá všechna mláďata (Cramp & Simmons 1983). Průměrná hmotnost kuřat po vylíhnutí se pohybuje obvykle od 16 do 18 g. Je zřejmé, že kuře se musí vylíhnout dostatečně vyvinuté, aby si mohlo samo obstarávat potravu. Z tohoto důvodu má vylíhlé kuře nejvyvinutější pohybový a potravní aparát společně se zrakem, důležitým smyslem čejky (Galbraith 1988c). Kuřata postupně přepeřují z prachového do juvenilního šatu a dosahují vzletnosti při dosažení přibližně 70 % hmotnosti plně vzrostlého ptáka ve věku 35–40 dní (Cramp & Simmons 1983; Fuller 1983; Redfern 1983; Beintema & Visser 1989b; Hegyi 1996; Sharpe 2006; Teunissen *et al.* 2008; Pilacka *et al.* 2009).

Čejka chocholatá je stálým objektem intenzivního vědeckého zájmu jak v zahraničí (MacDonald & Bolton 2008; Roodbergen *et al.* 2012; Byrkjedal *et al.* 2013; Grønstøl *et al.* 2014), kde se čejka dočkala i několika monografií (např. Shrubbs 2007), tak v ČR (Šálek 1994, 1995a, 2000a; b, 2005; Šálek & Šmilauer 2002; Šálek & Cepáková 2006; Žídková *et al.* 2007; Bulla *et al.* 2012; Kubelka *et al.* 2012a; Kubelka & Šálek 2013; Šálek & Zámečník 2014; Kubelka *et al.* 2014), kde je čejka na rozdíl od převažujících travinných porostů v západní Evropě (Roodbergen *et al.* 2012) vázána zejména na mozaiku různých biotopů orné půdy (Šťastný *et al.* 2006; Kubelka *et al.* 2012a). Významný pokles početnosti čejky chocholaté napříč Evropou (početnost klesá ve 22 evropských zemích, včetně těch s největší početností čejek jako je Velká Británie, Nizozemí, Polsko, Maďarsko, Bělorusko a evropská část Ruska) v posledních desetiletích (BirdLife International 2004), je zřejmě z velké části způsoben zhoršeným přežíváním čejčích kuřat (Roodbergen *et al.* 2012). Výjimečně zjištěný nárůst početnosti (Schroeder *et al.* 2008) není způsoben dostatečnou produktivitou populace, ale vlivem imigrace. Přes řadu ochrannářských snah se zatím nedaří pokles početnosti čejky chocholaté zastavit (Delany *et al.* 2009; O'Brien & Wilson 2011).

## **2.2 Studovaná oblast, hledání hnízd**

Hnízdní biologie čejky chocholaté byla studována v letech 1988–2014 na Českobudějovicku (380–410 m n. m.), v Českobudějovické pánvi od Ražic k Českým Budějovicím, kde výzkum probíhal na cca 50 km<sup>2</sup> zemědělské půdy (Šálek 1995a; Kubelka & Šálek 2013). V letech

2013 a 2014 zde byla také sledována kondice, růst a přežívání vylíhlých kuřat. Pro porovnání byly využity některé informace z Královéhradecka ve východních Čechách (Kubelka & Šálek 2013), kde byla čejčí kuřata sledována v letech 2012–2014.

Hnízda byla dohledávána propátráváním ploch pomocí dalekohledu z okraje pozemků (mimo binokulárních dalekohledů byly k dispozici špičkové stativové dalekohledy SWAROVSKI ATX 30–70 × 95 a MEOPTA Meostar S2-82 HD 30–60 × 80), případně pomocí rojnice s 3–10 účastníky (podrobněji viz Kubelka *et al.* 2012b), kontinuálně v průběhu celé sezóny od konce března do poloviny června na pozemcích s hnízdním výskytem čejek. Hledání čejčích hnízd je atraktivní činností a každoročně pracovnímu týmu v rámci terénních prací nepravidelně pomáhá několik ornitologických dobrovolníků.

### **2.3 Velikost vajec, hnízdní biotop**

U nalezených hnízd byly zaznamenány jejich GPS souřadnice (v letech 1988–1997 pozice do podrobné mapy), hnízdní biotop a počet vajec. Biotop, ve kterém bylo umístěno hnízdo, byl zařazen do jedné z 15 kategorií často podle pěstované plodiny: oraniště, podmítnuté strniště, čerstvě zvláčené případně oseté pole, obilí (nebylo-li možné rozlišit, zda se jedná o ozim či jařinu), ozim, jarní obilovina, řepka, kukuřice, fazole, brambory, úhor (pole nechané ladem, ruderalní plocha), louka, pastvina, jetel a dno upuštěného rybníka.

Posuvným měřítkem byla změřena délka a šířka každého vejce s přesností na 0,1 mm. Začátek inkubace odpovídal dni snesení třetího vejce. Pokud byla nalezena již kompletní snůška, začátek inkubace i předpokládaný den líhnutí byly odhadnuty na základě vodního testu (van Paassen *et al.* 1984; Šálek 1995b). Hnízda byla navštěvována v přibližně týdenních intervalech za účelem zjištění osudu hnízda, v době předpokládaného líhnutí kuřat častěji. Hnízda byla pro snazší opětovné dohledání označena tenkou cca 70 cm dlouhou vrbovou ratolestí v desetimetrové vzdálenosti od hnízda. Opakované návštěvy ani značení čejčích hnízd nezvyšují riziko predace (Galbraith 1987; Fletcher *et al.* 2005; Kragten *et al.* 2008). V některých rizikových biotopech (zejména oraniště a zvláčená pole připravená k osetí), bylo potřeba hnízda ochránit před zemědělskou technikou. To zajistilo umístění dvou tenkých bambusových tyčí po řádce 5 m daleko od hnízda z každé strany a následné upozornění zemědělce, který se takto označeným hnízdům vyhnul (podrobněji viz Kubelka *et al.* 2012b). Toto ochranné opatření umožnilo vylíhnutí řady hnízd, která by jinak byla zničena

zemědělskou technikou (Kubelka & Šálek 2014). Ani označení bambusovými tyčemi nezvyšovalo riziko predace hnízda (naše nepublikované údaje). Za úspěšně vylíhlé bylo považováno takové hnízdo, v němž se vylíhlo alespoň jedno kuře. Pokud již mláďata byla mimo hnízdo, důkazem o jeho úspěšném vylíhnutí byl nález malých kousků vaječných skořápek v hnízdní kotlince (Green *et al.* 1987; Shrubbs 2007) a sešlapaná výstelka.

## 2.4 Kondice, růst a přežívání kuřat

Vylíhlá kuřata byla v den líhnutí (případně následující den) na hnízdě nebo v těsném okolí hnízda zvážena digitálními váhami PESOLA PPS200 s přesností na 0,01 g, některá kuřata byla zvážena pružinovými váhami s přesností na 0,5 g, u všech kuřat byla změřena posuvným měřítkem délka zobáku, tarzu a délka hlavy se zobákem s přesností na 0,1 mm. Pro zjištění pohlaví byla kuřatům z nožní žíly odebrána kapička krve shodně s Székely *et al.* (2004). Kuřata byla okroužkována obarveným hliníkovým kroužkem typu „H“ Národního muzea v Praze (číslo kroužkovací licence autora: 1118), případně vybavena vysílačkou PicoPips (0,4 g, životnost přibližně 22 nebo 50 dní, Biotrack, UK). Celková zátěž pro vylíhlé kuře zpravidla nepředstavovala více než 3 % jeho hmotnosti. Vysílačka byla připevněna lepidlem LOCTITE Power Flex Gel, zajišťujícím pružnost spoje, na zakrácené prachové peří na zádech kuřete, podobně jako (Schekkerman *et al.* 2009). Vysílačkou bylo vybaveno jedno až dvě kuřata z rodinky. Při předčasném úmrtí kuřete bylo možné vysílačku opakovaně využít v rámci jedné sezóny. K radiotelemetrickému sledování označených čejčích kuřat byly využity přijímače SIKA a Yaggi antény (Biotrack, UK). Mimo kuřata ze známých hnízd byla podobným způsobem změřena a zvážena kuřata z rodinek, kde nebyl s jistotou znám věk rodinky ani parametry hnízda.

Po vylíhnutí celé rodinky byla přežívající kuřata dohledána a znovu zvážena i přeměřena přibližně jednou za 7–10 dní, častější rušení by mohlo negativně ovlivnit přežívání kuřat (Sharpe *et al.* 2009). Hmotnost byla měřena zpravidla s přesností na  $\pm 0,5$  g, hmotnost kroužku byla u kuřat nad 50 g hmotnosti zanedbávána. Řada kuřat před zvážením stihla defekovat, takže stejně nebylo možné získat přesnější informace o hmotnosti. V několika případech měla kuřata obalena prsty případně zobák bahnem (do 5 g), toto bahno bylo před zvážením kuřete očištěno. V roce 2014 byla kuřata vážící více jak 80 g vybavena rovněž žlutým barevným kroužkem (0,33 g) na pravé noze a oranžovou odečítací vlajkou s dvoumístným kódem – písmeno a číslo (0,37 g) na levé noze. Toto barevné označení

usnadňovalo vzdálenou identifikaci v terénu a je nezbytným předpokladem pro podrobné sledování hnízdní biologie lokální populace čejky chocholaté. Telemetricky sledovaná mrtvá kuřata byla dohledána a pokud to bylo možné, byla určena příčina úmrtí. Telemetrie byla na Českobudějovicku prováděna pouze v roce 2013 a často docházelo ke ztrátám vysílaček, takže ani nemohlo prakticky docházet k ovlivnění kondice, či přírůstku hmotnosti kuřete v důsledku připevněné vysílačky. Na Královéhradecku se telemetrie kuřat uplatnila ve všech sezónách 2012–2014. Kuřatům těsně před vzletností byla vysílačka opatrně odebrána, případně po pár dnech sama odpadla s postupným odrůstáním prachového peří.

Rodinka byla co nejčastěji dohledávána pomocí barevně označené samice, či kuřat nebo radiotelemetricky sledovaných kuřat. Její pozice byla zaznamenána do mapy bez rušení rodinky. Pokud to situace umožňovala, bylo provedeno kontinuální pozorování rodinky (bez rušení z dostatečné vzdálenosti) se zaznamenáváním aktivity kuřat, výskytu potencionálních predátorů a chování rodičů (zejména přítomnosti samce). Přítomnost samce u rodinky byla rozdělena do 5 kategorií: NA – neznámo (nejčastěji při dohledávání kuřat bez jejich předchozí observace), 0 – samec jistě nepřítomný, 1 – samec jistě přítomný, 2 – samec asi přítomný (poblíž se vyskytoval samec a pravděpodobně patřil k rodince), 3 – samec asi nepřítomný (dále od sledované rodinky je samec, pravděpodobně patřící k jiné rodince). Dvě poslední kategorie reflektují skutečnost, že samec se zpravidla zdržuje dále od kuřat než samice (Hegyi & Sasvári 1998b; Liker & Székely 1999a) a bez delšího pozorování není jednoduché rozhodnout, zdali opravdu patří k rodince.

Při odchytu či pozorování kuřete byl vždy zaznamenán biotop, ve kterém se kuře vyskytuje, odhadnuta jeho výška v cm a popsána míra vlhkosti. Kategorie biotopů výskytu kuřat jsou stejné jako kategorie biotopů pro hnízda (blíže viz kap. 2.3). Míra vlhkosti mohla dosahovat tří kategorií: 1) sucho – v dosahu kuřete, zpravidla do 100m vzdálenosti, nejsou přítomna žádná vlhká ani podmáčená místa; 2) vlhko – v dosahu kuřete jsou zřetelně vlhká místa případně drobné louže po deštích; 3) mokřina – v dosahu kuřete je alespoň jedna mokřina, výrazně a dlouhodoběji podmáčené místo s otevřenou vodní plochou alespoň 25 m<sup>2</sup>, na které navazuje vlhké okolí. Podmáčená místa, zejména v polních kulturách, zpravidla charakterizuje i řidší a nižší porost vegetace.

## 2.5 Přesuny, predátoři a potravní nabídka kuřat

Přesuny rodinek byly zaznamenávány do mapy, stejně jako biotop, jeho výška a přítomnost mokřiny. Chybějící rodinky byly zpravidla několikrát dohledávány v širším okolí místa (do 1 km) posledního výskytu, chybějící telemetricky sledovaná kuřata byla vždy snaha dohledat ještě ve větší vzdálenosti podle radiového signálu vysílačky. Podle charakteru nálezu vysílačky (poblíž hnízda poštolky obecné, pod hustým jehličnanem s nálezem peří kalouse ušatého) bylo usuzováno na případného predátora čejčího kuřete.

Pilotně byla v roce 2014 na Českobudějovicku sledována potravní nabídka pomocí zemních padacích pastí s fixační tekutinou (podobně s Thomas & Marshall 1999; Meek *et al.* 2002) na bezobratlé živočichy obývající povrch půdy. Pasti byly rozmístěny v rámci do čtverce s 20m rozestupy a jednou pastí uprostřed tak, aby rovnoměrně pokryly relevantní mikrobioty na čejčím hnízdišti. Sběr potravní nabídky proběhl na 14 čejčích hnízdištích od poloviny dubna do začátku července a pasti byly vybírány po  $11,1 \pm 5,6$  (SD) dní, celkem bylo provedeno 56 výběrů pastí, zpravidla čtyři výběry pastí na lokalitu. Dle zahraničních studií (Galbraith 1989b; Beintema *et al.* 1991; Johansson & Blomqvist 1996) by kořist v potravě kuřat měla odpovídat potravní nabídce ve využívaném biotopu.

## 2.6 Zpracování a analýza dat

### 2.6.1 Velikost vajec, počasí, historické údaje

Pro statistickou analýzu byla data počátku inkubace čejčí snůšky, data líhnutí rodinky a data kontroly kuřete vyjádřena jako pořadí konkrétního dne od začátku roku. Pro umožnění srovnání jednotlivých let nebyl v přestupných letech zohledňován 28. únor. Tudiž pro každý rok hodnota 91 = 1. duben, 121 = 1. květen, 152 = 1. červen apod.

Hnízdní biotop „jařina“ se v analýze vlivu biotopu na velikost vajec sestává z jednotlivých biotopů: „zvláčené/oseté pole“, „jarní obiloviny“, „kukuřice“ a „jarní fazole“. Tyto biotopy nebyly do roku 1997 rozlišovány, navíc fenomén současného výskytu většiny náhradních snůšek v kukuřici nebyl znám. Kategorie „mokřad“ značí zejména podmáčené ostřicoviště (zpravidla výtopu rybníka). Dno rybníka je postupně v sezóně zarůstající pás bahnitého břehu na dně rybníka. Pro „mokřad“ i „dno rybníka“ je charakteristický stálý

výskyt dostatku vody. Pro podrobnější popis a rozdělení některých biotopů viz Kubelka *et al.* (2012c, 2013).

Na základě znalosti rozměrů vajec byl vždy vypočten objem vejce podle vzorce:  $V = 0,457 * L * B^2$ , kde  $V$  = objem vejce,  $L$  = délka vejce v mm,  $B$  = šířka vejce v mm (Galbraith 1988a). Rozměry byly převedeny na  $cm^3$  a byla spočtena průměrná velikost vejce v každé snůšce. Protože se neliší průměrný objem vajec v různě velkých snůškách (dvě, tři, čtyři nebo pět vajec) čejek sledované populace (Šálek 1995a, naše nepublikované údaje), výpočty byly provedeny se všemi snůškami, pro které byly známy rozměry vajec a začátek inkubace. Většina z 714 snůšek byla čtyřvaječná, méně jak 11 % tvořily třívaječné snůšky, méně než 1 % dvouvaječné snůšky, pětívaječná snůška byla nalezena pouze jednou.

Na základě vlastních znalostí studovaného druhu a informací v literatuře (Cramp & Simmons 1983; Shrubbs 2007) byly sestaveny vhodné klimatické proměnné (faktory), které by mohly ovlivňovat úbytek průměrné velikosti vajec v sezóně (SKLON), průměrnou velikost vajec v březnových snůškách (OBJEM\_sti90) a ve všech snůškách (OBJEM\_komplet) dané sezóny (tab. 1). SKLON a OBJEM\_komplet byly vypočítány na základě všech snůšek, pro OBJEM\_sti90 byly využity pouze březnové snůšky.

Pro srážkové úhrny byly vybrány průměrné hodnoty pro celé jižní Čechy (Český hydrometeorologický ústav 2014), protože tyto údaje pravděpodobně vystihují situaci na celém sledovaném území Českobudějovické pánve lépe, než konkrétní meteorologická stanice. Pro kontrolu však byla provedena korelace průměrných úhrnů srážek v jižních Čechách s hodnotami naměřenými meteorologickou stanicí v Chelčicích (M. Šálek in litt.), situovanou v prostřední části sledované oblasti Českobudějovické pánve. Březnové úhrny srážek v letech 1985–2000 spolu silně korelovaly (Pearsonův korelační koeficient = 0,93;  $t = 9,84$ ;  $df = 14$ ;  $P \ll 0,001$ ). Proto byla průměrná data z jižních Čech považována za relevantní.

Pro kumulativní součty záporných teplot byly vybrány údaje z meteorologické stanice v Českých Budějovicích (InMeteo 2014), protože nadmořská výška Českých Budějovic dobře odpovídá situaci ve sledované části Českobudějovické pánve. Zde naměřené hodnoty minimálních denních teplot, které jsou závislé na nadmořské výšce, poskytují relevantní odhady pro sledovanou oblast. Byl proveden součet maximálních záporných denních hodnot v průběhu příslušného měsíce. Kvůli absenci dat z let 1996 a 1997 z Českých Budějovic byly tyto hodnoty dopočteny na základě průměrného rozdílu minimálních teplot mezi meteorologickými stanicemi v Českých Budějovicích (388 m. n. m.) a v Temelíně

(503 m. n. m.) v roce 1994. Hodnoty naměřených teplot pod bodem mrazu v únoru až dubnu 1994 z obou stanic spolu silně korelovaly (Spearmanův korelační koeficient = 0,91;  $S = 10954,02$ ;  $P \ll 0,001$ ). Pro průměrné březnové teploty nebyla veřejně dostupná data z meteorologické stanice v Českých Budějovicích. Proto byly využity průměrné hodnoty z celých jižních Čech (Český hydrometeorologický ústav 2014). Pro kontrolu byla provedena korelace průměrných březnových teplot v letech 1985–2000 z jižních Čech s teplotami z meteorologické stanice v Chelčicích (z této stanice nebyla data dostupná po roce 2000, proto nemohla být využita v následných analýzách). Údaje obou stanic spolu silně korelovaly (Pearsonův korelační koeficient = 0,99;  $t = 30,98$ ;  $df = 14$ ;  $P \ll 0,001$ ). Proto byla průměrná data z jižních Čech považována za relevantní.

**Tab. 1.** Zkoumané proměnné velikosti vajec a klimatické faktory. Pro každou proměnnou a faktor byla získána jedna hodnota pro jednu hnízdní sezónu. Pro SKLON a OBJEM\_komplet jsou relevantní všechny faktory, pro OBJEM\_sti90 byly z testování vyřazeny faktory SR1, SR2, SR6 a tp2. Srážky představují průměrné hodnoty pro Jižní Čechy (Český hydrometeorologický ústav 2014), stejně jako průměrná teplota v březnu. Pro kumulativní součty maximálních záporných teplot byla využita data z Českých Budějovic (InMeteo 2014).

proměnné:	
<b>SKLON</b>	sklon úbytku průměrné velikosti vejce v průběhu sezóny
<b>OBJEM_sti90</b>	průměrný objem snůšek, jejichž inkubace začala do 31. března včetně
<b>OBJEM_komplet</b>	průměrný objem všech snůšek nalezených během sezóny
faktory:	
<b>SR1</b>	- součet srážek v lednu až březnu/součet srážek v dubnu (JC data)
<b>SR2</b>	- součet srážek v únoru až březnu/součet srážek v dubnu (JC data)
<b>SR3</b>	- součet srážek v lednu až březnu (JC data)
<b>SR4</b>	- součet srážek v únoru až březnu (JC data)
<b>SR5</b>	- součet srážek v březnu (JC data)
<b>SR6</b>	- součet srážek v dubnu (JC data)
<b>tp1</b>	- kumulativní součty maximálních záporných teplot (součet hodnot pod 0°C) v březnu (ČB data)
<b>tp2</b>	- kumulativní součty maximálních záporných teplot v březnu a dubnu (ČB data)
<b>tp3</b>	- kumulativní součty maximálních záporných teplot v únoru a březnu (ČB data)
<b>tp4</b>	- průměrná teplota v březnu (na rozdíl od předchozích data z celých jižních Čech - JC data)

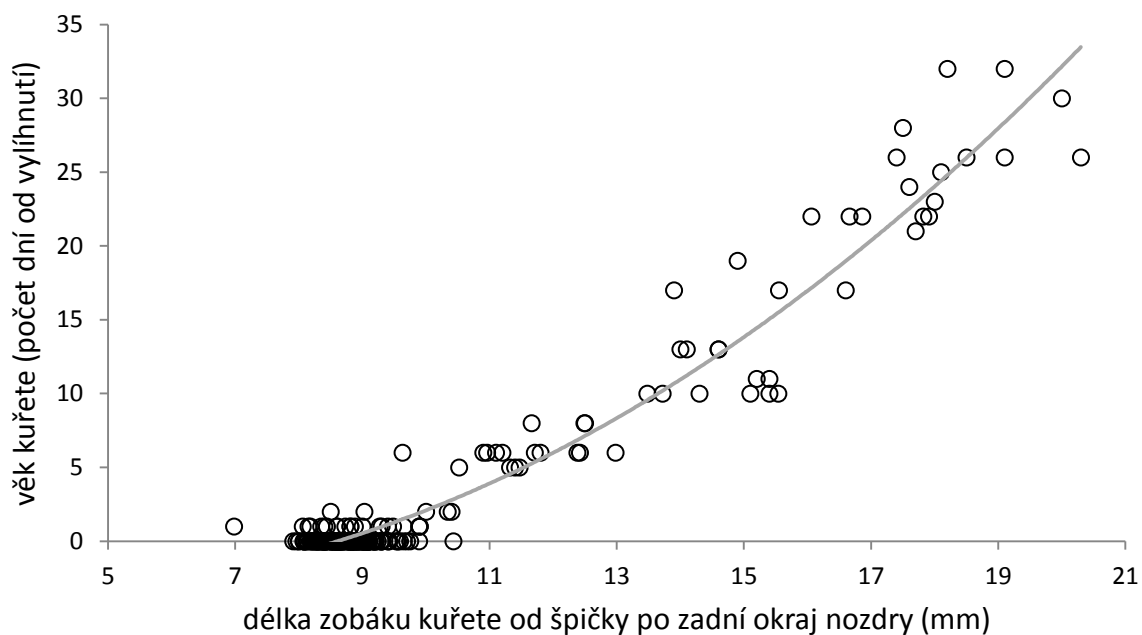
Vedle údajů o čejčích snůškách v letech 2011–2014, které sbíral zejména autor práce, byly pro řadu analýz využity nepublikované údaje ze stejné oblasti získané stejným způsobem v letech 2008–2009 zejména M. Bullou a dále údaje M. Šálka z let 1988–1997 získané

ve sledované oblasti s několika záznamy v blízkém okolí (Šálek 1995a; M. Šálek, nepublikované údaje). Inkubace většiny snůšek započala od konce března do konce dubna, květnových, výjimečně červnových snůšek, bylo podstatně méně. Nejdříve byla započata inkubace snůšky 19. 3. v roce 1997 a nejpozději 15. 6. v roce 2013. Pro grafické porovnání průměrné velikosti vajec ve snůškách byly využity i dosud nepublikované záznamy J. Maliny z roku 1981. Data o 17 snůškách pocházejí z blízkého okolí Českých Budějovic z jižní části sledované oblasti (J. Malina, nepublikované údaje). Historická data R. Prázdného, amatérského ornitologa z Českých Budějovic (Mlíkovský 2006), který sbíral čejčí vejce včetně potřebných údajů ve sledované oblasti v letech 1953–1965 (Prázdny 1977), byla rovněž využita pro rámcové porovnání. Jedná se o sbírku osmi snůšek a 31 vajec, jedno další extrémně malé vejce vyřadil z výpočtů průměrných hodnot již sám autor (Prázdny 1977).

### **2.6.2 Růst a kondice kuřat**

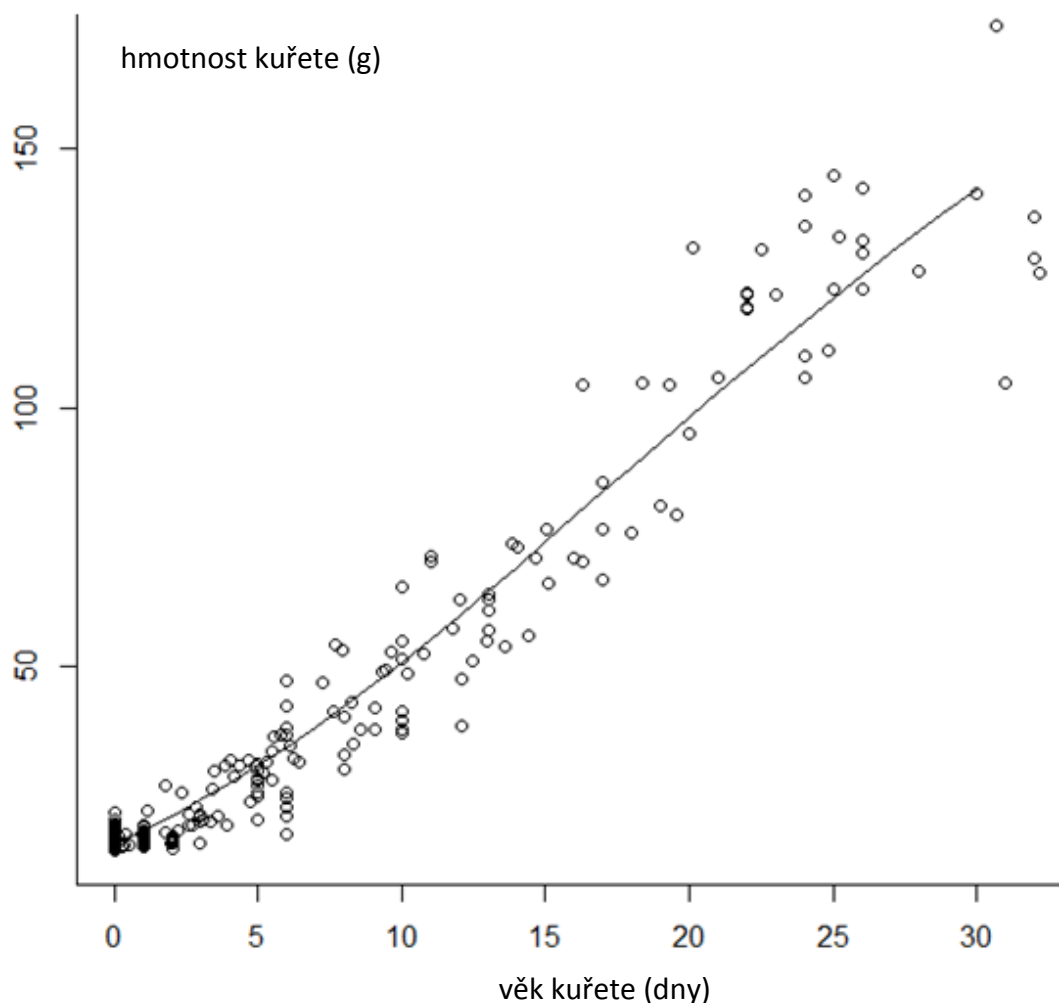
Zobák čejčího kuřete rovnoměrně roste od vylíhnutí po dosažení vzletnosti. Na rozdíl od hmotnosti není délka zobáku příliš ovlivněna strádáním či dobrým prospíváním kuřete během jeho života, proto je délka zobáku standardně používána k odhadu stáří u kuřat neznámého věku (Beintema 1994; Sheldon 2002; Eglington *et al.* 2010). U většiny sledovaných kuřat bylo známo datum jejich vylíhnutí. Věk kuřat, u kterých nebyl znám datum líhnutí (84 kuřat z 39 rodinek), byl odhadnut na základě kvadratické regrese délky zobáku kuřat známého věku (obr. 1) shodně s (Eglington *et al.* 2010).





**Obr. 1.** Závislost délky zobáku (od špičky k zadnímu okraji nozdry) kuřete na jeho věku ( $n = 255$  měření 205 kuřat známého věku z 61 rodinek). Vztah mezi délkou zobáku a věkem, zvýrazněný šedou křivkou, dobře popisuje kvadratická rovnice:  $y = 0,1321x^2 - 0,9562x - 1,5562$ . Pro vhodnější grafické znázornění nezačíná osa  $x$  v bodě 0.

Odhadnutý věk kuřat, u kterých nebylo známo datum vylíhnutí, byl zaokrouhlen na celé dny. U jednoho kuřete s extrémně malým zobákem činil tento odhad -1 den, stáří tohoto kuřete bylo upraveno na 0 dní. Pokud bylo kuře neznámého původu měřeno vícekrát, odhad věku pro jednotlivé kontroly se v některých případech mírně lišil (maximálně o dva dny). Tato odchylka je pochopitelná a minimální vzhledem k variabilitě délky zobáku kuřat známého věku (obr. 1). Pro tato kuřata byl věk odhadnut podle prvního měření a následně upraven podle počtu dní uplynulých mezi jednotlivými kontrolami. Tímto způsobem byla získána hodnota věku pro všechny kontroly všech alespoň jedenkrát změřených kuřat.



**Obr. 2.** Závislost hmotnosti kuřete na jeho věku (počet dní od vylíhnutí) z 352 měření od 289 kuřat ze 100 rodinek. Znázorněná růstová křivka byla fitována pomocí Gompertzovy rovnice:  $hmotnost = A * (\exp(-\exp(-K * (\text{věk} - T))))$ , kde  $A$  = asymptotická hmotnost,  $K$  = růstový koeficient a  $T$  = inflexní bod (Ricklefs 1973; Beintema & Visser 1989a; Pearce-Higgins & Yalden 2002; Ruthrauff & Mcaffery 2005; Kentie *et al.* 2013).

Růst hmotnosti čejčích kuřat na Českobudějovicku byl popsán Gompertzovou rovnicí (obr. 2), kde byla dosazena asymptotická hmotnost  $A = 236$  g (Beintema & Visser 1989b), růstový koeficient  $K = 0,054$  (Beintema & Visser 1989a) a inflexní bod  $T = 18$  dní, v souladu s předpokládaným obdobím 35–40 dní potřebných k dosažení vzletnosti čejčího kuřete (Cramp & Simmons 1983). Na základě znalosti očekávané hmotnosti kuřete konkrétního věku na Českobudějovicku byly vypočteny reziduály naměřené reálné hmotnosti od této očekávané hmotnosti. Reziduály byly shodně s Sharpe *et al.* (2009) a Eglinton *et al.* (2010) vydělené

očekávanou hmotností kuřete pro získání standardizovaných reziduálů, u kterých se nezvětšuje jejich rozptyl s věkem kuřat a reziduály jsou srovnatelné mezi kuřaty různého stáří.

Takto upravené reziduály posloužily jako kondiční index, odhad kondice kuřete. Ve většině případů nebyl znám konečný osud kuřete, jeho další přežívání, či úmrtí. Avšak šanci na přežití (Sharpe *et al.* 2009), případně přímo riziko predace (Sheldon 2002) kuřete lze velmi dobře předpovědět na základě jeho aktuální kondice. Kuřata v lepší kondici mají vyšší šanci na přežití a nižší riziko predace predátorem (Schekkerman *et al.* 2009). Proto ve většině analýz vystupuje tělesná kondice kuřat (vyjádřená kondičním indexem) jako parametr charakterizující šanci konkrétních kuřat na přežití a dosažení vzletnosti.

Zpracování krevních vzorků nebylo součástí diplomové práce a neprováděl ho autor osobně. Z krevních vzorků byla využita DNA a pohlaví určeno pomocí ptačích sex primerů P2, P8 a PCR analýzy podle standardního protokolu (Griffiths *et al.* 1998). Stejně nebylo součástí diplomové práce zpracování a taxonomické určení potravní nabídky. Každý vzorek nabídky potravy byl skladován v 70% alkoholu a náhodně vybraný vzorek z daného období byl v laboratoři zvážen a vzorky ze čtyř lokalit také vyhodnoceny na počet jedinců, taxonomické zařazení kořisti a sušinu shodně s dřívějšími studiemi (Johansson & Blomqvist 1996; Sheldon 2002; Ausden *et al.* 2003). Hmotnost úlovku v pasti byla podělena počtem dní expozice pastí před vybráním kořisti a tato průměrná hodnota přiřazena průměrnému datu periody expozice pasti. Pro každou lokalitu byl vyhodnocen průběh nabídky potravy (pro biotop kukuřičného pole také jednotlivých taxonů) v průběhu sezóny.

### 2.6.3 Statistické zpracování dat

Pro grafické znázornění získaných výsledků byl použit program Microsoft Excel 2007 a statistický program R. Protože některá měření byla opakovaně prováděna na stejných kuřatech, stejně jako několik kuřat pocházelo zpravidla z jedné rodinky a několik rodinek z jedné lokality, bylo potřeba ošetřit možnou pseudoreplikaci v získaných datech. Při statistickém zpracování byly zpravidla využity lineární modely se smíšenými efekty (LME), které umožňují se s rizikem pseudoreplikace vhodně vypořádat (Crawley 2007; Pekár & Brabec 2012), případně zobecněné lineární modely (GLM). Při výběru nejvhodnějšího modelu v analýze vlivu klimatických proměnných na velikost vajec bylo využito Akaikeho informační kritérium (AIC), zohledňující jak kvalitu proložení dat, tak počet parametrů v modelu, přičemž složitější modely jsou penalizovány (Crawley 2007; Pekár & Brabec 2009).

Pro lepší popis variability v datech jsou vedle průměrů uváděny výběrové směrodatné odchylky (SD) nebo střední chyby průměru (SE). Hodnoty jsou zpravidla udávány s přesností na dvě desetinná místa. Při zobrazování statistických výsledků jsou vždy uvedeny počty stupňů volnosti (df) a P hodnota (dosažená statistická významnost) s přesností na tři desetinná místa.  $P \ll 0,001$  značí, že P hodnota je nižší než 0,00001. Hladina významnosti  $\alpha$  (maximální povolená pravděpodobnost chyby prvního druhu) byla stanovena 0,05. Normalita dat jednotlivých proměnných byla ověřována pomocí Shapiro-Wilk testu normality. Statistické zpracování výsledků bylo provedeno v programu R (ver. 2.12.0; R Development Core Team 2010).

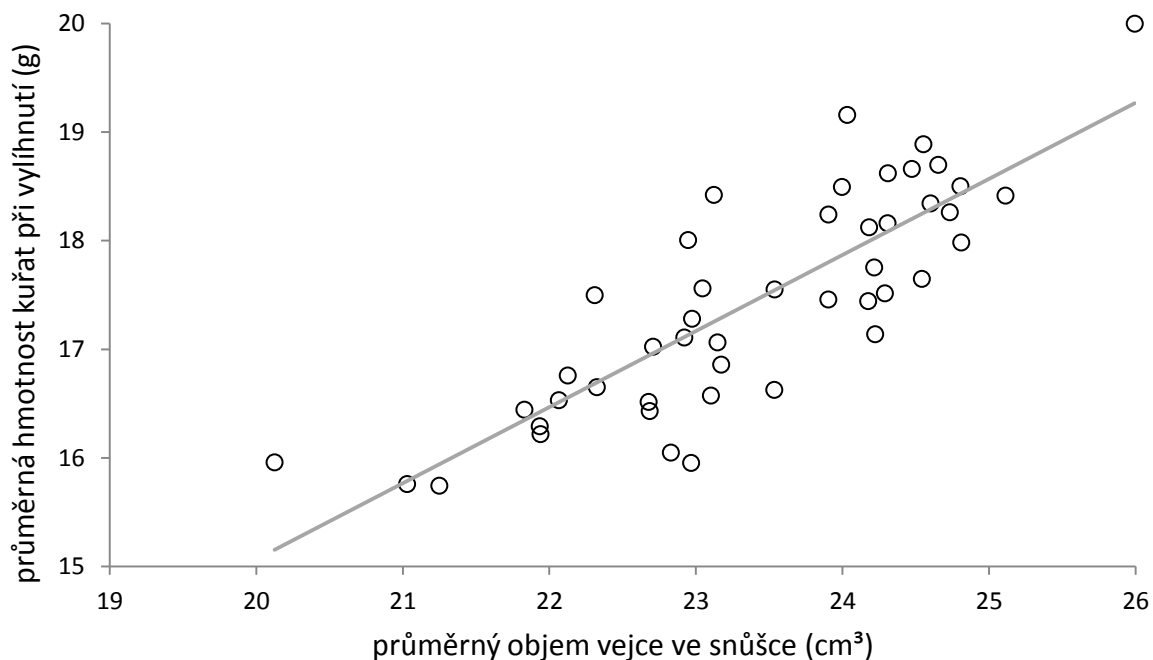
### 3. VÝSLEDKY

V letech 2011–2014 byla na Českobudějovicku nalezena a změřena vejce ve 341 čejčích snůškách, ke kterým bylo známé datum počátku inkubace. Společně s historickými údaji představoval tento soubor dat rozměry vajec v 714 čejčích snůškách, na 132 lokalitách během 13 hnízdních sezón (tab. 2). Biotop umístění hnízda byl znám pro 687 z těchto snůšek. Zároveň byla v posledních dvou letech sledována kuřata z úspěšně vylíhlých hnízd.

Celkem bylo v letech 2013 a 2014 na Českobudějovicku provedeno 457 záznamů (měření nebo observací) 293 čejčích kuřat ze 100 rodinek na 37 lokalitách (půdních blocích). Biometrické údaje byly získány z 352 měření od 289 kuřat ze 100 rodinek. V roce 2013 bylo sledováno 144 kuřat z 50 rodinek a v roce 2014 celkem 149 kuřat z 50 rodinek.

#### 3.1 Časová a prostorová variabilita ve velikosti vajec

Pozitivní závislost velikosti vylíhlého kuřete na velikosti vejce je důležitým předpokladem při testování hypotéz zabývajících se faktory, které ovlivňují velikost vejce a tím i budoucí hmotnost, kondici a přežívání kuřete. Pomocí lineárního modelu se smíšenými efekty (LME) byl testován vliv pevného efektu průměrné hmotnosti kuřat v rodince v den vylíhnutí na průměrné velikosti (objemu) vajec ve snůšce. Jako náhodné efekty byly zvoleny lokalita a rok. Při redukci modelu delečním způsobem nebylo možné průměrnou hmotnost kuřat v rodince z modelu odstranit, proměnná se ukázala jako silně průkazná (LME;  $\chi^2 = 48,05$ ;  $df = 5, 1$ ;  $P \ll 0,001$ ). Z objemnějších vajec se tedy líhnou větší kuřata, která jsou při vylíhnutí těžší (obr. 3). Velikost vejce pozitivně ovlivňovala kondici kuřat při vylíhnutí (obr. 13), ale tato počáteční výhoda byla patrná i v pozdějším věku kuřat (obr. 15). Z hlediska budoucí kondice a přežívání kuřat je tedy na místě se ptát, jaké faktory ovlivňují trend úbytku průměrné velikosti vajec v sezóně i samotnou průměrnou velikost vajec.



**Obr. 3.** Průměrná hmotnost kuřat v rodince v den vylíhnutí v závislosti na průměrné velikosti vajec ve snůšce. Šedá přímka zvýrazňuje trend v datech,  $n = 46$  rodinek. Pro vhodnější grafické znázornění nezačínají osy v bodě 0.

### 3.1.1 Vliv klimatických faktorů na sklon úbytku průměrné velikosti vajec v sezóně

Na všechna data (průměrné objemy vajec ve snůšce) v závislosti na začátku inkubace snůšky v dané sezóně byla fitována regresní přímka, z jejíž rovnice byla získána směrnice přímky, která popisuje sklon přímky, v tomto případě sklon úbytku průměrné velikosti (objemu) vajec v sezóně (SKLON). Tímto způsobem byl získán SKLON pro každou sezónu. Ve všech 13 sezónách se průměrná velikost vajec s postupující sezónou zmenšovala (tab. 2).

Na základě Akaikeho informačního kritéria (AIC) a  $\Delta AIC < 2$  od nejlepšího modelu byly vybrány dva modely nejlépe popisující SKLON (tab. 3). Tyto dva modely obsahovaly čtyři faktory: součet srážek leden až březen/součet srážek duben (SR1), součet srážek v únoru až březnu (SR4), součet srážek v březnu (SR5) a součet srážek v dubnu (SR6). Jejich významnost byla otestována pomocí zobecněného lineárního modelu (GLM) s kontrolou na efekt ostatních proměnných (tab. 4).

**Tab. 2.** Sklon úbytku průměrné velikosti vejce v sezóně (SKLON) v jednotlivých letech, průměrné objemy vajec v březnových snůškách (OBJEM\_sti90) a ve snůškách v celé sezóně (OBJEM\_komplet). Doplněna je směrodatná odchylka (SD) a příslušná velikost vzorku.

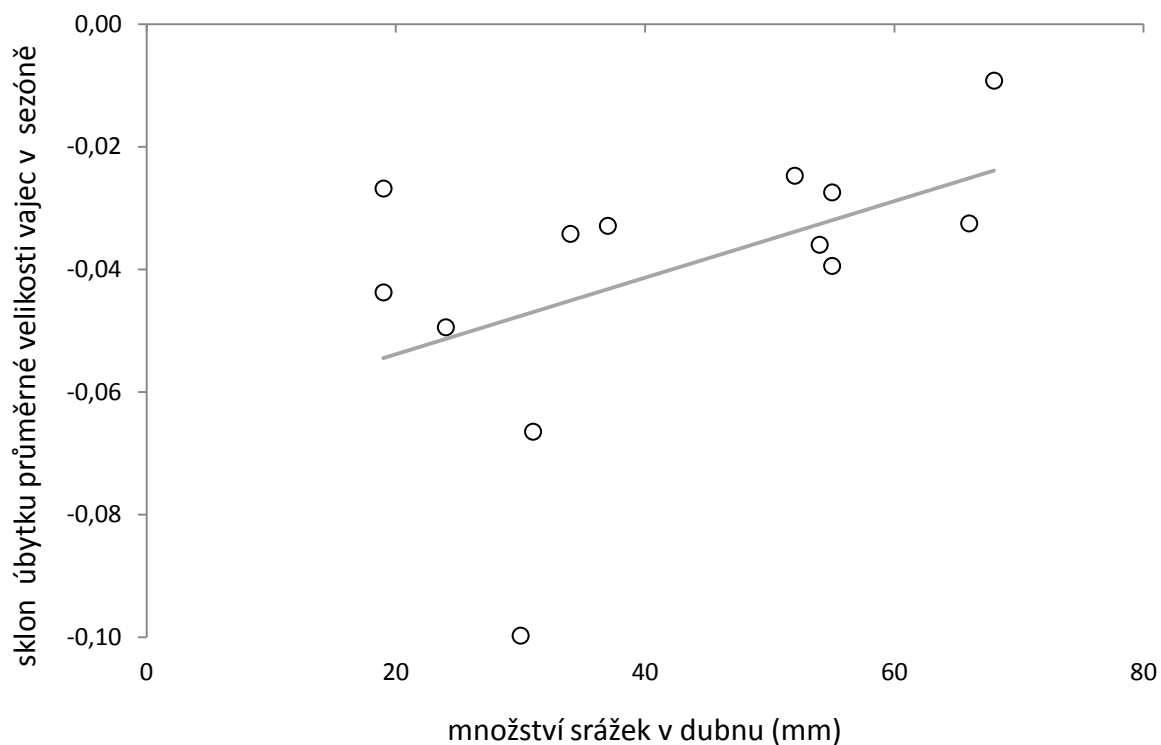
rok	SKLON	OBJEM_sti90 (cm <sup>3</sup> )	± SD	n	OBJEM_komplet (cm <sup>3</sup> )	± SD	n
1988	-0,0495	23,89	0,84	12	23,63	1,33	32
1989	-0,0092	23,26	0,82	21	23,11	1,01	50
1991	-0,0665	23,98	1,38	9	23,46	1,47	61
1993	-0,0438	22,83	0,95	8	23,59	1,38	51
1994	-0,0275	23,58	1,40	16	23,57	1,33	18
1996	-0,0247	22,83	NA	1	23,27	1,27	39
1997	-0,0325	23,85	1,22	39	23,34	1,52	68
2008	-0,0394	23,91	0,91	7	23,60	1,06	24
2009	-0,0998	24,42	0,98	5	23,53	1,49	30
2011	-0,0342	23,95	1,10	17	23,43	1,19	49
2012	-0,0360	23,44	2,19	9	23,27	1,48	52
2013	-0,0268	NA	NA	0	23,44	1,40	139
2014	-0,0329	23,91	1,85	8	23,39	1,35	101

**Tab. 3.** Porovnání modelů pro faktory ovlivňující sklon úbytku průměrné velikosti vajec v sezóně (SKLON) pomocí Akaikeho informačního kritéria (AIC). Hodnota  $\Delta AICc$  značí rozdíl mezi hodnotou AICc daného modelu a hodnotou modelu s nejnižší AICc (nejparsimonnějšího modelu). Zvýrazněny jsou modely, jejichž  $\Delta AICc < 2$ . Zobrazeno je pouze prvních 10 nejlepších modelů. Popis faktorů je uveden v metodice (tab. 1).

pořadí modelu	model	AICc	$\Delta AICc$	AICc váha modelu
<b>1</b>	<b>SR1 + SR4 + SR5 + SR6</b>	<b>-61,85</b>	<b>0</b>	<b>0,21</b>
<b>2</b>	<b>SR1 + SR4 + SR6</b>	<b>-60,51</b>	<b>1,34</b>	<b>0,11</b>
3	SR4 + tp2 + tp3	-59,64	2,21	0,07
4	SR1 + SR 6 + tp1 + tp4	-59,33	2,52	0,06
5	SR6 + tp1 + tp4	-59,27	2,58	0,06
6	tp1 + tp4	-59,01	2,84	0,05
7	SR1 + SR3 + SR4 + SR5 + SR6	-58,96	2,89	0,05
8	SR6 + tp1	-58,73	3,12	0,04
9	SR4	-58,70	3,15	0,04
10	SR1 + SR4 + SR6 + tp2 + tp3	-58,67	3,18	0,04

**Tab. 4.** Výsledky zobecněného lineární modelu (GLM) posuzujícího vliv faktorů SR1, SR4, SR5 a SR6 na sklon úbytku průměrné velikosti vajec v sezóně (SKLON). Pro každou vysvětlující proměnnou (faktor) byl kontrolován efekt ostatních (type 3 model). F = hodnota F statistiky, P = statistická významnost, uvedeny jsou počty stupňů volnosti (df). Model vysvětlil 85 % z celkové variability v datech.

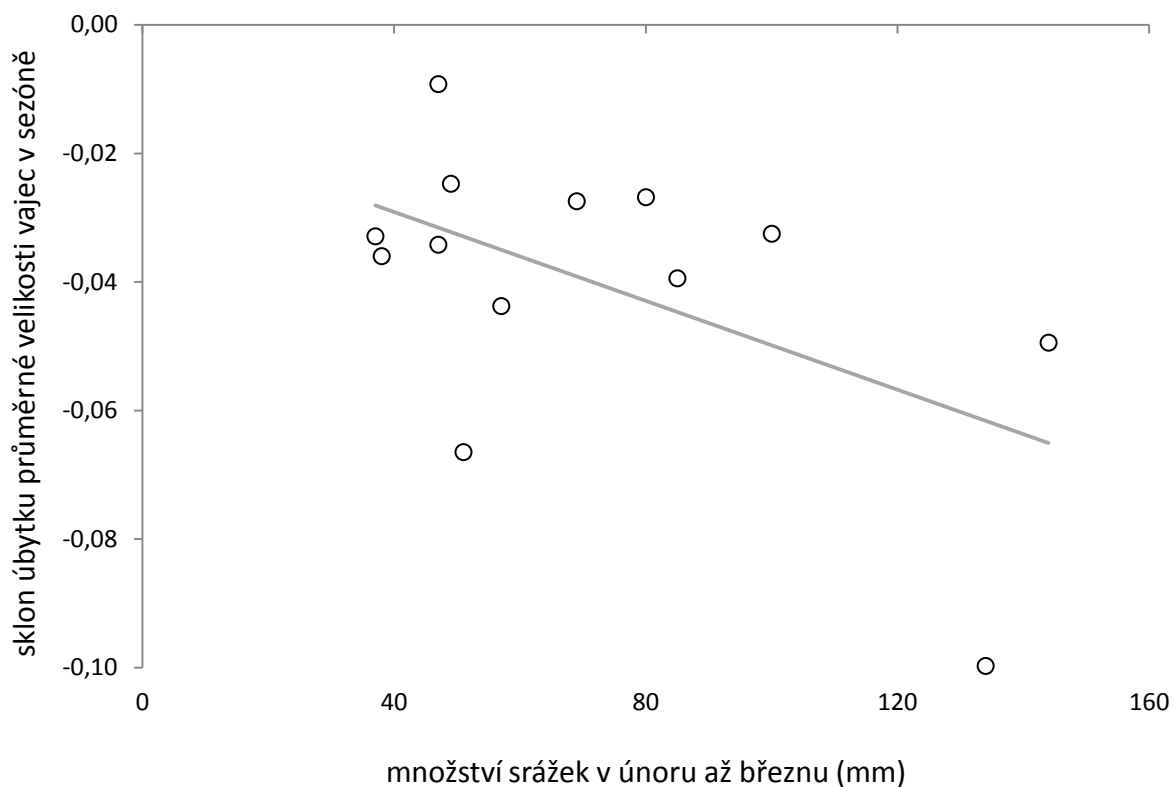
faktor	df	deviance	F	P
SR6 součet srážek v dubnu	1, 8	0,0035	30,38	<0,001
SR1 součet srážek v lednu až březnu/součet srážek v dubnu	1, 8	0,0026	23,33	0,001
SR4 součet srážek v únoru až březnu	1, 8	0,0021	18,89	0,002
SR5 součet srážek v březnu	1, 8	0,0009	7,70	0,024



**Obr. 4.** Závislost sklonu úbytku průměrné velikosti vajec v sezóně (SKLON) na množství srážek v dubnu (SR6). Šedá přímka zvýrazňuje trend závislosti v datech (n = 13 sezón, 1988–2014).



Všechny čtyři testované proměnné měly významný vliv na SKLON. Největší vliv mělo množství dubnových srážek (tab. 4, obr. 4). Čím více v dubnu přelo, tím menší byla míra SKLONU. Naopak ostatní proměnné působily opačným směrem, čím více přelo v lednu až březnu, tím byla větší hodnota SKLONU. Kvůli podobnosti grafů všech těchto tří proměnných byl zobrazen pouze vztah závislosti SKLONU na množství srážek v únoru až březnu (obr. 5).



**Obr. 5.** Závislost sklonu úbytku průměrné velikosti vajec v sezóně (SKLON) na množství srážek v únoru až březnu (SR4). Šedá přímka zvýrazňuje trend závislosti v datech (n = 13 sezón, 1988–2014).

### 3.1.2 Vliv klimatických faktorů na průměrný objem vajec březnových snůšek

Na základě Akaikeho informačního kritéria (AIC) a  $\Delta AIC < 2$  od nejlepšího modelu byly vybrány dva modely nejlépe popisující průměrný objem vajec březnových snůšek (tab. 5). Tyto dva modely obsahovaly tři faktory: součet srážek března (SR5), kumulativní součty maximálních záporných teplot (součet hodnot pod 0 °C) v březnu (tp1) a kumulativní součty

maximálních záporných teplot v únoru a březnu (tp3). Jejich významnost byla otestována pomocí GLM při kontrole ostatních proměnných (tab. 6).

**Tab. 5.** Porovnání modelů pro faktory ovlivňující průměrný objem březnových snůšek (OBJEM\_sti90) pomocí Akaikého informačního kritéria (AIC). Hodnota  $\Delta AICc$  značí rozdíl mezi hodnotou AICc daného modelu a hodnotou modelu s nejnižší AICc (nejparsimonnějšího modelu). Zvýrazněny jsou modely, jejichž  $\Delta AICc < 2$ . Zobrazeno je pouze prvních 10 nejlepších modelů. Popis faktorů je uveden v metodice (tab. 1).

pořadí modelu	model	AICc	$\Delta AICc$	AICc váha modelu
<b>1</b>	<b>SR5 + tp1</b>	<b>15,92</b>	<b>0</b>	<b>0,27</b>
<b>2</b>	<b>tp 3</b>	<b>17,86</b>	<b>1,94</b>	<b>0,10</b>
3	SR5 + tp4	18,17	2,25	0,09
4	tp1	18,23	2,31	0,08
5	SR4 + tp1	18,31	2,39	0,08
6	tp1 + tp4	18,44	2,52	0,08
7	SR5	19,31	3,39	0,05
8	SR5 + tp3	20,25	4,33	0,03
9	SR3 + tp1	20,31	4,39	0,03
10	SR4 + tp4	20,39	4,47	0,03

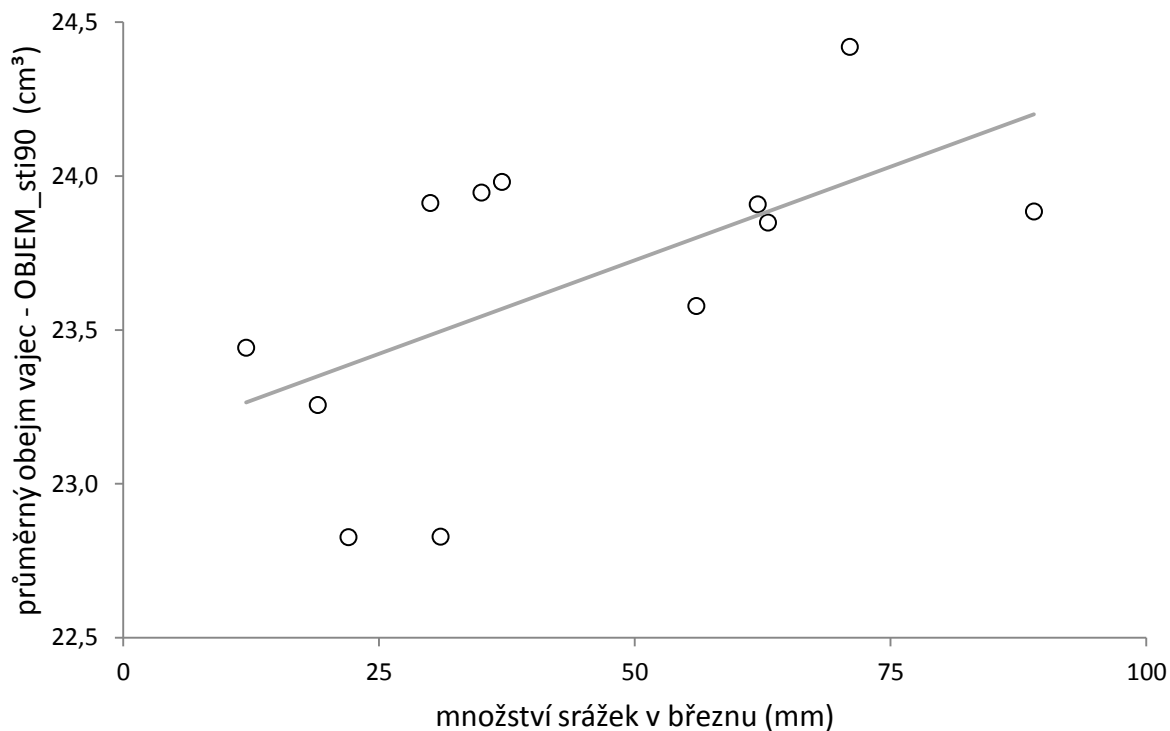
**Tab. 6.** Výsledky zobecněného lineárního modelu (GLM) posuzujícího vliv faktorů SR5, tp1 a tp3 na průměrnou velikost vajec v březnových snůškách. Pro každou vysvětlující proměnnou (faktor) byl kontrolován efekt ostatních (type 3 model). F = hodnota F statistiky, P = statistická významnost, uvedeny jsou počty stupňů volnosti (df). Model vysvětlil 68 % z celkové variability v datech.

faktor	df	deviance	F	P
SR5 součet srážek v březnu	1, 8	0,42	4,01	0,080
tp1 součty maximálních záporných teplot v březnu	1, 8	0,38	3,62	0,093
tp3 součty maximálních záporných teplot v únoru až březnu	1, 8	0,01	0,10	0,759

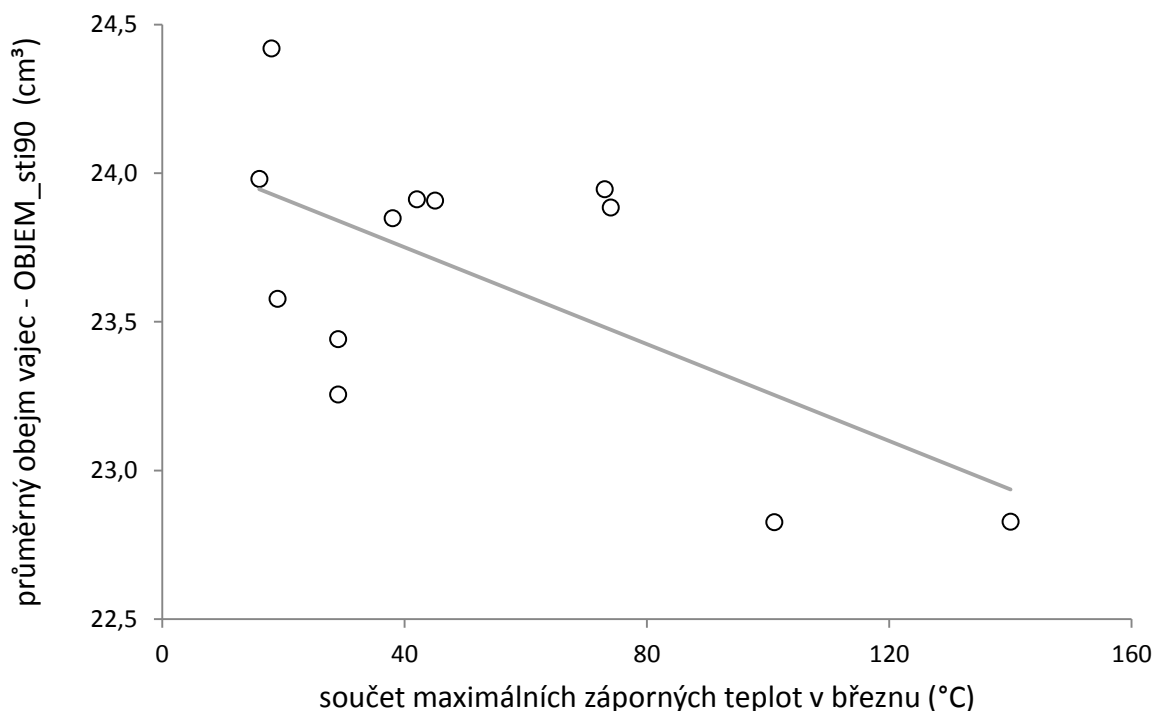
Součet březnových srážek a součty mrazivých teplot v březnu měly marginálně signifikantní vliv na průměrnou velikost vajec v březnových snůškách (tab. 6). Pokud byla z modelu vynechána nesignifikantní proměnná tp3, která navíc kvůli korelaci téměř nepřispívala k vysvětlené variabilitě v datech, ukázal se vliv součtu březnových srážek

(GLM;  $df = 1, 9$ ; deviance = 0,67;  $F = 7,17$ ;  $P = 0,025$ ) i součtu maximálních záporných teplot v březnu (GLM;  $df = 1, 9$ ; deviance = 0,81;  $F = 8,68$ ;  $P = 0,016$ ) jako průkazné proměnné.

Pro březnové snůšky existuje menší množství snůšek jen z 12 sezón, v roce 2013 kvůli extrémně mrazivému březnu čejky začaly snášet vejce až v dubnu (Kubelka & Šálek 2013), tudíž je potřeba data interpretovat se zvýšenou opatrností.

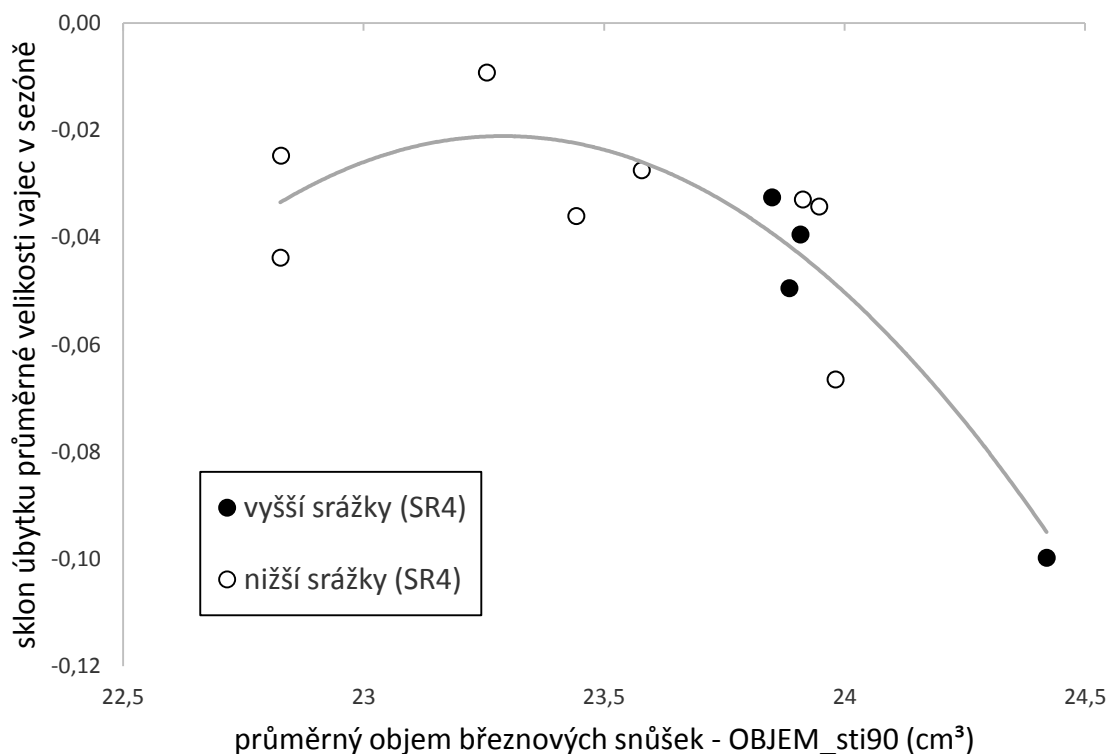


**Obr. 6.** Závislost průměrného objemu vajec v březnových snůškách (OBJEM\_sti90) na množství srážek v březnu (SR5). Šedá přímka zvýrazňuje trend závislosti v datech ( $n = 12$  sezón, 1988–2014). Pro vhodnější grafické znázornění nezačíná osa  $y$  v bodě 0.



**Obr. 7.** Závislost průměrného objemu vajec v březnových snůškách (OBJEM\_sti90) na kumulativním součtu záporných teplot ( $<0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) v březnu (tp1). Šedá přímka zvýrazňuje trend závislosti v datech ( $n = 12$  sezón, 1988–2014). Pro vhodnější grafické znázornění nezačíná osa y v bodě 0.

SKLON je možno do určité míry vysvětlit průměrnou velikostí vajec v březnových snůškách. Čím větší jsou průměrné březnové snůšky, tím větší je SKLON (GLM;  $df = 1, 10$ ; deviance = 0,0022;  $F = 5,60$ ;  $P = 0,035$ ). Polynomická závislost však vystihuje tento vztah podstatně lépe (GLM;  $df = 2, 9$ ; deviance = 0,0046;  $F = 17,31$ ;  $P < 0,001$ ), proto je také v grafu znázorněna polynomická křivka (obr. 8). Z grafu je patrné, že větší vejce byla snášena v letech s vyšším úhrnem srážek v únoru a březnu.



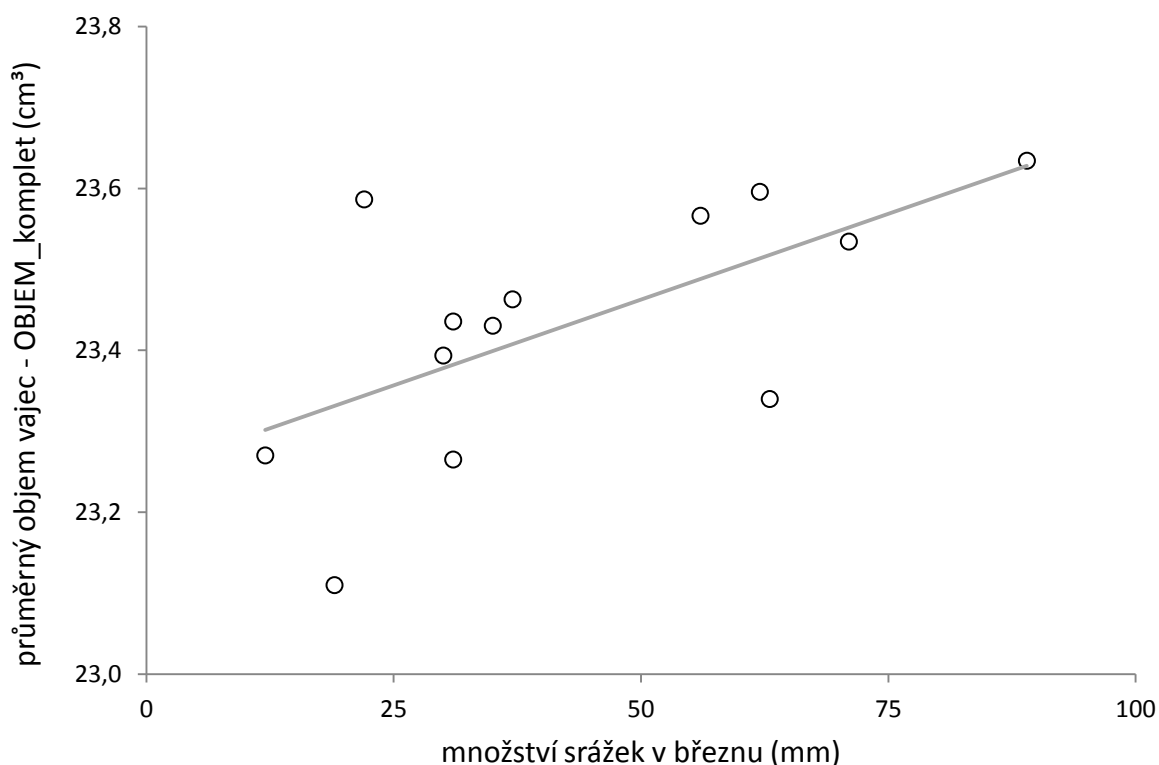
**Obr. 8.** Závislost sklonu úbytku průměrné velikosti vajec v sezóně (SKLON) na průměrném objemu březnových snůšek (OBJEM\_sti90). Černá kolečka značí sezóny, při kterých dosáhly únorové a březnové srážky více jak 80 mm (vyšší srážky). Nižší srážky značí opak. Šedá křivka zvýrazňuje trend závislosti v datech (n = 12 sezón, 1988–2014). Pro vhodnější grafické znázornění nezačíná osa x v bodě 0.

### 3.1.3 Vliv klimatických faktorů na průměrný objem vajec všech snůšek v sezóně

Na základě Akaikeho informačního kritéria (AIC) a  $\Delta AIC < 2$  od nejlepšího modelu byl vybrán jeden model nejlépe popisující průměrný objem vajec všech snůšek v průběhu sezóny (tab. 7). Tento model obsahoval dva faktory: součet srážek v březnu (SR5) a součet srážek v dubnu (SR6). Jejich významnost byla otestována pomocí GLM s kontrolou na efekt druhé proměnné (type 3 model). Vliv březnových srážek byl významný (GLM; df = 1, 10; deviance = 0,10; F = 10,50; P = 0,009) stejně jako dubnové srážky (GLM; df = 1, 10; deviance = 0,08; F = 9,07; P = 0,013). Model vysvětlil 68 % z celkové variability v datech.

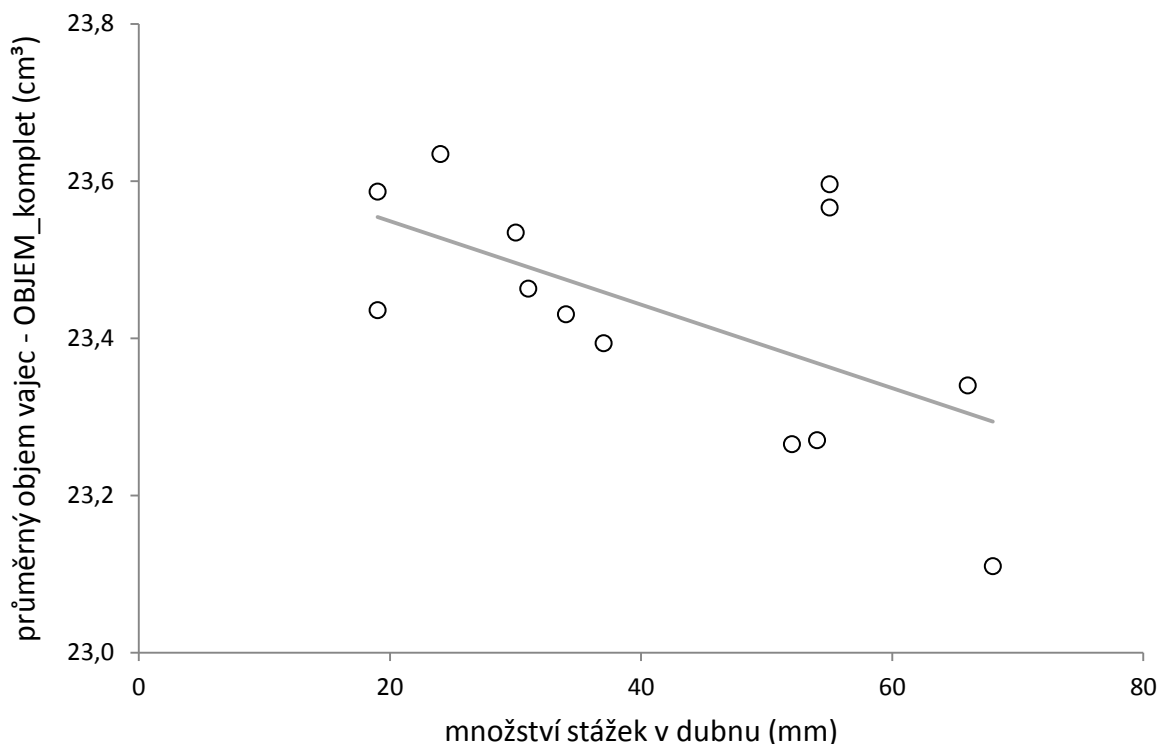
**Tab. 7.** Porovnání modelů pro faktory ovlivňující průměrný objem vajec všech snůšek v průběhu sezóny (OBJEM\_komplet) pomocí Akaikeho informačního kritéria (AIC). Hodnota  $\Delta AICc$  značí rozdíl mezi hodnotou AICc daného modelu a hodnotou modelu s nejnižší AICc (nejparsimonnějšího modelu). Zvýrazněny jsou modely, jejichž  $\Delta AICc < 2$ . Zobrazeno je pouze prvních 10 nejlepších modelů. Popis faktorů je uveden v metodice (tab. 1).

pořadí modelu	model	AICc	$\Delta AICc$	AICc váha modelu
<b>1</b>	<b>SR5 + SR6</b>	<b>-14,52</b>	<b>0</b>	<b>0,36</b>
2	SR2 + SR5 + SR6	-12,15	2,37	0,11
3	SR4 + SR5 + SR6	-11,95	2,57	0,10
4	SR5	-10,46	4,06	0,05
5	SR2	-9,99	4,53	0,04
6	SR1 + SR5 + SR6	-9,89	4,63	0,04
7	SR5 + SR6 + tp4	-9,78	4,74	0,03
8	SR6	-9,52	5,00	0,03
9	SR5 + SR6 + tp3	-9,44	5,08	0,03
10	SR5 + SR6 + tp2	-9,37	5,15	0,03



**Obr. 9.** Závislost průměrného objemu vajec v průběhu celé sezóny (OBJEM\_komplet) na množství srážek v březnu (SR5). Šedá přímka zvýrazňuje trend závislosti v datech (n = 13 sezón, 1988–2014). Pro vhodnější grafické znázornění nezačíná osa y v bodě 0.

Největší vliv na průměrný objem vajec všech snůšek v průběhu sezóny měl celkový úhrn srážek v březnu (obr. 9), čím více pršelo, tím větší byla velikost vajec. Nečekaně opačný vliv měly dubnové srážky (obr. 10), čím více pršelo, tím menší byla velikost vajec.



**Obr. 10.** Závislost průměrného objemu vajec v průběhu celé sezóny (OBJEM\_komplet) na množství srážek v dubnu (SR6). Šedá přímka zvýrazňuje trend závislosti v datech (n = 13 sezón, 1988–2014). Pro vhodnější grafické znázornění nezačíná osa y v bodě 0.

### 3.1.4 Vliv hnízdního biotopu na průměrný objem vajec všech snůšek v sezóně

Pokud byl pomocí GLM testován vliv biotopu na průměrnou velikost (objem) vajec ve snůšce, vyšel tento vliv jako průkazný (GLM;  $df = 4, 8$ ; deviance = 66,74;  $F = 9,41$ ;  $P \ll 0,001$ ). Avšak protože je známý každoroční úbytek průměrné velikosti vajec v průběhu sezóny (tab. 2), efekt biotopu nelze testovat bez kontroly na načasování hnízdění. Proto byl pomocí LME testován vliv pevných efektů biotopu a roku jako kategorických proměnných a data počátku inkubace snůšky jako kontinuálních proměnných na průměrnou velikost (objem)

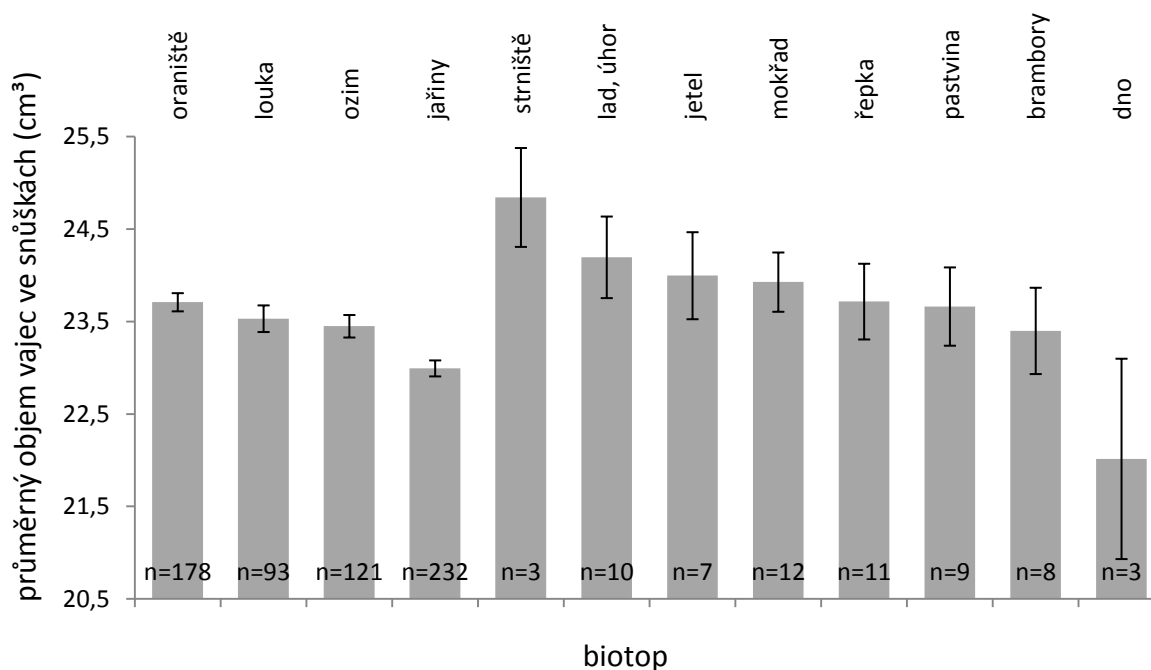
vajec ve snůšce. Jako náhodný efekt byla zvolena lokalita. Z modelu byla odstraněna pouze jedna proměnná a její vliv byl vždy kontrolován na efekt ostatních (tab. 9).

**Tab. 9.** Vliv jednotlivých faktorů na průměrnou velikost vajec ve snůšce testován pomocí LME, kde byl pro každou vysvětlující proměnnou (faktor) kontrolován efekt ostatních (type 3 model).

faktor	$\chi^2$	počet stupňů volnosti (df)	P hodnota
biotop	5,53	19 , 4	0,237
rok	18,04	19 , 11	0,080
datum začátku inkubace snůšky	43,25	19 , 1	<< 0,001

V rámci komplexnějšího modelu se efekt biotopu ukázal jako neprůkazný, naopak vysoce signifikantní vliv mělo datum začátku inkubace snůšky (tab. 9). Snůšky započaté později v sezóně měly průměrně menší objem vajec. Jedná se o potvrzení vztahu úbytku průměrné velikosti vajec v sezóně (tab. 2) a zároveň doložení, že sledované rozdíly mezi biotopy ve velikosti vajec (obr. 11) nejsou určovány biotopem samotným, ale načasováním hnízdění v jednotlivých biotopech. Zatímco průměrné načasování začátku inkubace snůšek v oraništích, ozimech a loukách spadá do rozmezí 3.–8. dubna, v jařinách s průměrně menšími vejci je to až 28. dubna, tedy nejméně o 20 dní později. V rámci kategorií s dostatečnou velikostí vzorku a srovnatelným datem průměrného začátku inkubace snůšek, byly průměrně největší vejce snášeny v oraništích  $23,71 \pm 0,10$  (SE)  $\text{cm}^3$ , poté v loukách  $23,53 \pm 0,14$  (SE)  $\text{cm}^3$  a nejmenší v ozimech  $23,45 \pm 0,12$  (SE)  $\text{cm}^3$ . Při stanovení roku jako náhodného efektu vyšel rozdíl v průměrné velikosti vajec mezi těmito třemi srovnatelnými biotopy rovněž jako neprůkazný (LME;  $\chi^2 = 2,12$ ;  $\text{df} = 4$ , 1;  $P = 0,146$ ).

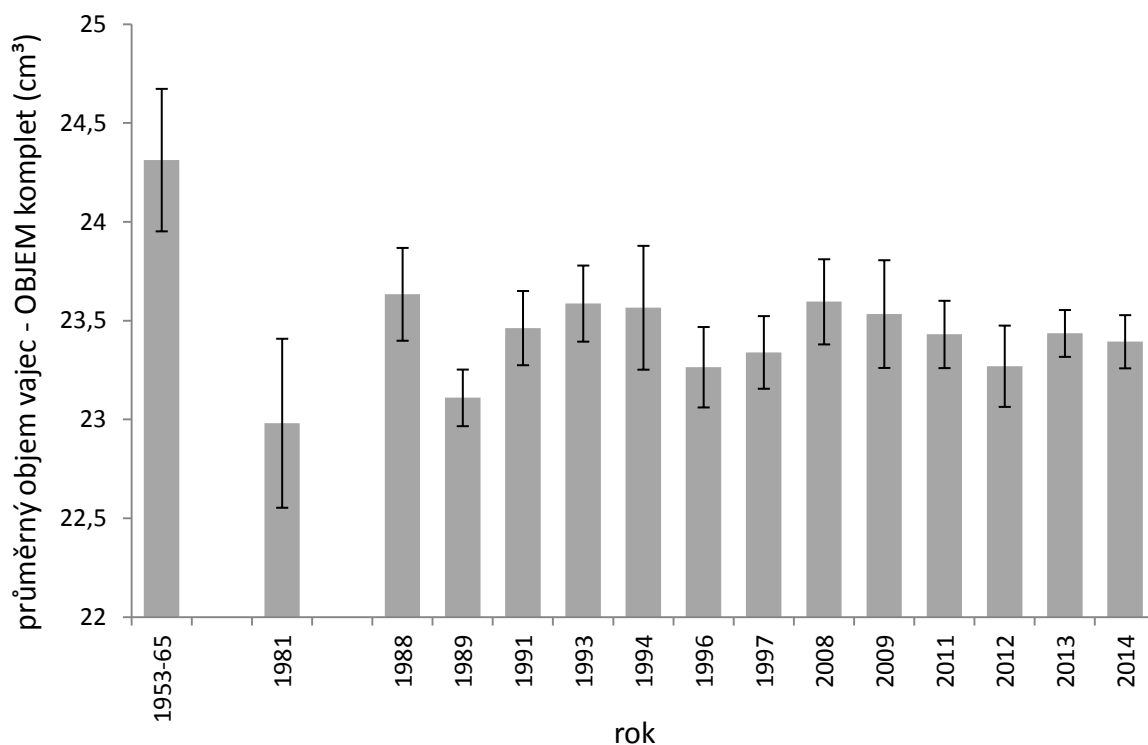




**Obr. 11.** Průměrná velikost vajec v čejčích snůškách v jednotlivých hnízdních biotopech. Chybové úsečky značí střední chybu průměru (SE). Velikosti vzorků (počty snůšek) jsou uvedeny u základny příslušného sloupce. Podrobnější popis jednotlivých biotopů je uveden v metodice. Pro vhodnější grafické znázornění nezačíná osa y v bodě 0. Biotopy jsou seřazeny podle průměrné velikosti vajec v kategoriích s dostatečnou velikostí vzorku, následují stejně seřazené biotopy, ze kterých není k dispozici dostatečně velký vzorek hnízd.

### 3.1.5 Změna velikosti vajec v čase

Mezi lety 1988–2014 se průměrné objemy vajec ve všech čejčích snůškách výrazně neměnily. Přestože z tab. 9 a z obr. 12 je patrné, že určitá meziroční variabilita v průměrné velikosti vajec existuje (cca do 0,5 cm<sup>3</sup>), vliv těchto rozdílů je snižován větší variabilitou velikosti vajec v rámci jednotlivých let. Naopak výrazně odlišné jsou průměrné hodnoty velikosti vajec v letech 1953–1965, které jsou větší než kdykoliv později, a naopak v roce 1981 byly hodnoty průměrného objemu vajec ve snůškách nejnižší (obr. 12). Vzhledem k malé velikosti vzorku historických dat je nezbytné naznačené trendy interpretovat s maximální opatrností.



**Obr. 12.** Průměrný objem vajec na Českobudějovicku ve všech snůškách pro danou sezónu. Chybové úsečky značí střední chybu průměru (SE). Velikosti vzorků pro roky 1998–2014 jsou uvedeny v tab. 2, pro rok 1981  $n = 17$  snůšek, pro roky 1953–1965 11 snůšek. Pro vhodnější grafické znázornění nezačíná osa y v bodě 0 a mezi časově odlehlými historickými soubory dat je zobrazena mezera.

### 3.2 Faktory ovlivňující kondici kuřat

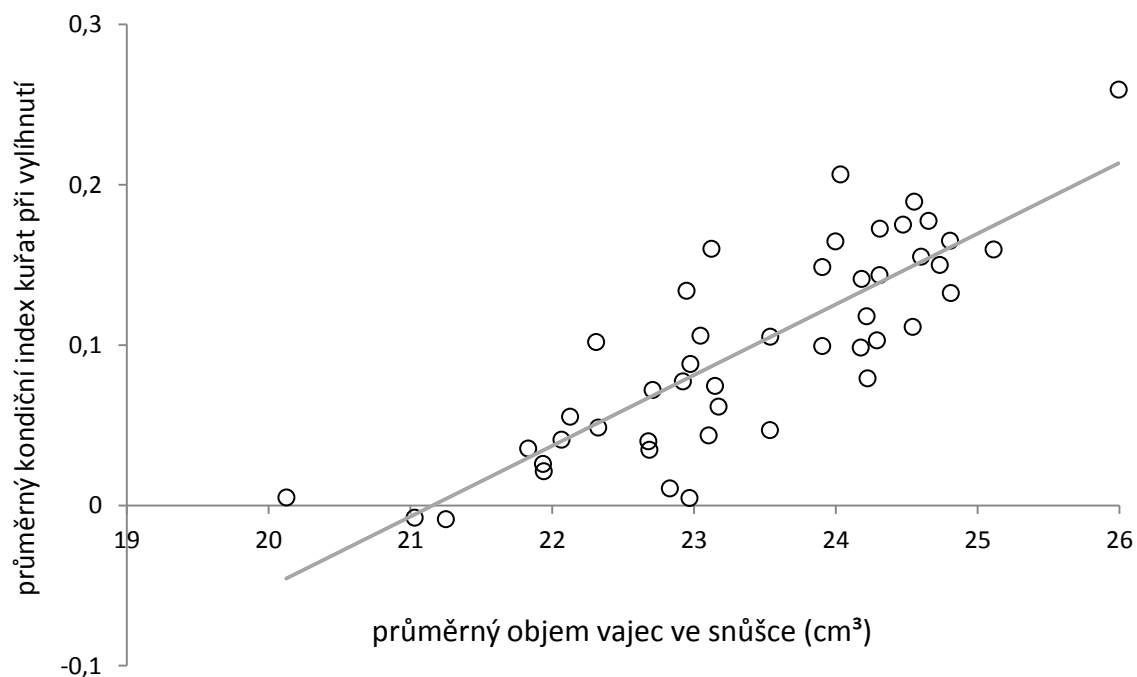
#### 3.2.1 Kondice kuřat při vylíhnutí

V celkem 46 rodinkách byla kuřata zvážena a změřena v den vylíhnutí na hnízdě, či do několika metrů v jeho okolí. Pro každou rodinku byla vypočtena průměrná hmotnost kuřete, průměrný kondiční index kuřete a průměrný objem vejce v příslušné snůšce. Pomocí LME byl testován vliv pevných efektů: průměrného objemu vajec ve snůšce, data vylíhnutí kuřat v rodince a biotopu, ve kterém se kuřata vylíhla, na průměrný kondiční index kuřat v rodince. Jako náhodné efekty byly zvoleny lokalita a rok. Při redukci modelu delečním způsobem byl prve jako neprůkazný odstraněn biotop (LME;  $\chi^2 = 0$ ;  $df = 7$ , 1;  $P = 1$ ), následně

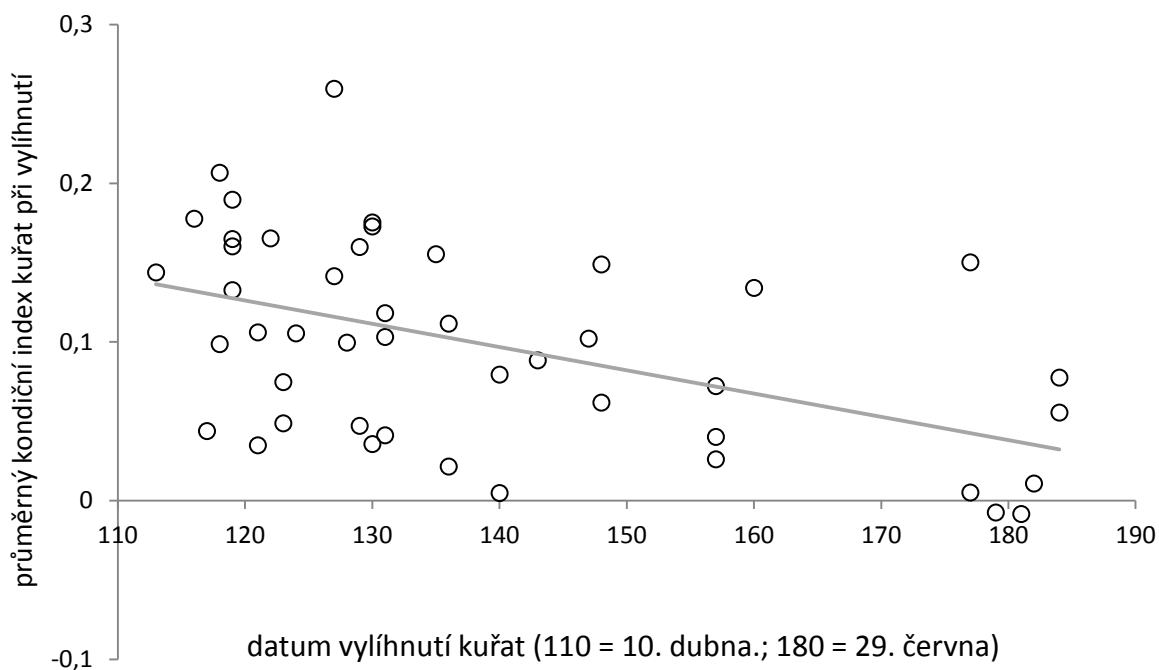
z redukovaného modelu byl odstraněn datum vylíhnutí kuřat v rodince (LME;  $\chi^2 = 0,48$ ;  $df = 6$ , 1;  $P = 0,487$ ). V minimálním adekvátním modelu zůstal průměrný objem velikosti vajec ve snůšce, jehož odstranění již vedlo k výraznému zhoršení modelu (LME;  $\chi^2 = 48,11$ ;  $df = 5$ , 1;  $P \ll 0,001$ ).

Průměrný kondiční index kuřat v rodince při vylíhnutí je závislý na průměrném objemu vajec ve snůšce (obr. 13). Jak je zřejmé z dřívějších výsledků, průměrný objem vajec klesá v průběhu sezóny (tab. 2), tudíž neprůkaznost efektu sezóny (data vylíhnutí) na průměrnou kondici kuřat v čerstvě vylíhlých rodinkách ještě neznamena, že průměrná kondice kuřat v rodinkách se v průběhu sezóny nesnižuje.

Ke snižování kondice kuřat při vylíhnutí v průběhu sezóny opravdu dochází (obr. 14), jen za to není zodpovědná sama sezóna, ale úbytek průměrné velikosti (objemu) vajec v sezóně. Pokud byl pomocí LME testován vliv pouze jediného pevného efektu, data vylíhnutí kuřat v rodince, na průměrný kondiční index kuřat v rodince s náhodnými efekty lokality a roku, nebylo možné tuto proměnnou z minimálního modelu odstranit a její vliv byl průkazný (LME;  $\chi^2 = 9,14$ ;  $df = 5$ , 1;  $P = 0,003$ ). Efekt biotopu na průměrnou kondici kuřat při vylíhnutí byl naprosto bezvýznamný, přesto v datech existuje určitý mírný trend, opět ovlivněn rozdílnou velikostí vajec v jednotlivých biotopech, která je způsobena úbytkem průměrné velikosti vajec v sezóně a rozdílným načasováním hnízdění čejek v jednotlivých biotopech. Například kuřata vylíhlá na počátku sezóny v oraništi byla průměrně v lepší kondici než kuřata vylíhlá v kukuřici později v sezóně. Přestože úbytek průměrné kondice čerstvě vylíhlých kuřat později v sezóně není ovlivněn datem vylíhnutí, ale velikostí (objemem) vajec, nic to nemění na faktu, že kuřata vylíhlá později v sezóně vstupují do života v horší tělesné kondici.



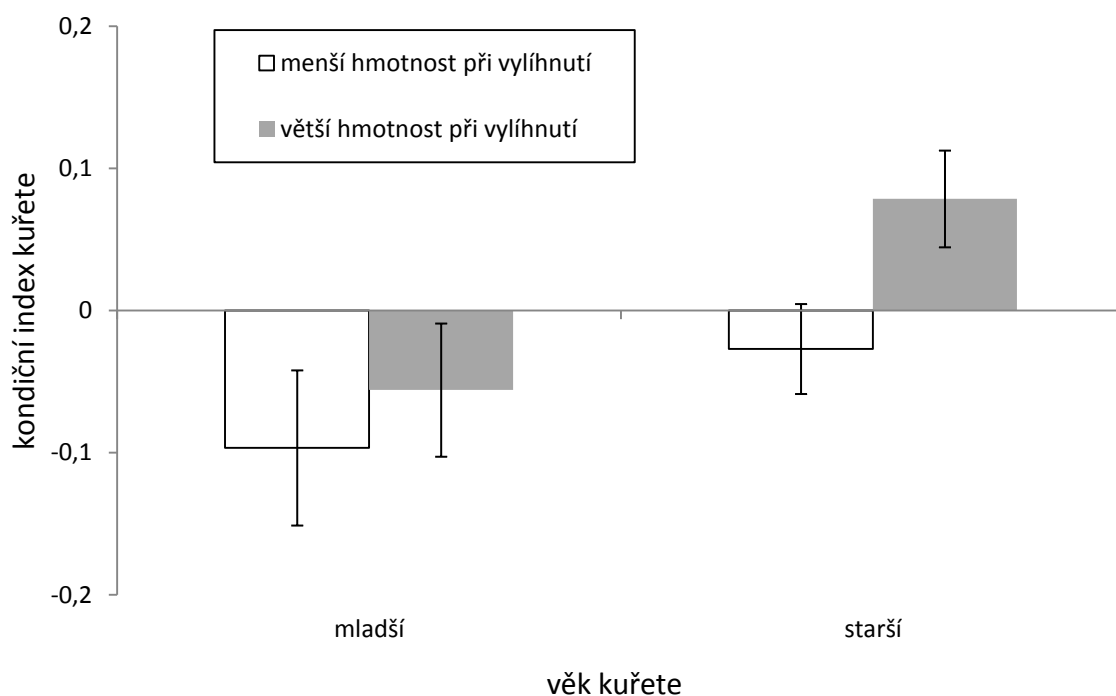
**Obr. 13.** Průměrná kondice kuřat v rodince v den vylíhnutí v závislosti na průměrné velikosti vajec ve snůšce. Šedá přímka zvýrazňuje trend v datech,  $n = 46$  rodinek. Pro vhodnější grafické znázornění nezačíná osa x v bodě 0.



**Obr. 14.** Průměrná kondice kuřat v rodince v den vylíhnutí v závislosti na datu vylíhnutí. Šedá přímka zvýrazňuje trend v datech,  $n = 46$  rodinek. Pro vhodnější grafické znázornění nezačíná osa x v bodě 0.

U omezeného souboru dat (51 měření 46 kuřat) byla známa hmotnost kuřat přesně v den vylíhnutí a následně existovalo alespoň jedno měření jejich kondice ve stáří jednoho dne a více. Na tomto datovém souboru byl testován vliv hmotnosti kuřete při vylíhnutí na jeho následnou kondici. Kontinuální proměnná hmotnost při vylíhnutí byla upravena na kategorickou proměnnou podle průměrné hmotnosti 46 kuřat při vylíhnutí = 17,64 g. Vyšším hmotnostem byla přiřazena kategorie větší hmotnost při vylíhnutí, nižším hmotnostem kategorie menší hmotnost při vylíhnutí. Protože věk kuřete má vliv na jeho kondici (obr. 18), byla kontinuální proměnná věk kuřete ponechána v modelu, ale zároveň byla jako další proměnná rozdělena na dvě kategorie (mladší kuřata ve věku 1–10 dní a starší kuřata ve věku 11–32 dní) tak, aby bylo možné sestavit model vnořený do efektu věku kuřete. Pomocí LME byl testován vliv pevných efektů: hmotnost kuřete při vylíhnutí, věk kuřete a jejich interakce na kondiční index kuřete. Jako náhodné efekty byly zvoleny ID kuřete, ID rodinky a lokalita. Při redukci modelu delečným způsobem byla jako neprůkazná odstraněna interakce hmotnosti kuřete při vylíhnutí a věku kuřete (LME;  $\chi^2 = 4,04$ ;  $df = 13$ , 2;  $P = 0,133$ ). V minimálním adekvátním modelu zůstaly obě proměnné, hmotnost kuřete při vylíhnutí (LME;  $\chi^2 = 10,30$ ;  $df = 11$ , 2;  $P = 0,006$ ) a věk kuřete (LME;  $\chi^2 = 25,52$ ;  $df = 14$ , 2;  $P \ll 0,001$ ), jejichž odstranění již vedlo ke zhoršení modelu.

Kondice kuřat se tedy nemění s jejich věkem v rámci věkových kategorií (mladší, starší) jiným způsobem u kuřat s menší a větší hmotností při vylíhnutí. Starší kuřata (i v rámci jednotlivých věkových skupin) se obecně nacházela v lepší kondici, (tento vztah názorněji popisuje obr. 18), ale zejména v rámci obou věkových kategorií se kuřata s větší hmotností při vylíhnutí nacházela v lepší kondici, tento rozdíl je výraznější zvláště u starších kuřat (obr. 15). Vzhledem k omezené velikosti vzorku je však potřeba výsledek interpretovat s jistou obezřetností.



**Obr. 15.** Závislost kondice kuřat s rozdílnou hmotností v den vylíhnutí na jejich věku. Kuřata s menší hmotností při vylíhnutí vážila méně než 17,64 g, kuřata s větší hmotností více než 17,6 g. Mladší kuřata byla ve věku 1–10 dní, starší ve věku 11–32 dní. Kondice kuřat je zobrazována od stáří jednoho dne. Chybové úsečky značí střední chybu průměru (SE) a počty měření v jednotlivých kategoriích jsou následující: mladší kuřata s menší hmotností při vylíhnutí ( $n = 11$ ), mladší kuřata s větší hmotností při vylíhnutí ( $n = 17$ ), starší kuřata s menší hmotností při vylíhnutí ( $n = 15$ ) a starší kuřata s větší hmotností při vylíhnutí ( $n = 8$ ).

### 3.2.2 Faktory ovlivňující kondici kuřat starších čtyř dní

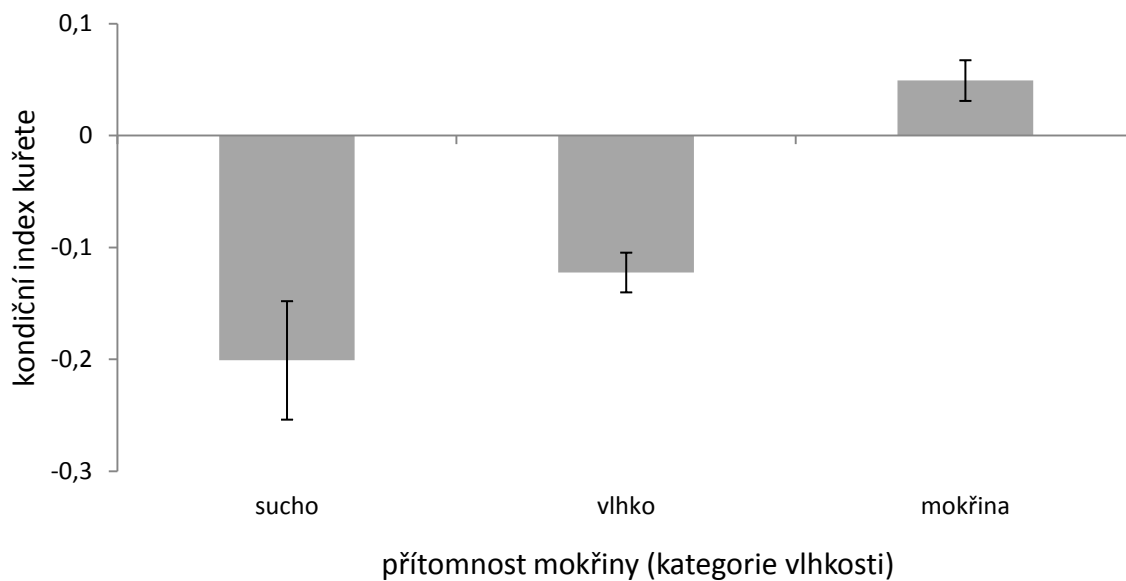
Analýza faktorů ovlivňujících kondici kuřat mimo hnízdo, tedy kuřat, které se již nějaký čas pohybují v určitém prostředí, byla omezena na kuřata ve věku čtyři dny a starší. Tento datový soubor obsahuje 116 měření 105 kuřat z 52 rodinek, množství získaných dat je mezi oběma roky vyrovnané. Pomocí LME byl testován vliv pevných efektů: roku, biotopu, přítomnosti mokřiny a přítomnosti samce u rodinky jako kategorických proměnných a věku kuřete, výšky porostu a vzdálenosti přesunu kuřete od minulé kontroly jako kontinuálních proměnných na kondiční index kuřete. Jako náhodné efekty byly zvoleny ID kuřete, ID rodinky a lokalita (podrobnější popis proměnných a jejich kategorií je uveden v metodice). Z plného modelu byly postupně odebírány proměnné, jejichž odstranění neznamenal zhoršení nového

jednoduššího modelu. Prve byl jako neprůkazný odstraněn efekt výšky porostu (LME;  $\chi^2 = 0,08$ ;  $df = 17$ , 1;  $P = 0,784$ ). Z redukovaného modelu byla jako neprůkazná dále odstraněna vzdálenost přesunu kuřete od minulé kontroly (LME;  $\chi^2 = 2,08$ ;  $df = 16$ , 1;  $P = 0,150$ ). V minimálním adekvátním modelu zůstalo šest proměnných, jejichž odstranění již vedlo ke zhoršení modelu (tab. 10).

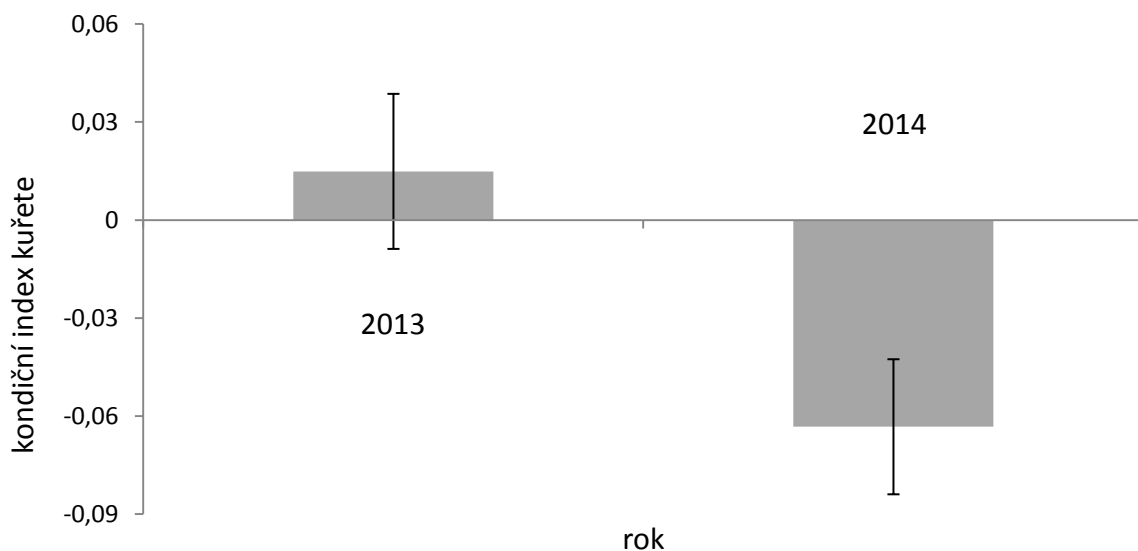
**Tab. 10.** Průkazný vliv šesti proměnných (faktorů) na kondici kuřat ve stáří čtyř a více dní. Tyto proměnné již nebylo možné odstranit z minimálního adekvátního modelu (LME).

faktor	$\chi^2$	počet stupňů volnosti (df)	P hodnota
přítomnost mokřiny	7,87	15 , 1	0,005
rok	15,6	15 , 1	< 0,001
věk kuřat	19,26	15 , 1	< 0,001
biotop	30,77	15 , 5	< 0,001
přítomnost samce u rodinky	39,14	16 , 1	<< 0,001
datum vylíhnutí kuřete	50,59	16 , 1	<< 0,001

Přítomnost mokřiny na lokalitě, kde kuřata pobývala před změřením, se ukázala jako významný prediktor jejich kondice. Na suchých lokalitách se kuřata nacházela průměrně v nejhorší kondici, naopak dosahovala nejvyšších hodnot kondičního indexu na podmáčených lokalitách (obr. 16). V roce 2013 byla zjištěna výrazně vyšší průměrná kondice kuřat než v roce 2014 (obr. 17). Naopak výška porostu a vzdálenost přesunu kuřete od minulé kontroly se ukázaly jako proměnné, které kondici kuřat ve věku čtyř dní a více neovlivňují.



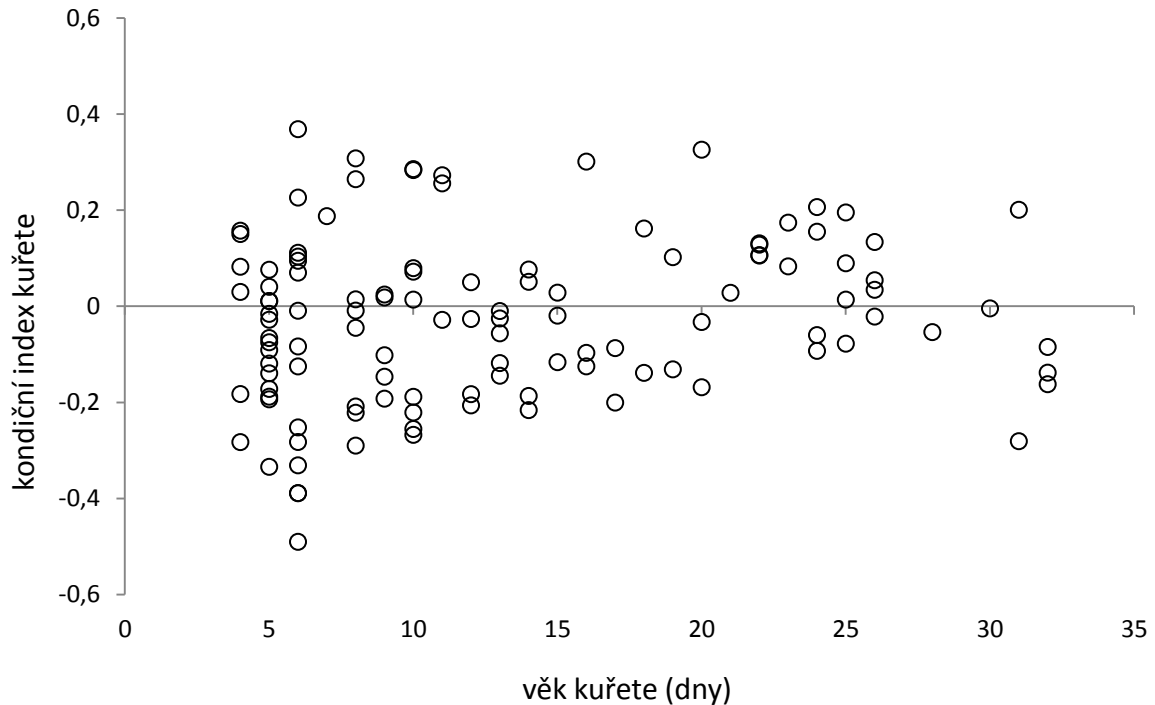
**Obr. 16.** Průměrná kondice kuřat ve stáří čtyř a více dní v závislosti na vlhkosti obývané lokality. Chybové úsečky značí střední chybu průměru (SE), velikosti vzorku (počet měření) jsou následující: sucho ( $n = 12$ ), vlhko ( $n = 34$ ) a mokřina ( $n = 70$ ).



**Obr. 17.** Průměrná kondice kuřat ve stáří čtyř a více dní v jednotlivých letech. Chybové úsečky značí střední chybu průměru (SE), velikost vzorku (počet měření) je pro rok 2013 ( $n = 54$ ), pro rok 2014 ( $n = 62$ ).

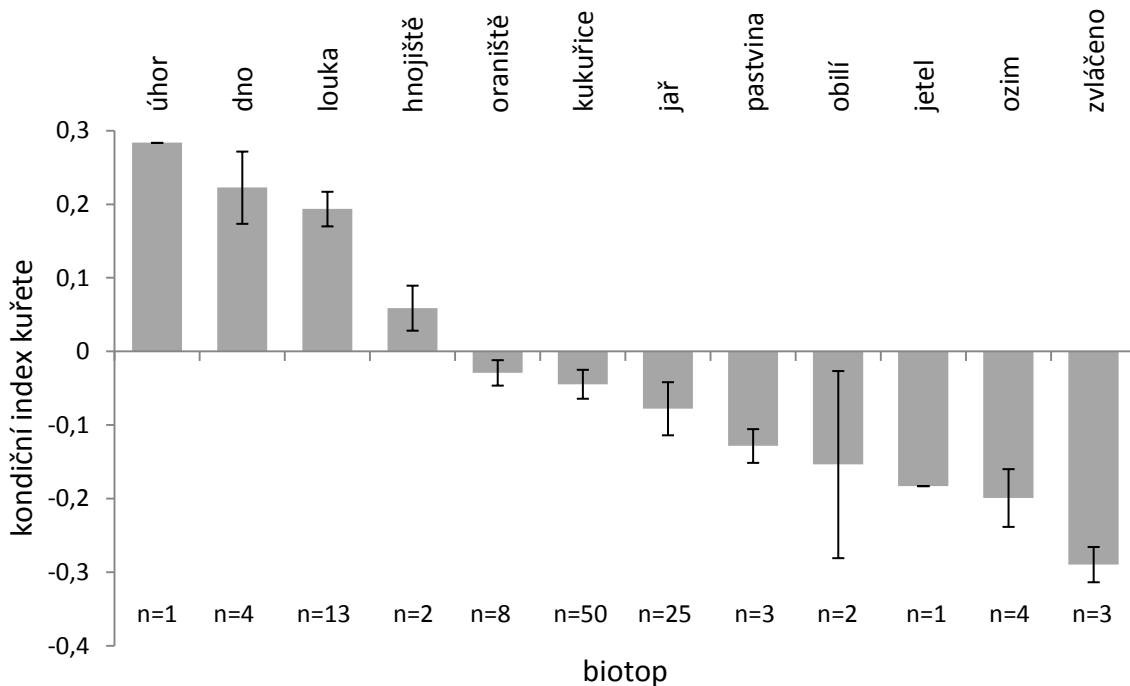


Průměrná kondice kuřat rostla s jejich věkem (obr. 18). Tento fakt nebyl způsoben nárůstem absolutních hodnot kondice starších kuřat, ale je spíše způsoben absencí starších kuřat, která by se nacházela ve špatné kondici.



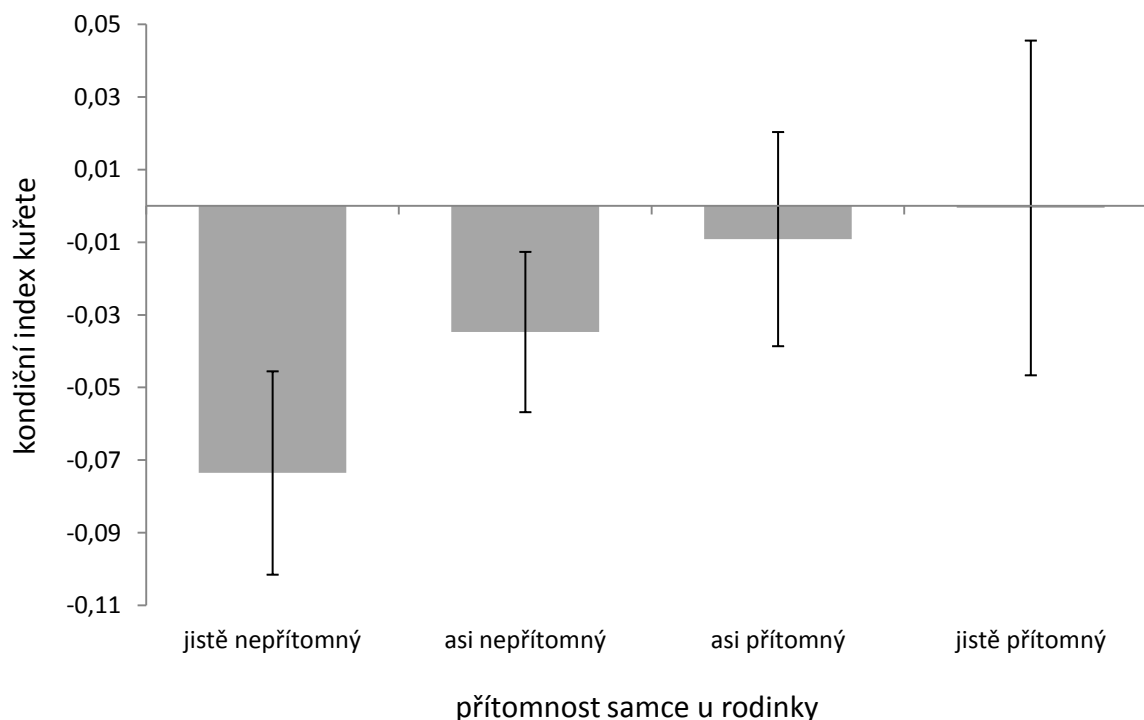
**Obr. 18.** Kondice kuřat ve stáří čtyř a více dní v závislosti na jejich věku (n = 116 měření).

Průměrná kondice kuřat se lišila v závislosti na využívaném biotopu (obr. 19). V nejlepší kondici se nacházela kuřata v úhoru, na dnech upuštěných rybníků, na loukách a v blízkosti polního hnojiště. Naopak nejnižší kondice kuřat byla zjištěna v obilí, jeteli, ozimech a zvláčených případně čerstvě osetých polích. Špatná kondice kuřat na pastvině může být způsobena faktem, že tři změřená kuřata ze dvou rodinek se na pastvinu dostala až okolo 20. dne věku a během několika dní nestihla dohnat dřívější zpomalený růst, nikoliv špatnou kvalitou biotopu. Obecně je potřeba výsledky z biotopů s malou velikostí vzorku interpretovat se zvýšenou opatrností.



**Obr. 19.** Průměrná kondice kuřat ve stáří čtyř a více dní v závislosti na obývaném biotopu. Chybové úsečky značí střední chybu průměru (SE), popisky jednotlivých kategorií biotopu jsou pro lepší přehlednost grafu uvedeny nad příslušným sloupcem, velikosti vzorku (počet měření) jsou uvedeny pod příslušným sloupcem.

Přítomnost samce u rodinky měla výrazně pozitivní vliv na kondici kuřat (obr. 20). Nicméně sílu efektu je potřeba interpretovat se zvýšenou opatrností kvůli malému počtu záznamů v kategorii „jistě nepřítomný“, velkému rozptylu hodnot v kategorii „jistě přítomný“, ale zejména kvůli faktu, že pro 34 % záznamů v souboru dat neexistoval záznam (kategorie NA) o přítomnosti samce u rodinky. Podobně silně průkazný vyšel efekt data vylíhnutí kuřete (tab. 10), kdy kuřata vylíhlá později v sezóně byla průměrně v lepší kondici. Tento výsledek je však silně ovlivněn přítomností několika kuřat ve velmi dobré kondici ke konci sezóny 2013 a naopak přítomností několika kuřat ve zhoršené kondici brzy v sezóně 2014. Navíc informace o datu vylíhnutí v souboru dat chybí u 55 % záznamů. Proto je na místě danou závislost interpretovat se zvýšenou opatrností a zjištěnému výsledku nepřikládat přílišnou váhu.



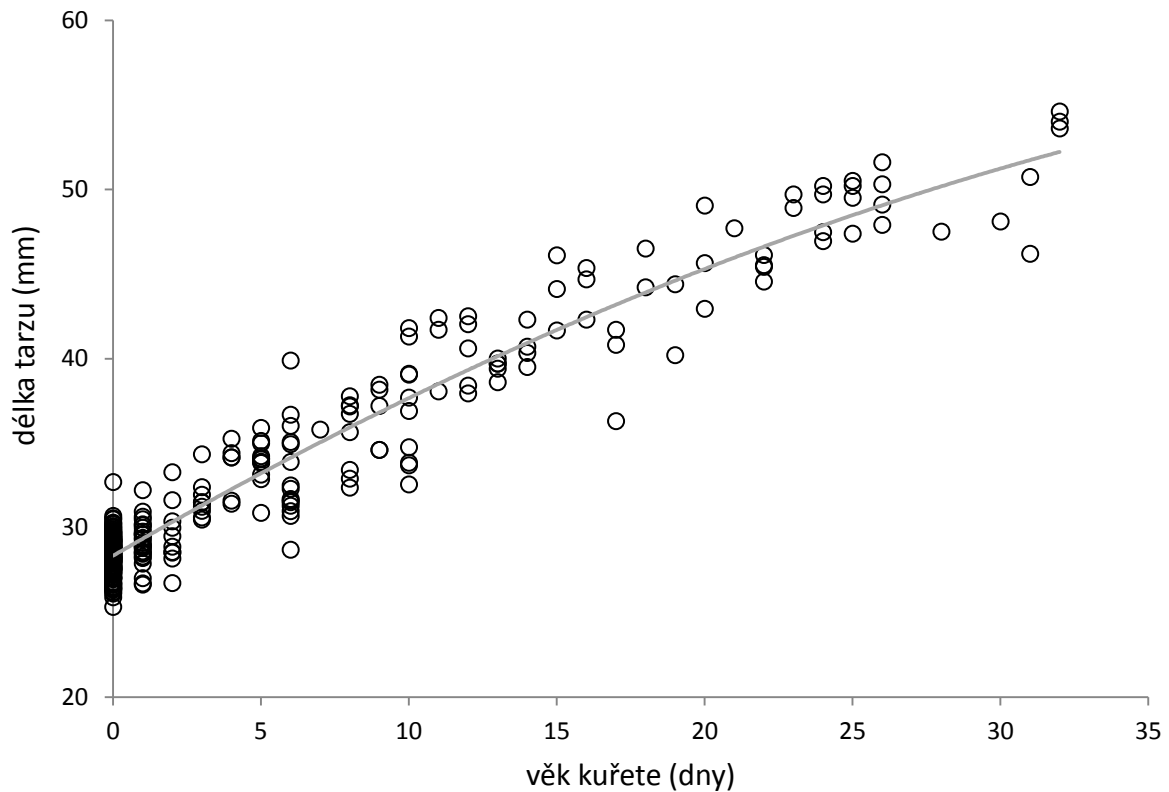
**Obr. 20.** Průměrná kondice kuřat ve stáří čtyř a více dní v závislosti na přítomnosti samce u rodinky. Chybové úsečky značí střední chybu průměru (SE), velikosti vzorku (počet měření) jsou následující: jistě nepřítomný ( $n = 8$ ), asi nepřítomný ( $n = 18$ ), asi přítomný ( $n = 23$ ), jistě přítomný ( $n = 28$ ).

### 3.3 Růstové parametry a růst kuřat

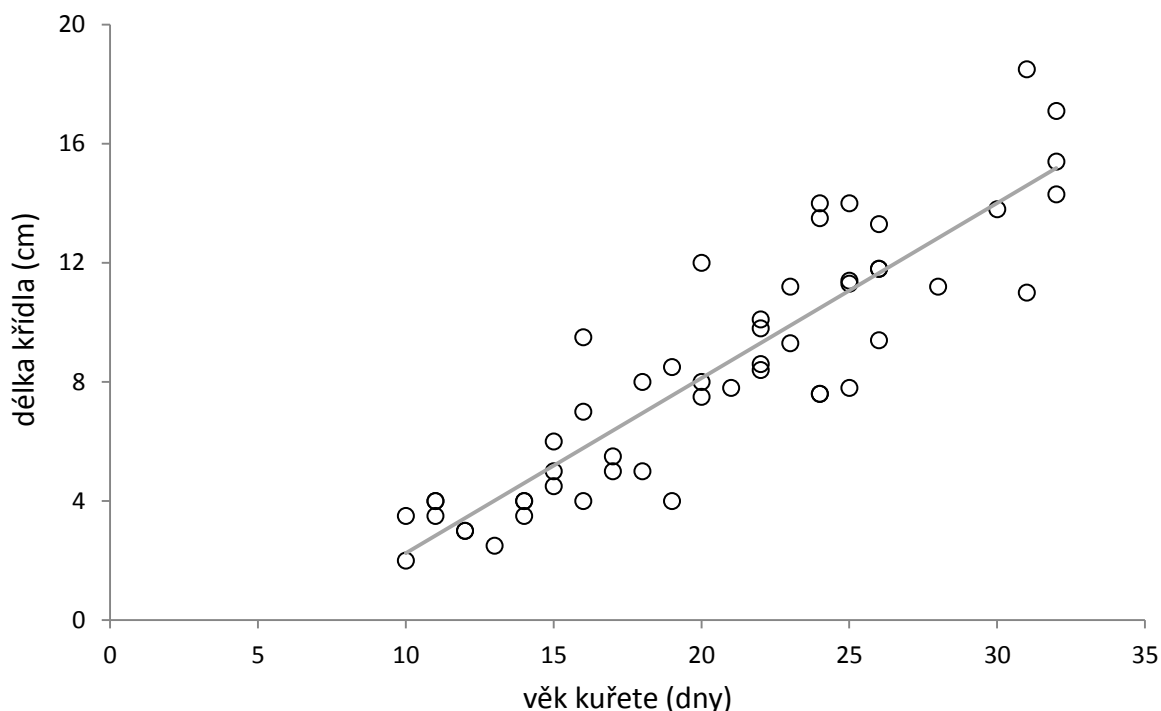
#### 3.3.1 Růstové parametry kuřat

Hmotnost kuřete vzrůstala nelineárně s věkem, s nejvyšším nárůstem hmotnosti okolo 15.–20. dne života (obr. 2). To dobře odpovídá největšímu průměrnému dennímu přírůstku hmotnosti v tomto období (obr. 23). Krátce po vylíhnutí dosahovala hmotnost kuřat zpravidla 16–18 g, kdy byl u řady kuřat v prvních dnech po vylíhnutí (až do věku tří dní) pozorován úbytek hmotnosti, který se negativně projevil na jejich denním přírůstku hmotnosti (obr. 23) a také na následné zhoršené kondici (obr. 18), která se při vylíhnutí naopak pohybovala spíše v rozmezí kladných hodnot (obr. 13). Tento propad hmotnosti byl zaznamenán zejména v situacích, kdy kuřata v hnízdě či poblíž hnízda, často v suboptimálních potravních biotopech „čekala“ na vylíhnutí svých sourozenců.

Délka zobáku i tarzu kuřete nelineárně rostla s věkem, růst zobáku byl mírně větší u starších kuřat (obr. 1), naopak růst tarzu se s věkem kuřete zpomaloval (obr. 21). Křídlo kuřete, zejména ruční letky, začalo růst okolo 10. dne věku kuřete a tento vztah byl s věkem téměř lineární (obr. 22).



**Obr 21.** Délka tarzu (Svensson *et al.* 2009) včetně kloubu v závislosti na stáří kuřete. Šedá křivka naznačuje kvadratickou závislost, kterou lze popsat rovnicí  $y = -0,0087x^2 + 1,024x + 28,301$  ( $n = 339$  měření 281 kuřat). Pro vhodnější grafické znázornění nezačíná osa  $y$  v bodě 0.



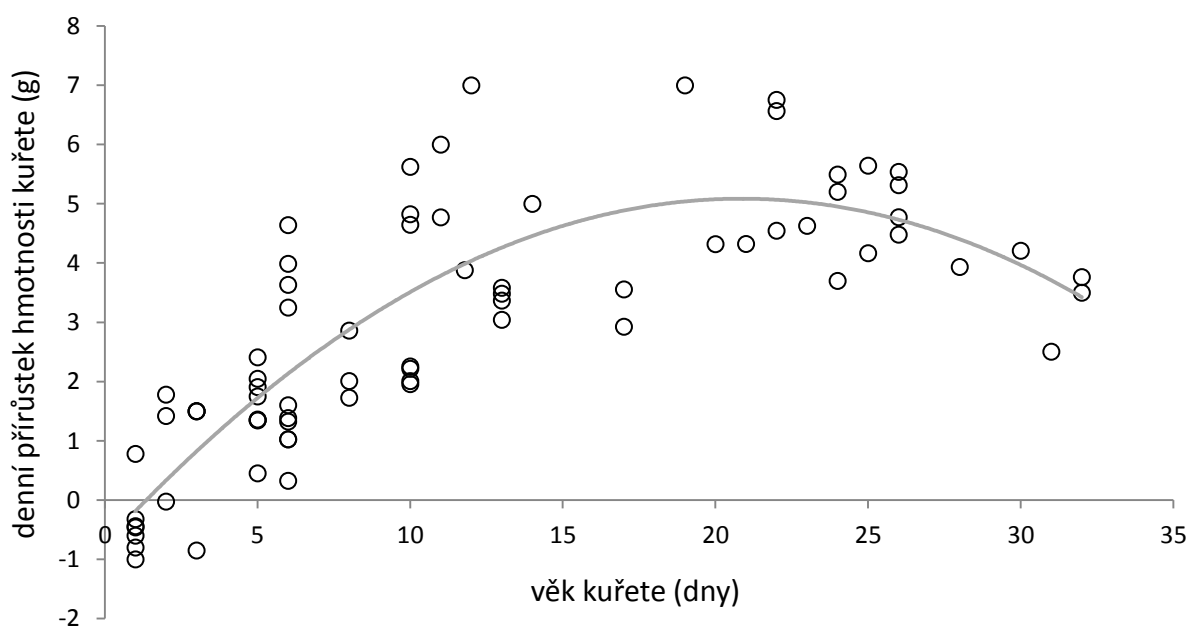
**Obr. 22.** Délka křídla od karpálního kloubu po nejdelší ruční letku (Hayman *et al.* 1986) v závislosti na stáří kuřete. Šedá přímka naznačuje lineární závislost, kterou lze popsat rovnicí  $y = 0,5876x - 3,6289$  ( $n = 52$  měření 50 kuřat).

### 3.3.2 Faktory ovlivňující rychlost růstu kuřat

V letech 2013 a 2014 bylo získáno 74 měření denního přírůstku hmotnosti kuřete od 65 kuřat z 32 rodinek na 22 lokalitách. Průměrný denní přírůstek činil  $2,99 \pm 2,05$  (SD) g/den hodnoty se pohybovaly v rozsahu -1g/den až 7g/den. Pomocí LME byl testován vliv pevných efektů: roku, biotopu a přítomnosti mokřiny jako kategorických proměnných, data měření a věku kuřete jako kontinuálních proměnných na denní přírůstek hmotnosti. Jako náhodné efekty byly zvoleny ID kuřete, ID rodinky a lokalita (podrobnější popis proměnných a jejich kategorií je uveden v metodice). Z plného modelu byly postupně odebírány proměnné, jejichž odstranění neznamenalo zhoršení nového zredukovaného modelu. Prve byl jako neprůkazný odstraněn efekt roku (LME;  $\chi^2 = 2,46$ ;  $df = 19$ , 1;  $P = 0,117$ ). Ze zjednodušeného modelu byl dále jako neprůkazný odebrán efekt biotopu (LME;  $\chi^2 = 14,45$ ;  $df = 18$ ; 9;  $P = 0,107$ ) a posléze i efekt data měření kuřete (LME;  $\chi^2 = 0,878$ ;  $df = 9$ , 1;  $P = 0,349$ ). V minimálním adekvátním modelu zůstaly průkazné dvě proměnné jejichž odstranění již vedlo ke zhoršení

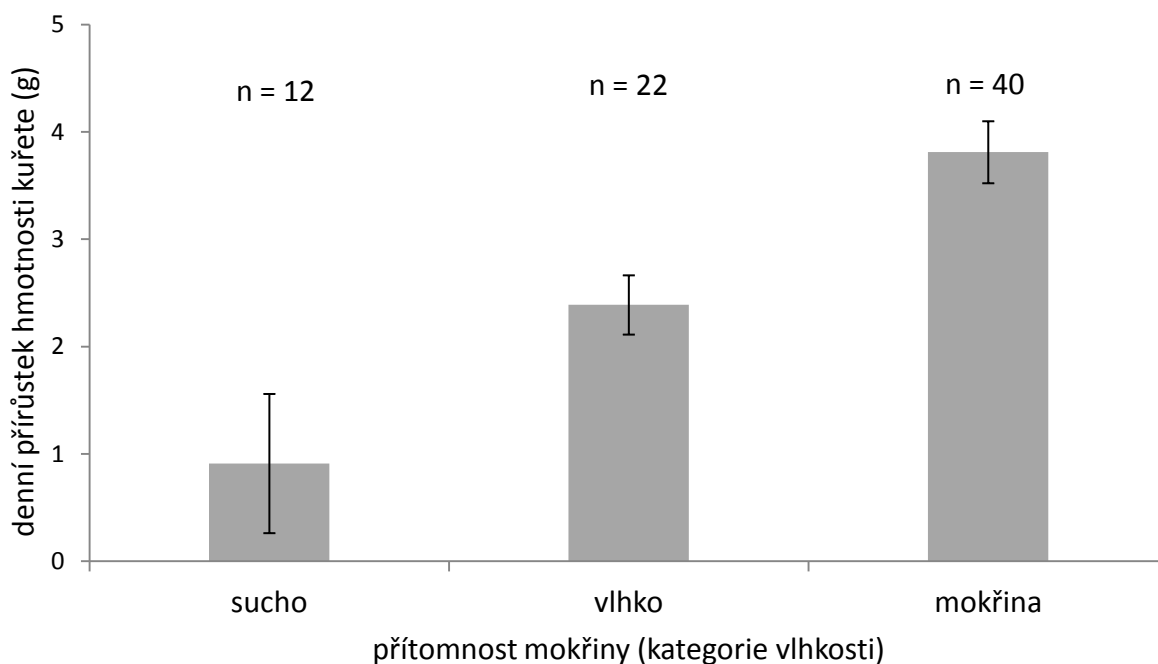
modelu: přítomnost mokřiny (LME;  $\chi^2 = 17,45$ ;  $df = 8, 2$ ;  $P < 0,001$ ) a věk kuřete (LME;  $\chi^2 = 52,46$ ;  $df = 8, 1$ ;  $P \ll 0,001$ ).

Denní přírůstek hmotnosti dosahoval nejnižších hodnot zejména u kuřat krátce po vylíhnutí, zaznamenané záporné přírůstky dokládají propad hmotnosti u čerstvě vylíhlých kuřat zjištěný nejpozději ve třech dnech stáří kuřete. Naopak nejvyšších denních přírůstků hmotnosti dosahovala kuřata okolo 15.–20. dne života, v pozdějším věku míra denního růstu opět poklesla (obr. 23). Zde je důležité zohlednit fakt, že denní přírůstek hmotnosti se vztahuje k různě dlouhému období mezi dvěma měřeními, průměrně  $10,10 \pm 8,56$  (SD) dní, kdy hodnota přírůstku je vynášena proti věku kuřete při druhém změření.



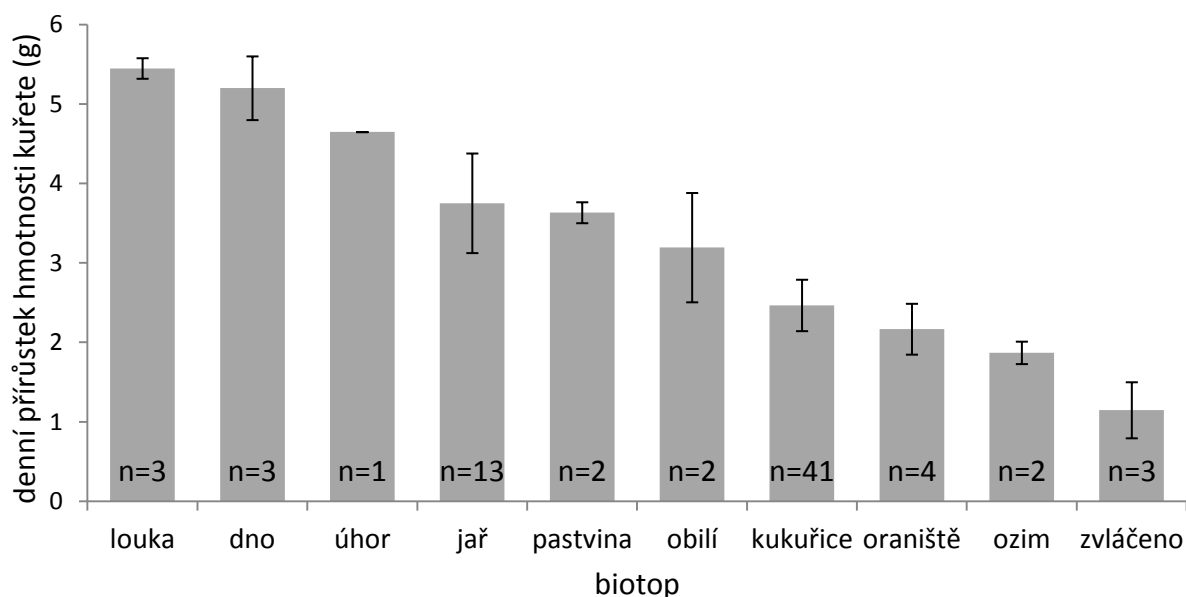
**Obr. 23.** Závislost denního přírůstku hmotnosti kuřete na jeho věku ( $n = 74$  měření). Vztah naznačuje kvadratickou závislost (šedá křivka), kterou lze popsat rovnicí:  $y = -0,0134x^2 + 0,558x - 0,7336$ .

Denní přírůstek hmotnosti byl významně ovlivňován přítomností mokřiny na lokalitě. Na suchých lokalitách dosahoval nejnižších hodnot, naopak byl největší na lokalitách, kde v období před druhým změřením měla kuřata k dispozici rozsáhlejší mokřiny a místa s otevřenou vodní plochou (obr. 24).



**Obr. 24.** Průměrný denní přírůstek hmotnosti kuřete v závislosti na vlhkosti obývané lokality. Chybové úsečky značí střední chybu průměru (SE), velikost vzorku (počet měření) je uvedena nad příslušným sloupcem.

Přestože efekt biotopu na denní přírůstek hmotnosti kuřete vyšel jako neprůkazný, v získaných datech existuje naznačení určitých trendů, které by v případě většího množství dat, případně slučování některých podobných biotopů do stejné kategorie mohly mít významný vliv. Výsledky lze vzhledem k neprůkaznosti efektu a extrémně malé velikosti vzorku u většiny biotopů interpretovat pouze se zvýšenou opatrností. Nejvyšší denní přírůstky hmotnosti se zdají být na loukách a dnech upuštěných rybníků, naopak nejmenší ve zvláčených, či čerstvě osetých polích a v ozimech (obr. 25).



**Obr. 25.** Průměrný denní přírůstek hmotnosti kuřete v závislosti na biotopu. Chybové úsečky značí střední chybu průměru (SE), velikosti vzorku (počet měření) jsou uvedeny u základny příslušného sloupce. Detailní popis kategorií biotopů je uveden v metodice.

Počáteční hmotnost kuřete měřená v den líhnutí, případně ve stáří jednoho dne, byla známa pro omezený datový soubor (65 měření 58 kuřat). Pomocí LME byl testován vliv pevných efektů: roku a věku kuřete jako kategorických proměnných a počáteční hmotnosti kuřete jako kontinuální proměnné na denní přírůstek hmotnosti. V modelu byla rovněž zahrnuta interakce startovní hmotnosti a věku. Byl předpokládán silnější vliv počáteční hmotnosti kuřete na jeho přírůstek do deseti dnů věku včetně oproti starším kuřatům. Proto také v této analýze vystupuje věk jako kategorická proměnná o dvou hladinách, kuřata ve věku 0–10 dní a kuřata 11 dní a starší. Jako náhodné efekty byly zvoleny ID kuřete, ID rodinky a lokalita. Vzhledem k faktu, že některá kuřata byla měřena ve stáří jednoho dne, nikoliv v den líhnutí, byla analýza vnořena do efektu stáří při měření startovní hmotnosti kuřete. Z plného modelu byla nejprve odebrána neprůkazná interakce startovní hmotnosti a věku (LME;  $\chi^2 = 0,55$ ;  $df = 13, 1$ ;  $P = 0,462$ ), poté ze zjednodušeného modelu proměnná počáteční hmotnost kuřete (LME;  $\chi^2 = 1,15$ ;  $df = 12, 2$ ;  $P = 0,562$ ) a následně efekt roku (LME;  $\chi^2 = 3,28$ ;  $df = 10, 2$ ;  $P = 0,194$ ). V minimálním adekvátním modelu zůstal průkazný pouze efekt věku kuřete (LME;  $\chi^2 = 46,91$ ;  $df = 8, 2$ ;  $P \ll 0,001$ ), jehož vliv byl již podrobně rozebrán dříve na větším datovém souboru (obr. 23).



Přestože grafické znázornění naznačovalo trend pozitivní závislosti denního přírůstku hmotnosti na počáteční hmotnosti kuřat do 10 dnů věku s vymizením tohoto trendu u starších kuřat, tento vztah se ukázal jako vysoce neprůkazný. Samotná počáteční hmotnost kuřete také neměla vliv na velikost jeho denního přírůstku hmotnosti.

### **3.4 Faktory ovlivňující přežívání kuřat**

Na datovém souboru 164 kuřat ze 49 rodinek se známou hmotností kuřete při vylíhnutí byl pomocí lineárního modelu se smíšenými efekty LME testován vliv pevného efektu: hmotnosti kuřete při vylíhnutí jako kontinuální proměnné na pravděpodobnou míru přežití kuřete. Jako náhodné efekty byly zvoleny ID rodinky, lokalita a rok. Z modelu bylo možné odstranit vliv hmotnosti kuřete při vylíhnutí (LME;  $\chi^2 = 0,09$ ;  $df = 6$ , 1;  $P = 0,770$ ) a tato proměnná se tedy ukázala jako nesignifikantní.

Míra přežití vystupovala jako kategorická proměnná: kuře „živé“ vs. kuře „pravděpodobně mrtvé“. Protože většina kuřat nebyla telemetricky sledována a nebylo tedy možné jednoznačně potvrdit úmrtí kuřete, za pravděpodobně mrtvá byla předpokládána kuřata, která již nebyla od vylíhnutí nikdy zaznamenána. Naopak kuřata, která byla dohledána a byla naživu ve stáří 1–32 dní, vystupovala jako „živé“ kuře. Přestože na Českobudějovicku byly chybějící rodinky později zpravidla několikrát dohledávány i v širším okolí posledního známého výskytu, je zřejmé, že některé přesuny rodinek a tak i celé rodinky mohly uniknout pozornosti. Avšak nikdy se nestalo, že delší dobu chybějící rodinka byla nakonec nalezena na jiném místě, takže počet kuřat, která se později po vylíhnutí nacházela stále na živu a nebyla zaznamenána, bude pravděpodobně nízký. Přestože byl v datech naznačen mírný trend větší hmotnosti při vylíhnutí u později „živých“ kuřat  $17,65 \pm 0,19$  (SE) g v porovnání s kuřaty později „pravděpodobně mrtvými“  $17,34 \pm 0,10$  (SE) g, vliv tohoto rozdílu na pravděpodobnost přežití kuřat nebyl významný.

### **3.5 Efekt pohlaví kuřete a poměr pohlaví při vylíhnutí**

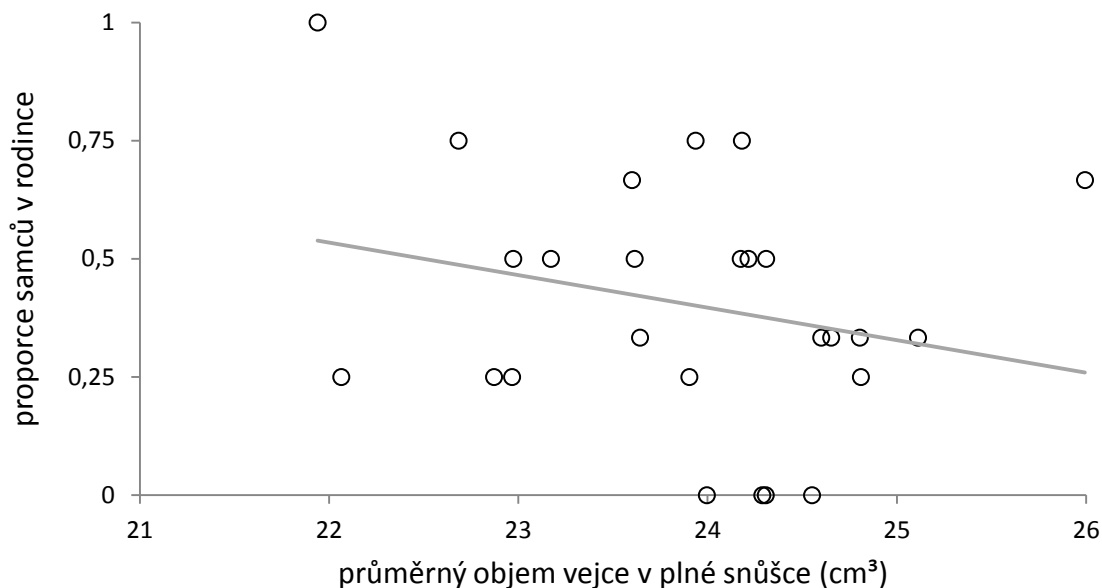
V letech 2013 a 2014 bylo na Českobudějovicku zjištěno pohlaví u 104 kuřat z 31 rodinek (54 kuřat v roce 2013 a 50 kuřat v roce 2014). Celkově bylo zjištěno 64 samic a 40 samců. Průměrný poměr pohlaví (zastoupení samců v %) ve 31 rodinkách byl  $0,35 \pm 0,05$  (SE), který

byl shledán významně odlišným (jednovýběrový t-test;  $t = -2,37$ ;  $df = 30$ ;  $P = 0,025$ ) od předpokládané shody poměru pohlaví. Avšak ne ve všech rodinkách byla odchycena všechna kuřata a z neznámého důvodu v rodinkách, kde byla odchycena jen dvě či jedno kuře (čtyři a jedna rodinka), převažovaly samice. Přestože je reálné předpokládat, že chybějící kuřata v rodinkách mohla být náhodně samicí či samcem, pro jistotu byla zredukována váha poměru pohlaví v rodinkách, kde byla odchycena jen dvě a jedno kuře právě podle počtu odchycených kuřat. Po této úpravě dat byl vychýlený poměr pohlaví ve prospěch samic slabě průkazný, po zaokrouhlení na hranici statistické významnosti (jednovýběrový t-test;  $t = -2,05$ ;  $df = 30$ ;  $P = 0,050$ ). Pro kontrolu provedené střídavé dosazení 10 samců a 10 samic do datového souboru tak, aby všechny rodinky obsahovaly 4 kuřata (jednovýběrový t-test;  $t = -2,18$ ;  $df = 30$ ;  $P = 0,037$ ) potvrzuje průkaznost vychýleného poměru pohlaví, ale zároveň naznačuje správnost postupu redukce váhy hodnoty poměru pohlaví z rodinek, kde bylo odchyceno méně jak tři kuřata.

Pro nevelký vzorek je potřeba vychýlený poměr pohlaví ve prospěch samic interpretovat s opatrností, nicméně tento trend byl podobný v obou sledovaných letech. V roce 2013 činil  $0,37 \pm 0,06$  (SE) pro 17 rodinek a v roce 2014  $0,33 \pm 0,08$  (SE) pro 14 rodinek.

Pomocí GLM s binomickou distribucí závislé proměnné a  $\chi^2$ -statistikou byl testován vliv kontinuálních proměnných průměrné velikosti vajec (objemu) ve snůšce, datum vylíhnutí kuřete a počet kuřat ve sledované rodince na poměr pohlaví. Vzhledem k tomu, že nebylo možné přiřadit konkrétní vejce konkrétnímu kuřeti a musel být využit průměrný objem všech vajec ve snůšce, pro relevantnější porovnání byly do analýzy zahrnuty pouze rodinky, kde bylo známo pohlaví alespoň u tří nebo čtyř kuřat (95 kuřat ve 26 rodinkách, 56 samic a 39 samců). Ani jedna ze sledovaných proměnných neměla vliv na poměr pohlaví kuřat v rodince: průměrná velikost vajec (GLM; deviance = 0,78;  $df = 1$ , 22;  $P = 0,378$ ), datum vylíhnutí kuřete (GLM; deviance = 0,07;  $df = 1$ , 22;  $P = 0,799$ ), počet kuřat ve sledované rodince (GLM; deviance = 0,14;  $df = 1$ , 22;  $P = 0,704$ ). Mírná „overdispersion“ = 1,39 v datech by neměla ovlivňovat získané výsledky.

Přestože vliv průměrné velikosti vejce ve snůšce nebyl statisticky průkazný, v datech byl patrný trend, kdy ve snůškách s průměrně většími vejci bylo nalézáno větší proporční zastoupení samic. Dle tohoto vztahu se tedy samice líhnou z mírně větších vajec (obr. 26). Poměr pohlaví se nelišil mezi rodinkami, kde byla odchycena čtyři, nebo tři kuřata a dále se poměr pohlaví nelišil v průběhu sezóny podle rozdílného data vylíhnutí kuřete.



**Obr. 26.** Poměr pohlaví vyjádřený proporcí samců v odchycených rodinkách (17× čtyři kuřata, 9× tři kuřata v rodince) v závislosti na průměrném objemu vejce v plné snůšce (n = 31 snůšek; 30 čtyřvejčných a jedna třívejčná snůška). Daty proložená šedá přímka zvýrazňuje směr trendu. Pro vhodnější grafické znázornění nezačíná osa y v bodě 0.

U menšího datového souboru byla známa i hmotnost kuřete v den jeho vylíhnutí (85 kuřat, 54 samic a 31 samců). Pomocí LME byl testován vliv pevných efektů: pohlaví jako kategorické proměnné a data vylíhnutí kuřete jako kontinuální proměnné na hmotnost kuřete při jeho vylíhnutí. Jako náhodný efekt bylo zvoleno ID rodinky. Z plného modelu byla odebrána neprůkazná proměnná pohlaví (LME;  $\chi^2 = 0,02$ ;  $df = 5, 1$ ;  $P = 0,889$ ). Pohlaví se signifikantně nelišila v hmotnosti při vylíhnutí, přestože zde byl pozitivní trend ve prospěch samic, jejichž hmotnost při vylíhnutí byla  $17,83 \text{ g} \pm 0,15 \text{ (SE)}$ , oproti lehčím samcům:  $17,57 \text{ g} \pm 0,21 \text{ (SE)}$ . V minimálním adekvátním modelu zůstal průkazný efekt data vylíhnutí kuřete (LME;  $\chi^2 = 9,18$ ;  $df = 5, 2$ ;  $P = 0,002$ ). Tento výsledek logicky vyplývá ze zjištěného každoročního úbytku průměrné velikosti vajec v sezóně (tab. 2) a zároveň je předpokladem pro zjištěný trend horší kondice kuřat při vylíhnutí, která se vylíhla později v sezóně (obr. 14).

Na omezeném datovém souboru 37 měření 33 kuřat ve věku čtyři dny a starší, u kterých bylo známo pohlaví, byl pomocí LME testován vliv pevných efektů: pohlaví kuřete jako kategorické proměnné a věku kuřete jako kontinuální proměnné na kondiční index kuřete. Jako náhodné efekty byly zvoleny ID kuřete, ID rodinky, lokalita a rok. Průkazný vliv

věku (LME;  $\chi^2 = 28,29$ ;  $df = 8, 1$ ;  $P \ll 0,001$ ) odpovídá dřívějším výsledkům (obr. 18). Naopak vliv pohlaví se ukázal jako nevýznamný (LME;  $\chi^2 = 0,15$ ;  $df = 8, 1$ ;  $P = 0,696$ ). Kondice kuřat ve věku čtyři a více dní nebyla rozdílná mezi samci a samicemi.

### 3.6 Přesuny kuřat

Celkově byly konkrétní přesuny kuřat známy pouze u 25 rodinek, u kterých také byla změřena jejich kondice. Průměrná vzdálenost, kterou kuřata (rodinka) urazila od předchozí kontroly neměla vliv na jejich kondici (blíže viz kap. 3.2.2). Většina rodinek zůstávala do 250 m od místa vylíhnutí. Jen výjimečně byly zaznamenány větší přesuny. Na Českobudějovicku byl nejdelší kumulativní přesun rodinky zaznamenán min 1725 m od místa vylíhnutí. Rodinka se přesouvala v rámci dvou čerstvě osetých kukuřičných polí, prostupnost biotopu tedy byla dobrá. U této rodinky byl zaznamenán i velmi rychlý přesun čtyři dny starých kuřat, která byla schopna během přibližně jedné hodiny urazit 600 m. Rodinka se přesouvala od menší k větší mokřině a dlouhé přesuny zřejmě neměly negativní vliv na přežívání, ve věku 22 dní byli v rodince stále živí všichni čtyři sourozenci.

### 3.7 Predátoři kuřat

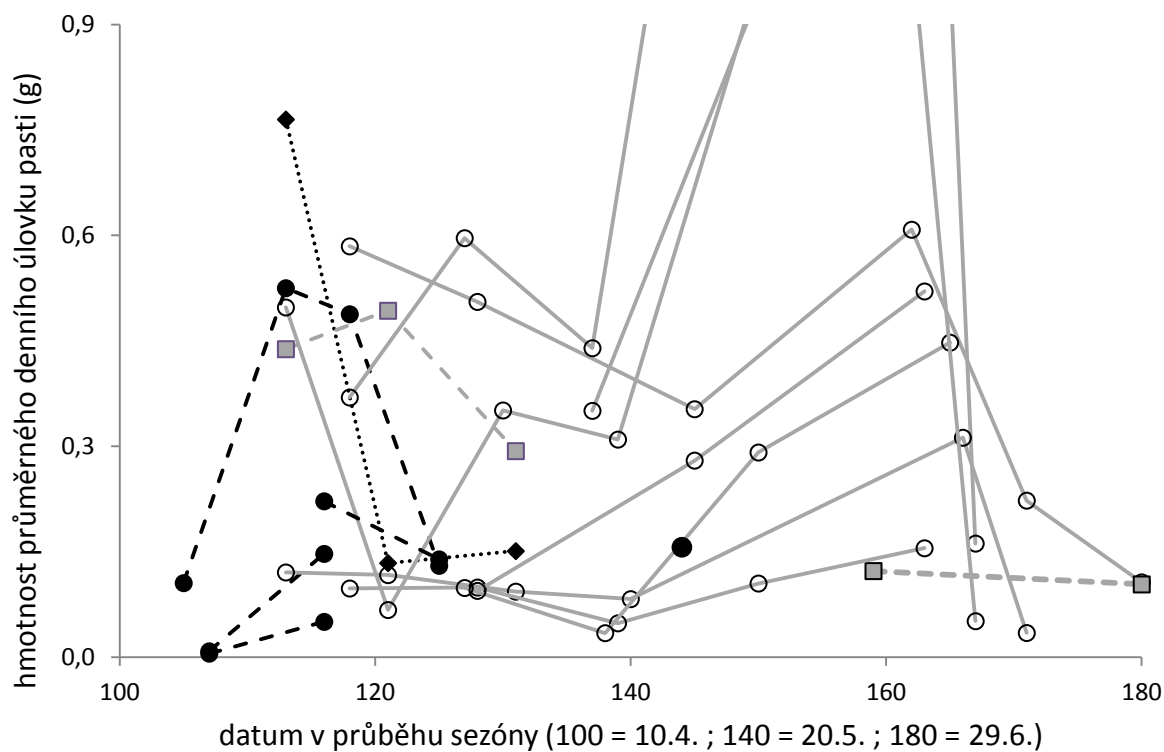
Na Českobudějovicku se zjištění predátorů kuřat omezuje na přímé pozorování ulovené kuřete motákem pochopem (Kubelka & Šálek 2014). V rámci dvou let podrobného sledování byla doložena jedna predace cca tři týdny starého kuřete neurčeným predátorem. Na Královéhradecku bylo zjištěno minimálně 6 predačních událostí, kuřata byla vždy mladší než 4, 4, 7, 8, 10 a 28 dní. Jako určení predátoři byli zjištěni dvakrát poštolka obecná a jednou kalous ušatý (V. Zámečník in litt., tab. 11). Je důležité poznamenat, že v některých případech úmrtí nebylo možné jednoznačně rozhodnout, zdali se jedná o predaci či úmrtí z jiného důvodu, proto může být míra predace kuřat ve sledované populaci mírně podhodnocena.

**Tab. 11.** Predátoři čejčích kuřat zjištěni a jejich relativní důležitost na v různých oblastech Evropy. Hvězdička = náhodné zaznamenání predace bez podrobnější studie. A = Nizozemí (Teunissen *et al.* 2008), B = Velká Británie (Sharpe 2006), C = Švýcarsko (Rickenbach *et al.* 2011), D = Německo (Junker *et al.* 2004), E = Švédsko (Johansson & Blomqvist 1996).

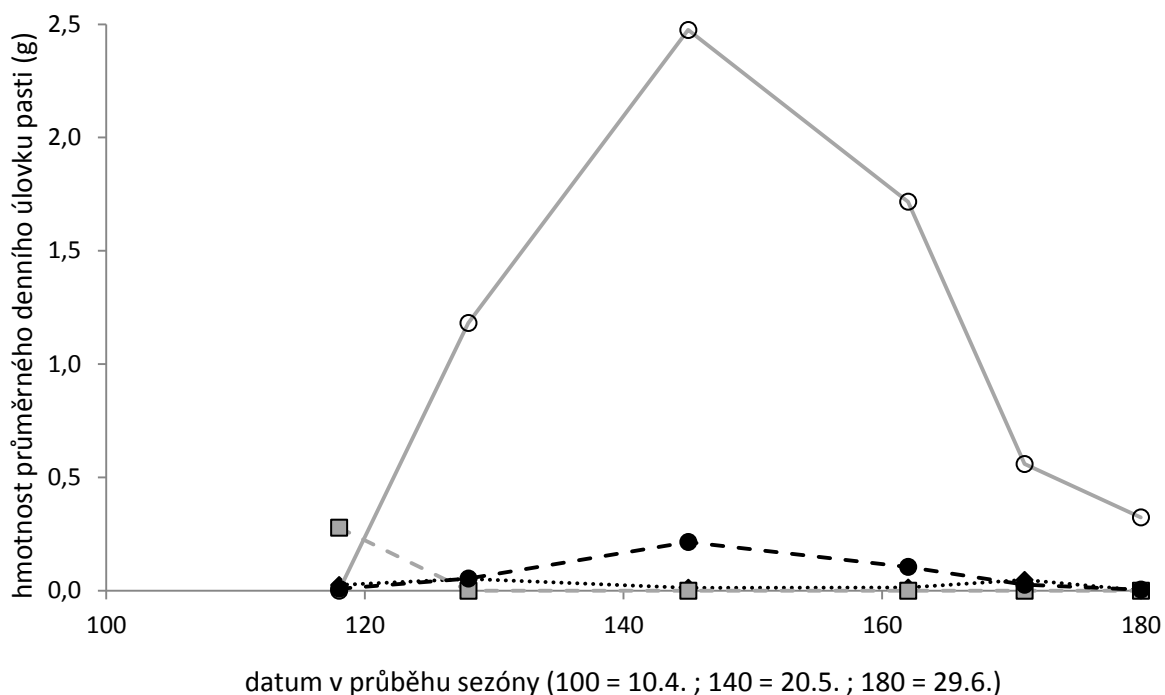
oblast	Niz.	UK	Švýc.	Něm.	Švéd.	ČR
zdroj	A	B	C	D	E	tato studie
počet predovaných kuřat	106	20	NA	NA	NA	7
predátor	proporční vliv predátora v jednotlivých studiích %					
neurčeno	18	70				30
neznámý dravý pták	22	15				28
volavka popelavá	14-25					
vrána obecná ( <i>Ardea cinerea</i> )	6	5	*		*	
káně lesní ( <i>Buteo buteo</i> )	6					
racek bouřní ( <i>Larus canus</i> )	5					
krahujec obecný ( <i>Accipiter nisus</i> )	2					
jestřáb lesní ( <i>Accipiter gentilis</i> )	1					
kavka obecná ( <i>Corvus monedula</i> )	1					
poštolka obecná ( <i>Falco tinnunculus</i> )			*			28
moták pochop ( <i>Circus aeruginosus</i> )						*
kalous ušatý ( <i>Asio otus</i> )						14
neznámý savec	2					
liška obecná ( <i>Vulpes vulpes</i> )	3	5		*		
lasice sp. ( <i>Mustela sp.</i> )	9	5				
potkan obecný ( <i>Rattus norvegicus</i> )	1					

### 3.8 Potravní nabídka kuřat

Dle předběžných výsledků analýzy nabídky potravy je patrné, že množství potravy dostupné pro čejčí kuřata na zemském povrchu je velmi variabilní mezi lokalitami, liší se i mezi biotopy a v průběhu sezóny (obr. 27). Je zde na místě připomenout, že jeden datový bod v grafu odpovídá výběru jedné pasti, nikoliv průměru z pěti pastí v daném mikrobiotopu. Dá se tedy očekávat, že později zprůměrované hodnoty z více pastí poskytnou méně variabilní a lépe interpretovatelné výsledky. Ale již tento prvotní náhled naznačuje, že postupně v sezóně dostupné potravy ubývá (kromě kukuřičných polí okolo 10. června) a že v kukuřici je potravy poněkud více než v ostatních biotopech (obr. 27). Je vhodné poznamenat, že průměrná výška porostu kukuřice se 10. června pohybuje okolo 60 cm.



**Obr. 27.** Hmotnost průměrného denního úlovku jednotlivých zemních pastí (úlovek/počet dní expozice pastí) na lokalitách Českobudějovicka s různými biotopy v průběhu sezóny 2014. Pastí v rámci jedné lokality jsou vždy propojeny úsečkami. Bílá kolečka a plné šedé čáry značí kukuřičná pole, černá kolečka a čárkované černé čáry pastviny a louky, šedé čtverečky a šedé čárkované čáry jarní obiloviny a černé kosočtverečky a černé tečkované čáry oraniště. Pro lepší grafické porovnání jednotlivých lokalit je osa y shora omezena a přímo v grafu chybí tři hodnoty úlovků na lokalitách v kukuřici: 6. června 1,38 g, 9. června 3,02 g a 1,40 g. Pro lepší grafické znázornění nezačíná osa x v bodě 0.



**Obr. 28.** Hmotnost průměrného denního úlovku zemní pasti (úlovek/počet dní expozice pasti) na kukuřičném poli u ryb. Vyšatov na Českobudějovicku v průběhu sezóny 2014. Data jsou rozdělená podle jednotlivých taxonů. Následné úlovky jednoho taxonu jsou vždy propojeny úsečkami. Bílá kolečka a plné šedé čáry značí střevlíkovité brouky (Carabidae), černá kolečka a čárkované černé čáry všechny brouky kromě střevlíků (Coleoptera), šedé čtverečky a šedé čárkované čáry máloštětinatce (Oligogaeta) a černé kosočtverečky a černé tečkované čáry pavouky (Araneae). Pro lepší grafické znázornění nezačíná osa x v bodě 0.

Rovněž zastoupení jednotlivých taxonů se v průběhu sezóny výrazně mění (obr. 28). V kukuřičném poli u Vyšatova, stejně jako v ostatních kukuřičných polích převládali střevlíkovití brouci, kteří byli nejpočetnější okolo 25. května. Naopak máloštětinatci byli přítomní pouze na počátku sezóny. Ostatní taxony měly jen minoritní zastoupení včetně stonožek (Chilopoda) a mravencovitých (Formicidae), které pro nepravidelné záznamy a extrémně malý počet ani v grafu nejsou zobrazeny (obr. 28). Na jiných lokalitách bylo podobné zastoupení taxonů. V jarní obilovině byli navíc zaznamenány tiplice (Tipulidae) a rovnokřídli (Orthoptera).

## 4. DISKUZE

### 4.1 Časová a prostorová variabilita ve velikosti vajec

#### 4.1.1 Vliv množství srážek a teploty

Úbytek velikosti vajec později v sezóně je typický pro řadu čejčích populací (Galbraith 1988a; Šálek 1995a; Hegyi 1996; Grønstøl 1997; Sharpe 2006, tab. 2), ale i pro další druhy bahňáků (Byrkjedal & Kålås 1985; Redmond 1986; Sandercock *et al.* 1999). Doposud však zřejmě žádná studie nezkoumala vliv klimatických faktorů na sklon tohoto úbytku velikosti vajec v sezóně.

Sklon úbytku velikosti vajec v sezóně je určován zejména velikostí vajec v březnových snůškách (obr. 8). Čím větší jsou březnová vejce, tím větší je potenciál pro úbytek průměrné velikosti vajec v pozdější části sezóny. Největší sklon úbytku velikosti vajec v sezóně byl zjištěn za vysokého úhrnu srážek v únoru až březnu (obr. 5, tab. 3, tab. 4), který pozitivně působil na velikost vajec v březnových, případně časných dubnových snůškách a naopak za nízkého úhrnu srážek v dubnu (obr. 4). Množství srážek a následné podmáčení lokality pravděpodobně pozitivně ovlivňuje dostupnost potravy pro samice v období tvorby vajec (Berg 1993; Ausden *et al.* 2001) a následně i velikost vajec, které jsou za vlhčího předjaří větší. Naopak dubnové srážky ovlivňují druhou část sklonu úbytku průměrné velikosti vajec v sezóně a čím je koncem dubna více sucho, tím jsou menší vejce v dubnových, případně květnových snůškách.

Průměrná velikost vajec v březnových snůškách je nejvíce ovlivněna množstvím srážek v březnu. Čím více v březnu prší, tím větší vejce jsou v průměru snášena (obr. 6, tab. 5, tab. 6). Zlepšení dostupnosti potravy pro čejky za větších srážkových úhrnů a následná možnost snášet větší vejce zřejmě působí u březnových snůšek stejně jako u ovlivnění celkového sklonu úbytku průměrné velikosti vajec v sezóně.

U březnových snůšek však byla jako významný faktor ovlivňující velikost vajec zjištěna i teplota. Čím bylo v březnu více mrazivých dní (vyjádřeno součtem maximálních záporných hodnot teploty v průběhu měsíce), tím menší byla průměrná velikost čejčích vajec (obr. 7). Při výrazně záporných hodnotách teplot po přiletu na hnízdiště není pro čejky



potrava dobře dostupná. Navíc energie nutně investovaná do vlastní termoregulace u samic zhoršuje jejich kondici, podobně jako je přežívání v zimě ovlivňováno krutostí počasí, zejména teplotou (Peach *et al.* 1994; Catchpole *et al.* 1999), a tato energie nemůže být využita při tvorbě vajec. Podporou tohoto tvrzení je fakt, že čejky za chladnějšího počasí během inkubace více ztrácely na hmotnosti (Hegyí & Sasvári 1998b). Vliv teploty se uplatňoval v omezené míře i u sklonu průměrné velikosti vejce v sezóně. Čím mrazivěji bylo v březnu, tím menší byla březnová vejce a následně i sklon úbytku průměrné velikosti vajec v sezóně.

Celkovou průměrnou velikost vajec ve snůškách v rámci celé sezóny opět vysvětluje nejlépe množství březnových srážek. Čím více v březnu prší, tím větší je průměrná velikost vajec v celé sezóně (obr. 9, tab. 7, tab. 8). Srážky se zde uplatňují stejným způsobem jako u březnových snůšek. Význam březnových srážek má jistě dosah i do dubna, protože podmáčená místa na hnízdištích nemohou v dubnu vyschnout příliš rychle. Navíc energie pro časné dubnové snůšky byla zřejmě získána již v březnu, jak naznačuje průměrný interval 11–12 dní, potřebných k tvorbě a snesení náhradní snůšky po ztrátě té první (Klomp 1951; Hegyí 1996). Březnové srážky tedy mohou ovlivňovat většinu snůšek snesených v průběhu celé sezóny a tím i celkový průměrný objem vajec v sezóně.

Naopak těžko interpretovatelný je negativní vliv většího množství dubnových srážek na celkový objem vajec v průběhu sezóny (obr. 10). Logicky by se dal předpokládat aditivní vliv dubnových srážek k srážkám březnovým, pozitivní ovlivnění velikosti vajec v druhé části sezóny a celkově vyšší průměrný objem vajec. Byl však zjištěn úplný opak. Protože dubnové srážky ovlivňují vždy menší počet snůšek v sezóně, než srážky březnové, nejrozumnějším vysvětlením se mi jeví fakt, že průměrná velikost vajec v sezóně je ovlivňována zejména březnovými srážkami a následný negativní vztah s dubnovými srážkami vyšel „jen náhodou“. V jednom ze čtyř let, které se vyznačovaly nejvyššími dubnovými srážkami a zároveň nejmenším průměrným objemem vajec, byly v datovém souboru jen čtyři snůšky, jejichž inkubace započala po 10. dubnu, a tedy reálně mohla být ovlivněna dubnovými srážkami. Ze třech zbývajících let však existuje již o něco větší množství dubnových, případně květnových snůšek. Také existuje mírný trend v klimatických datech, kdy při větších březnových srážkách prší méně v dubnu a naopak, ale tato korelace není výrazná natolik, aby samostatně vysvětlila zjištěný nečekaný vliv dubnových srážek. Dle mého názoru nelze z biologické podstaty rozumně vysvětlit negativní vliv dubnových srážek na průměrnou velikost vajec čejek v průběhu celé sezóny, a proto je potřeba se smířit s faktem, že se jedná o náhodný a náhodně velmi průkazný (statistická chyba prvního druhu) artefakt v datovém souboru.

V rámci bahňáků nebyla doposud provedena takto rozsáhlá observační studie zjišťující vliv klimatických faktorů na velikost vajec. Existují jednotlivé záznamy o změně velikosti snůšky v závislosti na špatném počasí v jednom roce (Nol *et al.* 1997), případně změny načasování hnízdění (Smith *et al.* 2010). Studie provedené na čejce chocholaté analyzující dlouhodobá data z řady desetiletí (Both *et al.* 2005; Musters *et al.* 2010) ukázaly, že čejky začínají hnízdit dříve po vlhkých zimách a za teplejšího jarního počasí, což dobře odpovídá faktu, že za dobrých potravních podmínek stihly zřejmě čejky rychleji získat dostatečné množství energie pro tvorbu a snášení vajec (Högstedt 1974), případně této energie mohlo být relativně více a čejky mohly snášet i větší vejce, jak naznačují výsledky této studie.

Naopak u bukače velkého (*Botaurus stellaris*) v Polsku byl nalezen negativní vztah mezi množstvím srážek v době tvorby vajec a následnou velikostí vajec. Při vyšších úhrnech srážek je však na rozdíl od čejky pro bukače potrava hůře dostupná (Polak & Kasprzykowski 2013). Při experimentálním sledování efektu navýšení množství dostupné potravy na velikost ptačích vajec byl shledán pozitivní vliv v 10 z 28 provedených studií (Christians 2002). U jediného studovaného zástupce z řádu dlouhokřídlých (Charadriiformes), racka žlutonohého (*Larus fuscus*), byly získány jak pozitivní (Hiom *et al.* 1991), tak neprůkazné (Hiom *et al.* 1991; Bolton *et al.* 1992) výsledky příkrmovacích experimentů. Korelace velikosti vajec s teplotou se ukázala jako pozitivní ve všech šesti studiích provedených na pěvcích, naopak nebyla prokázána ve všech třech studiích nepěvců (Christians 2002), u husy sněžní (*Anser caerulescens*) byl dokonce prokázán negativní vztah. Při nižších teplotách v době tvorby vajec husy snášely větší vejce (Williams & Cooch 1996). Zde však hrají důležitou roli „capital breeding“ vs. „income breeding“ rozmnožovací strategie rozdílné pro husu sněžní a sledované pěvce (Williams & Cooch 1996; Jönsson 1997).

Rozdíly v průměrné velikosti vajec čejek chocholatých mezi jednotlivými roky (obr. 12), pravděpodobně způsobované klimatickými vlivy, se mohou zdát malé: rozdíly objemu zpravidla do 0,5 cm<sup>3</sup>, představují 2,14 % objemu z průměrného vejce a po přepočtu 0,34 g průměrného čerstvě vylíhlého kuřete. Avšak počáteční výhoda, byť několika desetin gramu, může být pro následnou kondici, růst a přežívání čejčího kuřete klíčová (Galbraith 1988a; Blomqvist *et al.* 1997; Sheldon 2002, obr. 15).

Právě proto, že doposud byl klimatickým charakteristikám a následnému množství dostupné potravy přikládán spíše minoritní vliv na velikost vajec (Christians 2002), jsou výsledky této studie o to zajímavější. Dokládají, že alespoň v některých populacích

prekociálních druhů v přírodních podmínkách mohou srážky a teplota v předhnízdním období významně ovlivňovat velikost vajec, a tím předurčovat kondici, růst a přežívání kuřat, ale i reprodukční úspěšnost celé populace druhu v sezóně.

#### **4.1.2 Vliv biotopu**

Přestože byly shledány rozdíly velikosti vajec mezi sledovanými biotopy (obr. 11), tyto rozdíly nebyly způsobeny biotopem samotným, ale pouze zpožděným načasováním hnízdění v některých biotopech (tab. 9) a protože existuje každoroční patrnost úbytku průměrné velikosti vajec v sezóně (tab. 2), byla například vejce v jařinách shledána menšími než vejce v oraništích. Rozdíly mezi třemi nejčastějšími biotopy, ve kterých byla vejce průměrně snášena v téměř stejném období: oraniště, louka a ozim, se ukázaly jako nevýznamné. Přesto byla vejce snášena v oraništích o 0,18 cm<sup>3</sup> objemnější než vejce v loukách a o 0,26 cm<sup>3</sup> objemnější než vejce v ozimech. Ani Sheldon (2002) nezjistil rozdílné velikosti vajec čejek v různých biotopech.

Rozdíly ve velikosti vajec v různých biotopech popsali Murton & Westwood (1974), když nalézali těžší vejce na orné půdě a pastvinách v porovnání s vřesovišti. Větší vejce na orné půdě byla obecně spojována s větším množstvím žíhal dostupných pro samice v době tvorby a snášení vajec (Murton & Westwood 1974; Baines 1990). Tyto rozdíly je možné zaznamenat v rozsáhlých oblastech jednoho hnízdního prostředí, ale jemnější krajinná mozaika různých plodin na orné půdě a luk na Českokbudějovicku může výrazně snížit efekt biotopu. Samice před zahnízděním se totiž nemusí živit pouze na lokalitě, kde nakonec zahnízdí (Berg 1993), ale naopak byla pozorována preference lokalit s větší početností žíhal v blízkosti budoucího hnízděště (Baines 1990). Proto by bylo vhodné zjistit, jakým způsobem jsou získávány energetické zásoby pro tvorbu vajec u čejek v pestré krajinné mozaice orné půdy, travních porostů i rybníků a jak se využití jednotlivých biotopů odráží ve velikosti vajec. Tato observační studie by se však neobešla bez barevného označení konkrétních jedinců.

#### **4.1.3 Změny průměrné velikosti vajec v čase**

Přestože průměrná velikost vajec ve všech snůškách se v průběhu let 1988–2014 měnila i o více než 0,5 cm<sup>3</sup> (obr. 12), s největší pravděpodobností v důsledku klimatické situace

příslušného roku, pro velký rozptyl velikosti vajec v každé sezóně byly tyto rozdíly za hranicí statistické významnosti (tab. 9). Nabízí se však zajímavé srovnání s historickými údaji ze stejné oblasti Českobudějovicka (obr. 12). Porovnávání trendu velikosti vajec v rámci jedné oblasti je nezbytné, protože mohou dlouhodoběji existovat regionálně odlišné průměrné velikosti vajec čejek v jednotlivých populacích ČR (Klabník 1984; Schröpfer 2002; Hora & Mattas 2007). To by sám o sobě mohl být zajímavý fenomén zasluhující podrobnější prozkoumání nejen v ČR, ale v celém areálu výskytu čejky chocholaté. Pokud má velikost vejce zásadní vliv pro přežívání mláďat, což bylo opakovaně dokázáno (blíže viz kap. 4.2.1), geografické rozdíly ve velikosti vajec (kontrolované na průměrnou velikost samice dané populace) by mohly indikovat rozdílné ekologické tlaky a evoluční omezení jednotlivých populací druhu. Těmto rozdílům u ptáků bylo však doposud věnováno pouze málo pozornosti (Encabo *et al.* 2002; Ruuskanen *et al.* 2011; Svagelj *et al.* 2012).

V polovině 21. století byly na Českobudějovicku nalézány podstatně větší čejčí vejce než kdykoliv později, naopak nejmenší vejce byla zjištěna v roce 1981 (obr. 12). V letech 1953–1965 se v několika případech jednalo o náhradní snůšky, naopak z roku 1981 pocházejí všechny snůšky z „první vlny“ většinou největších snůšek, snášených do poloviny dubna. Tudíž efekt sezóny by neměl hrát ve zjištěných odlišnostech významnou roli. Navíc březen v roce 1981 byl teplotně nadprůměrný, s úhrnem srážek 37 mm, což činí 95 % průměrných hodnot (Český hydrometeorologický ústav 2014). Ani extrémně nevhodné počasí by tedy nemělo hrát roli ve velikosti vajec v roce 1981. Nabízí se vysvětlení vlivem pesticidů a dalších chemických látek, které začaly být intenzivně využívány v českém zemědělství po roce 1960. Tyto látky, přímo omezující potravu dostupnou pro čejky (Hudson, Tucker & Fuller 1994), mohly negativně působit na hnízdící samice a promítnout se ve zmenšené velikosti vajec v roce 1981. Naopak po politickém převratu v roce 1989 se naráz v českém zemědělství přestaly výše zmíněné látky využívat v takovém množství (Reif *et al.* 2008), na to mohly čejky reagovat postupným zvyšováním průměrné velikosti vajec. Podobný efekt byl dáván do souvislosti se zmenšením velikosti snůšky u čejky chocholaté ve velké Británii v 50. a 60. letech 20. století (Shrubb 2007), což zde byla éra nejvyššího využívání organochlorových pesticidů (Shrubb 2007). Avšak podle mého názoru se u čejky, která klade zpravidla invariantní snůšku čtyř vajec, bude snáze měnit velikost vajec než jejich počet, což naznačuje i Galbraith (1988a). Současná nižší úroveň průměrné velikosti vajec by mohla souviset s tím, že české zemědělské prostředí stále není pro čejku stejně vhodné jako před rokem 1965 a je omezována negativními vlivy chemických prostředků používaných

v zemědělství. Je škoda, že zatím nejsou k dispozici údaje o velikosti čejčích vajec zejména v letech 1965–1981, ale možná někde podobné informace v terénních denících k dispozici jsou, jen nejsou dobře dostupné. Časový trend ve velikosti čejčích vajec by si jistě zaslouhoval podrobnější analýzu napříč areálem výskytu druhu, informací o velikosti čejčích vajec bude jistě nemalé množství. Takto lze zejména vzhledem k malému vzorku dat z let 1953–1965 považovat tento odstavec spíše za odvážnou spekulaci vybízející k další diskuzi.

#### **4.2 Vliv velikosti vejce na kondici, růst a přežívání kuřat**

Průměrná hmotnost kuřat při vylíhnutí v rodince pozitivně korelovala s průměrným objemem vajec ve snůšce (obr. 3), což se pozitivně odrazilo v kondici kuřat (obr. 13), která průměrně klesá v průběhu sezóny (obr. 14). Sezónní pokles průměrné kondice kuřat při vylíhnutí je důsledkem každoročního úbytku velikosti vajec v sezóně (tab. 2). První vztah byl již několikrát v populacích čejky chocholaté prokázán (Galbraith 1988a; Hegyi 1996; Blomqvist, Johansson & Götmark 1997; Sheldon 2002; Larsen *et al.* 2003; Grønstøl *et al.* 2013). To, že kuřata z větších vajec jsou při vylíhnutí i v lepší kondici, doložili Sheldon (2002) a Sharpe (2006). Ověření tohoto vztahu u lokálně studované populace je však důležitým předpokladem pro testování faktorů ovlivňujících průměrnou velikost vajec.

Nakolik je vliv velikosti vejce pro kuře biologicky významný dokládá fakt, že kondice kuřat ve věku 11 a více dní byla stále ovlivňována hmotností kuřete při vylíhnutí. Kuřata, která se vylíhla jako těžší, těžila z této počáteční výhody i po 11. dni života (obr. 15). Při zařazení náhodného efektu rodinky do modelu je částečně omezen aditivní vliv kvalitních rodičů (Blomqvist *et al.* 1997). Lze tedy předpokládat reálný významný vliv samotné velikosti vejce. Naopak přes pozitivní trend nebyl prokázán vliv hmotnosti kuřete na jeho denní přírůstek hmotnosti ani na pravděpodobnost přežívání. Podobně se v Norsku růst kuřat nelišil v závislosti na jejich hmotnosti při vylíhnutí (Grønstøl *et al.* 2013). Vliv velikosti vejce na přežívání kuřat byl několikrát doložen. Například ve Skotsku kuřata vylíhlá z vajec o objemu 23 cm<sup>3</sup> a více měla dvojnásobně vyšší šanci, že se dožijí vzletnosti než kuřata vylíhlá z menších vajec (Galbraith 1988a), ve Švédsku byla šance na přežití u kuřat z větších vajec ještě vyšší (Blomqvist *et al.* 1997).

Neprokázání pozitivního vlivu velikosti vejce v některých studiích může být způsobeno tím, že selekční výhoda větší velikosti vejce nemusí působit vždy. Na dobrých

potravních stanovištích za příznivého počasí budou zřejmě dobře prospívat kuřata všech velikostí, ale za zhoršených podmínek se výhoda větší velikosti při vylíhnutí projeví. Stejně tak mohou rozdíly zmizet, pokud rodinky nemusí krátce po vylíhnutí podnikat energeticky náročné přesuny na lepší potravní lokality (Grønstøl *et al.* 2013). Je fakt, že kvůli příznivé hydrologické situaci na Českobudějovicku v roce 2013 (Kubelka & Šálek 2013) nemusely čejčí rodinky podnikat téměř žádné přesuny k mokřinám, kuřata se nacházela v dobré kondici (obr. 17), a to mohlo snížit významnost počáteční hmotnosti kuřete při vylíhnutí. Ze získaných výsledků je zřejmé, že detailní studie zaměřená přímo na přežívání kuřat se neobejde bez konvenční telemetrie.

### **4.3 Faktory ovlivňující kondici kuřat ve věku čtyř a více dní**

Přítomnost mokřiny jednoznačně pozitivně ovlivňovala kondici kuřat ve věku čtyř a více dní, která byla jednoznačně vyšší než na lokalitách bez mokřiny (obr. 16, tab. 10), navíc v rámci lokality čejčí rodinky jednoznačně preferovaly blízkost mokřiny. To potvrzuje výsledky ze zahraničí, kde se rovněž ukazuje, že přítomnost mokřiny je pro čejčí kuřata klíčová. Kuře bez přístupu k vodě nemůže dobře strávit přijatou potravu (Beintema *et al.* 1991). Podmáčená plocha zajišťuje kratší a lépe prostupný porost (Sheldon 2002; Ausden *et al.* 2003; Eglington *et al.* 2008), ale zejména je zde potrava mnohem lépe dostupná pro čejčí kuřata i dospělé ptáky (Beintema 1994; Ausden *et al.* 2001). Na mikrobiotopové úrovni se zdá být nejlepší kombinace ostrůvkovitých trsů vyšší vegetace (kde se kuřata mohou schovat před predátory a je zde zároveň zásobárna bezobratlých živočichů) a ploch s krátkým porostem, kde mají kuřata neomezený přístup k potravě (Devereux *et al.* 2004). Naopak vzdálenost přesunu a výška biotopu se neukázaly jako proměnné ovlivňující kondici kuřat (blíže viz kap. 4.6).

V roce 2014 byla průměrná kondice kuřat starších než čtyři dny významně horší v porovnání s rokem 2013 (obr. 17). Tento rozdíl byl zřejmě způsoben odlišnou hydrologickou situací. Zatímco květen byl v jižních Čechách srážkově značně nadprůměrný v obou letech, v červnu 2013 spadlo 188 mm srážek (200 % z dlouhodobého průměru oproti 32 mm srážek v roce 2014 (pouze 34 % z dlouhodobého průměru). Celkově však oba roky byly z hlediska květnových až červnových srážek nadprůměrné (Český hydrometeorologický ústav 2014), takže v roce s normálním průběhem srážek lze pravděpodobně očekávat ještě horší průměrnou kondici kuřat než v roce 2014. Tyto výsledky jsou v souladu s analýzou rozsáhlého souboru kroužkovacích údajů z Nizozemí, kde průměrný roční index

kondice kuřat čejky chocholaté byl pozitivně ovlivňován průměrným množstvím srážek v květnu (Beintema 1994).

Kondice kuřat vykazovala pozitivní závislost na datu vylíhnutí kuřete, což je opačný trend než bylo očekáváno a opak trendu, který dokládají jiné studie na čejce chocholaté (Galbraith 1988b; Hegyi & Sasvári 1998a). Zjištěný výsledek je jistě ovlivněn malým vzorkem a větším množstvím chybějících hodnot pro datum vylíhnutí v datovém souboru. Určitou roli zřejmě hraje skutečnost, že na jaře roku 2014 bylo několik kuřat brzy v sezóně odchyceno v suchém biotopu, kde se nacházela v nízké kondici a naopak dostatek mokřin i později v sezóně v roce 2013 zajišťoval vhodné prostředí pro čejčí kuřata, která se nacházela v dobré kondici (obr. 17). To ukazuje na to, že pokud jsou vhodné podmínky pro kuřata později v sezóně, celkově se jim daří lépe než na počátku sezóny. A to zřejmě proto, že mladší kuřata nejsou vystavena nižším teplotám, případně dešti za průměrně nižších teplot na počátku sezóny, které pro ně představují limitující faktory (Beintema & Visser 1989b; Beintema 1994). Extrémně prodloužená sezóna v roce 2013 s vhodnými podmínkami pro čejčí kuřata až do července (Kubelka & Šálek 2013) je jistě výjimečnou záležitostí (Galbraith 1988b), o které čejky při přiletu na hnízdiště nemohou vědět, a tedy plánovaně odložit vlastní hnízdění, které by pro ně později v sezóně za vyšších teplot bylo jistě energeticky méně náročné (Hegyi & Sasvári 1998b).

Zjištěné zvyšování kondice s věkem kuřete (obr. 18) bude jistě souviset s pravděpodobným strádáním řady malých kuřat, která se nacházela ve špatné kondici, ale ještě přežívala ze zásob žloutkového váčku (Redfern 1983; Galbraith 1988c). Tato kuřata mohla po přesunu dohnat kondiční propad na vhodných potravních stanovištích s přítomností mokřiny. V opačném případě zřejmě zahynula či podlehla predačnímu tlaku, a tudíž nebyla možnost jejich zhoršenou kondici změřit v pozdějším věku kuřete. Svou roli mohou hrát oba faktory, ale větší efekt bude mít jistě prostý fakt, že kuřata v lepší kondici se pravděpodobněji dožijí vyššího věku (Sharpe *et al.* 2009), a tudíž mají větší šanci, že budou dohledána a změřena.

Přítomnost samce u rodinky se ukázala jako významný faktor pozitivně ovlivňující kondici kuřat (obr. 20). Samec zpravidla hlídá opodál rodinky a agresivně vyhání z hnízdiště potenciální predátory (Hegyi & Sasvári 1998b). Tím může zvyšovat přežívání kuřat, jak bylo doloženo v práci (Hegyi & Sasvári 1998a), kde v rodinkách vyváděných pouze samicemi se méně kuřat pravděpodobně dožilo vzletnosti. Navíc obrana samce může zvyšovat bezpečnost

rodinky, kde mají kuřata poté více času ke sběru potravy, následně rychleji rostou (Beintema & Visser 1989b), a proto se nacházejí v lepší kondici.

Kondice kuřat se silně měnila i v závislosti na využívaném biotopu. Nejvyšší kondici měla kuřata v úhoru, na dně upuštěných rybníků, v loukách a u polního hnojiště. Naopak nejnižší kondice byla zjištěna v jeteli, ozimu a na zvláčených/osetých polích (obr. 19). Nejvyšší kondice kuřat na dnech upuštěných rybníků je spojována s ideálním prostředím pro čejčí kuřata, u polního hnojiště také hraje významnou roli přítomnost vody (blíže viz kap. 4.6). V loukách, které bývají využívány rodinkami zejména po pokosení, se jedná o dobře prostupný biotop se zlepšenou dostupností a detektabilitou potravy (Redfern 1982; Devereux *et al.* 2004), což je pravý opak oproti ozimu. Na nejčastěji využívaných biotopech, kukuřičných polích a jařinách, je kondice kuřat lehce podprůměrná. Porost je v těchto biotopech snadno dostupný a relativně často i s mokřinou, ale stále to nemusí být z hlediska kuřat dostačující. Potravy v kukuřičném poli nemusí být mnoho (obr. 28), navíc jsou zde nejpočetnější střevlíkovití brouci, kteří mohou být vzhledem ke své rychlosti pohybu hůře ulovitelnou potravou pro malá kuřata. Podprůměrná kondice tří kuřat na pastvině je způsobena krátkou dobou výskytu kuřat v tomto biotopu, který se zdál být optimální pro čejčí kuřata, podobně jako je často zjišťováno v zahraničí (Redfern 1982; Galbraith 1988b; Blomqvist & Johansson 1995).

Ve studii Sheldona (2002) byla kuřata v nejlepší kondici na úhorové ploše, biotopu, kde je pole přes zimu ponechané jako strniště, začátkem března je provedena lehká podmítka a v hnízdní sezóně pole zůstává bez zásahu člověka v podobě úhoru (Sheldon, Chaney & Tyler 2007). To naznačuje vhodnost tohoto speciálního biotopu pro čejčí rodinky (Sheldon 2002) a odpovídá tomu i nejlepší kondice jednoho kuřete na Českobudějovicku. Ostatní biotopy se v práci Sheldona (2002) mezi sebou z hlediska kondice kuřat nelišily. Naznačená vyšší kondice kuřat v ozimech byla zřejmě způsobena malou velikostí vzorku. Naopak v práci Sharpe (2006) byla nejvyšší kondice kuřat zjištěna v jarních obilovinách, což bylo přičítáno dobré prostupnosti biotopu s usnadněným přístupem k potravě. Další biotopy se však opět z hlediska tělesné kondice kuřat nelišily (Sharpe 2006).

Takto výrazné rozdíly v kondici kuřat mezi řadou využívaných biotopů nebyly doposud u čejky chocholaté popsány a významně posouvají naše úvahy o důsledcích rozdílné kondice pro přežívání kuřat i v možných přístupech pro efektivní ochranu druhu.



#### 4.4 Růstové parametry a růst kuřat

Růstové parametry čejčích kuřat na Českobudějovicku odpovídají doposud provedeným zahraničním studiím (Matter 1982; Fuller 1983; Redfern 1983; Beintema & Visser 1989a; b; Sheldon 2002; Sharpe 2006; Eglinton *et al.* 2010). Hmotnost, délka zobáku i délka tarzu se s věkem mění nelineárně (obr. 1, 2, 21). Lineárně s věkem roste pouze délka křídla kuřete a růst začíná až okolo desátého dne života (obr. 22), což je v souladu s výsledky detailní studie sledující vývoj opeření u čejčích kuřat (Pilacka *et al.* 2009).

Hmotnost kuřat na Českobudějovicku byla při vylíhnutí srovnatelná, či o něco nižší než ve Velké Británii, ve věku 10–20 dní byla naopak průměrná hmotnost kuřat na Českobudějovicku o několik gramů vyšší a okolo 30. dne věku byly hmotnosti téměř vyrovnané (Sheldon 2002; Eglinton *et al.* 2010), což naznačuje prohnutější křivku růstu hmotnosti u kuřat na Českobudějovicku. Průměrná hmotnost kuřat v další studii z Velké Británie, kde se jen jedno kuře z 52 dožilo vzletnosti, byla výrazně nižší než na Českobudějovicku (Sharpe 2006).

Kuřata v zajetí za optimálních podmínek rostou zpravidla rychleji, než ve volné přírodě (Matter 1982; Beintema & Visser 1989a). Ve stáří 10–20 dní se hmotnost některých kuřat v lepší kondici na Českobudějovicku reálně blížila hodnotám kuřat chovaných za optimálních podmínek v zajetí (Beintema & Visser 1989a), což naznačuje, že potravní podmínky a růst kuřat ve sledované oblasti nebyly podprůměrné i přes zjištěný počáteční mírný propad hmotnosti po vylíhnutí. Avšak oba roky sledování čejčích kuřat na Českobudějovicku byly srážkově nadprůměrné (blíže viz kap. 4.3), takže je možné, že zjištěná průměrná kondice, a tudíž i hmotnost kuřat mohou být v této studii mírně nadhodnoceny v porovnání s dlouhodobým průměrem.

Průměrný denní přírůstek hmotnosti se měnil s věkem kuřete a byl nejvyšší okolo 20. dne života kuřete (obr. 23). To dobře odpovídá průběhu křivky nárůstu hmotnosti s věkem (obr. 2) a zjištěnému mírnému propadu váhy do tří dnů po vylíhnutí. Velmi podobně přirůstala kuřata v Anglii (Sheldon 2002). Větší kuřata se z definice své velikosti mohou relativně snáze zvětšit o jednotku hmotnosti než menší kuřata. Větší přírůstek starších kuřat lze navíc vysvětlit i tím, že mají ke shánění potravy relativně více času, než mladší kuřata, která potřebují být zahřívána. Denní přírůstek hmotnosti je opravdu pozitivně závislý na době, po kterou se může kuře během dne živit (Beintema & Visser 1989b).

Denní přírůstek byl pozitivně ovlivňován přítomností mokřiny (obr. 24), což je další doklad zásadního vlivu podmáčených míst na hnízdištích čejek pro růst kuřat a odpovídá zjištěné vyšší kondici kuřat u mokřiny (blíže viz kap 4.3). Přestože vliv biotopu nebyl průkazný (obr. 25), trend byl podobný jako pro kondici kuřat v závislosti biotopu (obr. 19).

Denní přírůstek hmotnosti kuřat se nelišil v průběhu sezóny, přestože by se vzhledem k pravidelně zjišťovanému úbytku dostupné potravy (Galbraith 1988c; Beintema *et al.* 1991) dalo očekávat jeho snižování později v sezóně, jak bylo zjištěno v Norsku (Grønstøl *et al.* 2013). Avšak z Českobudějovicka existuje jen omezený vzorek denních přírůstků hmotnosti, navíc na počátku sezóny bývají zpravidla měřena mladší, čerstvě vylíhlá kuřata s menšími přírůstky, kdežto ke konci sezóny je ve vzorku relativně vyšší zastoupení starších kuřat s obecně většími přírůstky. Navíc vhodné potravní podmínky pro kuřata koncem sezóny 2013 (blíže viz kap. 4.3) mohly hrát podstatnou roli.

#### **4.5 Efekt pohlaví kuřete a poměr pohlaví při vylíhnutí**

Poměr pohlaví čerstvě vylíhlých kuřat čejky chocholaté na Českobudějovicku byl vychýlen ve prospěch samic. Přestože velikost vzorku 31 rodinek nebyla příliš velká, trend byl robustní a převaha samic byla výrazná jak v roce 2013, tak i 2014. Poměr pohlaví se nelišil v průběhu sezóny ani v závislosti na tom, zdali byla z rodinky odchycena tři nebo čtyři kuřata. Velikost vajec se signifikantně nelišila v závislosti na pohlaví, přestože trend průměrné větší velikosti vajec ve snůškách, kde se vylíhlo proporčně více samic, byl zřejmý (obr. 26). Tomu odpovídala i nesignifikantně větší hmotnost samic při vylíhnutí. Avšak kondice kuřat ve věku čtyř dní se nelišila v závislosti na pohlaví a nebyl zde již ani naznačen trend ve prospěch samic.

Doposud jediná práce zabývající se poměrem pohlaví kuřat u čejky chocholaté, provedená v jihozápadním Norsku, zjistila poměr pohlaví při vylíhnutí 0,502 ( $n = 46$  kompletních rodinek, 175 kuřat), značící nepatrnou a nevýznamnou převahu samců, kteří se líhli z lehce větších vajec (Lislevand *et al.* 2005). Podobně doposud provedené studie na bahňácích nezjistily vychýlený poměr pohlaví (Thuman *et al.* 2003; Székely *et al.* 2004), ale studie na kulíkoví mořském (*Charadrius alexandrinus*) v jižním Turecku zjistila změnu poměru pohlaví v rodince v průběhu sezóny, kdy později v sezóně se líhlo významně méně samců. Navíc bylo zjištěno lepší přežívání kuřat samčího pohlaví, které vychylovalo poměr pohlaví ve prospěch samců s věkem kuřat (Székely *et al.* 2004) a zjevně vyústilo ve snazší

nalezení partnera u samic než samců s důsledky pro párovací systém druhu (Székely *et al.* 1999). Kuřata samičího pohlaví u břehouše černoocasého (*Limosa limosa*) rostla rychleji v porovnání se samci (Kentie *et al.* 2013), to však souvisí s výraznějším pohlavním dimorfismem u tohoto druhu, kde jsou dospělé samice větší (Schroeder *et al.* 2008).

Zjištěný vychýlený poměr pohlaví ve prospěch samic a lehce větší, avšak neprůkazná, hmotnost samic při vylíhnutí, která by mohla zvyšovat jejich šanci na dosažení vzletnosti (Galbraith 1988a), přestože kondice starších kuřat se nelišila v závislosti na pohlaví, naznačuje zásadní důsledky pro celou populační dynamiku druhu. Pokud není mortalita mladých samic výrazně vyšší než samců, pro což neexistuje rozumný předpoklad, natož konkrétní výsledky (Peach, Thompson & Coulson 1994; Catchpole *et al.* 1999), je poměr pohlaví vychýlen ve prospěch samic rovněž v dospělém věku čejky při výběru partnera v době hnízdění (Liker *et al.* 2013). Čejka chocholatá byla dlouho považována za monogamní druh (Cramp & Simmons 1983), ale řada prací z posledních desetiletí ukazuje, že tomu tak není a 20–56 % samic hnízdí v polygynním svazku (Byrkjedal *et al.* 1997; Parish *et al.* 1997; Parish & Coulson 1998; Liker & Székely 1999b; Grønstøl 2003). Není bez zajímavosti, že na Písecku v Českobudějovické pánvi, patří zjištěná proporce polygynně hnízdících samic (46 %) k těm vyšším (Šálek 2005). Míra výskytu polygynie, alespoň v některých populacích čejek, může být tedy určována vychýleným sekundárním poměrem pohlaví umocněným lepším přežíváním kuřat samičího pohlaví.

Jedno z tradičních vysvětlení míry polygamie spočívá ve velikostním pohlavním dimorfismu (Bennett & Owens 2002). Dále bylo zjištěno, že druhy s větším velikostním pohlavním dimorfismem (většími samci) mají vychýlenější poměr pohlaví ve prospěch samic (Benito & González-Solís 2007). Teoretické modely naznačily novou perspektivu evoluce párovacích systémů spočívající ve vychýleném poměru pohlaví v populaci dospělých jedinců při rozmnožování s důsledky pro kompetici při získávání partnera, párovací systémy a rodičovské chování (McNamara *et al.* 2000; Kokko & Jennions 2008). Nedávno provedená komparativní studie na bahňácích ukázala, že vychýlený poměr pohlaví v dospělosti ve prospěch samic vytváří významný selekční tlak na udržování polygynních párovacích systémů a převažující samičí rodičovskou péči (Liker *et al.* 2013). Výsledky této studie naznačují, že vychýlený poměr pohlaví při vylíhnutí ve prospěch samic a následná převaha samic v dospělosti, by mohly alespoň v některých populacích posilovat selekční tlak na polygynii a samičí rodičovskou péči.

#### 4.6 Přesuny kuřat a biotopové preference

Na Českobudějovicku v obou letech sledování čejčích kuřat docházelo k minimálním přesunům čejčích rodinek, proto pravděpodobně také nebyl zjištěn vliv vzdálenosti přesunů na kondici kuřat. Přesuny zřejmě nebyly potřeba zvláště v roce 2013, kdy byly vhodná podmáčená místa pro rodinky přítomné téměř na všech lokalitách (blíže viz kap. 4.3). Proto nejdelší přesun 1725 m nebyl nikterak extrémní v porovnání se zahraničními rekordy. Vzdálenost přesunu kuřete 2 km vzdušnou čarou z místa kroužkování během 9 dní byla potvrzena v roce 1991 ve Francii (Girard & Trollet 1992). Vzdálenost, kterou postupně během přesunů (dle radiotelemetrického sledování) urazila čejčí rodinka, byla vypočtena na 4 225 m a další rodinka v anglickém hrabství Cambridgeshire byla jen dva dny po vylíhnutí zjištěna více jak 1 500 m od rodného pole (Sheldon 2002). Podobně na Královéhradecku byl zjištěn postupný kumulativní přesun kuřete přes několik zemědělských plodin až do vzdálenosti téměř 2 km (Zámečník in litt.). V čem však byl přesun kuřat na Českobudějovicku ojedinělý, je rychlost krátkodobého přesunu, kdy rodinka se čtyřdenními kuřaty překonala vzdálenost 600 m během jedné hodiny.

Nejvíce rodinek na Českobudějovicku využívalo kukuřičná pole, přestože v tomto biotopu se kuřata nenacházela zdaleka v nejlepší kondici (obr. 19) ani neměla nejvyšší denní přírůstek hmotnosti (obr. 25). Zastoupení kukuřičných polí bylo ve sledované oblasti velmi častým biotopem. Všechny čejčí rodinky preferovaly blízkost podmáčené plochy, pokud měly tuto možnost, alternativou mohlo být podmáčené okolí polního hnojiště. V celkově srážkově velmi bohaté sezóně 2013 se pouze tři kuřata z jedné rodinky nacházela mimo mokřinu, kdy se pravděpodobně jednalo o rodinku na přesunu od jedné vzdálenější mokřině k druhé. Stejná byla preference kratšího porostu, kdy kratší porost často zároveň odpovídá přítomnosti mokřiny. Jediný přesun rodinky do vyššího porostu byl zaznamenán v roce 2014, kdy čerstvě vylíhlá kuřata byla převedena z vyprahlé 2 cm vysoké kukuřice do 8 cm vysoké jarní obiloviny. V tomto případě zřejmě převážila výhoda ochrany před sluncem nad prostupností biotopu. V rámci biotopů byla preferována dna upuštěných rybníků, pokud byla k dispozici.

V rámci Českobudějovicka byly zjištěny dva jednoznačně preferované biotopy: dna upuštěných rybníků a v zemědělské krajině bez dostatku mokřin polní hnojiště. Například v roce 2013 byly za Plástovicemi u polního hnojiště 50 × 30 m s močůvkou podmáčeným okolím minimálně čtyři čejčí rodinky, které se k hnojišti přesunuly jak z louky, tak okolního

ozimu. Podobně byla v roce 2014 využívána dvě menší hnojiště minimálně třemi a třemi rodinkami. Okolí hnojiště je zpravidla rozježděné od zemědělské techniky s mokřinami a dobře přístupnou potravou, ale v blízkosti je i porost vegetace, nejčastěji polní plodiny, kam se může kuře v případě ohrožení predátorem schovat. To dohromady splňuje základní požadavky kuřete na optimální mikrobiotop (Devereux *et al.* 2004). Velmi zajímavá je i obranná strategie dospělých ptáků. Čejky, které v krajině nemají v oblibě vyvýšená místa, postávají nejčastěji na vrcholku hnojiště ve výšce 2–7 m nad okolním terénem a mají perfektní přehled o okolním nebezpečí, a proto jsou schopny včas detekovat potenciálního predátora. Troufám si tvrdit, že ztráty predací budou u polních hnojišť minimální.

Podobně pomalu zarůstající dna upuštěných rybníků jsou pro čejčí rodinky optimálním a preferovaným biotopem. V polovině června roku 2014 bylo šest čejčích rodinek různého stáří a počtu kuřat v rodince zjištěno na 2 ha bahnitého břehu rybníka Vyšatov. Na upuštěném dně rybníka se mohla vylíhnout maximálně jedna rodinka, ostatní se na rybník přesunuly z širšího okolí. Densita tří rodinek na jeden ha je podobně jako u polních hnojišť extrémně vysoká. Oba tyto preferované biotopy by si jistě zasloužily zvýšenou pozornost a ochranu (blíže viz kap. 4.9).

Je zřejmé, že daleké přesuny jsou náročné (Galbraith 1988b) a mohou být spojeny se zhoršeným přežíváním kuřat (Galbraith 1988b; Blomqvist & Johansson 1995). Podobně kuřata v srážkově podprůměrném květnu 2012 na Královéhradecku podnikala delší přesuny a několikanásobně více kuřat bylo následně nalezeno uhynulých strádáním než v letech 2013 a 2014 (V. Zámečník in litt.). Avšak když rodinka po náročnějším přesunu dorazí na vhodnou potravní lokalitu, mohou mít kuřata následně lepší kondici a přežívání než kuřata, která přesun nepodnikla a zůstala v horším biotopu (Galbraith 1988b; Sheldon 2002). Tomu nasvědčují údaje z Českobudějovicka, kde se kuřata po delších přesunech nenacházela v horší kondici (tab. 10), jedná se zejména o přesuny na dna upuštěných rybníků a k polním hnojištím.

#### **4.7 Predátoři kuřat**

Predace může být velmi významným limitujícím faktorem zodpovídajícím za 29–83 % úmrtí čejčích kuřat (Sheldon 2002; Junker *et al.* 2004; Sharpe 2006; Teunissen *et al.* 2008). Na rozdíl od predace hnízd je však u bahňáků mnohem méně často studována (MacDonald &

Bolton 2008). K jejímu detailnímu zkoumání je totiž zapotřebí telemetrického sledování kuřat (Teunissen *et al.* 2008). Jak je vidět z tab. 11, vliv predátorů se může významně regionálně lišit, ale častým predátorem je zejména vrána obecná a liška obecná, kterou za hlavního predátora kuřat v severní Anglii považovali i Seymour *et al.* (2003). Výčet predátorů zahrnuje i relativně „nečekané“ druhy jako kavka obecná, racek bouřní nebo potkan obecný (tab. 11). V ČR byli zjištěni dva dosud nepotvrzení predátoři čejčích kuřat (moták pochop a kalous ušatý) a výsledky naznačují spíše převahu ptačích predátorů. Predována byla zejména mladší kuřata, což je v souladu s faktem, že jsou nejzranitelnější (Beintema & Visser 1989a). Je však potřeba mít na zřeteli, že identifikace ptačích predátorů bývá snazší než u savčích predátorů (dohledání vysílačky pod stromem dravce je pravděpodobnější než zahrabané v savčí noře), a proto může být vliv ptačích predátorů lehce nadhodnocen (Schekkerman, Teunissen & Oosterveld 2009). Je zajímavé, že v rozsáhlé studii v Nizozemí nebyl moták pochop zjištěn jako predátor čejčích kuřat, přestože byl zaznamenán při predaci čejčí snůšky (Teunissen *et al.* 2008).

Predace může kuřata ovlivnit i nepřímo. Pokud jestřáb lesní (*Accipiter gentilis*) ulovil dospělé ptáky, mladá čejčí kuřata nebyla schopna dále sama přežít (Teunissen *et al.* 2008). Kuriózní je případ napadení kuřete příslušníkem vlastního druhu. Samice čejky, zejména na počátku inkubace, běžně agresivně vyhánějí ze svého teritoria jiné samice za účelem monopolizace svého samce (Liker & Székely 1997; Grønstøl, Byrkjedal & Fiksen 2003; Grønstøl, Lislevand & Byrkjedal 2014). Během vodění mláďat se také vyskytují šarvátky mezi samicemi na okraji teritorií, které zřejmě slouží k zajištění dostatku potravy pro vlastní kuřata. Ve dvou případech však byla agrese vedena i přímo vůči cizímu mláďeti, které vniklo do teritoria útočící samice. V obou případech samice nalétla přímo na kuře a začala ho klovat. V obou případech matka kuřete zasáhla a kuře dokázalo odběhnout do vlastního okrsku bez vážnějšího zranění (Byrkjedal *et al.* 2000). Při podobné srážce rodinek u břehouše černoocasého však došlo ke smrtelnému zranění kuřete (Teunissen *et al.* 2008), proto lze předpokládat, že některá úmrtí čejčích kuřat mohou být způsobena agresí rodičů na okrajích potravních okrsků.

Nejčastější obranou rodinky při přiblížení predátora, zejména ptačího, je příkrčení kuřat (Hudec & Šťastný 2005) a agresivní útoky a vyhánění predátora oběma rodiči, zejména samcem (Hegyi & Sasvári 1998b). Podobně jako u většího hnízdního uskupení (Elliot 1985b; Šálek & Šmilauer 2002) může být kolektivní obrana více rodičů seskupených rodinek úspěšnější (Eglington *et al.* 2009). Velmi alternativní strategií obrany kuřat před predací může

být jejich přenesení dospělcem z dosahu predátora. Přestože byl u čejky chocholaté pozorován pokus o přenesení kuřete mezi nohama dospělé přes zavodňovací strouhu při přiblížení kroužkovatele (Ash 1948), a je tudíž lákavé uvažovat o vědomém uchopování kuřete, v jiném případě bylo pozorováno čerstvě vylíhlé kuře zapletené do hrudního opeření samice a dokonce chvíli nedobrovolně poletovalo se samicí nad lokalitou (Dymond 1986). Proto je potřeba k vědomému přenášení mláďat přistupovat s obezřetností.

Z předchozích odstavců je patrné, že je obstojně znám výčet možných predátorů čejčích kuřat, ale jejich relativní vlivy se velmi těžce určují a do této oblasti je třeba směřovat další výzkumné úsilí (Sharpe 2006; Bolton *et al.* 2007; MacDonald & Bolton 2008; Teunissen *et al.* 2008). Tento fakt podporuje i zjištění, že predace čejčích kuřat na stejných lokalitách nekoresponduje s mírou predace jejich snůšek (Teunissen *et al.* 2008).

#### **4.8 Potravní nabídka kuřat, efekt sezóny**

Přestože zjišťování potravy čejčích kuřat nebylo součástí této studie, byla sledována potravní nabídka v jednotlivých biotopech během období vodění kuřat. Pilotní rok sledování potravní nabídky na Českobudějovicku naznačuje, že mezi lokalitami i biotopy existuje značná variabilita v množství dostupné potravy pro čejčí kuřata (obr. 27, 28), která by jistě zasluhovala podrobnější analýzu ve vztahu s potravou kuřat a jejich následnou kondicí a přežíváním.

Ačkoliv je zřejmé, že pomocí padacích pastí není možné pokrýt všechny (zejména vodní) taxony zastoupené v potravě čejčích kuřat, předběžné výsledky značí rozdílnou potravní atraktivitu jednotlivých biotopů a vrchol množství dostupné potravy na přelomu května a června, s výrazným úbytkem dostupné potravy koncem června (obr. 27, 28), což je v souladu s dřívějšími poznatky o úbytku dostupné potravy později v sezóně (Matter 1982; Beintema *et al.* 1991).

Zastoupení základních taxonů v nabídce potravy bylo podobné některým zahraničním studiím (Matter 1982; Sheldon 2002), avšak pro detailnější porovnání je nezbytné získat a analyzovat větší počet vzorků potravní nabídky. Přesto je z předběžných výsledků patrný markantní rozdíl v absolutní početnosti střevlíkovitých brouků a jiných taxonů, zejména v biotopu kukuřice. Výrazný nárůst početnosti střevlíkovitých brouků na přelomu května a června může být na řadě lokalit pro čejčí kuřata existenčně důležitý a splňovat vyšší

energetické požadavky starších kuřat (Beintema *et al.* 1991). Ale podle mého názoru se musí jednat o podmáčená místa v kukuřici s nižším a řidším porostem, protože průměrná kukuřice na Českobudějovicku na přelomu května a června dosahuje výšky 40–60 cm a je pro čejčí rodinky již nevhodná.

Nepříliš častou a alternativní potravou čejčích kuřat mohou být i drobní obratlovci, například pulci žab, které je čejčí kuře schopno ulovit (Boyle 1956). Pulci žab byli hojní a snadno dostupní ve vysychajících polních loužích v červnu 2014 na Českobudějovicku a mohli alespoň v některých případech nahradit obecný úbytek potravy později v sezóně.

Kuřata vylíhla od konce dubna do konce května díky snazší dostupnosti potravy zpravidla lépe přežívají a více se jich dožije vzletnosti, než kdyby se vylíhla později (Galbraith 1988b; Hegyi & Sasvári 1998b; Sheldon 2002; Bellebaum & Bock 2009; Grønstøl *et al.* 2013). Jediná práce naznačuje opačný trend (Klomp & Speek 1971), avšak zřejmě rozdílné a nesledované stáří kroužkovaných kuřat mohlo výrazně ovlivnit výsledky (Högstedt 1974), které by se daly interpretovat i opačným způsobem.

Avšak podmáčené prostředí s nízkým a řídkým porostem neobvykle pozdě v sezóně může zlepšit přežívání vylíhlých kuřat (Galbraith 1988b). Tak tomu bylo i v roce 2013 v ČR, kdy pozdně vylíhla kuřata dosáhla vzletnosti na Českobudějovicku (Kubelka & Šálek 2013), ale i v jiných částech ČR (Česká společnost ornitologická 2013). Kuřata z podrobně sledovaných lokalit Českobudějovicka i Královéhradecka byla průměrně v nejlepší kondici právě v tomto roce (obr. 17, V. Zámečník in litt.).

Efekt deště může mít dvojí vliv na čejčí kuřata. Intenzivní srážky mohou negativně ovlivňovat kondici a následné přežívání mladých kuřat (Jackson & Jackson 1975; Eglington *et al.* 2010), která nemají dostatek času pro hledání potravy a musí být rodiči za nepříznivého počasí příliš často zahřívána (Beintema & Visser 1989b), naopak z dlouhodobého hlediska má množství srážek nepochybně pozitivní vliv, vytvářejí se mokřiny s dostatkem dostupné potravy pro kuřata (blíže viz kap. 4.3).

Energetické požadavky různě starých kuřat narůstají s věkem (Beintema *et al.* 1991; Sheldon 2002) a potravní nabídka jednotlivých mikrobiotopů, zejména těch intenzivně obhospodařovaných, nemusí být vždy dostačující, a navíc se mění v průběhu sezóny (Matter 1982; Beintema *et al.* 1991; Sheldon 2002; Ausden *et al.* 2003). To může mít zásadní vliv pro načasování hnízdění čejek a chování i přežívání čejčích kuřat. Odhalení mezních hodnot



potravní nabídky konkrétních biotopů, dostačujících pro kuře daného věku, by mohlo být zajímavé nejen z ekologického, ale i ochranářského hlediska.

#### 4.9 Ochránářské aplikace

Výrazný úbytek čejky chocholaté napříč celou Evropou (BirdLife International 2004; Delany *et al.* 2009) nezůstal bez povšimnutí a bylo vynaložené nemalé úsilí na zvrácení tohoto negativního trendu (Tucker, Davies & Fuller 1994; Wilson, Evans & Grice 2009). Společným jmenovatelem populačního úbytku čejky je zejména intenzifikace zemědělství (blíže viz kap. 1.3.5), ale podstatnou roli zřejmě hraje i zvýšený predační tlak (Roodbergen *et al.* 2012). Je naprosto jasné, že většina lokálních populací čejky jak na travních porostech, tak na orné půdě, není schopna vyprodukovat dostatek vzletných mládřat, aby kompenzovala roční mortalitu dospělců (Peach *et al.* 1994; French *et al.* 2000; Sheldon 2002; Sharpe 2006; Roodbergen, van der Werf & Hötker 2012).

Vhodným ochranářským opatřením jsou maloplošné rezervace, kde je druhová ochrana účinná, ale ta pokrývá jen zlomek populace druhu (Ausden & Hirons 2002; Eglinton *et al.* 2008). Možností, jak postihnout ochranu populací v širokém prostorovém měřítku, jsou agro-environmentální opatření – AEO (Berendse *et al.* 2004). Tato opatření stanovují vhodný management zemědělské půdy tak, aby vyhovoval cílovým skupinám organismů. Vstup do těchto opatření je však pro zemědělce dobrovolný, což může činit problémy, zejména pokud management obnáší zaplavování pozemků (Ausden & Hirons 2002). Existuje řada opatření pro ptáky zemědělské krajiny a některé dotační tituly jsou zacíleny přímo na podporu bahňáků. Efektivita těchto ochranářských opatření byla hodnocena často nedostatečně, případně s rozporupnými výsledky (Klejn *et al.* 2001; Berg *et al.* 2002; Berendse *et al.* 2004; Verhulst *et al.* 2007).

Jako vhodnějšími pro čejku byly hodnoceny AEO omezující vysokou intenzitu pastvy na travních porostech (O'Brien & Wilson 2011). Podpora vyšší hladiny podzemní vody udržuje potravu bahňáků blíže měkčího povrchu půdy a činí ji tak dostupnější (Verhulst *et al.* 2007). Navíc bez zohlednění potravní nabídky pro kuřata nelze o efektivním ochranářském opatření uvažovat (Schekkerman *et al.* 2008). Obnovu vlhkých prvků (zatopených drobných kanálů) v travnatých porostech, jako zlepšení biotopu pro vodění čejčích kuřat, doporučují i Eglinton *et al.* (2008) a Bellebaum & Bock (2009). Na specifickém úhuru s AEO zacíleném

na podporu dytíka úhorního (*Burhinus oedicnemus*), významně prosperovala i čejka chocholátá (MacDonald *et al.* 2012). Podobně AEO představující podmítnuté strniště v předjaří a ponechané jako úhor během hnízdní sezóny bylo preferováno čejkami pro zahnízdění (Sheldon *et al.* 2004). V tomto prostředí měly čejky vyšší úspěšnost líhnutí snůšek (Sheldon *et al.* 2007) a jejich mláďata byla nalézána v lepší kondici než v okolních plodinách. Rodinky s mláďaty tento biotop neopouštěly, přestože byly na blízku pastviny, což indikuje kvalitu tohoto AEO i pro čejčí kuřata (Sheldon 2002).

Agro-environmentální opatření pro bahňáky na travních porostech (Scharf *et al.* 2007) v ČR nebylo příliš úspěšné (Zámečník 2014), ale od roku 2015 by v ČR mělo začít fungovat nové AEO na orné půdě pro čejku chocholátou. Jeho podstatou je ponechání biotopu oraniště na tradičních čejčích hnízdištích, nejlépe v podmáčených místech, bez zemědělského zásahu do konce května. Čejka v tomto případě funguje jako „deštníkový druh“, jehož ochranou je podporována celková obnova biodiverzity polní krajiny (Zámečník 2014).

Pokud se bude jednat o podmáčená oraniště, čejky jsou v těchto biotopech schopné vyvést mláďata až do vzletnosti bez potřeby hledání jiných vhodných biotopů (naše nepublikované údaje), ale problém by jistě nastal v případě vyschnutí lokality. Nejvhodnější by tedy bylo zohlednit při výběru půdních bloků navržených do AEO i blízkost luk a pastvin, kde lze i za absence mokřin předpokládat vhodnější stanoviště pro čejčí rodinky než na orné půdě (Galbraith 1988b; Johansson & Blomqvist 1996; obr. 19). Protože však AEO funguje na dobrovolnosti zemědělců, které je často potřeba osobně motivovat ke vstupu do AEO (Zámečník 2014), do AEO budou zahrnuty zejména ty lokality, kde zemědělci s pravidelným čejčím hnízdištěm na svých pozemcích budou vůbec ochotni do AEO vstoupit.

Polní hnojiště tvoří, zejména v druhé části hnízdní sezóny, kdy je již většina mokřin v krajině vyschlá, významné refugium pro hnízdící čejky a shromažďují se tam čejčí rodinky z blízkých i vzdálenějších polí. Okolí polních hnojišť bývají podmáčená a zdá se, že kuřata zde nacházejí dostatek potravy, protože byla nalézána v dobré kondici (obr. 19). V klíčovém období vyvádění mláďat, mohou být polní hnojiště často jedinými místy v rozlehlé krajině orné půdy, kde jsou čejčí kuřata schopna vyrůst a dosáhnout vzletnosti. Fenomén polních hnojišť, jejichž významnosti pro čejku si u nás povšiml již Kunstmüller (2006), není ze zahraničí vůbec popisován. Tudíž by bylo vhodné tomuto biotopu věnovat zvýšenou pozornost, a navíc podporovat zemědělce k vytváření polních hnojišť v blízkosti čejčích

hnízdíšť, zejména na místech, kde hrozí nedostatek mokřin později v sezóně, a přesun na louky, pastviny, či spuštěná dna rybníků není prakticky možný.

Dna spuštěných rybníků představují ideální prostředí pro čejčí rodinky, které pokud mají možnost, preferují tato stanoviště a podnikají i relativně vzdálené přesuny, aby dosáhly těchto biotopů. Dostatek vody, dobrá dostupnost potravy, nízký a řídký vegetační kryt jsou tím podstatným, co čejčí kuře potřebuje (Ausden *et al.* 2001; Sheldon 2002; Ausden *et al.* 2003; Devereux *et al.* 2004; Eglington *et al.* 2008; Bellebaum & Bock 2009, obr. 19). Vhodným ochranným opatřením by jistě bylo pravidelné alespoň částečné letnění rybníků v blízkosti významných čejčích hnízdíšť. Podobné, ať již zamýšlené (Sychra *et al.* 2008), či suchým klimatem podmíněné situace (Kubelka & Pykal 2012), představují ideální hnízdní prostředí i pro další druhy bahňáků a jiné mokřadní ptáky. Management pravidelného letnění rybníků by bylo nanejvýše žádoucí prosadit alespoň v ptačích oblastech, vyhlášených k ochraně ptáků.

## 5. ZÁVĚR

Zásadním přínosem provedené studie je odhalení působení jednoduchých klimatických faktorů: množství březnových srážek a kumulativní maximální teploty bod bodem mrazu v březnu, které výrazným způsobem, skrze lepší dostupnost potravy za vlhčího a teplejšího jara, ovlivňují průměrnou velikost vajec čejky chocholaté v jednotlivých hnízdních sezónách, a tím pádem do značné míry předurčují kondici, růst a přežívání vylíhlých kuřat. Takto rozsáhlá observační studie prokazující environmentální vliv, na velikost vajec prekociálního druhu ptáka, doposud zřejmě nebyla provedena.

Přestože existují značné rozdíly ve velikosti vajec mezi jednotlivými hnízdními biotopy, vliv samotného biotopu je zanedbatelný a rozdíly jsou způsobeny zejména celkovým úbytkem průměrné velikosti vajec v sezóně a rozdílným načasováním hnízdění v jednotlivých biotopech. Naopak zajímavé srovnání poskytují historické údaje z Českobudějovicka s rozdílnou velikostí vajec s možnými příčinami ve změnách zemědělského hospodaření. Tento náhled vybízí k větší časoprostorové analýze průměrné velikosti vajec napříč areálem výskytu čejky chocholaté.

Průměrná hmotnost kuřat při vylíhnutí v rodince pozitivně koreluje s průměrným objemem vajec ve snůšce, což se pozitivně promítá na průměrné kondici kuřat při vylíhnutí, která postupně klesá v průběhu sezóny. Důležitost velikosti vejce dokládá zjištění, že kuřata vylíhlá z větších vajec se po 11. dni života kuřete stále nacházela v lepší kondici než kuřata z menších vajec. Naopak přes pozitivní trend nebyl prokázán vliv hmotnosti kuřete při vylíhnutí na jeho denní přírůstek hmotnosti ani na pravděpodobnost přežívání. To však může být způsobeno faktem, že selekční výhoda větší velikosti kuřete při vylíhnutí nemusí být za relativně optimálních podmínek natolik výrazná.

Kondice kuřat ve věku čtyř a více dní je jednoznačně pozitivně ovlivněna přítomností mokřiny na lokalitě, a tím i lepší dostupností potravy pro kuřata. Starší kuřata se průměrně nacházejí v lepší kondici, což odpovídá tomu, že kuřata v horší kondici se zpravidla nedožijí vyššího věku. V roce 2013 byla kondice kuřat celkově vyšší, zřejmě kvůli nezvyklému nadbytku mokřin a potravně příznivým podmínkám i pozdě v sezóně. Podobně může být vysvětlen i nečekaný trend lepší kondice kuřat později v sezóně. Kondice kuřat nezávisí na délce přesunu rodinky od minulé kontroly ani výšce vegetace, ale je jednoznačně ovlivňována obývaným biotopem. Nejlepší kondici mají kuřata v biotopech: úhor, dno rybníka, louka a

hnojiště, naopak nejhorší v jeteli, ozimech a na zvláčeném/osetém poli. Takto jednoznačný vliv biotopu je důležitým zjištěním, které může být efektivně využito i při ochraně druhu.

Růstové parametry kuřat odpovídají hodnotám zahraničních populací a hmotnost kuřat je spíše mírně nadprůměrná, což však může souviset s příznivou hydrologickou situací obou sledovaných let. Denní přírůstek hmotnosti kuřete je jednoznačně pozitivně ovlivňován přítomností mokřiny a dosahuje maximálních hodnot okolo 20. dne věku kuřete. Denní přírůstek hmotnosti kuřete se nelišil v jednotlivých letech ani v průběhu sezóny. Přes patrný trend, podobný kondici kuřat, se efekt biotopu, pravděpodobně kvůli malému vzorku, ukázal jako nevýznamný.

Preferovanými biotopy čejčích rodinek jsou jednoznačně dna upuštěných rybníků a polní hnojiště, kde kuřata nacházejí optimální potravní stanoviště i potřebný úkryt. Zjištění byli dva doposud nepotvrzení predátoři čejčích kuřat: moták pochop a kalous ušatý. Z předběžných výsledků sběru potravní nabídky kuřat je zřejmé, že se mezi sebou sledované biotopy i lokality značně liší. Podle očekávání dostupné potraviny ubývá v sezóně, ale v kukuřičných polích se na přelomu května a červa vyskytuje masivní počet střevlíkovitých brouků, kteří mohou hrát důležitou roli v potravě zejména starších kuřat. Sledování potravní nabídky v pestré zemědělské krajině ve vztahu s jejím využíváním a kondicí kuřat si jistě zasluhuje podrobnější prozkoumání.

Zjištění vychýleného poměru pohlaví při vylíhnutí čejčích kuřat ve prospěch samic v obou letech je výjimečnou a rovněž zajímavou patrností, doposud u bahňáků nepopsanou. Průměrný objem vajec ve snůšce, kde po vylíhnutí převažovaly samičí kuřata, byl větší než ve snůškách, kde převažovali samci. Podobně byla vyšší hmotnost samičího kuřete po vylíhnutí. Ani jeden z těchto naznačených trendů však nebyl signifikantní. Vychýlený poměr pohlaví při vylíhnutí, případně spojený s lepším přežíváním kuřat samičího pohlaví, vytváří zřejmě významný selekční tlak na udržování polygynních párovacích systémů a převažující samičí rodičovskou péči u čejky chocholaté.



## 6. LITERATURA

- Arnold, T.W. (1999) What limits clutch size in waders? *Journal of Avian Biology*, **30**, 216–220.
- Ash, J. (1948) Evidence of young-carrying by Lapwing. *British Birds*, **41**, 356.
- Ausden, M. & Hiron, G.J.M. (2002) Grassland nature reserves for breeding wading birds in England and the implications for the ESA agri-environment scheme. *Biological Conservation*, **106**, 279–291.
- Ausden, M., Rowlands, A., Sutherland, W.J. & James, R. (2003) Diet of breeding Lapwing *Vanellus vanellus* and Redshank *Tringa totanus* on coastal grazing marsh and implications for habitat management. *Bird Study*, **50**, 285–293.
- Ausden, M., Sutherland, W.J. & James, R. (2001) The effects of flooding lowland wet grassland on soil macroinvertebrate prey of breeding wading birds. *Journal of Applied Ecology*, **38**, 320–338.
- Baines, D. (1990) The roles of predation, food and agricultural practice in determining the breeding success of the Lapwing (*Vanellus vanellus*) on upland grasslands. *Journal of Animal Ecology*, **59**, 915–929.
- Baker, A.J., Pereira, S.L. & Paton, T.A. (2007) Phylogenetic relationships and divergence times of Charadriiformes genera: multigene evidence for the Cretaceous origin of at least 14 clades of shorebirds. *Biology letters*, **3**, 205–209.
- Baker, A.J., Yatsenko, Y. & Tavares, E.S. (2012) Eight independent nuclear genes support monophyly of the plovers: The role of mutational variance in gene trees. *Molecular phylogenetics and evolution*, **65**, 631–641.
- Beintema, A.J. (1994) Condition indices for wader chicks derived from body-weight and bill-length. *Bird Study*, **41**, 68–75.
- Beintema, A.J., Beintema-Hietbrink, R.J. & Müskens, G.J.D.M. (1985) A shift in the timing of breeding in meadow birds. *Ardea*, **73**, 83–89.
- Beintema, J., Thissen, J.B., Tensen, D. & Visser, G.H. (1991) Feeding ecology of charadriiform chicks in agricultural grassland. *Ardea*, **79**, 31–43.
- Beintema, A.J. & Visser, G.H. (1989a) Growth parameters in chicks of charadriiform birds. *Ardea*, **77**, 169–180.
- Beintema, A.J. & Visser, G.H. (1989b) The effect of weather on time budgets and development of chicks of meadow birds. *Ardea*, **77**, 181–192.
- Beintema, A.J. & Visser, G.H. (1994) Factors affecting growth and survival of lapwing *Vanellus vanellus* chicks. *The ecology and conservation of lapwings Vanellus vanellus* UK Nature Conservation No. 9. (eds G.M. Tucker, S.M. Davies & R.J. Fuller), pp. 39–40. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- Bellebaum, J. & Bock, C. (2009) Influence of ground predators and water levels on Lapwing *Vanellus vanellus* breeding success in two continental wetlands. *Journal of Ornithology*, **150**, 221–230.

- Benito, M.M. & González-Solís, J. (2007) Sex ratio, sex-specific chick mortality and sexual size dimorphism in birds. *Journal of Evolutionary Biology*, **20**, 1522–1530.
- Bennett, P.M. & Owens, I.P.F. (2002) *Evolutionary Ecology of Birds: Life Histories, Mating Systems, and Extinction*. Oxford University Press, Oxford.
- Berendse, F., Chamberlain, D., Kleijn, D. & Schekkerman, H. (2004) Declining Biodiversity in Agricultural Landscapes and the Effectiveness of Agri-environment Schemes. *Ambio*, **33**, 499–502.
- Berg, Å. (1993) Habitat selection by monogamous and polygamous lapwings on farmland - the importance of foraging habitats and suitable nest sites. *Ardea*, **81**, 99–105.
- Berg, Å., Jonsson, M., Lindberg, T. & Källebrink, K.-G. (2002) Population dynamics and reproduction of Northern Lapwings *Vanellus vanellus* in a meadow restoration area in central Sweden. *Ibis*, **144**, 131–140.
- BirdLife International. (2004) *Birds in Europe: Population Estimates, Trends and Conservation Status*. BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 12), Cambridge.
- Blackburn, T.M. (1991) An Interspecific Relationship between Egg Size and Clutch Size in Birds. *Auk*, **108**, 973–977.
- Blomqvist, D. & Johansson, O.C. (1995) Trade-offs in nest site selection in coastal populations of Lapwings *Vanellus vanellus*. *Ibis*, **137**, 550–558.
- Blomqvist, D., Johansson, O.C. & Götmark, F. (1997) Parental quality and egg size affect chick survival in a precocial bird, the lapwing *Vanellus vanellus*. *Oecologia*, **110**, 18–24.
- Bodey, T.W., McDonald, R.A., Sheldon, R.D. & Bearhop, S. (2011) Absence of effects of predator control on nesting success of Northern Lapwings *Vanellus vanellus*: implications for conservation. *Ibis*, **153**, 543–555.
- Bolton, M. (1991) Determinants of chick survival in the Lesser Black-backed Gull: relative contributions of egg size and parental quality. *Journal of Animal Ecology*, **60**, 949–960.
- Bolton, M., Houston, D. & Monaghan, P. (1992) Nutritional constraints on egg formation in the lesser black-backed gull: an experimental study. *Journal of Animal Ecology*, **61**, 521–532.
- Bolton, M., Tyler, G., Smith, K. & Bamford, R. (2007) The impact of predator control on lapwing *Vanellus vanellus* breeding success on wet grassland nature reserves. *Journal of Applied Ecology*, **44**, 534–544.
- Both, C., Piersma, T. & Roodbergen, S.P. (2005) Climatic change explains much of the 20th century advance in laying date of Northern Lapwing *Vanellus vanellus* in The Netherlands. *Ardea*, **93**, 79–88.
- Boyle, G.L. (1956) Lapwing chicks “pattering” and feeding on tadpoles. *British Birds*, **49**, 502.
- Bulla, M., Šálek, M. & Gosler, A.G. (2012) Eggshell spotting does not predict male incubation but marks thinner areas of a shorebird’s shells. *Auk*, **129**, 26–35.



- Byrkjedal, I., Grønstøl, G.B., Hafsmo, J.E. & Lislevand, T. (2000) Chick punishment and chick adoption in Northern Lapwings. *Ornis Fennica*, **77**, 89–92.
- Byrkjedal, I., Grønstøl, G.B., Lislevand, T., Pedersen, K.M., Sandvik, H. & Stalheim, S. (1997) Mating systems and territory in Lapwings *Vanellus vanellus*. *Ibis*, **139**, 129–137.
- Byrkjedal, I. & Kålås, J.A. (1985) Seasonal variation in egg size in Golden Plover *Pluvialis apricaria* and Dotterel *Charadrius morinellus* populations. *Ornis Scandinavica*, **16**, 108–112.
- Byrkjedal, I., Lislevand, T. & Grønstøl, G. (2013) Rapid sampling of Males and Territories by Female Northern Lapwing, *Vanellus vanellus*. *The Wilson Journal of Ornithology*, **125**, 809–811.
- Catchpole, E.A., Morgan, B.J.T., Freeman, S.N. & Peach, W.J. (1999) Modelling the survival of British Lapwings *Vanellus vanellus* using ring-recovery data and weather covariates. *Bird Study*, **46 (Suppl)**, S5–S13.
- Cramp, S. & Simmons, K.E.L. (eds). (1983) *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East, and North Africa: The Birds of the Western Palearctic, Volume III: Waders to Gulls*. Oxford University Press, Oxford.
- Crawley, M.J. (2007) *The R Book*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Česká společnost ornitologická. (2013) Databáze pozorování ptáků, <http://birds.cz/avif/>
- Český hydrometeorologický ústav. (2014) Historická data počasí, [http://portal.chmi.cz/portal/dt?portal\\_lang=cs&nc=1&menu=JSPTabContainer/P4\\_Historicka\\_data/P4\\_1\\_Pocasi&last=false](http://portal.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&nc=1&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi&last=false)
- Davis, J.W.F. (1975) Age, egg-size and breeding success in the Herring Gull *Larus argentatus*. *Ibis*, **117**, 460–473.
- Deeming, D.C. (2002) Functional characteristics of eggs. *Avian incubation. Behavior, environment and evolution* (ed D.C. Deeming), pp. 28–42. Oxford University Press, Oxford.
- Delany, S., Scott, D., Dodman, T. & Stroud, D. (eds). (2009) *An Atlas of Wader Populations in Africa and Western Eurasia*. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.
- Devereux, C.L., Mckeever, C.U., Benton, T.G. & Whittingham, M.J. (2004) The effect of sward height and drainage on Common Starlings *Sturnus vulgaris* and Northern Lapwings *Vanellus vanellus* foraging in grassland habitats. *Ibis*, **146**, 115–122.
- Dittmann, T. & Hötker, H. (2001) Intraspecific Variation in the Egg Size of the Pied Avocet. *Waterbirds*, **24**, 83–88.
- Drent, R.H. & Daan, S. (1980) The prudent parent: energetic adjustments in avian breeding. *Ardea*, **68**, 225–252.
- Dymond, J.N. (1986) Lapwing chick entangled in breast feathers of adult. *British Birds*, **79**, 401–402.
- Eglinton, S.M., Bolton, M., Smart, M. a., Sutherland, W.J., Watkinson, A.R. & Gill, J. A. (2010) Managing water levels on wet grasslands to improve foraging conditions for breeding northern lapwing *Vanellus vanellus*. *Journal of Applied Ecology*, **47**, 451–458.

- Eglington, S.M., Gill, J.A., Bolton, M., Smart, M.A., Sutherland, W.J. & Watkinson, A.R. (2008) Restoration of wet features for breeding waders on lowland grassland. *Journal of Applied Ecology*, **45**, 305–314.
- Eglington, S.M., Gill, J.A., Smart, M.A., Sutherland, W.J., Watkinson, A.R. & Bolton, M. (2009) Habitat management and patterns of predation of Northern Lapwings on wet grasslands: The influence of linear habitat structures at different spatial scales. *Biological Conservation*, **142**, 314–324.
- Elliot, R.D. (1985a) The exclusion of avian predators from aggregations of nesting lapwings (*Vanellus vanellus*). *Animal Behaviour*, **33**, 308–314.
- Elliot, R.D. (1985b) The effects of predation risk and group size on the anti-predator responses of nesting lapwings *Vanellus vanellus*. *Behaviour*, **92**, 168–187.
- Encabo, S.I., Barba, E., Gil-Delgado, J.A. & Monrós, J.S. (2002) Geographical variation in egg size of the Great Tit *Parus major*: a new perspective. *Ibis*, **144**, 623–631.
- Evans, K.L. (2004) The potential for interactions between predation and habitat change to cause population declines of farmland birds. *Ibis*, **146**, 1–13.
- Figuerola, J. & Green, A.J. (2006) A comparative study of egg mass and clutch size in the Anseriformes. *Journal of Ornithology*, **147**, 57–68.
- Fletcher, K., Warren, P. & Baines, D. (2005) Impact of nest visits by human observers on hatching success in Lapwings *Vanellus vanellus*: a field experiment. *Bird Study*, **52**, 221–223.
- French, P., Insley, H., Siriwardena, G. & Buxton, N. (2000) Scottish Birds. *Scottish Birds*, **21**, 98–108.
- Fuller, R.J. (1983) The relative growth of bill, tarsus and wing of Lapwing chicks in the Outer Hebrides. *Ringing & Migration*, **4**, 139–144.
- Galbraith, H. (1987) Marking and visiting Lapwing *Vanellus vanellus* nests does not affect clutch survival. *Bird Study*, **34**, 137–138.
- Galbraith, H. (1988a) Effect of egg size and composition on the size, quality and survival of lapwing *Vanellus vanellus* chicks. *Journal of Zoology*, **214**, 383–398.
- Galbraith, H. (1988b) Effect of agriculture on the breeding ecology of Lapwings *Vanellus vanellus*. *Journal of Applied Ecology*, **25**, 487–503.
- Galbraith, H. (1988c) Adaptation and constraint in the growth pattern of lapwing *Vanellus vanellus* chicks. *Journal of Zoology*, **215**, 537–548.
- Galbraith, H. (1989a) Arrival and habitat use by Lapwings *Vanellus vanellus* in the early breeding season. *Ibis*, **131**, 377–388.
- Galbraith, H. (1989b) The diet of Lapwing *Vanellus vanellus* chicks on Scottish farmland. *Ibis*, **131**, 80–84.
- Girard, O. & Trolliet, B. (1992) Extreme mobility of a Lapwing *Vanellus vanellus* brood. *Wader Study Group Bulletin*, **65**, 63.

- Grant, M.C. (1991) Relationships between egg size, chick size at hatching, and chick survival in the Whimbrel *Numenius phaeopus*. *Ibis*, **133**, 127–133.
- Green, R.E., Hawell, J. & Johnson, T.H. (1987) Identification of predators of wader eggs from egg remains. *Bird Study*, **34**, 87–91.
- Griffiths, R., Double, M.C., Orr, K. & Dawson, R.J.G. (1998) A DNA test to sex most birds. *Molecular Ecology*, **7**, 1071–1075.
- Grønstøl, G.B. (1997) Correlates of Egg-Size Variation in Polygynously Breeding Northern Lapwings. *Auk*, **114**, 507–512.
- Grønstøl, G.B. (2003) Mate-sharing costs in polygynous Northern Lapwings *Vanellus vanellus*. *Ibis*, **145**, 203–211.
- Grønstøl, G.B., Byrkjedal, I. & Fiksen, Ø. (2003) Predicting polygynous settlement while incorporating varying female competitive strength. *Behavioral Ecology*, **14**, 257–267.
- Grønstøl, G., Hafsmo, J.E., Byrkjedal, I. & Lislevand, T. (2013) Chick growth and survival in northern lapwings *Vanellus vanellus* indicate that secondary females do the best of a bad job. *Journal of Avian Biology*, **44**, 376–382.
- Grønstøl, G., Lislevand, T. & Byrkjedal, I. (2014) Resident female Northern Lapwings *Vanellus vanellus* fight to exclude settlement by secondary females. *Ibis*, **156**, 461–465.
- Hayman, P., Marchant, J. & Prater, T. (1986) *Shorebirds. An Identification Guide to the Waders of the World*. Christopher Helm, London.
- Hegyí, Z. (1996) Laying date, egg volumes and chick survival in Lapwing (*Vanellus vanellus* L.), Redshank (*Tringa totanus* L.), and Black-tailed Godwit (*Limosa limosa* L.). *Ornis Hungarica*, **6**, 1–7.
- Hegyí, Z. & Sasvári, L. (1998a) Components of fitness in Lapwings *Vanellus vanellus* and Black-tailed Godwits *Limosa limosa* during the breeding season: Do female body mass and egg size matter? *Ardea*, **86**, 43–50.
- Hegyí, Z. & Sasvári, L. (1998b) Parental condition and breeding effort in waders. *Journal of Animal Ecology*, **67**, 41–53.
- Hiom, L., Bolton, M., Monaghan, P. & Worrall, D. (1991) Experimental evidence for food limitation of egg production in gulls. *Ornis Scandinavica*, **22**, 94–97.
- Högstedt, G. (1974) Length of the pre-laying period in the Lapwing *Vanellus vanellus* L. in relation to its food resources. *Ornis Scandinavica*, **5**, 1–4.
- Hora, J. & Mattas, M. (2007) Oologická sbírka Ing. Františka Mocka. *Sborn. Západočes. Muz. Plzeň, Přír.*, **107**, 1–182.
- Hořák, D. (2006) Egg mass and egg components allometry in the Common Pochard (*Aythya ferina*). *Sylvia*, **42**, 104–111.

- Hötker, H. (1991) Waders breeding on wet grasslands in the countries of the European Community – a brief summary of current knowledge on population sizes and population trends. *Wader Study Group Bulletin*, **61 (Suppl)**, 50–55.
- Del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (eds). (1996) *Handbook of the Birds of the World. Vol. 3. Hoatzin to Auks*. Lynx Edicions, Barcelona.
- Hudec, K. & Štastný, K. (eds). (2005) *Fauna ČR. Ptáci - Aves 2/I*. Academia, Praha.
- Hudson, R., Tucker, G.M. & Fuller, R.J. (1994) Lapwing *Vanellus vanellus* populations in relation to agricultural changes: a review. *The ecology and conservation of lapwings Vanellus vanellus*, UK Nature Conservation No. 9. (eds G.M. Tucker, S.M. Davies & R.J. Fuller), pp. 1–33. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- Christians, J.K. (2002) Avian egg size: variation within species and inflexibility within individuals. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, **77**, 1–26.
- InMeteo. (2014) Archiv počasí, klima České republiky, <http://www.in-pocasi.cz/archiv/>
- Jackson, R. & Jackson, J. (1975) A study of breeding Lapwings in the New Forest, Hampshire 1971–74. *Ringing & Migration*, **1**, 18–27.
- Johansson, O.C. & Blomqvist, D. (1996) Habitat selection and diet of lapwing *Vanellus vanellus* chicks on coastal farmland in S.W. Sweden. *Journal of Applied Ecology*, **33**, 1030–1040.
- Jongbloed, F., Schekkerman, H. & Teunissen, W. (2006) Verdeling van de broedinspanning bij Kieviten. *Limosa*, **79**, 63–70.
- Jönsson, K.I. (1997) Capital and income breeding as alternative tactics of resource use in reproduction. *Oikos*, **78**, 57–66.
- Junker, S., Krawczynski, R., Ehrnsberger, R. & H., D. (2004) Habitat use and chick mortality of radio-tagged Lapwings *Vanellus vanellus* and Black-tailed Godwits *Limosa limosa* in the Stollhammer Wisch, Lower Saxony. *Wader Study Group Bulletin*, **103**, 14.
- Kentie, R., Hooijmeijer, J.C.E.W., Trimbos, K.B., Groen, N.M. & Piersma, T. (2013) Intensified agricultural use of grasslands reduces growth and survival of precocial shorebird chicks (ed J Wilson). *Journal of Applied Ecology*, **50**, 243–251.
- Kis, J., Liker, A. & Szekely, T. (2000) Nest defence by Lapwings: observations on natural behaviour and an experiment. *Ardea*, **88**, 155–163.
- Klabník, L. (1984) Příspěvek k populační dynamice a hnízdní bionomii čejky chocholaté (*Vanellus vanellus* L.) ve Šluknovském výběžku. *Zprávy MOS*, **42**, 107–120.
- Kleijn, D., Berendse, F., Smit, R. & Gilissen, N. (2001) Agri-environment schemes do not effectively protect biodiversity in Dutch agricultural landscapes. *Nature*, **413**, 723–725.
- Klomp, H. (1951) Over de achteruitgang van de Kievit, *Vanellus vanellus* (L.), in Nederland en gegevens over het legmechanisme en het einreproductie-vermogen. *Ardea*, **39**, 143–182.
- Klomp, H. (1954) De terreinkeus van de Kievit, *Vanellus vanellus* (L.). *Ardea*, **42**, 1–139.

- Klomp, H. (1970) The determination of clutch-size in birds: a review. *Ardea*, **58**, 1–124.
- Klomp, H. & Speek, B.J. (1971) Survival of young lapwings in relation to time of hatching. *Bird Study*, **18**, 229–231.
- Kokko, H. & Jennions, M.D. (2008) Parental investment, sexual selection and sex ratios. *Journal of Evolutionary Biology*, **21**, 919–948.
- Kragten, S., Nagel, J.C. & De Snoo, G.R. (2008) The effectiveness of volunteer nest protection on the nest success of Northern Lapwings *Vanellus vanellus* on Dutch arable farms. *Ibis*, **150**, 667–673.
- Krist, M. (2011) Egg size and offspring quality: a meta-analysis in birds. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, **86**, 692–716.
- Kubelka, V. & Pykal, J. (2012) Hnízdění vzácných bahňáků na Českobudějovicku v první dekádě 21. století s významným rokem 2007. *Sborn. Jihočes. Muz. v Čes. Budějovicích, Přír. vědy*, **52 (Suppl)**, 7–21.
- Kubelka, V., Sládeček, M. & Šálek, M. (2014) Inter-specific nest scrape reuse in waders: Little Ringed Plovers taking over the nest scrapes of Northern Lapwings. *Bird Study*, **61**, 282–286.
- Kubelka, V. & Šálek, M. (2013) Vliv extrémního počasí na průběh hnízdění čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v roce 2013. *Sylvia*, **49**, 145–156.
- Kubelka, V. & Šálek, M. (2014) Čejka chocholátá. *Ptáci jižních Čech* (eds B. Kloubec & J. Hora), Karmášek, České Budějovice (kniha v tisku).
- Kubelka, V., Zámečník, V. & Šálek, M. (2012a) Monitoring čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v České republice v roce 2008: výsledky a efektivita práce dobrovolníků. *Sylvia*, **48**, 1–23.
- Kubelka, V., Zámečník, V. & Šálek, M. (2012b) Přímá ochrana hnízd čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) – metodika pro rok 2012. *Vanellus – zpravodaj skupiny pro výzkum a ochranu bahňáků v ČR*, **7**, 66–75.
- Kubelka, V., Zámečník, V. & Šálek, M. (2012c) Mapování hnízdišť čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v roce 2012. *Vanellus – zpravodaj skupiny pro výzkum a ochranu bahňáků v ČR*, **7**, 57–65.
- Kubelka, V., Zámečník, V. & Šálek, M. (2013) Mapování hnízdišť čejek chocholatých - poděkování a výzva do roku 2013. *Vanellus – zpravodaj skupiny pro výzkum a ochranu bahňáků v ČR*, **8**, 52–60.
- Kunstmüller, I. (2006) Změny hnízdního prostředí a pokles hnízdní populace čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v kraji Vysočina. *Sluka*, **3**, 21–29.
- Lack, D. (1947) The significance of clutch-size. *Ibis*, **89**, 302–352.
- Lank, D.B., Oring, L.W. & Maxson, S.J. (1985) Mate and nutrient limitation of egg-laying in a polyandrous shorebird. *Ecology*, **66**, 1513–1524.
- Larsen, V.A., Lislevand, T. & Byrkjedal, I. (2003) Is clutch size limited by incubation ability in northern lapwings? *Journal of Animal Ecology*, **72**, 784–792.

- Liker, A., Freckleton, R.P. & Székely, T. (2013) The evolution of sex roles in birds is related to adult sex ratio. *Nature communications*, **4**, e1587 (1–6).
- Liker, A. & Székely, T. (1997) Aggression among female lapwings, *Vanellus vanellus*. *Animal behaviour*, **54**, 797–802.
- Liker, A. & Székely, T. (1999a) Parental behaviour in the Lapwing *Vanellus vanellus*. *Ibis*, **141**, 608–614.
- Liker, A. & Székely, T. (1999b) Mating pattern and mate choice in the Lapwing *Vanellus vanellus*. *Ornis Hungarica*, **8-9**, 13–25.
- Lislevand, T. & Byrkjedal, I. (2004) Incubation behaviour in male Northern Lapwings *Vanellus vanellus* in relation to mating opportunities and female body condition. *Ardea*, **92**, 19–29.
- Lislevand, T., Byrkjedal, I., Borge, T. & Sætre, G.-P. (2005) Egg size in relation to sex of embryo, brood sex ratios and laying sequence in northern lapwings (*Vanellus vanellus*). *Journal of Zoology*, **267**, 81–87.
- Lislevand, T., Byrkjedal, I., Grønstøl, G.B., Hafsmo, J.E., Kallestad, G.R. & Larsen, V.A. (2004) Incubation Behaviour in Northern Lapwings: Nocturnal Nest Attentiveness and Possible Importance of Individual Breeding Quality. *Ethology*, **110**, 177–192.
- MacDonald, M.A. & Bolton, M. (2008) Predation on wader nests in Europe. *Ibis*, **150 (Suppl)**, 54–73.
- MacDonald, M.A., Maniakowski, M., Cobbold, G., Grice, P. V. & Anderson, G.Q.A. (2012) Effects of agri-environment management for stone curlews on other biodiversity. *Biological Conservation*, **148**, 134–145.
- Martin, T.E. (1987) Food as a Limit on Breeding Birds: A Life-History Perspective. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **18**, 453–487.
- Martin, T.E., Bassar, R.D., Bassar, S.K., Fontaine, J.J., Lloyd, P., Mathewson, H.A., Niklison, A.M. & Chalfoun, A. (2006) Life-history and ecological correlates of geographic variation in egg and clutch mass among passerine species. *Evolution*, **60**, 390–398.
- Matter, H. (1982) Einfluss intensiver Feldbewirtschaftung auf den Bruterfolg des Kiebitzes *Vanellus vanellus* in Mitteleuropa. *Der Ornithologische Beobachter*, **79**, 1–24.
- McNamara, J.M., Székely, T., Webb, J.N. & Houston, a I. (2000) A dynamic game-theoretic model of parental care. *Journal of Theoretical Biology*, **205**, 605–623.
- Meek, B., Loxton, D., Sparks, T., Pywell, R., Pickett, H. & Nowakowski, M. (2002) The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity. *Biological Conservation*, **106**, 259–271.
- Mlíkovský, J. (2006) Egg size in birds of southern Bohemia: an analysis of Rudolf Prázný's collection. *Sylvia*, **42**, 112–116.
- Murton, R.K. & Westwood, N.J. (1974) Some effects of agricultural change on the English avifauna. *British Birds*, **67**, 41–69.

- Musters, C.J.M., Keurs, W.J. & de Snoo, G.R. (2010) Timing of the breeding season of Black-tailed Godwit *Limosa limosa* and Northern Lapwing *Vanellus vanellus* in The Netherlands. *Ardea*, **98**, 195–202.
- Nol, E., Baker, A.J. & Cadman, M.D. (1984) Clutch initiation dates, clutch size, and egg size of the American Oystercatcher in Virginia. *Auk*, **101**, 855–867.
- Nol, E., Blanken, M.S. & Flynn, L. (1997) Sources of variation in clutch size, egg size and clutch completion dates of Semipalmated Plovers in Churchill, Manitoba. *Condor*, **99**, 389–396.
- O'Brien, M. & Wilson, J.D. (2011) Population changes of breeding waders on farmland in relation to agri-environment management. *Bird Study*, **58**, 399–408.
- Van Paassen, A.G., Veldman, D.H. & Beintema, A.J. (1984) A simple device for determination of incubation stages in eggs. *Wildfowl*, **35**, 173–178.
- Parish, D.M.B. & Coulson, J.C. (1998) Parental investment, reproductive success and polygyny in the lapwing, *Vanellus vanellus*. *Animal Behaviour*, **56**, 1161–1167.
- Parish, D.M.B., Thompson, P.S. & Coulson, J.C. (1997) Mating systems in the Lapwing *Vanellus vanellus*. *Ibis*, **139**, 138–143.
- Parish, D.M.B., Thompson, P.S. & Coulson, J.C. (2001) Effects of age, cohort and individual on breeding performance in the Lapwing *Vanellus vanellus*. *Ibis*, **143**, 288–295.
- Peach, W.J., Thompson, P.S. & Coulson, J.C. (1994) Annual and long-term variation in the survival rates of British lapwings *Vanellus vanellus*. *Journal of Animal Ecology*, **63**, 60–70.
- Pearce-Higgins, J.W. & Yalden, D.W. (2002) Variation in the growth and survival of Golden Plover *Pluvialis apricaria* chicks. *Ibis*, **144**, 200–209.
- Pekár, S. & Brabec, M. (2009) *Moderní Analýza Biologických Dat 1. Zobecněné Lineární Modely v Prostředí R*. Scientia, Praha.
- Pekár, S. & Brabec, M. (2012) *Moderní Analýza Biologických Dat 2. Lineární Modely S Korelacemi v Prostředí R*. Masarykova univerzita, Brno.
- Pelayo, J.T. & Clark, R.G. (2002) Variation in size, composition, and quality of Ruddy Duck eggs and ducklings. *Condor*, **104**, 457–462.
- Perrins, C.M. (1996) Eggs, egg formation and the timing of breeding. *Ibis*, **138**, 2–15.
- Pilacka, L., Meissner, W. & Karlionova, N. (2009) Feather development in the chicks of Northern Lapwings *Vanellus vanellus*. *Wader Study Group Bull.*, **116**, 152–156.
- Polak, M. & Kasprzykowski, Z. (2013) The effect of weather conditions on the breeding biology of the Eurasian Bittern *Botaurus stellaris* in eastern Poland. *Ethology Ecology & Evolution*, **25**, 243–252.
- Prázdny, R. (1977) *[Nenadepsaný Katalog Prázdneho Sbirky Vajec]*. Oddělení Zoologie Národního Muzea v Praze.

- R Development Core Team. (2010) R: A language and environment for statistical computing. <http://www.r-project.org/>
- Rahn, H., Paganelli, C. V & Ar, A. (1975) Relation of avian egg weight to body weight. *Auk*, **92**, 750–765.
- Redfern, C.P.F. (1982) Lapwing nest sites and chick mobility in relation to habitat. *Bird Study*, **29**, 201–208.
- Redfern, C.P.F. (1983) Aspects of the growth and development of Lapwings *Vanellus vanellus*. *Ibis*, **125**, 266–272.
- Redmond, R.L. (1986) Egg size and laying date of long-billed curlews *Numenius americanus*: implications for female reproductive tactics. *Oikos*, **46**, 330–338.
- Reif, J., Voříšek, P., Šťastný, K., Bejček, V. & Petr, J. (2008) Agricultural intensification and farmland birds: new insights from a central European country. *Ibis*, **150**, 596–605.
- Rickenbach, O., Gruebler, Martin, U., Schaub, M., Koller, A., Naef-Daenzer, B. & Schifferli, L. (2011) Exclusion of ground predators improves Northern Lapwing *Vanellus vanellus* chick survival. *Ibis*, **153**, 531–542.
- Ricklefs, R.E. (1973) Patterns of growth in birds. II. Growth rate and mode of development. *Ibis*, **115**, 177–201.
- Roodbergen, M., van der 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.
- Ruthrauff, D.R. & Mcaffery, B.J. (2005) Survival of Western Sandpiper broods on the Yukon-Kuskokwim delta, Alaska. *Condor*, **107**, 597–604.
- Rutkowska, J., Dubiec, A. & Nakagawa, S. (2013) All eggs are made equal: meta-analysis of egg sexual size dimorphism in birds. *Journal of evolutionary biology*, **27**, 153–160.
- Ruuskanen, S., Siitari, H., Eeva, T., Belskii, E., Järvinen, A., Kerimov, A., Krams, I., Moreno, J., Morosinotto, C., Mänd, R., Möstl, E., Orell, M., Qvarnström, A., Salminen, J.-P., Slater, F., Tilgar, V., Visser, M.E., Winkel, W., Zang, H. & Laaksonen, T. (2011) Geographical Variation in Egg Mass and Egg Content in a Passerine Bird. *PLoS ONE*, **6**, e25360 (1–10).
- Sandercock, B.K., Lank, D.B. & Cooke, F. (1999) Seasonal Declines in the Fecundity of Arctic-Breeding Sandpipers: Different Tactics in Two Species with an Invariant Clutch Size. *Journal of Avian Biology*, **30**, 460–468.
- Seymour, A.S., Harris, S., Ralston, C. & White, P.C.L. (2003) Factors influencing the nesting success of Lapwings *Vanellus vanellus* and behaviour of Red Fox *Vulpes vulpes* in Lapwing nesting sites. *Bird Study*, **50**, 39–46.
- Sharpe, F.E. (2006) *Productivity and Population Trends of Northern Lapwing (Vanellus Vanellus) in Britain*. Dissertation. University of Bath.



- Sharpe, F., Bolton, M., Sheldon, R. & Ratcliffe, N. (2009) Effects of color banding, radio tagging, and repeated handling on the condition and survival of Lapwing chicks and consequences for estimates of breeding productivity. *Journal of Field Ornithology*, **80**, 101–110.
- Sheldon, R.D. (2002) *Factors Affecting the Distribution, Abundance and Chick Survival of the Lapwing Vanellus Vanellus*. Dissertation. Harper Adams University College.
- Sheldon, R., Bolton, M., Gillings, S. & Wilson, A. (2004) Conservation management of Lapwing *Vanellus vanellus* on lowland arable farmland in the UK. *Ibis*, **146**, 41–49.
- Sheldon, R.D., Chaney, K. & Tyler, G.A. (2007) Factors affecting nest survival of Northern Lapwings *Vanellus vanellus* in arable farmland : an agri-environment scheme prescription can enhance nest survival. *Bird Study*, **54**, 168–175.
- Shrubbs, M. (2007) *The Lapwing*. T & A D Poyser, London.
- Scharf, R., Slánská, H. & Tóthová, L. (2007) *Agroenvironmentální Opatření České Republiky 2007-2013*. Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- Schekkerman, H. (2008) *Precocial Problems; Shorebird Performance in Relation to Weather, Farming and Predation*. Dissertation. Rijksuniversiteit Groningen.
- Schekkerman, H., Teunissen, W. & Oosterveld, E. (2008) The effect of “mosaic management” on the demography of black-tailed godwit *Limosa limosa* on farmland. *Journal of Applied Ecology*, **45**, 1067–1075.
- Schekkerman, H., Teunissen, W. & Oosterveld, E. (2009) Mortality of Black-tailed Godwit *Limosa limosa* and Northern Lapwing *Vanellus vanellus* chicks in wet grasslands: influence of predation and agriculture. *Journal of Ornithology*, **150**, 133–145.
- Schekkerman, H. & Visser, G.H. (2001) Prefledging energy requirements in shorebirds: energetic implications of self-feeding precocial development. *Auk*, **118**, 944–957.
- Schlaepfer, M. a., Runge, M.C. & Sherman, P.W. (2002) Ecological and evolutionary traps. *Trends in Ecology & Evolution*, **17**, 474–480.
- Schroeder, J., Heckroth, M. & Clemens, T. (2008) Against the trend: increasing numbers of breeding Northern Lapwings *Vanellus vanellus* and Black-tailed Godwits *Limosa limosa limosa* on a German Wadden Sea island. *Bird Study*, 100–107.
- Schroeder, J., Lourenço, P.M., Van Der Velde, M., Hooijmeijer, J.C.E.W., Both, C. & Piersma, T. (2008) Sexual dimorphism in plumage and size in Black-tailed Godwits *Limosa limosa limosa*. *Ardea*, **96**, 25–37.
- Schröpfer, L. (2002) Výběr hnízdního prostředí, úspěšnost líhnutí a hustota lokální populace čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v jihozápadních Čechách v letech 1992-2001. *Erica*, **10**, 127–138.
- Schwabl, H. (1993) Yolk is a source of maternal testosterone for developing birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **90**, 11446–11450.
- Schwabl, H. (1996) Maternal testosterone in the avian egg enhances postnatal growth. *Comparative biochemistry and physiology*, **114**, 271–276.

- Smith, P.A., Gilchrist, H.G., Forbes, M.R., Martin, J.-L. & Allard, K. (2010) Inter-annual variation in the breeding chronology of arctic shorebirds: effects of weather, snow melt and predators. *Journal of Avian Biology*, **41**, 292–304.
- Starck, J.M. & Ricklefs, R.E. (eds). (1998) *Avian Growth and Development. Evolution within the Altricial-Precocial Spectrum*. Oxford University Press, New York.
- Svageľ, W.S., Agüero, M.L. & Borboroglu, P.G. (2012) Variation in the size of eggs of Chubut Steamer Ducks (*Tachyeres leucocephalus*). *Emu*, **112**, 167–172.
- Svensson, L., Mullarney, K. & Zetterström, D. (2009) *The Most Complete Guide to the Birds of Britain and Europe*, 2nd edition. Harper Collins, London.
- Sychra, J., Danihelka, J., Heralt, P., Horal, D., Horsák, M., Chytil, J., Kubiček, F., Květ, J., Macháček, P., Příkryl, I. & Roleček, J. (2008) Letnění rybníka Nesyt v roce 2007. *Živa*, **4/2008**, 189–192.
- Székely, T., Cuthill, I.C. & Kis, J. (1999) Brood desertion in Kentish plover: sex differences in remating opportunities. *Behavioral Ecology*, **10**, 185–190.
- Székely, T., Cuthill, I.C., Yezerinac, S., Griffiths, R. & Kis, J. (2004) Brood sex ratio in the Kentish plover. *Behavioral Ecology*, **15**, 58–62.
- Šálek, M. (1994) Hnízdění čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v jihočeských pánvích: hustota populace a výběr prostředí. *Sylvia*, **30**, 46–58.
- Šálek, M. (1995a) Změny ve velikosti snůšek a vajec u čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v průběhu sezóny. *Sylvia*, **31**, 16–25.
- Šálek, M. (1995b) Sledování hnízdních populací čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v České republice. *Zprávy ČSO*, **40**, 18–25.
- Šálek, M. (2000a) Aktuální problémy ochrany ptáků a jejich prostředí v ČR – Čejka chocholátá (*Vanellus vanellus*). *Sylvia*, **36**, 51–52.
- Šálek, M. (2000b) Aktuální problémy ochrany ptáků a jejich prostředí v ČR – Zemědělská krajina jako hnízdiště bahňáků. *Sylvia*, **36**, 68–73.
- Šálek, M. (2005) Polygammí hnízdění čejek chocholatých (*Vanellus vanellus*) na Písecku v jižních Čechách. *Sylvia*, **41**, 72–82.
- Šálek, M. & Cepáková, E. (2006) Do northern lapwings *Vanellus vanellus* and little ringed plovers *Charadrius dubius* rely on egg crypsis during incubation? *Folia Zoologica*, **55**, 43–51.
- Šálek, M. & Šmilauer, P. (2002) Predation on Northern Lapwing *Vanellus vanellus* nests: The effect of population density and spatial distribution of nests. *Ardea*, **90**, 51–60.
- Šálek, M. & Zámečník, V. (2014) Delayed nest predation: a possible tactic toward nests of open-nesting birds. *Folia Zoologica*, **63**, 67–72.
- Šťastný, K., Bejček, V. & Hudec, K. (2006) Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001–2003. Academia, Praha.

- Taylor, I.R. & Grant, M.C. (2004) Long-term trends in the abundance of breeding Lapwing *Vanellus vanellus* in relation to land-use change on upland farmland in southern Scotland. *Bird Study*, **51**, 133–142.
- Teunissen, W., Schekkerman, H., Willems, F. & Majoor, 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** (Suppl), 74–85.
- Thomas, C.F.G. & Marshall, E.J.P. (1999) Arthropod abundance and diversity in differently vegetated margins of arable fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **72**, 131–144.
- Thompson, P.S. & Hale, W.G. (1991) Age-related reproductive variation in the Redshank *Tringa totanus*. *Ornis Scandinavica*, **22**, 353–359.
- Thuman, K.A., Widemo, F. & Griffith, S.C. (2003) Condition-dependent sex allocation in a lek-breeding wader, the ruff (*Philomachus pugnax*). *Molecular ecology*, **12**, 213–218.
- Tucker, G.M., Davies, S.M. & Fuller, R.J. (eds). (1994) *The Ecology and Conservation of Lapwings Vanellus Vanellus*, UK Nature Conservation No. 9. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.
- Verhulst, J., Kleijn, D. & Berendse, F. (2007) Direct and indirect effects of the most widely implemented Dutch agri-environment schemes on breeding waders. *Journal of Applied Ecology*, **44**, 70–80.
- Williams, T.D. (1994) Intraspecific variation in egg size and egg composition in birds: effects on offspring fitness. *Biological Reviews*, **68**, 35–59.
- Williams, T.D. & Cooch, E.G. (1996) Egg size, temperature and laying sequence: why do Snow Geese lay big eggs when it's cold? *Functional Ecology*, **10**, 112–118.
- Wilson, J.D., Evans, A.D. & Grice, P. V. (2009) *Bird Conservation and Agriculture*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Wilson, J.D., Morris, A.J., Arroyo, B.E., Clark, S.C. & Bradbury, R.B. (1999) A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **75**, 13–30.
- Wilson, A.M., Vickery, J.A., Brown, A., Langston, R.H.W., Smallshire, D., Wotton, S. & Vanhinsbergh, D. (2005) Changes in the numbers of breeding waders on lowland wet grasslands in England and Wales between 1982 and 2002. *Bird Study*, **52**, 55–69.
- Wilson, A.M., Vickery, J.A. & Browne, S.J. (2001) Numbers and distribution of Northern Lapwings *Vanellus vanellus* breeding in England and Wales in 1998. *Bird Study*, **48**, 2–17.
- Zámečník, V. (2014) Agro-environmentální opatření Hnízdiště čejky chocholaté - nová naděje pro čejky na orné půdě. *Vanellus – zpravodaj skupiny pro výzkum a ochranu bahňáků v ČR*, **9**, 86–88.
- Židková, L., Marková, V. & Adamík, P. (2007) Lapwing, *Vanellus vanellus* chick ringing data indicate a region-wide population decline in the Czech Republic. *Folia Zoologica*, **56**, 301–306.