

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra ekologie



Ukazatele kondice kuřat čejky chocholaté (*Vanellus Vanellus*) v zemědělské krajině

Indicators of body condition of Northern Lapwing (*Vanellus vanellus*) chicks in farmland

DIPLOMOVÁ PRÁCE

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

Diplomant: Bc. Kateřina Brynychová

2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Kateřina Brynychová

Aplikovaná ekologie

Název práce

Ukazatele kondice kuřat čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v zemědělské krajině

Název anglicky

Indicators of body condition of Northern Lapwing (*Vanellus vanellus*) chicks in farmland

Cíle práce

Sledovat tělesnou kondici prekociálních mláďat volně žijícího ptačího druhu čejky chocholaté v průběhu dospívání a zhodnotit, jak je ovlivňována kvalitou biotopu a zda ovlivňuje přežívání kuřat.

- 1) Popsat prostředí výskytu kuřat čejky chocholaté v zemědělské krajině a vyhodnotit vliv vybraných ukazatelů na kondici a přežívání.
- 2) Zhodnotit, zda vzdálenost přesunů ovlivňuje kondici kuřat; pokud ano, existuje spojitost s následujícími okolnostmi?

- a) špatná kondice už před opuštěním lokality
- b) obecně menší mláďe (vylíhlé z menšího vejce)
- c) kuřata pobývající v sušším habitatu / s vyšší vegetací jsou v horší kondici

Metodika

Budou sledována telemetricky označená kuřata od vylíhnutí po vzletnost popř. předčasný úhyn v různých habitatech (oraniště, ozim, mokřina, jařina). Během opakovaných odchytů v intervalech cca 1 týden bude zaznamenána jejich pozice (plodina, zamokření stanoviště), kuřata budou přitom zvážena a změřena. Ze získaných hodnot (reziduálu vztahu 3. odmocniny hmotnosti a délky tarsu) bude stanovena tělesná kondice. Bude vyšetřen vzájemný vztah kondice, trajektorie pohybu kuřat v průběhu dospívání, ukazatelů habitatu a přežívání kuřat. Studie bude realizována v rámci širšího projektu zaměřeného na studium hnízdní ekologie bahňáků v jižních Čechách.

Doporučený rozsah práce

35 stran

Klíčová slova

čejka chocholátá, tělesná kondice, zemědělská krajina, bahňáci, mokřina

Doporučené zdroje informací

- Baumann N., 2006: Ground-nesting birds on green roofs in Switzerland: preliminary observations. *Urban Habitats* 4: 37-50.
- Beintema A. J., Thissen J. B., Tensen D. et Visser G. H., 1991: Feeding ecology of charadriiform chicks in agricultural grassland. *Ardea* 79: 31-43.
- Beintema A. J., 1994: Condition indices for wader chicks derived from bodyweight and bill-length. *Bird Study* 41: 68-75.
- Fletcher K., Warren F. et 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.
- Galbraith H., 1988: Effects of agriculture on the breeding ecology of Lapwings *Vanellus vanellus*. *Journal of Applied Ecology* 25: 487-503.
- Glutz von Blotzheim U. N., Bauer K. M. et Bezzel E., 1975: *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Band 6. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- Hönisch B., Artmeyer C., Melter J. et Tüllinghoff R., 2008: Telemetrische Untersuchungen an Küken vom Großen Brachvogel *Numenius arquata* und Kiebitz *Vanellus vanellus* im EU-Vogel-schutzgebiet Düsterdieker Niederung. *Vogelwarte* 46: 39-48.
- Hudec K. et Šťastný K., 2005: *Fauna ČR. Ptáci – Aves 2/I*. Academia, Praha.
- Schekkerman H., Teunissen W. et 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.
- Šálek M., 1993: Hnízdění čejky chocholáté (*Vanellus vanellus*) v jihočeských pánvích: hustota populace a výběr prostředí. *Sylvia* 30: 46-58.
-

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FŽP

Vedoucí práce

prof. Dr. Mgr. Miroslav Šálek

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

Ing. Václav Zámečník

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2018

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 13. 3. 2018

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 03. 04. 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci „*Ukazatele kondice kuřat čejky chocholaté (Vanellus Vanellus) v zemědělské krajině*“ vypracovala samostatně pod vedením prof. Mgr. Miroslava Šálka, Dr. ve spolupráci s Ing. Václavem Zámečnickem, s použitím odborné literatury a dalších publikací uvedených v přehledu literatury a použitých zdrojů na konci této diplomové práce.

V Praze 18. 4. 2018

.....

Poděkování

Chtěla bych vyjádřit upřímné poděkování zejména svému školiteli Mirkovi E. Šálkovi za jeho odborné vedení, cenné názory a připomínky k této diplomové práci, ale i za přátelské přijetí do týmu. Ráda bych poděkovala také M. Sládečkovi, V. Janatové, T. Kejzlarové, V. Kubelkovi a E. Vozabulové za užitečné názory, pomoc a příjemnou spolupráci při sběru dat. Zvláštní poděkování patří mé mamince za její nesmírnou podporu během celého studia.

V Praze 18. 4. 2018

.....

Abstrakt:

Současný způsob zemědělské činnosti výrazně mění životní prostor stále vzácnějších bahňáků a omezuje tak šance na dosažení vzletnosti u prekociálních mláďat velmi půvabné čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*). Z důvodu vysoké mortality kuřat je potřebné porozumět faktorům, které ovlivňují růst a přežívání právě v této zásadní fázi životního cyklu bahňáků, aby bylo možné je lépe chránit.

V hnízdní sezóně 2017 bylo na Českobudějovicku sledováno celkem 30 kuřat čejky chocholaté, z toho 19 telemetricky označených, od vylíhnutí až do posledního možného odchytu před vzletností nebo okamžiku predace či úhynu. Reziduály od ideálního vztahu mezi délkou tarsu a třetí odmocninou hmotnosti byly využity jako ukazatel individuální kondice. Na tělesnou kondici kuřat při vylíhnutí měla pozitivní vliv velikost vajec a tato počáteční výhoda, kterou mají kuřata vylíhlá z objemnějších vajec, ovlivňuje průběh celého dospívání. Průměrný objem vajec ve snůšce klesal v průběhu sezóny, s čímž úzce souvisí i pokles kondice. V lepším kondičním stavu byli jedinci vyskytující se na podmáčených lokalitách. Mezi nejčastěji využívané biotopy patřila polní oraniště a plochy spadající do agroenvironmentálního opatření na podporu čejky chocholaté, což je pozitivní zjištění. Vyšší kondiční index měla kuřata vyskytující se právě na těchto lokalitách v porovnání s kukuřicí a jarní obilovinou, i přesto vliv biotopu na kondici nebyl významný. Jako podstatnější se ukázal negativní efekt vyšší průměrné denní teploty. Kuřata opouštěla především sušší lokality s vysokou vegetací a naopak preferovala přítomnost mokřin. Čejčí rodinky se většinou pohybovaly v okruhu 400 m od hnízda. Vzdálenost přesunu neovlivňovala kondici kuřat a nebyly zaznamenány žádné extrémní přesuny. Z ochranného hlediska je žádoucí podporovat přítomnost mokřin v krajině, zejména na agroenvironmentálních plochách. Čejčí rodinky zároveň ztratí motivaci taková místa opouštět, díky čemuž poklesne i riziko jejich predace.

Klíčová slova:

čejka chocholatá, tělesná kondice, zemědělská krajina, bahňáci, mokřina

Abstract:

The current trend in agricultural management significantly changes the living conditions of more and more rare waders and limits the chances for fledging of precocial chicks of the gracious Northern Lapwing (*Vanellus vanellus*). Since the mortality rate of Northern Lapwing chicks is very high, it is important to understand the factors which influence growing and surviving of Northern Lapwings, especially at this very crucial stage of the life-cycle, so that we can protect them better.

During the breeding season 2017, thirty chicks of Northern Lapwing were monitored, of which 19 were radiotracked from their hatching day until the last possible trapping before fledging or moment of predation or death. Condition indices for wader chicks are derived from their bodyweight and tarsus length. The condition of chicks when hatched was positively influenced by egg size and this initial advantage of larger chicks also influenced the later process of their growing up. The mean volume of laid eggs decreased throughout the season, which was also closely related with the decreased condition of the chicks. The condition of chicks was better in individuals living in areas saturated with water. The most inhabited habitats were ploughed fields and areas included into agroenvironmental measures for supporting the Northern Lapwing, which is a positive finding. The condition index was higher in chicks living in these areas as opposed to maize and spring cereal; nevertheless, the impact of the habitat on chick condition was not a crucial one. The negative effect of the higher average daily temperature turned out as more important. Chicks were mainly leaving the drier areas with high vegetation and rather preferred the presence of places with water. The families of Northern Lapwing usually moved in the radius of 400 metres from the nest. The moving distance did not affect the condition of chicks but no extreme movement was observed. From the conservation point of view, it is desirable to support the presence of wetlands in agricultural landscape, especially in the areas under agroenvironmental measures. The families of Northern Lapwings will lose the motivation to leave these localities, which could reduce predation risk of the chicks.

Keywords:

Northern Lapwing, body-condition, agricultural landscape, waders, wet areas

Obsah

1. Úvod.....	10
1.1 Bahňáci zemědělské krajiny	10
1.1.1 Kvalita rodičů a vliv velikosti vajec na vylíhlé kuře	11
1.1.2 Vliv počasí na potravu a její dostupnost.....	13
1.1.3 Přesuny na vhodné potravní stanoviště.....	14
1.2 Zemědělská krajina a její změny	15
1.3 Faktory ovlivňující bahňáky zemědělské krajiny.....	17
1.3.1 Ztráta mokřadních stanovišť	18
1.3.2 Změny způsobené zvýšenou intenzitou hnojení	19
1.3.3 Vzájemná provázanost predace a zemědělství.....	20
1.3.4 Zvýšené využívání pesticidů.....	21
1.3.5 Přímá likvidace hnízd a mláďat	22
1.4 Modelový druh čejka chocholátá.....	23
1.5 Cíle práce.....	26
2. Metodika	27
2.1 Hledání hnízd	27
2.2 Popis hnízdních atributů	28
2.3 Kondice a přežívání kuřat.....	29
2.4 Přesuny čejčích rodinek.....	31
2.5 Zpracování dat.....	31
2.5.1 Velikost vajec	31
2.5.2 Kondice kuřat.....	32
2.5.3 Přesuny kuřat	32
2.6 Statistické vyhodnocení.....	33
3. Výsledky	34
3.1 Kondiční index kuřat	34
3.1.1 Faktory ovlivňující kondici kuřat při líhnutí.....	36
3.1.2 Změna kondice kuřat během dospívání	39
3.2 Vzdálenost přesunu a kondice kuřat.....	43
4. Diskuse.....	47
4.1 Ukazatele tělesné kondice kuřat	47
4.2 Vliv objemu vajec na kondici vylíhlých kuřat	48
4.3 Vliv teploty na kondici kuřat při vylíhnutí	50

4.4 Faktory ovlivňující kondici kuřat v průběhu dospívání	51
4.5 Vliv vzdálenosti přesunu a biotopu na kondici kuřat	52
5. Závěr	54
6. Přehled literatury	55

1. Úvod

1.1 Bahňáci zemědělské krajiny

Bahňáci obývají široké spektrum prostředí po celém světě. Většina z nich je vázána na příbřežní zóny, ale osidlují i pouště, zvládají arktické podmínky, vyskytují se v deštných pralesích nebo na intenzivně obdělávané zemědělské půdě (del Hoyo et al. 1996). Čejka chocholatá (*Vanellus vanellus*), břehouš černoocasý (*Limosa limosa*) a vodouš rudonohý (*Tringa totanus*) jsou zástupci jedinečné skupiny známé jako „*luční bahňáci*“, která tvoří důležitý a charakteristický prvek evropské avifauny (Beintema & Visser 1989b). Jejich výskyt je vázán na různé typy otevřené krajiny převážně vlhké louky nebo podmáčené trvalé travní porosty (Cramp 1990), ale dokázali se adaptovat i na náhradní biotopy, které nabízí současná zemědělská krajina (Beintema 1983). Hlavním důvodem populačních poklesů u těchto druhů je nedostatečná produktivita vzletných mláďat způsobená jejich zhoršeným přežíváním a neúspěšným hnízděním (Kruk et al. 1997; Donald et al. 2001). Zatímco úmrtnost dospělých jedinců se pohybuje mezi 10 – 30 % (Beintema & Muskens 1987), roční ztráty kuřat mohou překročit 75 % (Beintema & Drost 1986).

Kulík říční (*Charadrius dubius*) je také zástupce skupiny bahňáků, který vyhledává v rámci zemědělské krajiny raději vlhké biotopy (Hudec & Šťastný 2005). Hnízdí na březích řek a rybníků nebo na ostrovech, kde obecně dává přednost holým většinou písčítým nebo štěrkovým místům před pobřežními bahnitými plochami (Svensson et al. 2012). Hlavní ohrožení kulíka říčního plyne podle Masona a MacDonalda (2000) z úbytku vhodných hnízdních habitatů, s čímž je spojená nedostupnost potravy a vyšší riziko predace. Jeho specifické hnízdní prostředí ovlivnily zejména nevhodně provedené vodohospodářské úpravy na vodních tocích (Hudec & Šťastný 2005; Baumann 2006). V rámci zemědělské krajiny ho dnes můžeme nalézt spolu s čejkou na kukuřičných či obilných polích, zvláště na obnažených a sušších místech, kde semena nevyklíčila (Zámečník 2013). Šálek a Cepáková (2006) sledovali, do jaké míry se může kulík říční a čejka chocholatá spolehnout na kryptické zbarvení vajec. Autoři tvrdí, že spatří-li kulík blízcího se predátora má sklon skrývat snůšku daleko důkladněji než čejka, proto opouští hnízdo a na predátora spíše neútočí, což je dáno i jeho omezenou schopností aktivně hnízdo hájit. Oba bahňáci mohou spoléhat na kryptické zbarvení vajec jako na rozumnou

pasivní ochranu hnízd (Šálek & Cepáková 2006). Kulík namísto agresivních útoků na predátora používá jiný prvek chování. Snaží se odlákat pozornost od hnízda tím, že předstírá zranění a přitahuje tak pozornost dravce na sebe (Cramp 1990).

Bahňáci se vyznačují plně vyvinutou prekocialitou svých potomků (Beintema & Visser 1994; Del Hoyo et al. 1996). Kuřata se líhnou v pokročilém stadiu ontogenetického vývoje, aby si mohla začít samostatně obstarávat potravu (Galbraith 1988a; Grant 1991). Jejich energetické nároky jsou vysoké ve srovnání s mládřaty altriciálních druhů ptáků (Galbraith 1988b). Vzhledem k tomu, že dostupná potrava často nebývá v místě hnízdiště, musejí kuřata podstupovat vyčerpávající přesuny za vhodným potravním stanovištěm (Redfern 1982). Další důležitou podmínkou jejich existence je přítomnost podmáčených míst v krajině, protože bez tekutin kuře potravu nezvládá trávit a přestává se krmit (Beintema et al. 1991). Množství vodních ploch ubývá zvláště později v sezóně, což může pro kuřata představovat velký problém (Zámečník 2013). Přežití mládřat závisí i na jiných vnějších faktorech jako je počasí nebo intenzita predace (Galbraith 1988b). Nepříznivé počasí je velmi důležitý faktor, který vede ke zpomalenému růstu a zvýšené úmrtnosti (Beintema & Visser 1989b). Kuřata si nejsou schopna sama udržovat tělesnou teplotu, proto jsou rodiči v pravidelných intervalech zahřívána (Cramp & Simmons 1983; Beintema & Visser 1994). Nízké teploty vedou ke zvýšené nutnosti zahřívání a snižují čas potřebný k hledání potravy (Beintema & Visser 1989a; Visser & Ricklefs 1993). Negativní vlivy vnějšího prostředí mohou kuřata velmi oslabit a ty pak následně trpí i vyšší mírou predace (MacDonald & Bolton 2008).

1.1.1 Kvalita rodičů a vliv velikosti vajec na vylíhlé kuře

Rodiče mohou své potomstvo zásadně ovlivnit ještě před jeho vylíhnutím a to prostřednictvím zvýšené investice do velikosti vajec, která předurčuje budoucí vývoj a přežívání kuřete (Williams 1994; Christians 2002; Krist 2011). Pozitivní spojitost mezi velikostí vejce a váhou vylíhlého kuřete byla potvrzena u převážné části ptačích druhů včetně čejky chocholaté (Christians 2002; Krist 2011). Zatímco rodiče altriciálních druhů ptáků přinášejí potravu svým mládřatům podle jejich potřeby, a tak přímo ovlivňují přežití svých potomků i po vylíhnutí, prekocialní mládřata se musejí začít žít samostatně a čelit nepříznivým vlivům prostředí (Galbraith 1988b).

Z tohoto důvodu je investice do kvality a velikosti vajec významnější faktor spíše u prekociálních druhů, protože rodiče tak mohou svá mláďata opatřit pro důležité období po vylíhnutí (Blomqvist et al. 1997).

Ve vztahu k tělesné váze, samice bahňáků produkují jedny z největších ptačích vajec (Rahn et al. 1975). Z objemnějších vajec se líhnout větší kuřata, která rostou rychleji a mají lepší schopnost termoregulace, což jim umožňuje efektivněji vyhledávat potravu i lépe unikat predátorům (Parsons 1970; Grant 1991; Perrins 1996; Williams 1994). Většina energie ve vejci je obsažena ve žloutku a více než polovinu původního obsahu žloutku si kuřata můžou uchovat při vylíhnutí (Carey et al. 1980). Silnější mláďata mají k dispozici větší rezervy živin, především proteiny a lipidy, proto přežívají lépe než kuřata z menších vajec (Galbraith 1988b; Bolton 1991). Schopnost ptáků produkovat energeticky bohatá vejce je pravděpodobně omezena mateřskou fyziologií a environmentálními faktory například teplotou nebo dostupností potravy v období hnízdění (Galbraith 1988b; Perrins 1996).

Samice snášející větší vejce jsou obvykle starší, zkušenější a v lepší kondici než mladší a slabší jedinci stejného druhu (Parish et al. 2001; Christians 2002). S tímto úzce souvisí i kvalitnější rodičovská péče, kterou lépe stavěné samice poskytují svým mláďatům po vylíhnutí (Bolton 1991). Vedle inkubace a obrany hnízda zahrnuje rodičovská péče u čejek zahřívání, obranu mláďat a jejich vedení na vhodné potravní stanoviště (Blomqvist & Johansson 1994). Vysoce kvalitní rodiče tohoto druhu mohou být ti, kteří obsadí hnízdní stanoviště s nízkým rizikem predace, tedy místa v hnízdních seskupeních a daleko od stromů používaných ptačími dravci (Galbraith 1989; Berg et al. 1992) a zároveň místa s bohatým zdrojem potravy pro kuřata (Blomqvist & Johansson 1995). Samice bez předchozí hnízdní zkušenosti mohou mít kvůli silnější konkurenci nedostatečný přístup k těmto lokalitám (Curio 1983; Blomqvist et al. 1997). Kvalita stanoviště tak má přímý i nepřímý vliv na velikost vajec i budoucí přežívání kuřat (Galbraith 1988b). Na orné půdě jsou častěji nacházena větší vejce ve srovnání s pastvinami, což souvisí s vyšší dostupností žízále pro samice v období tvorby vajec (Galbraith 1988b; Blomqvist & Johansson 1995). Blomqvist a kol. (1997) ve své studii uvádějí, že významnější vztah mezi přežitím mláďat a objemem vajec bývá u prvních snůšek. To potvrzuje i fakt, že průměrný objem vajec se s postupující sezónou zmenšuje. Většinou už se jedná o náhradní snůšky (Galbraith 1988b; Šálek 1995b) a pro kuřata z těchto snůšek hrají důležitější roli jiné faktory než velikost vajec

(Williams 1994). Mláďata vylíhlá později v sezóně mohou mít zhoršené podmínky při vyhledávání potravy (Galbraith 1988a) nebo jim může hrozit zvýšené riziko predace (Redmond & Jenni 1986).

1.1.2 Vliv počasí na potravu a její dostupnost

Klimatické podmínky a jarní kolísání teplot přímo ovlivňují už samotné načasování hnízdění (Both et al. 2005; Musters et al. 2010), ale i úspěšnost líhnutí mláďat (Chamberlain & Crick 2003) a především jejich přežívání (Jackson & Jackson 1975; Galbraith, 1988a; Beintema & Visser 1989b; Beintema et al. 1991; Eglington et al. 2010). Čas, který je k dispozici pro hledání potravy, závisí také na počasí. Nízké teploty na začátku hnízdění sezóny brání mladým kuřátkům efektivně a dlouhodobě vyhledávat potravu, protože potřebují být zahřívána (Beintema & Visser 1989a, Visser & Ricklefs 1993b; Beintema 1994), aby nedošlo k jejich podchlazení (Cramp & Simmons 1983; Beintema & Visser 1994). Naopak vyšší teploty později v sezóně limitují starší kuřata, která již neprofitují ze stravování hmyzem a potřebují se přeorientovat na půdní faunu, což je vzhledem k neprostupné a suché půdě velmi komplikované (Beintema 1994). Suché jaro tedy může způsobit váhový pokles čejčích kuřat (Beintema et al. 1991). Dle Beintema a Vissera (1989a) je teplota 15 °C zlomová hodnota mezi chladným a teplým počasím. Při této teplotě mladá kuřata stále potřebují být zahřívána, ale starší jedinci už ne.

Převažující povětrnostní podmínky, zejména teplota, déšť a rychlost větru tedy mají vliv nejen na činnost čejek (v průběhu dne), ale i na dostupnost potravy. V případě chladného počasí se kořist pohybuje hlouběji v půdě, čímž se snižuje její míra detekce (Kirby 1997). Pokud je půda zmrzlá nebo pokrytá sněhem potrava se stává nedosažitelnou. Silné dešťové srážky mohou mít také negativní dopad na mláďata (Klomp 1954, Beintema & Visser 1989b). Následkem intenzivních, nárazových dešťů je zvýšená mortalita kuřat (Jackson & Jackson 1975) a vyplavení polních ploch, které může být smrtelné pro půdní bezobratlé, což negativně ovlivňuje čejky. Tato situace může být alespoň zčásti kompenzována skutečností, že se žížaly pohybují blíže povrchu půdy v případě vyšších srážek, a proto mohou být více dostupné pro ptáky (Kirby 1997). Na druhou stranu mírné, ale pravidelné dešťové srážky mají pozitivní

dopad na hnízdění, ovšem jen do doby, než se vylíhnou kuřata (Jackson & Jackson 1975).

V habitatu, který je bohatý na hmyz věnují mláďata krmení zhruba 25 % svého času, zatímco ve špatně zásobeném prostředí musí vyhledávat potravu podstatně delší dobu. Mláďata mohou prospívat stejně dobře na obou typech stanovišť, ale pouze za teplého počasí. V případě ochlazení se omezí čas dostupný pro krmení na 25 %, což je dostačující pro přežití mláďat z bohatě zásobených stanovišť, ale kuřata z potravně chudého prostředí za takových podmínek hladoví (Beintema & Visser 1989a). V chladných podmínkách jsou energetické nároky ptáků vysoké, proto potřebují optimálně zásobené potravní stanoviště (Kirby 1997).

1.1.3 Přesuny na vhodné potravní stanoviště

Dostupnost potravy, riziko predace a morfologická omezení patří mezi důležité faktory, které rozhodují při výběru biotopu u ptáků (Hildén 1965). Vhodné stanoviště pro dospělé jedince často nesplňuje podmínky pro vodění a krmení mláďat, proto se čejčí rodinky přemisťují na jiné lokality, kde se mohou mladá prekociální kuřátka efektivně živit (Redfern 1982; Blomqvist & Johansson 1995). Důvodem k opuštění hnízdiště může být rychle se měnící výška porostu, která omezuje mobilitu nebo dostupnost potravy. Čejky obecně preferují nízký vzrůst vegetace a otevřené prostředí, které poskytuje přehled o dění na lokalitě (Beintema et al. 1991; Devereux et al. 2004; Junker et al. 2004; Eglinton et al. 2008). Aktuální homogenita zemědělské krajiny ovšem způsobila větší izolovanost vhodných potravních stanovišť pro mláďata (Johansson & Blomqvist 1996), která v důsledku této skutečnosti musí krátce po vylíhnutí podstoupit kratší nebo podstatně delší přesuny (Galbraith 1988a), během kterých jim navíc hrozí zvýšené riziko predace (Evans 2004). Delší přesun je samozřejmě spojen s větší energetickou náročností, která může vést ke zhoršenému přežívání a vyšší úmrtnosti (Galbraith 1988a). Například v roce 1991 byl ve Francii naměřen 2 km dlouhý přesun kuřete, který trval 9 dní (Girard & Trolliet 1992).

Orná půda je obvyklým potravním a hnízdním stanovištěm pro dospělé čejky (Galbraith 1989; Berg et al. 1992; Blomqvist & Johansson 1995), avšak právě tento habitat většinou nesplňuje požadavky kuřat (Galbraith 1988a). Mláďata se velmi často přesouvají z obilných polí na pastviny, které se dají považovat za nejvhodnější biotop

pro vodění kuřat (Redfern 1982; Galbraith 1988a, Johansson & Blomqvist 1996). Blomqvist a Johansson (1995) sledovali hnízda umístěná na pastvinách a orné půdě v jižním Švédsku. Orná půda představuje optimální potravní stanoviště pro dospělé samice, které zde mohou produkovat objemnější vejce, avšak volba tohoto biotopu je častěji spojená s následujícími přesuny na vhodné potravní stanoviště pro kuřata (Blomqvist & Johansson 1995). Na pastvinách samice snášejí menší vejce (Galbraith 1988b), ale vylíhlá mláďata se zde mohou efektivně krmit a nehladoví během náročných přesunů. Galbraith (1988a) zjistil, že kuřátka s přímým přístupem do potravně zásobených oblastí mají tendenci přežít lépe než kuřata, která musí podstoupit výrazně delší přesun. Prostorové rozložení vhodných stanovišť k vodění mláďat je důležitým faktorem pro výběr hnízdiště u tohoto druhu (Galbraith 1989; Blomqvist & Johansson 1995).

Redfern (1982) sledoval dvě kolonie čejčích rodinek ve Skotsku. Mláďata vylíhlá na pastvinách zůstala v tomto stanovišti až do dosažení vzletnosti. Tato oblast byla po celou dobu vodění kuřat spásána ovci. Je zřejmé, že v této kolonii fungovalo hnízdiště také jako potravní stanoviště pro mladá kuřátka, protože maximální vzdálenost od původního hnízda byla 60 – 90 m. Druhá čejčí kolonie hnízdila na rašeliništi. Vegetace v této oblasti byla hustá a místy příliš vysoká, což pravděpodobně mohl být důvod k přesunu rodinek na přilehlé pastviny. Dle autora je dostupnost potravy klíčový faktor při výběru vhodného stanoviště pro kuřata (Redfern 1982).

1.2 Zemědělská krajina a její změny

Dříve bylo možné pozorovat bahňáky na vlhkých loukách a pastvinách, v nivách podél vodních toků, či na jiných mokřadních stanovištích, které pro jejich výskyt představovaly ideální prostředí (Formánek et al. 1995; Šálek 2000b). Čejka chocholátá a další bahňáci byli sice ještě do poloviny 20. století svým způsobem života přednostně vázáni na vlhké biotopy zvláště v nižších polohách, ale jejich odvodňování, změna vegetační skladby a intenzivnější hospodaření s využitím moderní techniky způsobilo, že vzácnější druhy například koliha velká (*Numenius arquata*), vodouš rudonohý a břehouš černoocasý z naší krajiny téměř vymizely (Zámečník 2013) a čejky začaly dominantně využívat ke hnízdění ornou půdu nejen u nás, ale i po celé severozápadní Evropě (Cramp & Simmons 1983; Leigh et al. 2017).

Česká krajina prošla zvláště ve druhé polovině 20. století výraznou proměnou. Rokem 1948 začalo období nucené kolektivizace zemědělství a požadavky na obdělávání pozemků pomocí velkých strojů vedly k likvidaci přírodních dělicích prvků a ke zvětšení průměrné rozlohy zemědělského pozemku z necelého čtvrt hektaru v roce 1948 na dnešních dvacet hektarů. ČR má tak největší průměrnou rozlohu půdního bloku v Evropě (Bičík et al. 2001). Výsledkem této proměny je potlačení strukturální heterogenity velkých krajinných celků (Andreska 1990; Elzakker 1991). Z krajiny se vytratily meze, remízky a polní cesty, které představovaly útočiště nejen pro ptáky, ale i další živočišné druhy (Benton et al. 2003). Souběžně se zvyšující se mechanizací zemědělství začalo také masivní využívání umělých hnojiv a různých druhů chemických prostředků k usmrcení škůdců, eliminaci chorob zemědělských plodin nebo k likvidaci plevelů (Wilson et al. 2009). Technologický rozvoj a zvýšená účinnost aplikace pesticidů a hnojiv souvisí se změnou zemědělských postupů, které zahrnují změny ve skladbě setých plodin, odlišné načasování výsevu obilovin, omezené střídání plodin a přechod ze sena na silážní systém. Jednotlivé aspekty zemědělské intenzifikace proto neprobíhaly nezávisle na sobě, ale byly úzce propojeny, čímž se dopady na celkovou rozmanitost zemědělské krajiny staly zásadními (Chamberlain 2000). Namísto diferencovaného využití zemědělských pozemků s respektem k jejich vodnímu režimu se ve velkém prosadilo jejich plošné odvodnění, vysušování a rozorávání vlhkých luk (Rychnovská et al. 1985). Systematickou drenáží je v ČR odvodněna zhruba čtvrtina zemědělské půdy (Kulhavý et al. 2007). Strukturálně rozmanité a druhově bohaté podmáčené nížinné louky byly do značné míry nahrazeny poměrně hustými, rychle rostoucími a strukturálně jednotnými porosty, v nichž dominují pouze konkurenční druhy. Většina z těchto změn snížila vhodnost travních porostů jako hnízdních habitatů pro ptáky (Vickery et al. 2001), což mohlo souviset i se zmíněným přechodem bahňáků, zvláště čejek ke hnízdění v polních kulturách (Šálek 1993). Del Hoyo et al. (1996) uvádí, že za ohrožení čejky chocholaté, kolihy velké nebo chřástala polního (*Crex crex*) mohou i dopady melioračních opatření prováděných v minulosti. To potvrzuje i Baldi et al. (2005), který se domnívá, že zvyšování úživnosti luk a pastvin prostřednictvím meliorací a používání anorganických hnojiv je stále značným problémem, který ohrožuje populace řady bahňáků v Evropě.

Zemědělská politika se v bývalých zemích Rady vzájemné hospodářské pomoci (RVHP) a ve státech Evropského společenství značně lišila (Bičík et al. 2001). Do počátku 90. let fungovalo na našem území velmi intenzivní zemědělství, využívalo se nadměrné množství chemických látek a celkový způsob obhospodařování krajiny byl neúnosný (Bičík et al. 2001; Reif et al. 2008). Po rozpadu RVHP došlo v bývalých komunistických zemích k ekonomické krizi, která neumožňovala další rozvoj zemědělství, a tím nastalo dočasné období stagnace (Donald et al. 2001). V důsledku této skutečnosti nejspíš nedošlo k úplnému vymizení ptáků ze zemědělských oblastí (Donald et al. 2001). V Evropském společenství byly obdělávané plochy zpočátku menší a pěstované plodiny různorodější, nicméně i tady byly postupy zemědělského hospodaření stále intenzifikovány (Donald et al. 2001; Reif et al. 2008). Evropská Unie podporuje prostřednictvím Společné zemědělské politiky jednotné zemědělství na celém svém území, což se také projevuje negativním dopadem na přírodu (Donald et al. 2001). Významně se změnila např. skladba pěstovaných plodin, dochází k přechodu od jařin k ozimým obilovinám, a stále se zvyšují výměry zemědělské půdy využívané pro energetické plodiny, především pro řepku olejnou nebo kukuřici (Zámečník 2013). V důsledku všech těchto změn klesaly v letech 1970 až 1990 populace ptáků zemědělské krajiny více ve státech západní Evropy než v zemích bývalého východního bloku (Donald et al. 2001).

Intenzifikaci lze definovat jako zvýšenou produkci zemědělských komodit na jednotku plochy (Campbell & Cooke 1997). Znepokojivá je skutečnost, že většina zbývající terestrické biodiverzity přežívá právě na půdě vyhrazené k produkci potravin (Krebs et al. 1999). V současné době se půda díky kapitalismu stává spíše zbožím, které se kupuje a do kterého se pouze ukládají peníze. Od zemědělců se očekává produkce potravin, konkurenceschopnost a zároveň ekologická šetrnost. Tyto jednotlivé aspekty, ale jdou proti sobě.

1.3 Faktory ovlivňující bahňáky zemědělské krajiny

V západoevropských zemích je intenzifikace zemědělství považována za jeden z nejdůležitějších faktorů přispívajících ke ztrátě biologické rozmanitosti a zejména k poklesu populací ptáků využívajících zemědělskou půdu (Siriwardena et al. 1998; Chamberlain et al. 2000; Newton 2004; Butler et al. 2007). Mnoho studií zkoumalo mechanismy moderního zemědělství, které nepříznivě ovlivňují ptačí populace.

Používání herbicidů a insekticidů snižuje množství bezobratlých živočichů (Moreby & Southway 1999; Hart et al. 2006), posun od jarních k ozimým obilovinám vytváří nepříznivé podmínky ke hnízdění (Donald & Vickery 2001), využívání hnojiv zvyšuje efektivitu sklizně a mění strukturu porostu, což komplikuje krmení mláďat (Hole et al. 2002) a ztráta neobdělávaných ploch v rámci orné půdy zhoršuje celkový stav zemědělské půdy (Parish et al. 1995). Pokles početnosti hnízdících bahňáků na nížinných mokřadních travních porostech je obecně považován za důsledek ztráty a degradace těchto stanovišť (Stillman et al. 2006).

1.3.1 Ztráta mokřadních stanovišť

V průběhu minulého století se vlivem lidské činnosti snížila rozloha světových mokřadních stanovišť zhruba na polovinu (Eglington et al. 2008; Leigh et al. 2017). Mokřady a další podmáčená stanoviště, například vlhké louky patří v současné době mezi nejvíce degradované ekosystémy na světě (Eglington et al. 2008). Přitom z pohledu biodiverzity patří zamokřené plochy mezi nejvýznamnější prvky na zemědělské půdě (Zámečník 2013). V průběhu migrace jsou tato místa oblíbeným potravním stanovištěm pro řadu ptačích druhů a ještě větší význam mají pro čejky chocholaté, které hnízdí přednostně v těchto mokřinách nebo v jejich blízkém okolí (Zámečník 2013). Odvodňování a s tím spojený úbytek vlhkých luk nebo jejich případné přehnojování negativně ovlivňuje hnízdní úspěšnost bahňáků (Hötter 1991; Wilson et al. 2001; Taylor & Grant 2004; Eglington et al. 2008). Přítomnost mokřin zvyšuje produktivitu populace čejky chocholaté, protože podporuje vyšší hustotu bezobratlých živočichů a poskytuje lepší podmínky při hledání potravy než okolní vysoká vegetace (Eglington et al. 2010). Tato podmáčená stanoviště mají význam zvláště později v sezóně, kdy se stávají jedním z hlavních zdrojů vody na orné půdě (Beintema et al. 1991). Udržení takových stanovišť v přírodě pomáhá při minimálních srážkách zadržovat vodu v krajině a zajišťuje vysokou hustotu bezobratlých živočichů a to i v případě, že se okolní plochy stanou suchými (Eglington et al. 2010).

Po odvodnění obvykle následuje orba, znovu osetí a aplikace hnojiva, což podporuje rychlý růst porostu a jeho rovnoměrnou strukturu, avšak z hlediska druhové rozmanitosti mají meliorované travní porosty poměrně nízkou hodnotu. Rychle rostoucí vegetace vyžaduje časté kosení nebo zvýšenou hustotu chovu dobytka

(Newton 2004). S intenzivní pastvou se zvyšuje nejen riziko proslápnutí hnízda nebo mlád'at, ale hrozí i vyšší predační tlak, protože hnízdící ptáci jsou častěji rušeni pasoucím se dobyt看em (Newton 2004). Na odvodněných loukách a pravidelně obdělávaných polích je povrch půdy v důsledku používání těžké mechanizace utužený, navíc proschlý, což snižuje dostupnost fauny bezobratlých, která se stahuje hlouběji do půdy (Šálek 2000b). Naopak zvýšená hladina vody vytváří měkkou a vlhkou půdu, která udržuje bezobratlé živočichy blízko povrchu, čímž se zvyšuje jejich dostupnost pro ptáky (Ausden et al. 2001). Zvýšená hladina vody také potlačuje vegetační růst a nízká vegetace zlepšuje dostupnost a detekovatelnost kořisti (Ausden et al. 2001; Devereux et al. 2004). Kuřata, která mají přístup k mokřinám, tak mohou rychleji růst a udržovat si dobrou kondici, která jim pomáhá přežít (Eglington et al. 2010).

1.3.2 Změny způsobené zvýšenou intenzitou hnojení

Používání minerálních hnojiv podporuje rychlejší růst vegetace, vede k jednotvárnosti porostů a snižuje množství bezobratlých živočichů v zemědělské krajině (Beintema & Visser 1994; Wilson et al. 1999). Změna struktury vegetace proto pravděpodobně souvisí s poklesem hnízdících bahňáků v České republice (Šálek 2000b). Zvýšený obsah dusíkatých hnojiv v půdě podporuje růst pouze konkurenceschopných rostlinných druhů na úkor pomaleji rostoucích druhů, které nejsou na zvýšený obsah živin přizpůsobené a dochází tak k jejich potlačení (Mountford et al. 1993; Kirkham et al. 1996). Intenzivně hnojené travní porosty jsou z botanického hlediska druhově chudé a zároveň vytvářejí nadměrně hustou a vysokou vegetaci (Vickery 2001). V takto formovaných porostech se bahňáci nemohou volně pohybovat a ztrácí přehled o dění na hnízdišti (Šálek 2000b). Navíc rychlé změny výšky vegetace, zejména na jaře, ovlivňují možnost hnízdění v porostu, dále mají vliv na efektivitu vyhledávání potravy a na přístupnost těchto biotopů pro mlád'ata (Shrubbs 1990). Úbytek řady druhů hmyzu, zejména, brouků a dvoukřídlých nebo třeba žížal také souvisí s nadměrným užíváním hnojiv (Vickery 2001). Důležitá kořist je méně početná a přístupná ve vysokých a hustých travních porostech, zejména pro druhy jako je čejka chocholatá, která detekuje kořist vizuálně (Redfern 1982). Efektivní hledání potravy může být u ptáků ovlivněno i velikostí kořisti (Beintema et al. 1991) a posun ve velikostní struktuře společenstev bezobratlých směrem k menším druhům snižuje účinnost vyhledávání potravy (Blake et al. 1994). Skutečnost, že se aplikace hnojiv na louky a

pastviny shoduje se začátkem období rozmnožování ptáků, může znamenat, že přístup k potenciálním potravním zdrojům je omezen a to v obzvláště kritickém období pro ptáky a jejich kuřata (McCracken 2004). V důsledku eutrofizace krajiny tak přestávají být zemědělské biotopy vhodné pro vedení mláďat (Galbraith 1988a; Sheldon 2002). Na druhé straně, optimálně obhospodařované travní porosty vytvářejí rozmanitou vegetaci i její různorodou strukturu, která zvyšuje množství potravy a zároveň zajišťuje její lepší dostupnost pro ptáky (McCracken 2004). Mírné využívání organických hnojiv může mít pozitivní vliv na obživu ptáků tím, že zvýší počet živočišných bezobratlých nebo jejich přístupnost a podpoří jejich výskyt blíže u povrchu půdy (Scullion & Ramshaw 1987; Tucker 1992).

1.3.3 Vzájemná provázanost predace a zemědělství

Populační poklesy ptáků vyskytujících se v zemědělské krajině jsou často připisovány buď změně biotopu, nebo zvýšené míře predace (Evans 2004), tyto faktory ovlivňují zejména ptáky hnízdící na zemi (Baumann 2006). Silný zemědělský tlak se projevuje zhoršováním stavu hnízdního prostředí a zároveň přispívá ke zvýšené míře predace (Newton 2004).

Většina druhů bahňáků preferuje otevřenou krajinu (Baines 1990) a zejména čejky potřebují mít na svém hnízdním stanovišti dostatečný přehled o případných predátorech (Zámečník 2013). Z tohoto důvodu upřednostňují nízkou a řídkou vegetaci, případně plochy zcela bez porostu, které poskytují dobrou viditelnost (Baines 1990). Změna charakteru porostů a skladby pěstovaných plodin vytváří jednotvárné a strukturálně homogenní porosty, ve kterých jsou hnízda viditelnější, což znevýhodňuje bahňáky, kteří spoléhají na krypticky zbarvená vejce (Šálek & Cepáková 2006). Zvýšená výměra ozimých obilovin na úkor jařin může ptáky nutit ke hnízdění na místech nebezpečných z hlediska predace (Evans 2004). V důsledku snížené dostupnosti holé půdy na jaře díky hustým a vysokým ozimým obilovinám si ptáci umísťují svá hnízda podél vyjetých traktorových kolejí (Wilson et al. 1997), ale právě tato hnízda mohou predátoři snadněji lokalizovat (Donald 1999).

Naproti tomu mokřadní louky a pastviny, které nejsou intenzivně upravované nebo pozměněné, vytvářejí strukturálně a druhově různorodé plochy s nepravidelnou mozaikovitou strukturou stanovišť, v rámci nichž mohou být hnízda a inkubující ptáci

méně viditelní pro dravce (Stillman et al. 2006). V takovém prostředí dochází k podstatně nižším ztrátám hnízd než v jakémkoliv jiném typu travních porostů. Vzhledem k fragmentaci krajiny a zhoršenému stavu hnízdních stanovišť se populace bahňáků více rozptylují a nedokáží vytvořit početnější kolonie schopné vzdorovat predátorům (Stillman et al. 2006). Predace hnízd může být na některých místech dokonce hlavní faktor, který omezuje reprodukční úspěch u čejek chocholatých (MacDonald & Bolton 2008). Zvýšená predace snižuje produkci vzletných mláďat tolik důležitých pro dlouhodobé udržení stabilní populace (Baines 1990). Někteří ptáci mají tendenci snižovat své tukové zásoby, pokud vnímají zvýšené riziko predace (Cresswell 1998; Carrascal & Polo 1999). Kombinace intenzivního predáčního tlaku a zhoršené dostupnosti potravy může zvýšit mortalitu ptáků tím, že klesne rozdíl mezi optimální hmotností a prahovou hmotností, při níž dochází k hladovění (Evans 2004). Zachování stavu bdělosti snižuje čas potřebný na krmení a zvyšuje pravděpodobnost vyhladovění (van der Veen 2000). Dalším problémem současné krajiny je sukcesní zarůstání biotopů, které nahrává jak ptačím tak i savčím predátorům (Klug & Wolfenbarger 2009). Porosty křovin poskytují úkryt savcům a stromová vegetace nabízí větší množství pozorovatelů pro ptáky. Čejky mají naopak včasnou detekci predátora znesnadněnou (Klug & Wolfenbarger 2009).

Mezi nejvýznamnější ptačí predátory se řadí krkavcovití ptáci (*Corvidae*), volavka popelavá (*Ardea cinerea*), káně lesní (*Buteo buteo*) a jiní dravci (*Falconiformes*) (Marchant et al. 1990; Baillie et al. 2002). Ze savců je považována liška obecná (*Vulpes vulpes*) za nejdůležitějšího predátora čejčích vajec i kuřat (Seymour et al. 2003; Junker et al. 2004; Rickenbach et al. 2011).

1.3.4 Zvýšené využívání pesticidů

V současné době se rostoucí produktivita zemědělské výroby neobejde bez vnějších vstupů v podobě agrochemikálií, pesticidů a hnojiv. Jejich častá aplikace a vysoká spotřeba v posledních letech je způsobena chudým osevním postupem, který jednostranně zatěžuje stanoviště a vede k výskytu chorob, škůdců i plevelů (Zámečník 2013). Masivní používání pesticidů negativně ovlivňuje faunu bezobratlých živočichů a výrazně tak snižuje potravní nabídku pro mláďata, která mohou reagovat na omezené množství potravy velmi citlivě (Beintema et al. 1991). Pokles potravní nabídky je

přímo ovlivněn aplikací insekticidů, které vyhubí hmyz i jeho různá vývojová stádia a nepřímo použitím herbicidů, které zlikvidují plevel, ale s ním i bezobratlé živočichy, kteří jsou na tyto nežádoucí rostliny vázáni. Dochází také k dlouhodobému vyčerpání semenné banky v půdě, protože používání herbicidů snižuje produkci semen (Newton 2004).

S rostoucím používáním chemických látek klesá početnost ptačích druhů v zemědělské krajině (Ewald & Aebischer 1999). Při vysokých dávkách nebo nevhodné aplikaci způsobují například organochloridové insekticidy zvýšenou úmrtnost u ptáků. Tyto chemikálie jsou perzistentní a vysoce rozpustné v tucích, takže se shromažďují v tkáních živočichů (Newton 2004). Bylo prokázáno, že vysoké koncentrace přípravku DDT způsobují oslabení skořápky v tělech dravců a následnou smrt mlád'at (Lincer 1975; Newton 2004). V důsledku těchto zjištění se používání organochloridů v průběhu let postupně snižovalo a dnes už je přípravek DDT zakázán (Newton 2004; Zámečník 2013). Po roce 1990 nastal propad v nekontrolovatelném využívání chemických látek, což může být jeden z důvodů zvýšení populační hustoty ptáků zemědělské krajiny v České republice (Zámečník 2013).

1.3.5 Přímá likvidace hnízd a mlád'at

Současná intenzifikace rostlinné výroby se neobejde bez používání moderní mechanizace, jejíž časté nasazování způsobuje vysoké hnízdní ztráty přímou likvidací snůšek i nevzletných mlád'at (Galbraith 1988a; Šálek 2000b). Čejky přilétají ze svých zimovišť už v první polovině března, takže jejich snůšky ohrožují veškeré jarní práce probíhající na polích (Zámečník 2013). Z hlediska přímého ohrožení zemědělskou technikou jsou nejvíce riziková hnízda umístěná v oraništích a na loukách, protože tyto pozemky bývají v březnu či dubnu vláčeny (Šálek 2000b). Množství zničených hnízd tedy závisí na počátečním datu mechanických činností prováděných na zemědělských pozemcích. Začátek těchto prací je ovlivněn i aktuálním počasím v daném roce. Pokud jsou jarní měsíce deštivé a příliš chladné není zemědělská půda vhodná pro strojní zařízení a jarní práce na polích začínají o něco později. V tu dobu už ale většina čejek inkubuje své snůšky, a proto je ztráta na hnízdech podstatně vyšší. V případě suššího jara mohou být jarní zemědělské činnosti provedeny dříve, než většina čejek stihne zahnízdit, a tak dojde i k nižším ztrátám na hnízdech (Baines 1990).

Destrukce hnízd bývá vyšší na loukách, kde probíhá vláčení, smykování či válcování, než na pastvinách (Baines 1990). Vzhledem k tomu, že se v nižších polohách pase spíše omezeně, riziko zašlápnutí kuřete dobyt看em není tak významné (Junker et al. 2004). Důležitou hrozbu ale představuje přechod od sena k senáži, při které jsou travní porosty sklízeny v dřívějším termínu a umožňují opakovanou sklizeň během sezóny (Newton 2004). V době sklizně travní hmoty na senáž bývají kuřata čejek ještě nevzletná a nemají šanci uniknout před zemědělskými stroji (Newton 2004; Zámečník 2013). Ztrátu hnízda je čejka schopna nahradit další snůškou, ale pokud přijde o vylíhlá mláďata, tak v daném roce už zpravidla podruhé nezahnízdí (Klomp 1951; del Hoyo et al. 1996). V minulosti díky pestré vlastnické struktuře neprobíhala sklizeň současně, ale v delším časovém horizontu, který vždy zajistil dostatek vhodných stanovišť pro hnízdící ptactvo nebo třeba pro vývin hmyzu. V současné době jsou moderní stroje s šířkou záběru devět i více metrů schopné provést sklizeň úrody ve velmi krátkém časovém období a to na rozsáhlých půdních blocích. Dochází tak nejen k přímým ztrátám na hnízdech a mláďatech, ale zároveň se tímto způsobem výrazně snižuje potravní nabídka i příležitosti k úkrytu pro řadu jiných živočichů (Zámečník 2013). Úkryt může sloužit jako případná ochrana proti predátorům, ale neobstojí před technikou, i tak lze vysvětlit zranitelnost vůči zemědělskému tlaku (Beintema 1983).

1.4 Modelový druh čejka chocholatá

Čejka chocholatá je velmi nápadný a atraktivní zástupce skupiny bahňáků, jak pro svůj fyzický vzhled, tak pro své chování (Hudson et al. 1994). Je rozšířena téměř po celé Evropě včetně České republiky (Cramp & Simmons 1983; del Hoyo et al. 1996). Převážná část její populace je stěhovavá a zimuje na pobřeží jihozápadní Evropy a severozápadní Afriky (Svensson et al. 2012). Na svá hnízdiště přilétá už koncem února, častěji v březnu a odlétá v období od srpna do října (Hudec & Šťastný 2005). Samice snáší obvykle 4 vejce (Galbraith 1988b), na nichž sedí střídavě se samcem 24 až 28 dní (Hudec & Šťastný 2005). Žije v monogamii, avšak u některých evropských i českých populací byla zjištěna také polygynie (Šálek 2005).

Optimální hnízdní prostředí čejky chocholaté se mnohdy liší od prostředí vhodného pro vývoj mláďat (Redfern 1982; Blomqvist & Johansson 1995). Čejky

preferují plochy s nepříliš hustou vegetací nebo zcela bez porostu (Cramp & Simmons 1983; del Hoyo et al. 1996), kde se mohou dobře pohybovat (Hildén 1965) a odkud mají přehled o potenciálních predátorech (Hudec & Šťastný 2005). Přednostně vyhledávají plochy zamokřené s mozaikovitou vegetací, kde mohou být mláďata nenápadná a v relativním bezpečí (Johansson & Blomqvist 1996; Devereux et al. 2004) nebo plochy sousedící s vlhkými travními porosty, které jsou pro bahňáky významným zdrojem potravy (Hudec & Šťastný 2005). V průběhu 20. století byla většina mokřadních stanovišť a vlhkých luk odvodněna a přeměněna na ornou půdu (Leigh et al. 2017), a tak je čejka chocholátá stále více spojovaná se zemědělskou krajinou (Hudson et al. 1994). V současné době ornou půdu ke hnízdění využívá 80 % české populace (Kubelka et al. 2012a). Bahňáci se sice adaptovali na zemědělsky obhospodařované půdy, avšak omezené potravní zdroje, které tento typ prostředí nabízí, mohou být limitujícím faktorem úspěšného přežití mláďat (Šálek 2000a).

Pro kuřata čejky chocholáté je charakteristická prekocialita (Cramp & Simmons 1983). Období kuřete je ukončeno vzletností, které dosáhnou 35 až 40 dní po vylíhnutí (Hudec & Šťastný 2005). Čerstvě vylíhnutá kuřata musejí být schopna opustit hnízdo a začít si co nejrychleji obstarávat vlastní potravu (Hudson et al. 1994). Z těchto důvodů mají hned po vylíhnutí nejlépe vyvinutý pohybový a potravní aparát včetně relativně velkých očí, aby mohla chytat malou, rychle se pohybující kořist (Galbraith 1988c). Tato fáze je z hlediska požadavků kladených na mláďata velmi náročná a k nejvyšší mortalitě dochází právě během prvních dnů od vylíhnutí (Beintema & Drost 1986; Galbraith 1988a; Roodbergen et al. 2012).

Čejčí kuřata mají krátké nohy, které nejsou adaptované na rychle rostoucí vegetaci v intenzivně obdělávané zemědělské krajině (Galbraith 1988c). Rodiče se o kuřata starají tím, že je převádějí z orné půdy na jiné vhodné potravní stanoviště, které však může být i značně vzdálené od místa hnízdiště (Galbraith 1988a). Tyto přesuny bývají pro kuřata velmi stresující, protože musejí následovat své rodiče a nemají tak dostatečný čas na hledání potravy (Galbraith 1988c). V prvních dnech života mohou kuřata čerpat energii ze žloutkového vajíčka (Galbraith 1988c) a vyčerpání těchto rezerv pravděpodobně vysvětluje počáteční snížení hmotnosti v prvních třech dnech po vylíhnutí (Galbraith 1988c; Beintema & Visser 1989).

Hlavní zdroj čejčí potravy představují drobní bezobratlí živočichové, zejména dvoukřídly a blanokřídly hmyz včetně jejich larev, brouci, dále pavouci, měkkýši a v nepatrné míře zelené části rostlin a semena (Hudec & Šťastný 2005). Dospělí jedinci se živí druhy, kteří se vyskytují těsně pod půdním povrchem, nicméně kuřata sbírají kořist pohybující se na povrchu půdy (Beintema & Visser 1994) a aktivně využívají faunu, která žije v kravském hnoji (Beintema et al. 1991; Beintema & Visser 1994). Nejdůležitějším prvkem v potravě čejky jsou ale žížaly a to především na jaře v období po přiletu ze zimovišť (Hudec & Šťastný 2005). Pro kuřata je potrava nejlépe dostupná v místech, kde je mělká voda a řídký porost (Johansson & Blomqvist 1996; Devereux et al. 2004; Eglinton et al. 2008). Různé druhy bezobratlých úspěšně nalézají například na obnažených dnech vypuštěných rybníků (Hudec & Šťastný 2005). Galbraith (1988b) a Beintema et al. (1991) se shodli na tom, že se kuřata krmí oportunisticky, nikoliv selektivně. Dostatek vody je nezbytnou podmínkou pro přežívání mláďat, protože bez tekutin kuře potravu nestráví (Beintema et al. 1991). Voda se stává limitujícím činitelem zvláště ke konci hnízdní sezóny (Beintema et al. 1991). V průběhu sezóny se snižuje i dostupnost žížal, které pronikají hlouběji do půdy, čímž se dostávají mimo dosah čejek (Beintema et al. 1991; Beintema & Visser 1994). Změny v zemědělském hospodaření ochuzují faunu bezobratlých a zhoršují i její dostupnost (Devereux et al. 2004). Intenzivní hnojení podporuje růst a hustotu zemědělských plodin a pastvin, což zhoršuje mobilitu čejek (Devereux et al. 2004) a ty pak podléhají vyššímu riziku predace (Evans 2004).

Čejka chocholatá je známa jako nejpočetnější hnízdící druh bahňáka z čeledi kulíkovitých (*Charadriidae*) v České republice (Šťastný et al. 2006), avšak i přes tuto skutečnost je to mizející druh naší krajiny (Hudec & Šťastný 2005). Stav populace v ČR byl v roce 1989 odhadnut na 20-40 tisíc hnízdících párů. Během mapování v letech 2001-2003 byl zjištěn výrazný pokles zhruba na 7-10 tisíc párů (Šťastný et al. 2006). V posledních několika desetiletích byl zaznamenán i značný pokles počtu populací u mnoha jiných druhů bahňáků hnízdících v evropských nížinných mokřadních travnatých porostech (Donald et al. 2001; Birdlife International 2004), což představuje vážné ohrožení biologické rozmanitosti (Donald et al. 2001). Na zemi hnízdící ptáci jsou pod silným antropogenním tlakem, který se projevuje zhoršováním stavu hnízdního prostředí a ztrátou vhodných potravních stanovišť (Baumann 2006). Z těchto důvodů jsou důsledky urbanizace a intenzifikace zemědělství považovány za

hlavní faktory přispívající k vážnému snižování počtu a rozsahu hnízdících bahňáků po celé Evropě (Chamberlain et al. 2000; Donald et al. 2001; Roodbergen et al. 2012). Predace představuje další důležitý faktor hnízdního neúspěchu (Ricklefs 1969) a zhoršeného přežívání čejčích kuřat (Roodbergen et al. 2012). V západní Evropě se úroveň predace hnízd a kuřat bahňáků zvýšila o 40 % během posledních 40 let (Roodbergen et al. 2012). Oba faktory jsou navíc vzájemně provázány. Důsledkem intenzifikace zemědělství jsou změny v habitatu, které samy o sobě zvyšují míru predace hnízd i kuřat (Evans 2004; Newton 2004).

1.5 Cíle práce

Cílem předložené práce bylo sledovat tělesnou kondici prekociálních mláďat u volně žijícího ptačího druhu, prekociálního bahňáka čejky chocholaté. Studie měla prozkoumat vliv různých ukazatelů na kondici kuřat a zhodnotit, jak je ovlivňována kvalitou biotopu a zda kondice ovlivňuje jejich přežívání.

- 1) Popsat prostředí výskytu kuřat čejky chocholaté v zemědělské krajině a vyhodnotit vliv různých ukazatelů na kondici a přežívání
- 2) Zhodnotit, zda přesuny a jejich vzdálenost ovlivňují kondici kuřat; pokud ano, existuje spojitost s následujícími okolnostmi?
 - a) špatná kondice už před opuštěním lokality
 - b) obecně menší mládě (vylíhlé z menšího vejce)
 - c) kuřata pobývající v sušším habitatu / s vyšší vegetací jsou v horší kondici

2. Metodika

2.1 Hledání hnízd

Terénní práce probíhaly po celou dobu hnízdní sezóny v roce 2017 v období od konce března do druhé poloviny června. Sledovaná oblast se nacházela na území Českobudějovické rybníční pánve (49°15'N, 14°05'E; 380-410 m n. m.), západně a severozápadně od Českých Budějovic. Studijní území je charakteristické zachovanými rybníky, nenápadnými mokřadky, vyšším zastoupením trvalých travních porostů a lesíků, které dotváří pestrou mozaiku zdejší polní krajiny. Krajinný ráz Českobudějovicka je podobně jako v řadě jiných oblastí ovlivněn také zemědělstvím. Pěstují se zde především ozimy, jařiny, kukuřice a řepka olejka. Díky soustavnému sledování území bylo vybráno několik nejcennějších hnízdišť na orné půdě, která byla po domluvě se zemědělci zařazena do agroenvironmentálního opatření pro ochranu čejky chocholaté (Kubelka et al. 2012a; Kubelka et al. 2012b; Kubelka et al. 2013), čehož bylo účelově využito i v této práci.

Důležitý byl zvláště začátek sezóny, tedy duben, kdy jsme se za účasti celého čejčího týmu snažili najít co největší počet hnízd (Kubelka et al. 2012a; Kubelka et al. 2012b; Kubelka & Šálek. 2013). Čejky jsou při výběru hnízdišť v tomto období velmi nápadné vizuálně i akusticky a v otevřené krajině jsou také snadno pozorovatelné a to i z velké vzdálenosti, což práci usnadňovalo. Později v sezóně se čejky na hnízdišti již tolik neprojevují a s rostoucí vegetací jsou i hůře zjištělné (Kubelka et al. 2012b). Hledání nových hnízd probíhalo již od časných ranních hodin, kdy jsme projížděli jednotlivé lokality a z dostatečné vzdálenosti sledovali přítomnost a početnost čejek tak, aby nedocházelo k plašení ptáků. Hnízda byla dohledávána systematickým prohledáváním ploch pomocí stativových nebo binokulárních dalekohledů (o rozlišení nejméně 10 x 50) a následnou navigací vybraného člena týmu na popsané pozice inkubujících ptáků pomocí vysílačky (Sládeček 2015). Rozlehlé a obtížně přehledné lokality s větším množstvím pravděpodobně hnízdících čejek byly procházeny pomocí rojnice s 6 až 10 účastníky (podrobněji viz Kubelka et al. 2012c). V závislosti na počasí byly práce prováděny tak, aby ptáci nebyli rušeni po dobu delší než dvě hodiny (Sládeček 2015).

2.2 Popis hnízdních atributů

Každému nalezenému hnízdu se snůškou bylo přiděleno identifikační číslo a zaznamenaly se jeho GPS souřadnice spolu s dalšími údaji do hnízdní karty. Zapisovalo se datum nálezu, název lokality, počet vajec ve snůšce, jejich délka a šířka, typ biotopu, ve kterém bylo hnízdo nalezeno, okolní teplota a přibližné stádium inkubace. Měření šířky vajec bylo prováděno v náhodném bodě za pomoci posuvného měřítka s přesností na desetinu milimetru (Sládeček 2015). Kvůli sledování budoucího osudu jednotlivých vajec byla označena černou tenkou fixou římskou číslicí na obou pólech. Termín líhnutí kuřat byl u kompletní snůšky odhadnut provedením vodního testu podle polohy vajec ve vodním sloupci (van Paassen et al. 1984; Šálek 1995a; Kubelka et al. 2013; Kubelka 2014). Stav hnízda byl monitorován opakovaně v přibližně týdenních intervalech až do období líhnutí (obr. 1) nebo jejich predace. V době předpokládaného líhnutí kuřat probíhaly kontroly častěji.

Obr. 1. Hnízdo čejky chocholaté zachycené v době líhnutí.



Hnízda byla pro snazší zpětné dohledání označena prutem zapíchnutým do země ve vzdálenosti 10 metrů. Na polích, kde hrozilo čejčím snůškám riziko zničení z důvodů jarních zemědělských prací (zejména kvůli vláčení, válcování nebo setí), jsme přistoupili k přímé ochraně hnízd. V takovém případě byla hnízda označena dvěma bambusovými tyčemi o výšce do 2 metrů s červeným nátěrem na konci tyčí. Tyče se umísťovaly z každé strany po řádku ve vzdálenosti 5 metrů od hnízda. Předem informovaný zemědělec se takto označeným hnízdům vyhnul, čímž se předcházelo

jejich zbytečné destrukci (Zámečník 2013). Opakující se kontroly a značení hnízd by neměly zvyšovat riziko predace (Galbraith 1987; Fletcher et al. 2005; Kragten et al. 2008) stejně jako značení hnízd pomocí tyčí (Zámečník et al. 2017). Osud hnízda byl určen na základě nalezení líhnoucích se kuřat nebo byl odhadnut podle prezence či absence malých úlomků skořápek v hnízdní kotlince. V případě nalezení většího množství úlomků v hnízdní kotlince se mláďata pravděpodobně úspěšně vylíhla, avšak absence skořápek poukazovala spíše na predaci (Šálek & Šmilauer 2002; Mabee et al. 2006; Sládeček 2015).

2.3 Kondice a přežívání kuřat

Krátce po vylíhnutí, případně následující den, byla mláďata na hnízdě nebo v jeho okolí individuálně označena hliníkovým kroužkem s jedinečnou číselnou kombinací nebo kódem kroužkovací stanice Národní muzeum Praha. Po okroužkování byla kuřata zvážena digitálními váhami s přesností na 0,01 g nebo pružinovými váhami Pesola s přesností 0,5 g. U všech nalezených kuřat (obr. 2) byla s maximální přesností změřena posuvným měřítkem délka tarzu (od kloubu po kloub), zobáku (od špičky k vnitřní hraně nozdry) a maximální délka hlavy po špičku zobáku. Pro stanovení pohlaví byla kuřatům odebrána kapka krve z nožní žíly (Székely et al. 2004), která byla konzervovaná v lihu.

Kondičně nejvyspělejší mláďata byla vybavena vysílačkami (PicoPips, hmotnost 0,4 g, doba životnosti 22 až 50 dní), z důvodu následných opakovaných dohledávání rodin po opuštění hnízda. Celková zátěž, kterou neslo vylíhlé kuře, nepřekročila 3 % jeho hmotnosti (Kubelka 2014) v souladu s poznatky dřívějších studií (Kenward 1987; Hill et al. 1999; Yalden 2003). Vysílačka byla přilepena na plátno látky o velikosti 1 x 1 cm, které bylo přiděleno na zkrácené prachové peří v úrovni pánevního pásu pomocí gelového lepidla (obr. 2). Výše popsaná technika upevnění vysílačky je běžně používána ve studiích týkajících se predace kuřat bez jakýchkoliv hlášených negativních účinků (Hönisch et al. 2008; Teunissen et al. 2008; Schekkerman et al. 2009).

Obr. 2. Kuřátko opatřené vysílačkou.



Přesuny kuřat byly radiotelemetricky sledovány přijímačem SIKA v intervalu jednou za dva dny. Ověřování pozic bylo prováděno z dostatečné vzdálenosti bez rušení rodinek a jejich přesun byl zaznamenáván do mapy. V případě předčasného úmrtí kuřete byla vysílačka dohledána a opakovaně použita u jiného kuřete. Těsně před dosažením vzletnosti byla kuřatům vysílačka šetrně odstraněna, pokud již sama neodpadla, v důsledku postupného odrůstání prachového peří. Přežívající kuřata byla zhruba v týdenních intervalech opětovně odchycena a znovu zvážena i přeměřena. Intenzivnější rušení spojené s manipulací by mohlo mít negativní vliv na přežívání kuřat (Sharpe et al. 2009). Stejný postup byl prováděn i v situaci, kdy bylo odchyceno kuře z neznámého hnízda. Kuřata vážící nad 80 g byla navíc označena žlutým kroužkem na pravé noze a na levé noze oranžovou odečítací vlajkou s dvoumístným kódem (písmeno a číslo).

Dále byly při odchytu kuřat zaznamenávány doplňující údaje o poloze (GPS pozice), počasí (teplota vzduchu) a habitatu (plodina, výška vegetace a kategorie vlhkosti lokality). Charakter biotopu byl stanoven podle pěstované plodiny a přiřazen do jedné z 13 kategorií: oraniště, zvláčené pole případně oseté pole (do 3-5 cm výšky vegetace), obilí (pokud nebylo možné rozlišit ozim nebo jařinu), ozim, jarní obilovina,

kukuřice (nad 5 cm, pod stále ještě oseté pole), řepka, jetel, úhor (část pole ležící dočasně ladem, ruderální plocha), louka, pastvina, mokřina v poli (zpravidla kousek oraniště v jiném biotopu) a to, zda plochy spadají do agroenvironmentálního opatření (AEO). Výška vegetace byla odhadnuta s přesností na cm. Míra vlhkosti lokality byla rozdělena do čtyř kategorií: 1) lokalita výskytu kuřete je suchá; 2) lokalita výskytu kuřete je viditelně vlhká (avšak bez stojící vody v depresích nebo v prohlubních); 3) voda na lokalitě stojí v depresích nebo v prohlubních; 4) lokalita poskytuje rozsáhlou dlouhodobě podmáčenou vodní plochu.

2.4 Přesuny čejčích rodinek

O výběru rodinek zařazených do telemetrického sledování rozhodovala stanovištní kritéria. Výběr byl prováděn tak, aby optimálně zahrnoval polovinu lokalit s přítomnými mokřinami a polovinu lokalit suchých. Současně bylo zahrnuto i několik ploch patřících do agroenvironmentálního opatření pro ochranu čejky chocholaté na orné půdě a také lokality v ozimých plodinách, ze kterých byl očekáván přesun rodu na potravně zajímavější plochy.

Pozice kuřat byly průběžně zaznamenávány do mapy společně s biotopem, jeho odhadnutou výškou vegetace a vlhkostní kategorií. Vysílačka byla připevněna na jedno až dvě kuřata v rámci jedné rodinky. Rodinky byly dohledávány vždy v místě jejich posledního výskytu. V případě ztráty radiového signálu vysílačky bylo provedeno rozsáhlé pátrání v širším okolí místa posledního registrovaného výskytu za účelem odhalení definitivního osudu sledovaného kuřete. Tímto způsobem bylo v hnízdní sezóně 2017 sledováno 19 čejčích kuřat.

2.5 Zpracování dat

2.5.1 Velikost vajec

Na základě naměřených parametrů vajec byl spočítán jejich objem dle vzorce:

$$V = 0,457 * L * B^2 ,$$

kde V = objem vejce, L = délka vejce (mm), B = šířka vejce (mm) (Galbraith 1988b). Následně byl vypočítán průměrný objem vejce pro každou snůšku. Většina měřených

hnízd obsahovala čtyři vejce, nicméně ve výpočtu jsou zahrnuty i méně početné snůšky. Z tohoto důvodu byla vzata průměrná velikost vajec v hníždě, nikoliv objem všech vajec, kde by hodnota byla ovlivněna velikostí snůšky (Šálek 1995b). V některých případech mohl být počet vajec nižší například vlivem částečné predace (Sládeček 2015). Do výpočtu byl ovšem zařazen pouze průměr za snůšku, u které byly následně měřeny parametry čejčích kuřat, protože nebylo obvykle zřejmé, z kterého vejce se vylíhlo to které konkrétní mládě. Výsledný vzorek dat byl z tohoto důvodu menší.

2.5.2 Kondice kuřat

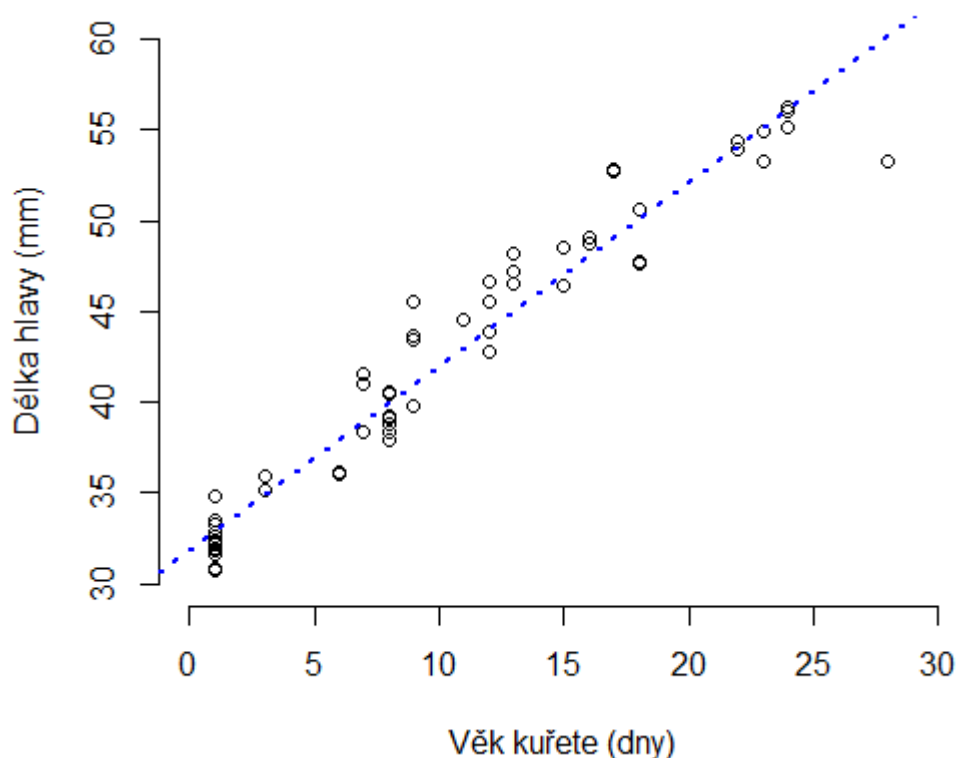
Pro stanovení tělesné kondice kuřat byl použit kondiční index, který byl vyjádřen reziduály z regresního vztahu mezi třetí odmocninou tělesné hmotnosti (objemový ukazatel) a délkou tarsu (jednorozměrný ukazatel) (Tella et al. 1997). Ačkoli ve většině případů nebyl zřejmý definitivní osud kuřete, byl jako jeho nepřímý ukazatel užit kondiční index. Ten u konkrétního jedince významně ovlivňuje jeho šanci na dosažení vzletnosti (Sharpe et al. 2009). Lepší kondice tedy zvyšuje šanci na přežití a snižuje riziko predace (Schekkerman et al. 2009).

Kondiční index nebyl počítán jen pro kuřata známého věku, ale i pro zachycené jedince, u kterých nebylo jasné datum jejich vylíhnutí. Namísto věku byla proto využita délka hlavy, která představuje běžně používaný a silně korelovaný substituent (pro $n = 61$ sledovaných kuřat, Pearsonův korelační koeficient: $r = 0,97$; $P < 0,001$; obr. 3).

2.5.3 Přesuny kuřat

Přesuny telemetricky sledovaných rodinek byly zpracovány v programu Google Earth Pro pomocí funkce pravítka. Výchozím bodem pro měření vzdálenosti přesunů čejčích rodinek byly GPS souřadnice místa nálezu hnízda. Následně byly měřeny změny pozic sledovaných kuřat a to vždy od předchozího místa odchyty. Kromě toho byla naměřena celková vzdálenost přesunu jednotlivých kuřat od hnízda k poslednímu bodu odchyty. Zjištěné vzdálenosti sloužily i pro zpracování následujících analýz.

Obr. 3. Délka hlavy měřená po špičku zobáku v závislosti na věku kuřete (n = 61). Modrá přímka zdůrazňuje trend v datech.



2.6 Statistické vyhodnocení

Statistické analýzy a grafické zobrazení výsledků bylo provedeno v prostředí programu R, verze 3.4.1 (R Core Team 2017). Zpracované výsledky byly vyhodnoceny pomocí lineárních modelů se smíšenými efekty (LME), konkrétně funkcí `lmer`, z knihovny `lme4` (Bates et al. 2015), eventuálně byly využity zobecněné lineární modely (GLM). Vzhledem k proměnným různého charakteru byly před použitím smíšených modelů (LME) nejprve pomocí korelační matice (příkaz `rcorr`) otestováno, že žádná dvojice kontinuálních proměnných není vzájemně silně korelována ($r > 0,6$). Vzhledem k opakovaným měřením kuřat ze stejných hnízd byl hnízdům i jedincům přiznán náhodný efekt, čímž bylo sníženo riziko pseudoreplikací. Jednoduché lineární vztahy mezi dvěma veličinami byly testovány pomocí regrese, která ověřila existenci předpokládané závislosti. Data líhnutí kuřátek a data jejich průběžných odchytů byla v modelech vyjádřena jako pořadí konkrétního dne od počátku roku, kdy 1. 1. byl den první (a tedy např. 1. 5. představuje 121. den v roce 2017).

U zobrazených statistických výsledků je vždy uváděna dosažená statistická významnost neboli P hodnota. Hladina průkazné signifikance byla stanovena na $P = 0,05$. Dále jsou uvedeny počty stupňů volnosti, hodnota χ^2 a u zobecněného lineárního modelu (GLM) navíc hodnota F statistiky (F). Pro určení míry přesnosti odhadu je u základních ukazatelů (např. konstituce kuřat) zobrazena střední chyba průměru (SE) s přesností na dvě desetinná místa, není-li uvedeno jinak, platí pořadí ($\bar{X} \pm SE$). Kontrola normality dat dílčích proměnných byla testována prostřednictvím Shapiro-Wilk testu normality a grafickým náhledem pomocí příkazů qqplot a qqline. Výpočet repeatability byl proveden pomocí příkazu rptR (Nakagawa & Schielzeth 2010).

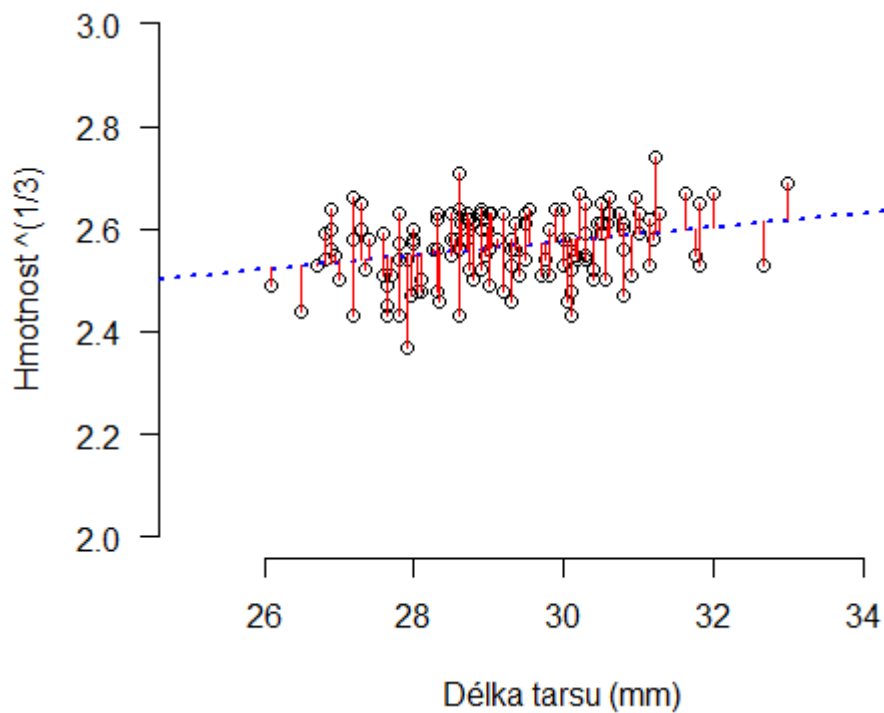
3. Výsledky

V průběhu hnízdní sezóny 2017 bylo na Českokbudějovicku nalezeno 197 čejčích hnízd a okroužkováno celkem 179 kuřat. Biometrická data byla získána od 185 kuřátek z 63 rodinek na 28 různých lokalitách. Telemetricky bylo sledováno 19 kuřat označených vysílačkou. Dalších 11 okroužkovaných jedinců se podařilo v průběhu sezóny zpětně odchytit i bez připevněné vysílačky. Jednotlivé přesuny, které byly změřeny pouze k předchozímu místu odchyty, se pohybovaly v rozmezí od 0 do 1 069 m [$236,2 \pm 39,29$; (medián = 157,5 m)]. Vzdálenost celkových přesunů měřených od hnízda k poslednímu bodu odchyty dosahovala hodnot od 30 do 1 338 m [$348,3 \pm 52,61$; (medián = 196,5 m)]. V den líhnutí činila hmotnost kuřat [$16,9 \pm 0,11$; (medián = 16,9 g)], délka tarsu včetně obou kloubů [$29,2 \pm 0,12$; (medián = 29,0 mm)] a hlava měřená po špičku zobáku [$32,8 \pm 0,09$; (medián = 32,8 mm)].

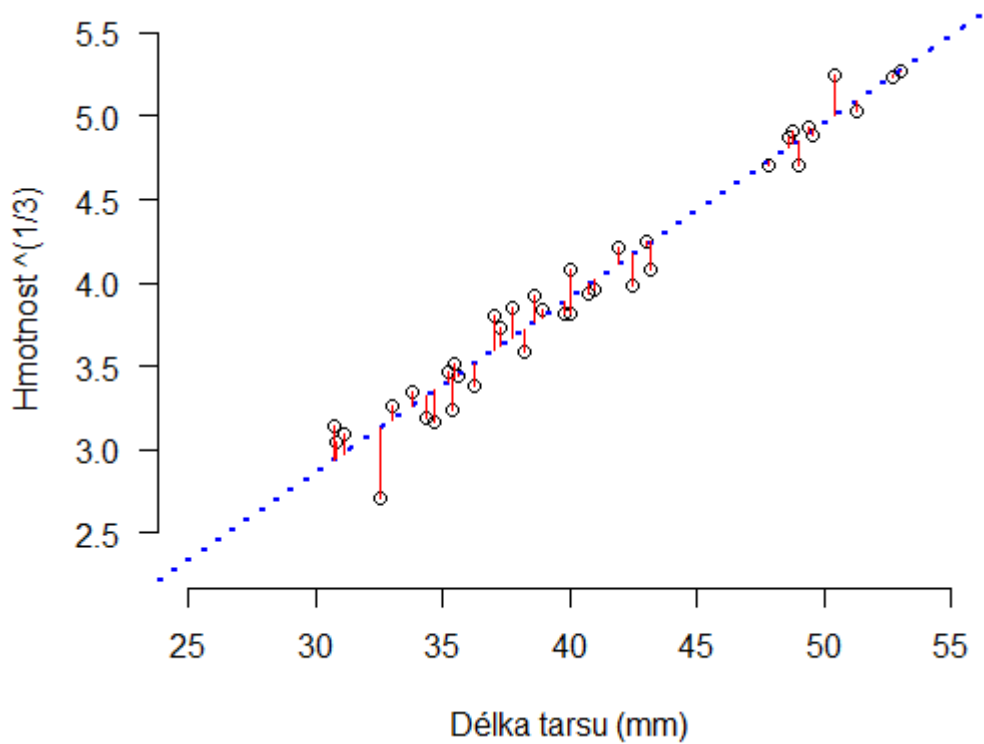
3.1 Kondiční index kuřat

Délka tarsu byla silně korelována s třetí odmocninou hmotnosti (Pearsonův korelační koeficient: $r = 0,96$; $P = < 0,001$). Odchytky od ideálního vztahu, reziduály, byly vzaty jako ukazatel individuální kondice. U 43 rodinek byla kuřata zvážena a změřena v den líhnutí na hnízdě nebo hned následující den v jeho blízkém okolí. Kondiční index I těchto čerstvě vylíhnutých kuřátek dosahoval hodnot $I = 0,0 \pm 0,01$; (medián = 0,0) (obr. 4). Kondice byla zvláště vypočítána i pro analýzu starších kuřat, do které spadaly jedinci, kteří byli opakovaně odchyceni a u kterých byly sledovány jejich přesuny (obr. 5). Kondiční index starších kuřátek nabýval hodnot $I = 0,0 \pm 0,02$; (medián = 0,0).

Obr. 4. Vztah třetí odmocniny hmotnosti a délky tarsu. Červeně residuály jako ukazatele aktuální kondice pro čerstvě vylíhnutá kuřátka (n = 137).



Obr. 5. Vztah třetí odmocniny hmotnosti a délky tarsu u starších kuřat (n = 40).



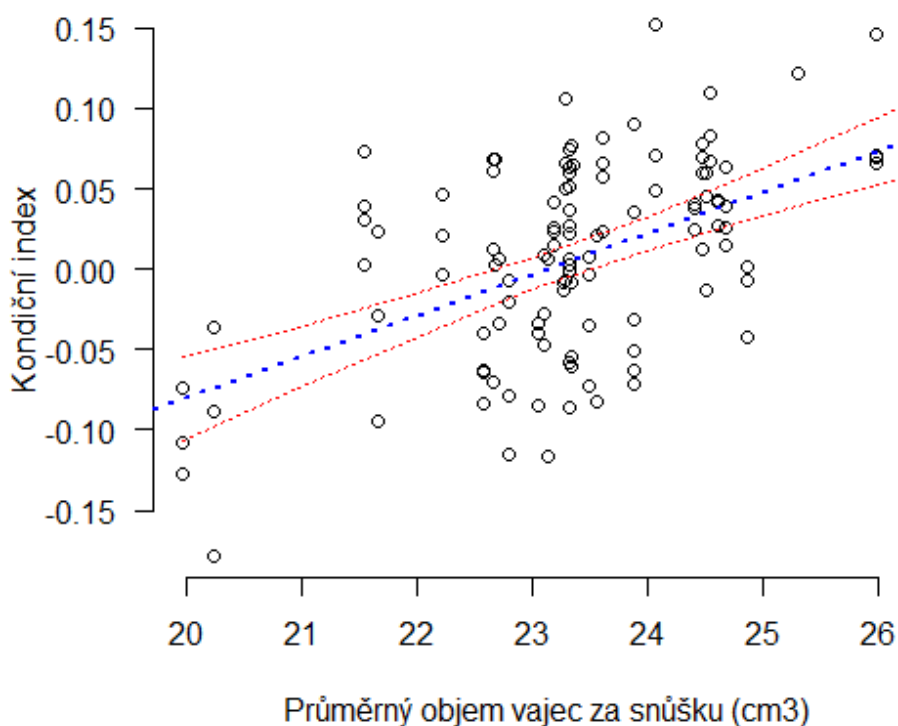
3.1.1 Faktory ovlivňující kondici kuřat při líhnutí

V rámci snůšky byla individuální kondice čerstvě vylíhlých sourozenců vysoce repeatabilní ($R \pm SE [95\% CI] = 0,579 \pm 0,09 [0,372; 0,720]$; $P < 0,001$). V komplexním modelu byl za pomoci analýzy LME testován vliv několika pevných efektů na kondici čerstvě vylíhnutých kuřátek. Za testované pevné efekty byly zvoleny: rozměr hlavy (hlava), měsíc, ve kterém se kuřata vylíhla (měsíc), výška vegetace (vegetace), přítomnost mokřiny na lokalitě (vlhkost), průměrná denní teplota (teplota) a průměrný objem vajec ve snůšce (viz tab. 1). Jako náhodný efekt bylo v tomto modelu vybráno ID hnízda. Byl zjištěn signifikantní vliv průměrného objemu vajec ve snůšce, na kterém je tudíž závislá kondice kuřat při vylíhnutí (obr. 6). Efekt průměrné denní teploty vyšel také jako průkazný prediktor kondice. Výsledky v tomto případě naznačují, že s rostoucí teplotou klesá kondice kuřat (obr. 7). Ačkoli měl měsíc, ve kterém byla kuřata vylíhnutá pouze marginálně nesignifikantní vliv, je možné sledovat jistý trend v datech, naznačující pokles kondice kuřat v průběhu sezóny. Výška porostu, vlhkost lokality v době líhnutí a rozměr hlavy se naopak ukázaly jako zanedbatelné prediktory, které aktuální stav kondice čerstvě vylíhlých kuřátek neovlivňily.

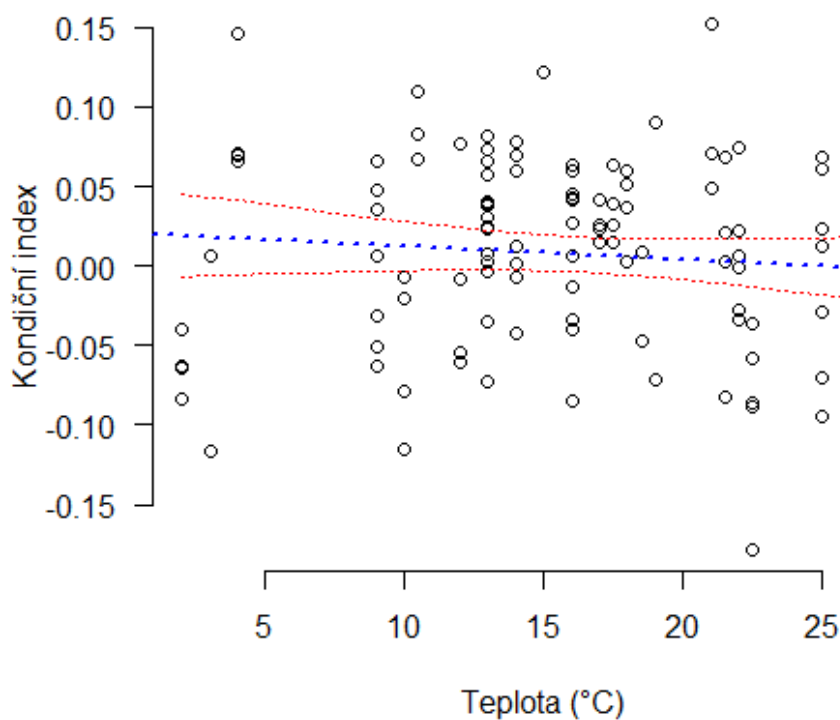
Tab. 1. Vlivy jednotlivých prediktorů na kondici čerstvě vylíhnutých kuřat.

Prediktor	Estimate	SE	Df	χ^2	P hodnota
hlava	-0.005	0.0052	1	0.2808	0.3700
měsíc	-0.023	0.0139	1	0.0826	0.1200
vegetace	0.002	0.0029	1	0.5576	0.6000
vlhkost	0.008	0.0058	1	0.1310	0.1700
teplota	-0.003	0.0013	1	0.0132	0.0300
Ø objem vajec za snůšku	0.028	0.0055	1	< 0.0002	< 0.0001

Obr. 6. Kondiční index čerstvě vylíhlých kuřat ($n = 137$) v závislosti na průměrném objemu vajec ve snůšce. Modrá přímka zdůrazňuje trend v datech, červeně je vyznačen 95% interval spolehlivosti tohoto trendu.



Obr. 7. Kondice čerstvě vylíhlých kuřat ($n = 137$) v závislosti na průměrné denní teplotě. Modrá přímka zdůrazňuje trend v datech, červeně je vyznačen 95% interval spolehlivosti tohoto trendu.

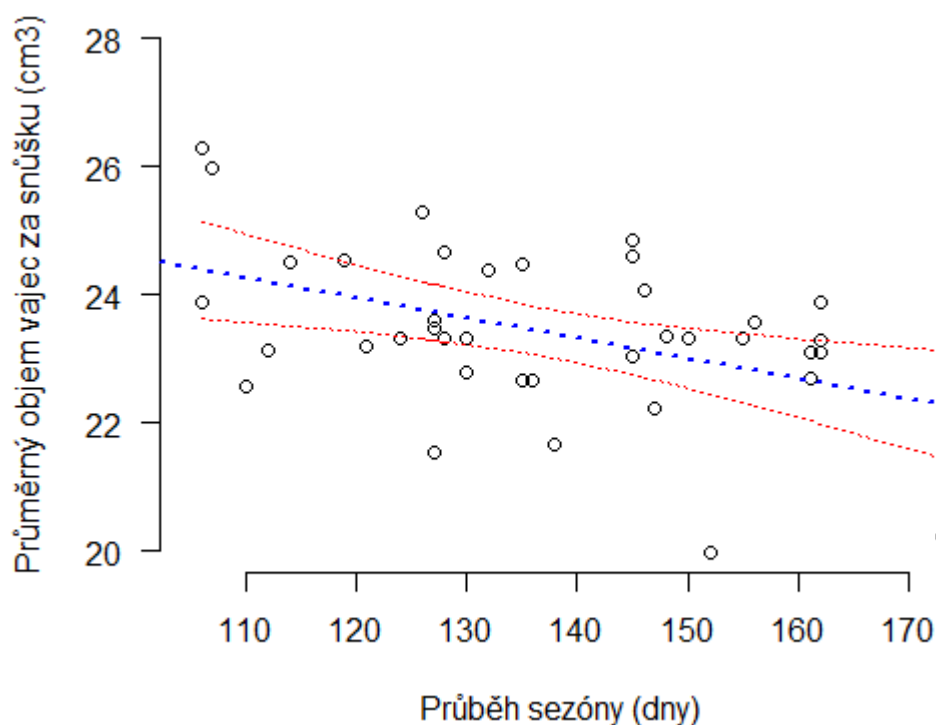


Zobecněným lineárním modelem (GLM) bylo ověřeno, zda průměrný objem vajec ve snůšce závisí na průběhu sezóny, vlhkosti lokality či výšce porostu. Model byl testován analýzou rozptylu (ANOVA). Výsledek F - testu ukázal, že objem vajec nebyl ovlivněn vlhkostí ani výškou porostu, avšak efekt sezóny byl průkazný (tab. 2). Velikost vajec tedy klesala v průběhu sezóny (obr. 8).

Tab. 2. Prediktory zahrnuté v zobecněném lineárním modelu (GLM).

Prediktor	Estimate	SE	Df	Deviance	F	P hodnota
sezóna	-0.029	0.0122	1	12.2	8.67	0.0057
vegetace	-0.003	0.0967	1	0.0	0.01	0.9309
vlhkost	0.137	0.1872	1	0.8	0.53	0.4697

Obr. 8. Pokles průměrného objemu vajec ve snůšce v průběhu sezóny. Modrá přímka zdůrazňuje trend v datech, červeně je vyznačen 95% interval spolehlivosti tohoto trendu.



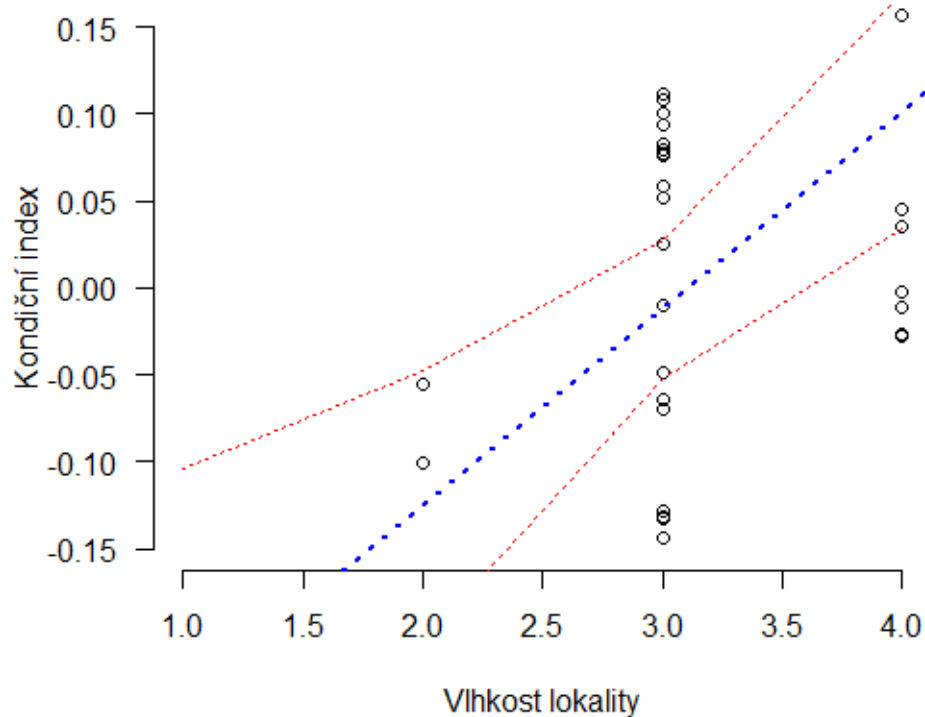
3.1.2 Změna kondice kuřat během dospívání

Pomocí LME byl dále ověřen vliv pevných efektů na kondici kuřat zařazených do analýzy starších jedinců. V rámci již zmíněné analýzy byly testovány prediktory (viz tab. 3): výška vegetace na původní lokalitě (vegetace), aktuální výška vegetace v daném místě odchytu (vegetace 1), vlhkost na původní lokalitě (vlhkost), aktuální vlhkost v daném místě odchytu (vlhkost 1), vzdálenost k předchozímu bodu měření (vzdálenost přesunu) a počet dnů na přesun. Jako náhodný efekt bylo v tomto případě zvoleno ID jedince. Ze sledovaných prediktorů pouze vlhkost původní lokality průkazně ovlivnila kondici kuřat (obr. 9). Přítomnost mokřiny v místě vylíhnutí nebo na lokalitě, kde rodinka pobývala před kontrolou, se tedy projevila jako velmi důležitý prediktor zlepšující kondiční stav mláďat. Naopak na sušších lokalitách se průkazně častěji vyskytovala kuřata v horší kondici. Vliv výšky vegetace na aktuální lokalitě výskytu byl marginálně neprůkazný. S rostoucí vzdáleností přesunu lze pozorovat nepatrný pokles kondičního stavu kuřat (obr. 10), ovšem výsledek je marginálně nesignifikantní. Zcela nepodstatný efekt měl počet dnů na jednotlivý přesun. Za neprůkazné prediktory mohou být považovány i výška porostu na původní lokalitě výskytu před přesunem a přítomnost mokřiny v blízkosti místa odchytu.

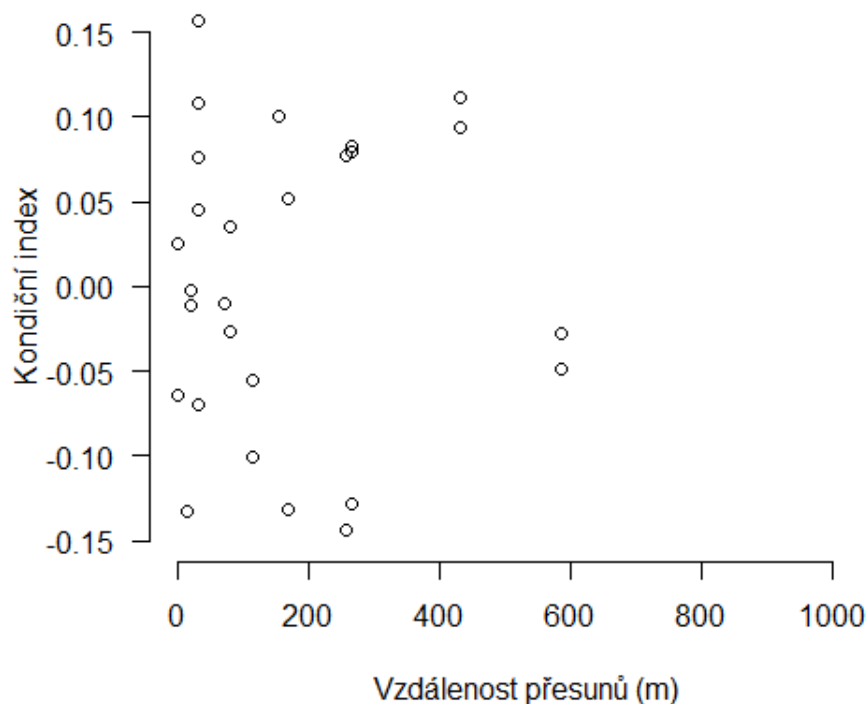
Tab. 3. Prediktory kondice zahrnuté v analýze starších kuřat.

Prediktor	Estimate	SE	Df	χ^2	P hodnota
počet dnů na přesun	0.002	0.0068	1	0.0017	0.9671
vegetace	0.012	0.0187	1	0.5367	0.4638
vlhkost	0.153	0.0415	1	13.9756	0.0002
vzdálenost přesunu	-0.000	0.0001	1	0.5624	0.4533
vegetace 1	-0.029	0.0172	1	3.3211	0.0684
vlhkost 1	-0.010	0.0332	1	0.1818	0.6698

Obr. 9. Vlhkost původní lokality jako významný prediktor kondice čejčích kuřat. Průkazný vzrůst kondičního indexu kuřat ($n = 40$) na lokalitách s přítomností dlouhodobě podmáčené vodní plochy. Vlhkost na lokalitě (škála): 1 – lokalita je suchá; 2 – lokalita je viditelně vlhká, ale bez přítomnosti vody; 3 – voda stojí v depresích nebo v prohlubních; 4 – rozsáhlá podmáčená vodní plocha. Modrá přímka zdůrazňuje trend v datech, červeně je vyznačen 95% interval spolehlivosti tohoto trendu.



Obr. 10. Vztah mezi vzdáleností přesunů a kondicí kuřat měřených po přesunu.



Analýza LME byla uplatněna při testování vlivu průměrné denní teploty nejen na čerstvě vylíhlá kuřata, ale i na kondici starších jedinců. Jednalo se však o redukovaný set s údaji o počasí. V tomto případě pevné efekty představovaly průměrnou denní teplotu vypočítanou pro 5 po sobě jdoucích dnů před odchytem kuřat a testovaná byla opět i vzdálenost k předchozímu místu odchyty. Za náhodný efekt bylo pro tuto analýzu vybráno ID jedince. Žádný z ukazatelů počasí, neměl průkazný vliv na kondici kuřat (tab. 4).

Tab. 4. Zahrnuté prediktory kondice kuřat v rámci analýzy počasí.

Prediktor	Estimate	SE	Df	LRT	χ^2
vzdálenost přesunu	-0.000	0.0002	1	0.609	0.4351
teplota 1	-0.020	0.0221	1	1.209	0.2715
teplota 2	0.023	0.0346	1	0.484	0.4867
teplota 3	-0.024	0.0168	1	2.122	0.1452
teplota 4	0.032	0.0305	1	1.320	0.2506
teplota 5	-0.013	0.0264	1	0.361	0.5481

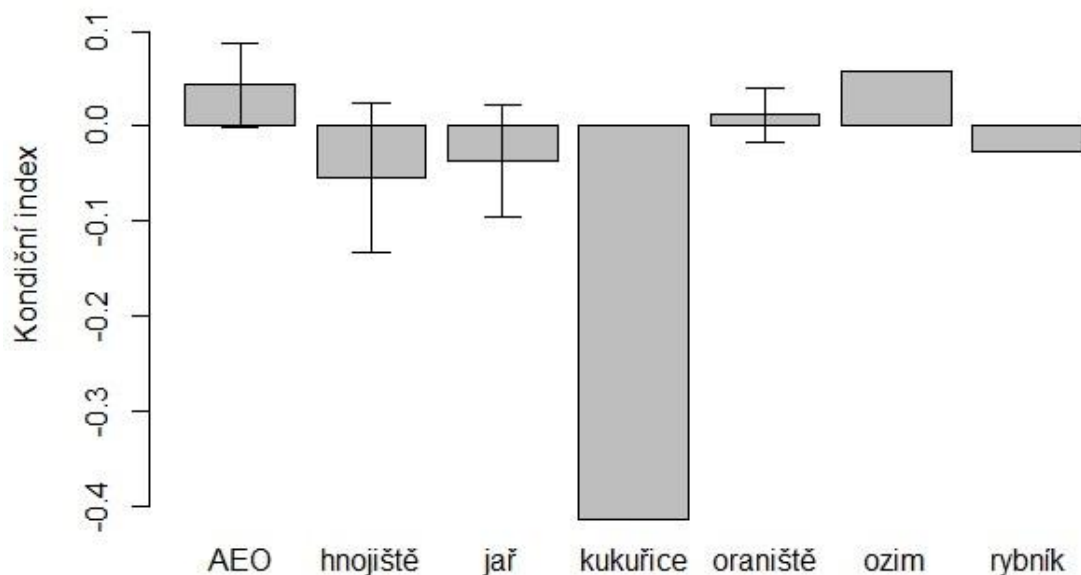
Studie měla také zhodnotit, jak je kondice kuřat ovlivňována kvalitou biotopu. Kvůli omezenému vzorku dat pro různé prediktory byl opakovaně využit model z analýzy LME pro starší kuřata. Z důvodu rizika vyššího počtu proměnných (a parametrů) v modelu, byla z analýzy starších kuřat odebrána proměnná počet dnů na jednotlivý přesun a nahradila ji nová proměnná typ biotopu. Odstranění prediktoru počet dnů na jednotlivý přesun nevedlo ke zhoršení modelu a ostatní prediktory, jejichž přehled je uveden v tab. 5. zůstaly stejné jako v analýze starších kuřat. Jako náhodný efekt bylo v tomto případě zvoleno znovu ID jedince. Vlhkost původní lokality (vlhkost) vyšla i v tomto případě jako jediný průkazný prediktor. Vliv biotopu byl pouze marginálně nesignifikantní. Zbylé prediktory nebyly průkazné.

Tab. 5. Prediktory kondice kuřat zahrnuté v analýze biotopu.

Prediktor	Df	LRT	χ^2
biotop	1	18.262	0.0756
vegetace	1	2.212	0.1369
vlhkost	1	6.606	0.0101
vzdálenost přesunu	1	0.568	0.4512
vegetace 1	1	1.178	0.2776
vlhkost 1	1	3.092	0.0786

Vzhledem k omezenému vzorku dat jsou uvedené výsledky vztahu mezi biotopem a kondicí kuřat interpretovány se zvýšenou opatrností a rozhodně z nich nelze činit přesvědčivé závěry. Nicméně, kondiční stav kuřat se odlišoval v závislosti na biotopu, ve kterém se pohybovala (obr. 11). Nejlepší kondiční index měli jedinci, kteří se vyskytovali na plochách spadajících do agroenvironmentálního opatření (AEO). Neočekávaně dobrý kondiční stav v porovnání s ostatními mělo i kuřátko, které se nacházelo v ozimu. V tomto případě je ale třeba zdůraznit, že se jednalo pouze o jedno změřené kuře, které mělo navíc k dispozici větší mokřinu na svém stanovišti, což by vysvětlovalo lepší kondiční stav. Lehce nadprůměrný kondiční index měla také kuřata na oraništích. Spíše podprůměrnou kondici měla kuřata v jařinách, na polním hnojišti a jedno mládě vyskytující se v blízkosti rybníka. Naopak jednoznačně nejhůře na tom bylo kuřátko v kukuřici.

Obr. 11. Kondiční index kuřat starých šest a více dní v závislosti na biotopu, ve kterém se vyskytovala. Velikost vzorku (počet měření) pro jednotlivé biotopy: AEO (n = 9); hnojiště (n = 2); jař (n = 4); kukuřice (n = 1); oraniště (n = 20); ozim (n = 1); rybník (n = 1). Střední chyba průměru (SE) je vyznačena chybovými úsečkami.



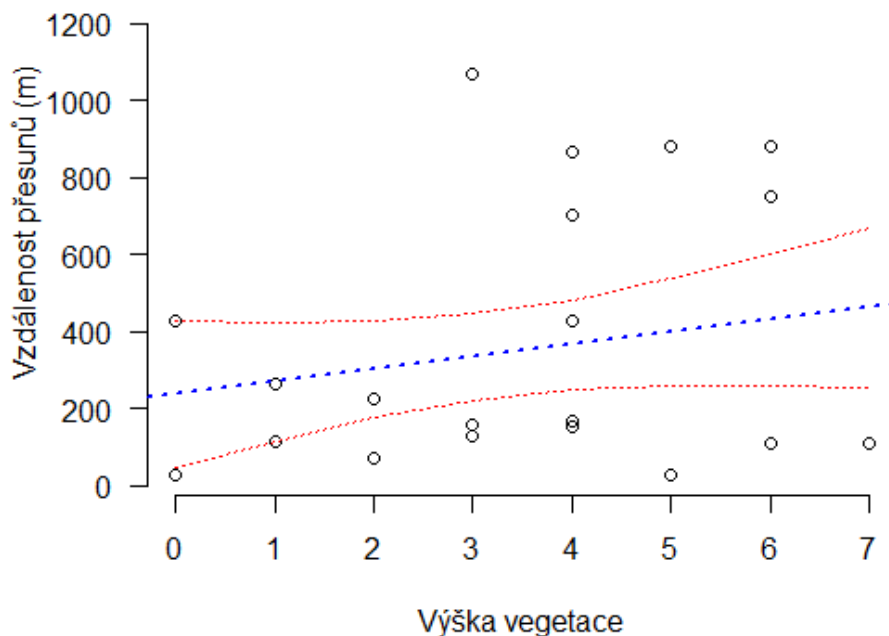
3.2 Vzdálenost přesunu a kondice kuřat

Konkrétní přesuny byly sledovány u 30 kuřat, pro které byl také vypočítán jejich kondiční index. Většina čejčích rodinek setrvala na hnízdní lokalitě nebo se pohybovala v okruhu 400 m od místa vylíhnutí, avšak byly zaznamenány i ojedinělé delší přesuny. Za pomoci analýzy LME bylo vyhodnoceno, zda přesuny a jejich vzdálenost ovlivňují kondici kuřat (kondice). ID_jedince se v rámci analýzy mohlo opakovat, proto mu byl přidělen náhodný efekt. Model dále řeší, jestli byla vzdálenost přesunu ovlivněna výškou porostu (vegetace) či vlhkostí (vlhkost) na původní lokalitě výskytu nebo stavem vegetace (vegetace 1) a vlhkostí (vlhkost 1) na konečné lokalitě výskytu. Testován byl i faktor počet dnů na jednotlivý přesun. Kompletní přehled prediktorů je v tab. 6. Vzdálenost přesunu byla průkazně ovlivněna kvalitou původního biotopu, tedy výškou vegetace (obr. 12) a vlhkostí (obr. 13) původní lokality, na které se kuřata vyskytovala před přesunem. Z výsledků je zřejmé, že ze sušších lokalit s vyšší vegetací následoval přesun průkazně častěji. Kondiční stav kuřat nebyl ovlivněn vzdáleností přesunu a ani počet dnů na přesun nebyl signifikantní.

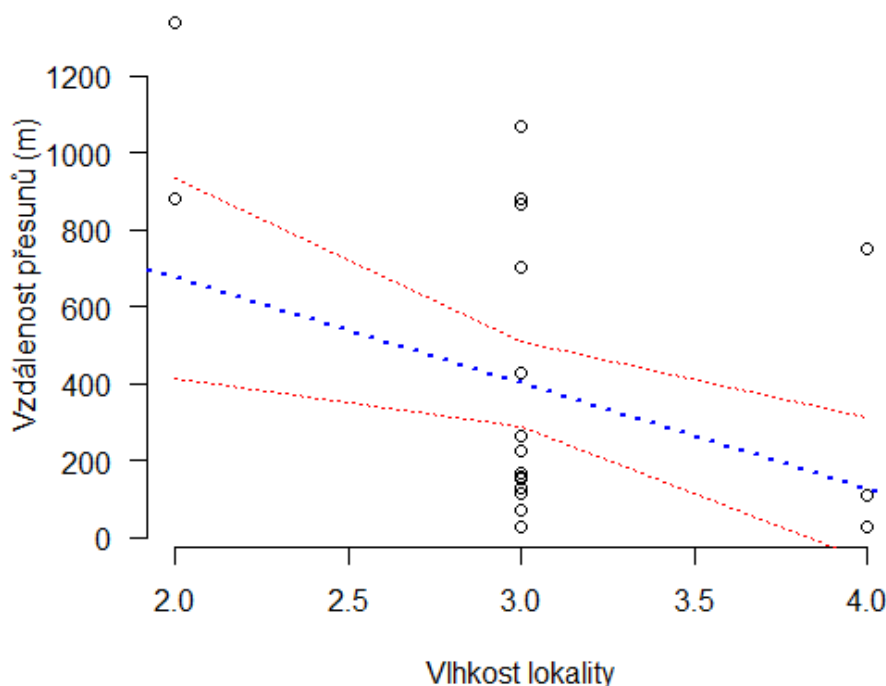
Tab. 6. Prediktory zahrnuté v analýze vzdálenosti přesunu.

Prediktor	Estimate	SE	Df	χ^2	P hodnota
počet dnů na přesun	-0.016	0.0243	1	0.4774	0.55
kondice	-0.458	0.6392	1	0.4299	0.50
vegetace	0.137	0.0683	1	0.0311	0.04
vlhkost	-0.475	0.1569	1	0.0082	0.01
vegetace 1	-0.040	0.0691	1	0.5212	0.61
vlhkost 1	-0.158	0.1680	1	0.2996	0.40

Obr. 12. Vzdálenost přesunů v závislosti na výšce porostu původní lokality. Výška vegetace (škála): 0 (do 5 cm); 1 (5 – 10 cm); 2 (10 – 15 cm); 3 (15 – 20 cm); 4 (20 – 25 cm); 5 (25 – 30 cm); 6 (30 – 35 cm); 7 (35 – 40 cm). Modrá přímka zdůrazňuje trend v datech, červeně je vyznačen 95% interval spolehlivosti tohoto trendu.



Obr. 13. Vzdálenost přesunů v závislosti na vlhkosti původní lokality. Vlhkost na lokalitě (škála): 2 – lokalita je viditelně vlhká, ale bez přítomnosti vody; 3 – voda stojí v depresích nebo v prohlubních; 4 – rozsáhlá podmáčená vodní plocha. Modrá přímka zdůrazňuje trend v datech, červeně je vyznačen 95% interval spolehlivosti tohoto trendu.



Nejdelší celkový přesun od místa vylíhnutí až po poslední bod odchyту kuřete dosahoval 1 338 m. Jednalo se o rodinku, kde byla sledována dvě kuřata vylíhla na lokalitě s jarní obilovinou. Po prvních šesti dnech byla rodinka nalezena na vedlejší AEO ploše a vzdálenost přesunu činila pouze 167 m. Tato lokalita nejspíš nebyla pro kuřata optimální vzhledem k vyšší a neprostupnější vegetaci, a tak se rodinka přemístila k bahnitému břehu rybníka (obr. 14), vzdálenému 585 m. Zde však došlo k predaci jednoho ze sourozenců. Byla nalezena pouze kostra kuřátka, kterou se podařilo identifikovat díky kroužku a odpadlé vysílačce. Z tohoto důvodu pravděpodobně došlo k přemístění rodinky zpět na AEO plochu, kde bylo pozůstalé kuře naposledy odchyceno ve věku 17 dní.

Obr. 14. Bahnitý břeh rybníka Vyšatov představoval ideální potravní stanoviště s vhodnou strukturou vegetace. Vzhledem k atraktivitě lokality zde ovšem hrozilo zvýšené riziko predace.



Další zajímavý přesun podniklo kuřátko, které se vylíhlo v kukuřičném poli a v průběhu prvních pěti dnů překonalo vzdálenost 865 m k polnímu hnojišti. Důvodem přesunu v tomto případě mohla být jednak sušší lokalita, která nepředstavovala vhodné

potravní stanoviště a patrně vyšší riziko predace, vzhledem ke ztrátě dalších dvou sourozenců. Naopak vyšší vlhkost hnojiště spojená s lepší potravní nabídkou způsobila, že rodina po přesunu na novou lokalitu už neměla potřebu dalšího přemístění a to po dobu minimálně 12 dnů.

Přítomnost rozsáhlé mokřiny na hnízdní lokalitě (obr. 15) hrála nepochybně klíčovou roli i u jiné rodinky, která díky této skutečnosti nemusela podstupovat náročný přesun a pohybovala se jen v okolí vodní plochy. Poslední kontrola tří kuřátek z této rodinky proběhla ve věku 23 dní.

Obr. 15. Lokalita Čakov s rozsáhlou dlouhodobě podmáčenou vodní plochou spadající do agroenvironmentálního opatření (AEO). Během sezóny byla tato lokalita využívána i jinými zástupci z řad bahňáků. Hnízdil zde např. vodouš rudonohý, pozorována byla slučka malá (*Lymnocyptes minimus*) a vyskytovali se zde i jiní ptáci, např. čáp černý (*Ciconia nigra*) nebo kolpík bílý (*Platalea leucorodia*).



4. Diskuse

V rámci této práce jsou prezentované výsledky interpretovány s velkou mírou opatrnosti, vzhledem k velikosti jednoletých vzorků získaných pro jednotlivé statistické analýzy. Avšak i přes toto omezení je možné sledovat zajímavé trendy. Na kondiční stav kuřat (odvozený ze vztahu mezi třetí odmocninou hmotnosti a délkou tarsu) měl pozitivní vliv průměrný objem vajec ve snůšce, který zároveň pravděpodobně souvisí i s poklesem kondice kuřat v průběhu sezóny. Přítomnost mokřin významně ovlivňovala nejen kondici mláďat, ale i délku přesunů rodinek. Výška vegetace a typ biotopu se naopak ukázaly jako prediktory, které kondiční stav kuřat ovlivňují méně. Také vzdálenost přesunu neměla významný vliv na kondici kuřat.

4.1 Ukazatele tělesné kondice kuřat

Pojem „tělesná kondice“ bývá v mnoha publikacích definován různě. Krebs a Singleton (1993); Gosler (1996); Schulte-Hostedde a kol. (2001) jí definují jako množství energetických rezerv, především tuku a bílkovin nahromaděných v těle v důsledku krmení. Jiní hovoří o genetické predispozici jedince (Sundberg & Dixon 1996). Nicméně důležitá je skutečnost, že tělesná kondice ovlivňuje zdraví, míru přežití a schopnost jedince vypořádat se s okolním prostředím. Správná interpretace kondičního indexu závisí na studovaném druhu a neodráží pouze energetické rezervy, existují morfologické, biochemické nebo fyziologické metriky, které svědčí o zdraví a souvisejí s kondicí (Peig & Green 2009).

Růst u ptáků zahrnuje jednak celkové zvýšení tělesné hmotnosti, ale i změny relativních rozměrů jednotlivých tělesných částí (Galbraith 1988c). Výsledné nerovnoměrnosti růstu se značně liší a obecně se předpokládá, že jsou výsledkem interakce mezi vnitřními fyziologickými omezeními a různými selektivními tlaky z vnějšího prostředí (Ricklefs 1979). Četné zahraniční studie zabývající se ekologií živočichů využívají k odhadu kondičního stavu jedinců v rámci populace metody založené na měření tělesné hmotnosti a lineárního rozměru délky těla, především zobáku, tarsu nebo křídla (Green 2001; Stevenson & Woods 2006). Často používaný je v současné době výpočet reziduí metodou nejmenších čtverců z prostého regresního vztahu mezi tělesnou hmotností a délkou některého z růstových parametrů (Peig & Green 2009).

Stejným způsobem byl stanoven kondiční index čejčích kuřátek na Českobudějovicku. Délka tarsu byla silně korelovaná s třetí odmocninou hmotnosti a odchylky od ideálního vztahu (reziduály) byly použity jako ukazatele kondičního stavu. Obdobným způsobem odvozoval kondiční index ve své studii např. Beintema (1994), který využil vztah mezi délkou zobáku a tělesnou hmotností. Dijkstra (1988) našel podobný vztah mezi délkou křídel a hmotností u poštolky obecné (*Falco tinnunculus*).

4.2 Vliv objemu vajec na kondici vylíhlých kuřat

Kondiční stav kuřátek při vylíhnutí byl pozitivně ovlivněn průměrnou velikostí vajec ve snůšce. Z tohoto vlivu lze tedy usoudit, že čejčí kuřata, která se vylíhnou z velkých vajec, jsou nejen větší a těžší, ale zároveň mají i vyšší šanci na přežití (Galbraith 1988c), než kuřata pocházející z malých vajec. To potvrzují i Blomqvist et al. (1997), kteří sledovali vývoj kuřat ve Švédsku. Zjistili, že jedinci vylíhlí z objemnějších vajec mají daleko vyšší šanci dosáhnout vzletnosti, v porovnání s menšími kuřaty z malých vajec. Galbraith (1988c) uvádí, že výhoda plynoucí z větší hmotnosti, která úzce souvisí s lepší kondicí, ovlivňuje vývoj mláďat minimálně během prvních dvou týdnů po vylíhnutí. Závislost mezi hmotností kuřat a průměrným objemem vajec ve snůšce byla v populacích čejky chocholaté již opakovaně prokázána (např. Galbraith 1988b; Hegyi 1996; Blomqvist et al. 1997; Larsen et al. 2003; Grønstøl et al. 2013) a platí i pro jihočeskou populaci námi sledovaných čejek.

Tento vztah má zřejmě mnohem obecnější platnost napříč ptačími skupinami. Pozitivní korelaci mezi průměrnou hmotností mláďat a průměrným objemem vajec za snůšku totiž potvrdil i Hegyi (1996) u vodouše rudonohého a břehouše černoocasého. Velikost vajec pozitivně korelovala s hmotností a velikostí kuřat při vylíhnutí, rychlostí jejich růstu, přežíváním a váhou v době vzletnosti také u kormoránovitých (*Phalacrocorax*) (Amundsen & Stokland 1990), rackovitých (*Laridae*) (Parsons 1970; Bolton 1991), bělokura skotského (*Lagopus lagopus scotica*) (Moss et al. 1981) a chaluhy velké (*Catharacta skua*) (Furness 1983).

Williams (1994) uvádí, že nejen velikost vajec, ale i jejich složení, může významně ovlivňovat růst a přežívání kuřat. Velikost vajec přitom může sloužit jako poměrně dobrý indikátor samotné kvality vajec. Velká vejce totiž obsahují větší

množství suchých složek a energetických rezerv, které jsou v období po vylíhnutí velmi důležité (Williams 1994; Blomqvist et al. 1997), zvláště za špatného počasí, kdy kuřátka nemají dostatečný čas na krmení. Ve Skotsku byla kuřata pocházející z velkých vajec strukturně větší a současně lépe nutričně zásobená, hlavně proteiny a lipidy, což se pozitivně odrazilo na jejich kondičním stavu (Galbraith 1988c). Rozdíly ve složení vajec, odrážejí kvalitu samice, která prostřednictvím zvýšené alokace živin, může ovlivnit množství energetických rezerv ve vejci a předurčit tak kondiční stav svých potomků. Velikost vajec přitom nebyla ovlivněna vlhkostí a výškou vegetace na hnízdištích, pouze klesala během sezóny v souladu s dřívějšími poznatky (Šálek 1995b; Blomqvist et al. 1997). To podporuje domněnku, že velikost vajec (a následná kvalita kuřat) je předurčována spíše kondicí (kvalitou) samic včetně jejich schopnosti získat dostatek potravy než pouze aktuálními potravními podmínkami na samotných hnízdištích.

Dále byl odhalen neprůkazný pokles kondice kuřat během sezóny. Za zhoršení kondice kuřat v průběhu sezóny však nemusí být zodpovědná pouze samotná sezóna, ale spíš než tento faktor bude pokles kondice také ovlivňovat objem vajec. S postupující hnízdní sezónou totiž klesá průměrná velikost vajec (Šálek 1995b; Blomqvist et al. 1997), což může být jedním z vysvětlení tohoto trendu.

Výhoda plynoucí z větší velikosti vajec ovšem nemusí ovlivňovat kondici kuřat za všech podmínek a v průběhu celé sezóny. Blomqvist a kol. (1997) ve své studii uvádějí, že vztah mezi přežitím mlád'at a objemem vajec bývá daleko významější u prvních snůšek ve srovnání s náhradním hnízděním, které probíhá později v sezóně. Příznivé povětrnostní podmínky, přítomnost mokřiny a vhodné potravní stanoviště v blízkosti místa vylíhnutí jsou faktory, které mohou pravděpodobně ovlivnit kondiční stav mlád'at natolik, že budou prospívat i jedinci menších velikostí. Větší hmotnost při vylíhnutí je důležitá zejména za nepříznivého počasí a v případě nutnosti delšího přesunu na optimální potravní stanoviště (Grønstøl et al. 2013).

Také byla zjištěna vysoká repeatabilita kondice mlád'at v rámci snůšky. Mohlo jít o důsledek individuality samice, tkvící buď v průměrné velikosti vajec ve snůšce, nebo individuálně specifické alokaci živin do vajec (Williams 1994; Blomqvist et al. 1997; Christians 2002). Svou roli však mohly hrát i prediktory prostředí. Tato

opakovatelnost tedy může znamenat, že samice dokáže produkovat mláďata, která už mají do jisté míry předurčenou kondici. Může tak jít o jeden z projevů maternálního efektu (Bernardo 1996).

4.3 Vliv teploty na kondici kuřat při vylíhnutí

Klimatické faktory nepochybně ovlivňují úspěšnost líhnutí prekociálních mláďat (Chamberlain & Crick 2003) a především pak jejich přežívání do vzletnosti (Jackson & Jackson 1975; Galbraith, 1988a; Beintema & Visser 1989b; Beintema et al. 1991; Eglinton et al. 2010). I čejčí kuřátka na Českobudějovicku byla ovlivněna průměrnou denní teplotou. Vyšší teplota měla v případě této práce negativní efekt na kondiční stav čerstvě vylíhlých kuřat. Karlíková a kol. (2018) zjistili, že se s vyšší teplotou zvyšuje i dechová frekvence – je tedy možné, že vyšší teplota je obecně stresor, na který mláďata reagují negativně včetně sníženého příjmu potravy krátce po vylíhnutí a poklesu kondice.

Beintema & Visser (1989a) dokládají opačný trend, který poukazuje na fakt, že za chladného počasí dochází ke zpomalenému růstu a zvýšené úmrtnosti kuřat. Obdobné výsledky prokazují i v jiné studii, kde denní přírůstek hmotnosti u mladých kuřat pozitivně koreloval s počtem hodin nad 15 °C za den (Beintema & Visser 1989b). Nízká teplota totiž neumožňuje mladým kuřátkům dlouhodobě vyhledávat potravu, protože potřebují být rodiči zahřívána (Beintema & Visser 1989a, Visser & Ricklefs 1993b; Beintema 1994). Pro starší kuřata už toto omezení neplatí, jelikož se stávají na teplotě nezávislá a mají tak dostatečný čas na hledání potravy. Menší kuřata se tedy vyvíjejí lépe později v sezóně, což pozitivně ovlivňuje efekt vyšší teploty zmíněný výše. Velká kuřata naopak s postupující sezónou prospívají hůře, s čímž úzce souvisí rostoucí teplota, která omezuje dostupnost půdní fauny (Beintema & Visser 1989b). Kubelka (2014) ve své práci ukázal (v souladu s Schekkerman et al. 2009), že nejvyšší mortalitu mají kuřata do 10. dne věku.

Další možné vysvětlení pro zhoršený kondiční stav, který souvisí s vyšší teplotou, může být skutečnost, že větší kuřata jsou citlivá na přehřátí, které hrozí za teplého slunečného počasí (Beintema et al. 1991). Beintema a kol. (1991) vyzpozovali, že v případě vysokých teplot kuřata vyhledávají spíše stín a odpočívají, na úkor příjmu potravy. Jednalo se však o pozorování kuřat v uzavřeném prostoru.

Negativní vliv vysoké teploty a s tím spojený omezený příjem potravy potvrdil Clark (1987) na dospělých jedincích špačka obecného (*Sturnus vulgaris*).

Efekt průměrné denní teploty byl testován i v analýze starších kuřat, kde už nebyl průkazný. V posledních letech bývá jarní počasí velmi proměnlivé a během roku se stále častěji vykytují extrémní teploty, které jednoznačně ovlivňují přežívání čejčích kuřat, ale i jiných volně žijících živočichů. Zdá se tedy, že na přežívání a kondici kuřat mají pozitivní vliv průměrné teploty, zatímco extrémy se projevují poklesem kondice a zvýšenou mortalitou.

4.4 Faktory ovlivňující kondici kuřat v průběhu dospívání

Přítomnost dlouhodobě podmáčené vodní plochy měla evidentní vliv na kondici kuřat v průběhu jejich dospívání. Na lokalitách, kde se necházely mokřiny, byla kuřata v mnohem lepší kondici, v porovnání se suššími lokalitami, ve kterých kuřata spíše strádala. Významnost této skutečnosti potvrzují i závěry zahraničních studií, které označují přítomnost mokřiny za jeden z rozhodujících faktorů při výběru stanoviště.

Existují důkazy, že bahňáci mají problém s trávením potravy, pokud nemají přístup k vodě, zejména při vyšších teplotách (Beintema et al. 1991). Van Kampen (1981) zjistil, že se poměr příjmu vody k ostatní potravě se zvyšuje z 1: 1 na 6: 1, v případě nárůstu okolní teploty z 5 na 35 °C. Například v tropech se ukázalo, že je příjem potravy brojlerových kuřat pouze funkcí, která je závislá na dostupnosti vody (Kese & Baffour-Awuah 1979). Chov čejek chocholatých, ale i břehoušů černoocasých, vodoušů rudonohých a kolihy velké v zajetí dokazuje, že se kuřátka přestávala úplně krmit, pokud neměla k dispozici žádnou vodu (Beintema et al. 1991). Celkový příjem vody (brán v úvahu je i příjem vody z potravy) dosahuje u kuřat v období vzletnosti 75g u čejek chocholatých, 100g u břehoušů černoocasých a 50g u vodouše rudonohých za den (Beintema et al. 1991). Za předpokladu, že je průměrný obsah vody u hmyzu 67 % (Ricklefs 1974) by kuřata přijala 36g, 45g a 29g vody za den čistě jen z potravy, pokud by se ve volné přírodě živila hmyzem (Beintema et al. 1991). To naznačuje, jak je přítomnost mokřin na hnízdištích nezbytná. S postupující sezónou navíc počet podmáčených míst klesá a kuřátka tak musí vynaložit větší úsilí, aby je vůbec našla (Eglington et al. 2010). Problematika nedostatku vody, která úzce souvisí s horší dostupností potravy, se ovšem nevztahuje pouze na kuřata, ale i na

dospělé jedince. Příkladem může být rok 1959, kdy bylo v Nizozemsku výjimečně horké a suché léto, které způsobilo masivní úmrtnost dospělých čejek (Voous 1962).

Dlouhodobě podmáčený substrát omezuje růst vegetačního pokryvu a zajišťuje tím kuřatům lepší přístup k bezobratlým živočichům (Ausden 1997). Do vlhké půdy může zobák kuřete lépe proniknout, díky čemuž se hledání potravy stává mnohem efektivnější (Armstrong 2000). Přítomnost stojaté vody na lokalitě mimo jiné také zvyšuje hustotu a druhovou diverzitu dostupné kořisti, protože podporuje existenci vodních bezobratlých, kteří by jinak vůbec nebyli k dispozici (Milsom et al. 2002). Stanoviště, které nabízí alespoň drobnou vodní plochu, dostatek potravy a zároveň lépe prostupný nízký porost, vytváří pro kuřátka ideální prostředí, což se pozitivně odráží na jejich kondičním stavu.

Vzhledem k faktu, že v sezóně 2017 byla minimálně vlhká plocha téměř na všech lokalitách výskytu, nemusela kuřata podstupovat extrémně vzdálené přesuny za vhodným potravním stanovištěm. Pravděpodobně proto se vzdálenost přesunu ani výška vegetace neukázaly jako faktory, které ovlivňují kondici kuřat.

4.5 Vliv vzdálenosti přesunu a biotopu na kondici kuřat

V sezóně 2017 na Českobudějovicku zůstávala většina čejčích kuřátek na hnízdní lokalitě nebo se pohybovala v okruhu 400 m od hnízda. Díky telemetrickému sledování, lze dokonce říci, že se čejčí rodinky přesouvaly výhradně na místa, která byla v blízkosti mokřin nebo alespoň podmáčených ploch. Vlhká plocha se však vyskytovala téměř na všech stanovištích, kde se kuřata pohybovala, a proto pravděpodobně nebyly zaznamenány žádné extrémní přesuny. Z tohoto důvodu nejspíš také nebyl prokázán vliv vzdálenosti přesunu na kondiční stav kuřat. Pouze dva přesuny byly delší než 800 m a součet nejdelšího postupně naměřeného přesunu za 17 dní činil 1 338 m, což rozhodně není rekordní vzdálenost. Kubelka (2014) uvádí, že v letech 2013 – 2014 dosahoval nejdelší naměřený přesun na Českobudějovicku 1 725 m. Byl zde pozorován i velmi zajímavý krátkodobý přesun čtyřdenních kuřat, která během jedné hodiny překonala vzdálenost 600 m (Kubelka 2014). Pro srovnání může posloužit 2 km dlouhý přesun kuřete ve Francii v roce 1991, který navíc trval pouze 9 dní (Girard & Trolliet 1992) nebo přesun dvou, menších kuřátek kulíka zlatého (*Pluvialis apricaria*) ve Velké Británii, která 8 dní po vylíhnutí ušla 900 m (Yalden

2003). Ve východních Čechách byla vzdálenost nejdelšího zaznamenaného postupného přesunu u kuřete čejky chocholaté 2 km (V. Zámečník in verb).

Největší zastoupení čejčích rodinek bylo na polních oraništích. Kondiční stav těchto kuřat byl mírně nadprůměrný, pravděpodobně z důvodu přítomnosti řady podmáčených míst, které čejky jednoznačně preferovaly. Velmi členitý terén v oraništích mnohdy umožňuje vznik drobných vodních ploch v terénních prohlubních, které mají s postupující sezónou nezastupitelný význam ve vysychající zemědělské krajině. Dalším často využívaným biotopem byly plochy spadající do agroenvironmentálního opatření (AEO). Ideální byla obzvláště rozsáhlá (AEO) mokřina na lokalitě Čakov, která poskytovala útočiště pro řadu bahňáků. Kuřátka, která se vyskytovala na této lokalitě, měla výbornou kondici, o čemž svědčí skutečnost, že se v rámci sledování dožila nejvyššího věku (23 dní) a nikam se nepřesouvala. Agroenvironmentální plochy ovšem netvoří vždy jen mokřiny, ale spíše se jedná o poměrně rozsáhlý komplex různě zaměřených podopatření, která omezují hospodaření a pěstování plodin na vymezených plochách v době hnízdění a bezprostředně po něm, čímž se zvyšuje šance kuřátek na přežití (Zámečník 2013). Velmi překvapivý byl dobrý kondiční stav jedince v ozimu v porovnání s kuřátkem v jarních obilovinách, která spíše strádala. Na lokalitě s ozimou obilovinou jistě hrála podstatnou roli přítomnost větší vodní plochy, v jejíž blízkosti se zmiňované kuřátko pohybovalo. Naopak jarní obiloviny vytvářely poměrně hustý a neprostupný terén, který patrně mohl ovlivnit dostupnost potravy pro kuřata a tím i jejich kondici.

Ačkoli bahnitý břeh rybníka představoval atraktivní lokalitu, hrozilo zde zároveň i mnohem vyšší riziko predace, které patrně mohlo ovlivňovat čas, který mělo kuřátko k dispozici na vyhledávání potravy, a proto jeho kondice nebyla příliš dobrá. Nejhorší kondiční index mělo kuře nalezené v blízkosti svých mrtvých sourozenců na vyprahlém kukuřičném poli. Tento jedinec se za 5 dní dokázal úspěšně přemístit k polnímu hnojišti, vzdálenému 865 m, kde se jeho kondiční stav zlepšil, nestihl však dohnat svůj špatný vývoj z předchozí lokality. Kvalita polního hnojiště rozhodně není špatná z hlediska nabídky zdrojů pro čejčí kuřata, ale v uvedených výsledcích hraje roli právě zpomalený růst z předchozí lokality. I daleký přesun tedy nemusí zhoršit kondici, snad proto, že se děje na dobré potravní stanoviště, kde mláďata případnou ztrátu na hmotnosti rychle vyrovnají.

5. Závěr

V této diplomové práci jsem zaměřila pozornost na faktory, které podstatným způsobem ovlivňují přežívání čejky chocholaté v různých typech prostředí. Ze získaných údajů o kondici jedinců (biometrická měření), z charakteristik biotopu a telemetrických dat byly vyhodnoceny ukazatele kondice kuřat, které mají vliv na úspěšnost přežívání mláďat čejky v polní krajině.

Byl prokázán vztah mezi třetí odmocninou hmotnosti a délkou tarsu, ze kterého byl vyjádřen individuální kondiční index mláďat. Tělesná kondice kuřat při vylíhnutí je pozitivně ovlivněna průměrným objemem vajec ve snůšce, který ovšem klesá během sezóny, což se odráží i na kondici kuřat. Také přítomnost mokřin v zemědělské krajině má pozitivní vliv na kondiční stav kuřat. Vyšší teplota měla naopak spíše negativní vliv. Efekt biotopu sice nebyl prokázán, avšak kuřata vyskytující se na oraništích a agroenvironmentálních plochách byla v lepší kondici v porovnání s jedinci v kukuřičných polích a jařinách.

V hnízdní sezóně 2017 nebyly na Českobudějovicku zaznamenány žádné extrémní přesuny. Pokud byla v místě výskytu podmáčená plocha, tak se kuřátka pohybovala v okruhu 400 m od hnízda a neměla tendenci lokalitu opustit. V průběhu sezóny 2017 byly zaznamenány pouze dva přesuny nad 800 m. Pravděpodobně z tohoto důvodu neovlivňovala vzdálenost přesunu kondiční stav kuřat. Vzdálenost přesunu závisela na výšce porostu a vlhkosti lokality. Kuřata opouštěla především sušší stanoviště s vysokou vegetací a vyhledávala mokřiny.

Z ochrannářského hlediska tedy nestačí, aby čejky pouze zahnízdily, ale musí vyvést mláďata, která budou v dobré kondici, což jim zajistí vyšší podmáčení dané lokality. Vhodný biotop tedy musí splňovat podmínky v průběhu celého dospívání. Z toho vyplývá, že agroenvironmentální plochy, které jsou dočasně vyloučené ze zemědělské produkce, mohou čas na nerušený vývoj mláďat poskytnout. Bezpochyby by tedy bylo přínosné zajistit přítomnost mokřin právě na těchto plochách. Čejčí rodinky zároveň ztratí motivaci taková místa opouštět, díky čemuž poklesne i riziko predace.

6. Přehled literatury

- Amundsen T. & Stokland J. N., 1990:** Egg size and parental quality influence nestling growth in the shag. *Auk*, 107, 410-413.
- Andreska J., 1990:** Ptáci v kulturní krajině. Změny složení avifauny polní krajiny v důsledku změn vegetace v letech 1948-1988 [Changes in the composition of avifauna of field landscapes as a result of vegetation changes during the years 1948-1988]. In Ptáci v kulturní krajině–Sborník přednášek z II. jihočeské ornitologické konference konané ve dnech, 25, 1-6. České Budějovice.
- Armstrong A., 2000:** Ditch: a model to simulate field conditions in response to ditch levels managed for environmental aims. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 77, 179–192.
- Ausden M., 1997:** The effects of raising water levels on invertebrate food supply for breeding waders on lowland wet grassland. In occasional symposium-british grassland society. *British Grassland Society*, 32, 210-212.
- 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.
- Baillie S. R., Crick H. Q. P., Balmer D. E., Beaven L. P., Downie I. S., Freeman S. N., Leech D. I., Marchant J. H., Noble D. G., Raven M. J., Simpkin A. P., Thewlis R. M. & Wernham C. V., 2002:** Breeding birds in the wider countryside: their conservation status 2001. *BTO Research Report*, 278.
- 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*, 915-929.
- Baldi A., Batary B. & Erdos S., 2005:** Effects of grazing intensity on birds assemblages and populations of Hungarian grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 108, 251-263.
- Baumann N., 2006:** Ground-nesting birds on green roofs in Switzerland: preliminary observations. *Urban Habitats*, 4, 37-50.
- Beintema A. J., 1983:** Meadow birds as indicators. In *Ecological Indicators for the Assessment of the Quality of Air, Water, Soil, and Ecosystems*, 391-398.
- Beintema A. J., 1994:** Condition indices for wader chicks derived from body-weight and bill length. *Bird Study*, 41, 68-75.
- Beintema A. J. & Drost N., 1986:** Migration of the Black-tailed Godwit. *Le Gerfaut*, 76, 37-62.
- Beintema A. J. & Muskens J. D. M., 1987:** Nesting success of birds in Dutch grasslands. *Journal of Applied Ecology*, 24, 743-758.

- 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.
- Beintema A. J., Thissen J. B., Tensen D. & Visser G. H., 1991:** Feeding ecology of charadriiform chicks in agricultural grassland. *Ardea*, 79, 31-43.
- Benton T. G., Vickery J. A. & Wilson J. D., 2003:** Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology & Evolution*, 18, 182-188.
- Berg Å., Lindberg T. & Källebrink K. G., 1992:** Hatching success of lapwings on farmland: differences between habitats and colonies of different sizes. *Journal of Animal Ecology*, 61, 469-476.
- Bernardo J., 1996:** The particular maternal effect of propagule size, especially egg size: patterns, models, quality of evidence and interpretations. *American Zoologist*, 36, 216-236.
- Bičík I., Jeleček L. & Štěpánek V., 2001:** Land-use changes and their social driving forces in Czechia in the 19th and 20th centuries. *Land Use Policy*, 18, 65-73.
- Birdlife International, 2004:** Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. BirdLife International, Cambridge.
- Blake S., Foster G. N., Eyre M. D. & Luff M. L., 1994:** Effects of habitat type and grassland management practices on the body size distribution of carabid beetles. *Pedobiologia*, 38, 502-512.
- Blomqvist D. & Johansson O. C., 1994:** Double clutches and uniparental care in Lapwing *Vanellus vanellus*, with a comment on the evolution of double-clutching. *Journal of Avian Biology*, 25, 77-79.
- 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.
- 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.
- Both Ch., 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.

- Butler S. J., Vickery J. A. & Norris K., 2007:** Farmland biodiversity and the footprint of agriculture. *Science*, 315, 381–384.
- Campbell L. & Cooke A., 1997:** The indirect effects of pesticides on birds. RSPB Conservation Review, United Kingdom.
- Carrascal L. M. & Polo V., 1999:** Coal tits, *Parus ater*, lose weight in response to chases by predators. *Animal Behaviour*, 58, 281-285.
- Carey C., Rahn H. & Parisi P., 1980:** Calories, water, lipid and yolk in avian eggs. *Condor*, 82, 335-343.
- Clark L., 1987:** Thermal constraints on foraging in adult European Starlings. *Oecologia*, 71, 233-238.
- Cramp S., 1990:** The birds of Western Palearctic. Vol 3, Oxford University Press, Oxford.
- Cramp S. & Simmons K. E. L., 1983:** The Birds of the Western Palearctic. Vol. 3. Oxford University Press, Oxford.
- Cresswell W., 1998:** Diurnal and seasonal mass variation in blackbirds *Turdus merula*: consequences for mass-dependent predation risk. *Journal of Animal Ecology*, 67, 78-90.
- Curio E., 1983:** Why do young birds reproduce less well? *Ibis*, 125, 400-404.
- 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.
- Dijkstra C., 1988:** Reproductive tactics in the Kestrel *Falco tinnunculus*; a study in evolutionary biology. Van Denderen, Groningen.
- Donald P. F., 1999:** The ecology and conservation of Skylarks *Alauda arvensis* on Lowland Farmland. DPhil thesis, Oxford University.
- Donald P. F., Green R. E. & Heath M. F., 2001:** Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 268, 25-29.
- Donald P. F. & Vickery J. A., 2001:** The ecology and conservation of Skylarks *Alauda arvensis*. Sandy: RSPB, Cambridge.
- 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., 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.

- Elzakker B., 1991:** Alternativní zemědělství v Československu. Mze ČR, Praha.
- Evans K. L., 2004:** The potential for interactions between predation and habitat change to cause population declines of farmland birds. *Ibis*, 146, 1-13.
- Ewald J. A. & Aebischer N. J., 1999:** Pesticide use, avian food resources and bird densities in Sussex. JNCC Report NO 296. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, UK.
- 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.
- Formánek J., Hudec K., Plesník J., Řezníček J., Šálek M., Schröpfer L., 1995:** Pták roku 1995- čejka chocholátá. Praha: Česká společnost ornitologická.
- Furness R. W., 1983:** Variations in size and growth of Great *Skua Catharacta* skua chicks in relation to adult age, hatching date, egg volume, brood size and hatching sequence. *Journal of Zoology*, 199, 101-116.
- 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 agriculture on the breeding ecology of Lapwings *Vanellus vanellus*. *Journal of Applied Ecology*, 25, 487-503.
- Galbraith H., 1988b:** 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., 1988c:** Adaptation and constraint in the growth pattern of Lapwing *Vanellus vanellus*. *Journal of Zoology*, 215, 537-548.
- Galbraith H., 1989:** Arrival and habitat use by lapwings *Vanellus vanellus* in the early breeding season. *Ibis*, 131, 377-388.
- Girard O. & Trollet B., 1992:** Extreme mobility of a lapwing *Vanellus vanellus* brood. *Wader Study Group Bulletin*, 65, 63-63.
- Gosler A. G., 1996:** Environment and social determinants of winter fat storage in the great tit *Parus major*. *Journal of Animal Ecology*, 65, 117.
- Green A. J., 2001:** Mass/length residuals: measures of body condition or generators of spurious results? *Ecology*, 82, 1473-1483.
- Grant M. C., 1991:** Relationships between egg size, chick size at hatching, and chick survival in the Whimbrel *Numenius phaeopus*. *Ibis*, 133, 127-133.
- 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.
- Hart J. D., Milsom T. P., Fisher G., Wilkins V., Moreby S. J., Murray A. W. A. & Robertson P. A., 2006:** The relationship between yellowhammer breeding

- performance, arthropod abundance and insecticide applications on arable farmland. *Journal of Applied Ecology*, 43, 81–91.
- Hegy 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.
- Hildén O., 1965:** Habitat selection in birds: a review. *Annales Zoologici Fennici*, 2, 53-75.
- Hill I. F., Cresswell B. H. & Kenward R. E., 1999:** Field-testing the suitability of a new back-pack harness for radio-tagging passerines. *Journal of Avian Biology*, 135-142.
- Hole D. G., Whittingham M. J., Bradbury R. B., Anderson G. Q. A., Lee P. L. M., Wilson J. D. & Krebs J. R., 2002:** Widespread local house-sparrow extinctions – Agricultural intensification is blamed for the plummeting populations of these birds. *Nature*, 148, 931-932.
- 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, 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.
- 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.
- Hudec K. & Šťastný K., 2005:** Fauna ČR. Ptáci 2/I. Academia, Praha.
- Hönisch B., Artmeyer C., Melter J. & Tüllinghoff R., 2008:** Telemetrische Untersuchungen an Küken vom Großen Brachvogel *Numenius arquata* und Kiebitz *Vanellus vanellus* im EU-Vogel-schutzgebiet Düsterdieker Niederung. *Vogelwarte*, 46, 39-48.
- Chamberlain D. E., Fuller R. J., Bunce R. G. H., Duckworth J. C. & Shrubbs M., 2000:** Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agricultural intensification in England and Wales. *Journal of Applied Ecology*, 37, 771-788.
- Chamberlain D. E. & Crick H. Q. P., 2003:** Temporal and spatial associations in aspects of reproductive performance of Lapwings *Vanellus vanellus* in the United Kingdom, 1962-99. *Ardea*, 91, 183-196.
- Christians J. K., 2002:** Avian egg size: variation within species and inflexibility within individuals. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 77, 1-26.

- 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.
- Junker S., Krawczynski R., Ehrnsberger R. & Düttmann H., 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.
- 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.
- Van Kampen M., 1981:** Water balance of colostomised and non-colostomised hens at different ambient temperatures. *British Poultry Science*, 22, 17-23.
- Karlíková Z., Kejzlarová T., & Šálek M., 2018:** Breath rate patterns in precocial Northern Lapwing (*Vanellus vanellus*) chicks in the wild. *Journal of Ornithology*, 159, 555-563.
- Kenward R. E., 1987:** Wildlife Radio Tagging. Academic Press, London.
- Kese A. G. & Baffour-Awuah O., 1979:** Effect of water restriction on the performance of broiler chickens. *Poultry Science*, 58, 1072.
- Kirby J. S., 1997:** Influence of environmental factors on the numbers and activity of wintering Lapwings and Golden Plovers. *Bird Study*, 44, 97-110.
- Kirkham F. W., Mountford J. O. & Wilkins R. J., 1996:** The effects of nitrogen, potassium and phosphorus addition on the vegetation of a Somerset peat moor under cutting management. *Journal of Applied Ecology*, 1013-1029.
- 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.
- Klug P. & Wolfenbarger L. L., 2009:** The nest predator community of grassland birds responds to agroecosystem habitat at multiple scales. *Ecography*, 32, 973-982.
- Krebs C. J. & Singleton G. R., 1993:** Indexes of condition for small mammals. *Australian Journal of Zoology*, 41, 317-323.
- Krebs J. R., Wilson J. D., Bradbury R. B. & Siriwardena G. M., 1999:** The second silent spring. *Nature*, 400, 611-612.
- Krist M., 2011:** Egg size and offspring quality: a meta-analysis in birds. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 86, 692-716.

- Kruk M., Noordervliet M. A. W. & ter Keurs W. J., 1997:** Survival of black-tailed godwit chicks *Limosa limosa* in intensively exploited grassland areas in the Netherlands. *Biological Conservation*, 80, 127-133.
- Kubelka V., 2014:** Přežívání kuřat čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v zemědělské krajině. Diplomová práce, Univerzita Karlova v Praze.
- Kubelka V. & Šálek M., 2013:** Vliv extrémního počasí na průběh hnízdění čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v roce 2013. *Sylvia*, 49, 145-156.
- 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:** Mapování hnízdišť čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v roce 2012. *Vanellus*, 7, 57-65.
- Kubelka V., Zámečník V. & Šálek M., 2012c:** Přímá ochrana hnízd čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) – metodika pro rok 2012. *Vanellus*, 7, 66-75.
- Kubelka V., Zámečník V. & Šálek M., 2013:** Mapování hnízdišť čejek chocholatých – poděkování a výzva do roku 2013. *Vanellus*, 8, 52-60.
- Kulhavý Z., Soukup M., Doležal F. & Čmelík M., 2007:** Zemědělské odvodnění drenáží. Racionalizace využívání, údržby a oprav. Ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.
- 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.
- Leigh S. G., Smart J. & Gill J. A., 2017:** Impacts of grassland management on wader nest predation rates in adjacent nature reserves. *Animal Conservation*, 20, 61-71.
- Lincer J. L., 1975:** Dde-induced eggshell-thinning in the american kestrel: a comparison of the field situation and laboratory results. *Journal of Applied Ecology*, 12, 781-793.
- Mabee T. J., Wildman A. M. & Johnson C. B. 2006:** Using egg flotation and eggshell evidence to determine age and fate of Arctic shorebird nests. *Journal of Field Ornithology*, 77, 163-172.
- MacDonald M. A. & Bolton M., 2008:** Predation on wader nests in Europe. *Ibis*, 150, 54-73.
- Marchant J., Hudson R., Carter S. & Whittington P., 1990:** Population trends in british breeding birds. tring: BTO/NCC.
- Mason C. & MacDonald S., 2000:** Corn bunting *Miliaria calandra* populations, landscape and land-use in an arable district of estern England. *Bird Conservation*, 10, 169-186.
- McCracken D. I. & Tallowin J. R., 2004:** Swards and structure: the interactions between farming practices and bird food resources in lowland grasslands. *Ibis*, 146, 108-114.

- Milsom T. P., Hart J. D., Parkin W. K. & Peel S., 2002:** Management of coastal grazing marshes for breeding waders: the importance of surface topography and wetness. *Biological Conservation*, 103, 199-207.
- Moreby S. J. & Southway S. E., 1999:** Influence of autumn applied herbicides on summer and autumn food available to birds in winter wheat fields in southern England. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 72, 285-297.
- Moss R., Watson A., Rothery P. & Glennie W. W., 1981:** Clutch size, egg size, hatch weight and laying date in relation to early mortality in red grouse *Lagopus lagopus scoticus* chicks. *Ibis*, 123, 450-462.
- Mountford J. O., Lakhani K. H. & Kirkham F. W., 1993:** Experimental assessment of the effects of nitrogen addition under hay-cutting and aftermath grazing on the vegetation of meadows on a Somerset peat moor. *Journal of Applied Ecology*, 321-332.
- Musters C. J. M., ter 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.
- Newton I., 2004:** The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of causal factors and conservation actions. *Ibis*, 146, 579-600.
- Nakagawa S. & Schielzeth H., 2010:** Repeatability for Gaussian and non-Gaussian data: a practical guide for biologists. *Biological Reviews*, 85, 935-956.
- 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 T., Lakhani K. H. & Sparks T. H., 1995:** Modelling the relationship between bird population variables and hedgerow, and other field margin attributes. II. Abundance of individual species and of groups of similar species. *Journal of Applied Ecology*, 32, 362-371.
- 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.
- Parsons J., 1970:** Relationship between egg size and post-hatching chick mortality in the herring gull (*Larus argentatus*). *Nature*, 228, 1221-1222.
- Peig J. & Green A. J., 2009:** New perspectives for estimating body condition from mass/length data: the scaled mass index as an alternative method. *Oikos*, 118, 1883-1891.
- Perrins C. M., 1996:** Eggs, egg formation and the timing of breeding. *Ibis*, 138, 2-15.
- Rahn H., Paganelli C. V. & Ar A., 1975:** Relation of avian egg weight to body weight. *Auk*, 92, 750-765.
- Redfern C. P., 1982:** Lapwing nest sites and chick mobility in relation to habitat. *Bird Study*, 29, 201-208.

- Redmond R. L. & Jenni D. A., 1986:** Population ecology of the Long-billed Curlew (*Numenius americanus*) in western Idaho. *Auk*, 103, 755-767.
- 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., Grübler M. 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., 1969:** An analysis of nesting mortality in birds. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 9, 1-48.
- Ricklefs R. E., 1974:** The energetics of reproduction in birds. *Avian eEnergetics*, 15, 152-297.
- Ricklefs R. E., 1979:** Adaptation, constraint and compromise in avian postnatal development. *Biological Reviews*, 54, 269-290.
- 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.
- Rychnovská M., Balátová-Tuláčková E., Úlehlová B. & Pelikán J., 1985:** Ekologie lučních porostů. Academia, Praha.
- Scullion J. & Ramshaw G. A., 1987:** Effects of manurial treatments on earthworm activity in grassland. *Biological Agriculture and Horticulture*, 4, 271-281.
- 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., 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.
- Shrubb M., 1990:** Effects of agricultural change on nesting lapwings *Vanellus vanellus* in England and Wales. *Bird Study*, 37, 115-127.
- 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.
- Schulte-Hostedde A. I., Millar J. S. & Hickling G. J., 2001:** Evaluating body condition in small mammals. *Canadian Journal of Zoology*, 79, 1021-1029.

- Siriwardena G. M., Baillie S. R., Buckland S. T., Fewster R. M., Marchant J. H. & Wilson J. D., 1998:** Trends in the abundance of farmland birds: a quantitative comparison of smoothed common bird census indices. *Journal of Applied Ecology*, 35, 24-43.
- Sládeček M., 2015:** Vliv individuálních vlastností samic čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) na kvalitu snůšky, párovací status a inkubační úsilí samce. Diplomová práce, Univerzita Karlova v Praze.
- Stillman R. A., MacDonald M. A., Bolton M. R., Durell S. L. V. & West A. D., 2006:** Management of wet grassland habitat to reduce the impact of predation on breeding waders: Phase 1. Final report. Dorchester.
- Stevenson R. D. & Woods W. A., 2006:** Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. *Integrative and Comparative Biology*, 46, 1169-1190.
- Sundberg J. & Dixon A., 1996:** Old, colourful male yellowhammers, *Emberiza citrinella*, benefit from extra-pair copulations. *Animal Behaviour*, 52, 113-122.
- Svensson L., Mullarney K. & Zetterström D., 2012:** Ptáci Evropy, Severní Afriky, Blízkého východu. Ševčík, Plzeň.
- 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., 1993:** Hnízdění čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v jihočeských pánvích: hustota populace a výběr prostředí. *Sylvia*, 30, 46-58.
- Šálek M., 1995a:** Sledování hnízdních populací čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v České republice. Zprávy ČSO, 40, 18-25.
- Šálek M., 1995b:** Změny ve velikosti snůšek a vajec u čejky chocholaté (*Vanellus vanellus*) v průběhu sezóny. *Sylvia*, 31, 16-25.
- Šálek M., 2000a:** Aktuální problémy ochrany ptáků a jejich prostředí v ČR – Zemědělská krajina jako hnízdiště bahňáků. *Sylvia*, 36, 68-73.
- Šálek M., 2000b:** Zemědělská krajina jako hnízdiště bahňáků. *Sylvia*, 36, 68-73.
- Šálek M., 2005:** Polygamní hnízdění čejek chocholatých (*Vanellus vanellus*) na Písecku v jižních Čechách. *Sylvia*, 41, 72-82.
- 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. & 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.
- Šťastný K., Bejček V. & Hudec K., 2006:** Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001 – 2003. Aventinum, 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.
- Tella J. L., Forfero M. G., Donázar J. A. & Hiraldo F., 1997:** Is the expression of male traits in female Lesser Kestrels related to sexual selection? *Ethology*, 103, 72-81.
- 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, 74-85.
- Tucker G. M., 1992:** Effects of agricultural practices on field use by invertebrate-feeding birds in winter. *Journal of Applied Ecology*, 29, 779-790.
- Van der Veen I. T., 2000:** Daily routines and predator encounters in Yellowhammers *Emberiza citrinella* in the field during winter. *Ibis*, 142, 413-420.
- Vickery J. A., Tallowin J. R., Feber R. E., Asteraki E. J., Atkinson P. W., Fuller R. J. & Brown V. K., 2001:** The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources. *Journal of Applied Ecology*, 38, 647-664.
- Visser G. H. & Ricklefs R. E., 1993:** Development of temperature regulation in shorebirds. *Physiological Zoology*, 66, 771-792.
- Voous K. H., 1962:** De kievitensterfte in de droge zomer van 1959. *Ardea*, 50, 147-161.
- Williams T. D., 1994:** Intraspecific variation in egg size and egg composition in birds: effects on offspring fitness. *Biological Reviews*, 68, 35-59.
- Wilson A. M., Vickery J. A. et Browne S. J., 2001:** Numbers and distribution of Northern Lapwings *Vanellus vanellus* breeding in England and Wales in 1998. *Bird Study*, 48, 2-17.
- Wilson J. D., Evans A. D. & Grice P. V., 2009:** Bird conservation and agriculture. *Cambridge University Press, Cambridge*.
- Wilson J. D., Evans J., Browne S. J. & King J. R., 1997:** Territory distribution and breeding success of skylarks *Alauda arvensis* on organic and intensive farmland in southern England. *Journal of Applied Ecology*, 34, 1462-1478.
- Wilson J. D., Morris A. J., Arroy 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.
- Yalden D. W., 2003:** Radio-tracking of Golden Plover *Pluvialis apricaria* chicks. *Wader Study Group Bulletin*, 69, 57-59.

Zámečník V., 2013: – Metodická příručka pro praktickou ochranu ptáků v zemědělské krajině. Metodika AOPK ČR, Praha.

Zámečník V., Kubelka V. & Šálek M., 2017: Visible marking of wader nests to avoid damage by farmers does not increase nest predation. *Bird Conservation International*, doi:10.1017/S0959270916000617, 1-9.