

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Analýza inkubačního chování drozda zpěvného v různých typech
prostředí

Terézia Fujašová

Bakalářská práce
předložená
na Katedře ekologie a životního prostředí
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

Jako součást požadavků
na získání titulu Bc. v oboru
Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: Doc. Mgr. Karel Weidinger, Dr.

Olomouc 2022

Fujašová T. 2022. Analýza inkubačního chování drozda zpěvného v různých typech prostředí [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a ŽP PřF UP v Olomouci. 35 s. 0 přílohy. Česky.

Abstrakt

Drozď zpěvný je pták původně se vyskytující v lesním prostředí. Ve 20. století se vlivem urbanizace část populace dostala do měst, kde hnízdí například v parcích či zahradách. Urbánní prostředí se však od lesního v mnoha ohledech liší, což může mít vliv i na inkubační chování ptáků. Hlavním cílem práce bylo vyhodnotit variabilitu inkubačního chování drozď zpěvného (délka inkubační směny, délka absence, počet směn/h, intenzita inkubace, délka denní aktivity a inkubační krmení) ve vztahu k různým typům prostředí a následně tyto výsledky porovnat s inkubačním chováním kosa černého sledovaným současně na stejných lokalitách. Lesní prostředí bylo zastoupeno třemi lokalitami a urbánní prostředí představovalo město Olomouc. Parametry inkubačního chování byly vyhodnoceny z 24h videozáznamů celkem 89 hnízd. Nebyly zjištěny výrazné rozdíly mezi lesním a urbánním prostředím v délce inkubační směny, délce absence, počtu směn/h, intenzitě inkubace ani v inkubačním krmení, jediné denní aktivity se v urbánním prostředí značně prodlužovala. Po srovnání výsledků s kosou, byl zjištěn rozdíl v délce aktivity mezi dvěma typy prostředí. V urbánním prostředí oba druhy aktivitu protahovali vůči délce světelného dne, kdežto v lesních lokalitách se hodnoty lišily. Denní aktivity kosa byla na všech lesních lokalitách stejně dlouhá nebo kratší než délka světelného dne, zatímco u drozď to nebylo pravidlem. U drozď byl zjištěn pomalejší inkubační rytmus v důsledku delších inkubačních směn a mírně vyšší intenzita inkubace na všech lokalitách. Mezi frekvencí inkubačního krmení a intenzitou inkubace drozď byl zjištěn náznak pozitivního vztahu, podobně jako u kosa. Během sezóny kolísaly hodnoty všech proměnných, kromě délky absencí a intenzity inkubace. Délka denní aktivity se měnila v závislosti na délce dne.

Klíčová slova: denní aktivity, hnízdní sezóna, inkubační krmení, intenzita inkubace, urbanizace

Fujašová, T. 2022. Incubation behaviour of the Song Thrush in various habitats [bachelor's thesis]. Olomouc: Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University of Olomouc. 35 pp. 0 Appendices. Czech.

Abstract

The Song Thrush is a bird originally appearing in the forest environment. In the 20th century, due to urbanization, part of the population moved to cities, where they nest, for example, in parks or gardens. However, the urban environment differs from the forest environment in many ways, which may also affect the incubation behaviour of the birds. The main aim of this bachelor thesis was to evaluate the variability of the incubation behaviour of the Song Thrush (length of on-bout, length of off-bout, number of on-bouts per hour, incubation attentiveness, length of daily activity and frequency of incubation feeding) in relation to different types of the environment, and then to compare these results with the incubation behaviour of the European Blackbird observed simultaneously at the same sites. The forest environment was represented by three sites and the urban environment was represented by the city of Olomouc. Incubation behaviour parameters were evaluated from 24 hour video recordings of a total of 89 nests. There were no significant differences between forest and urban environments in length of on-bout, length of off-bout, number of on-bouts per hour, incubation attentiveness, or incubation feeding, only diurnal activity was significantly prolonged in urban environments. After comparing the results with the European Blackbird, a difference in the length of activity between the two types of environment was found. In the urban environment, both species prolonged their activity relative to light day, while in the forest the values differed. The daily activity of the European Blackbird was equal to or shorter than the length of the light day at all forest sites, while this was not the rule for the thrush. A slower incubation rhythm was found in the thrush due to longer on-bouts and slightly higher incubation attentiveness at all sites. There was evidence of a positive relationship between the frequency of incubation feeding and incubation attentiveness in the thrush, similar to the European Blackbird. The values of all variables, except the length of off-bouts and the incubation attentiveness, varied during the breeding season. The length of daily activity varied depending on the length of the day.

Keywords: breeding season, daily activity, incubation attentiveness, incubation feeding, urbanization,

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci Analýza inkubačního chování drozda zpěvného v různých typech prostředí vypracovala samostatně pod vedením Doc. Mgr. Karel Weidinger, Dr. a že jsem vyznačila veškerou použitou literaturu a prameny.

V Olomouci 15.července 2022

.....

Podpis

Obsah

Seznam tabulek.....	vii
Seznam obrázků.....	viii
Poděkování.....	ix
1 Úvod.....	1
1.1 Inkubační chování.....	1
1.2 Urbanizace a její vliv na chování pěvců.....	3
1.3 Modelový druh.....	5
2 Cíle práce.....	6
3 Materiál a metody.....	7
4 Výsledky.....	8
4.1 Porovnání inkubačního chování drozda mezi lokalitami.....	8
4.2 Porovnání inkubačního chování drozda a kosa.....	9
4.3 Sezónní variabilita inkubačního chování u drozda.....	9
5 Diskuse.....	18
6 Závěr.....	21
7 Literatura.....	22

Seznam tabulek

Tabulka 1: Parametry inkubačního chování drozda zpěvného na lokalitách lesního (Luže, Hostýn, Grygov) a urbánního (Olomouc) prostředí. Pro jednotlivé parametry jsou uvedeny popisné statistiky. Hostýn -2 udává výsledky po vyloučení dvou hnízd s extrémními hodnotami.	16
Tabulka 2: Popisné statistiky pro délku denní aktivity vzhledem k délce světelného dne (min) u drozda zpěvného na lokalitách lesního (Luže, Hostýn, Grygov) a urbánního (Olomouc) prostředí.	17
Tabulka 3: Podíl hnízd (%) s návštěvou samce a podíl hnízd (%) s výskytem inkubačního krmení drozda zpěvného na lokalitách lesního (Luže, Grygov, Hostýn) a urbánního (Olomouc) prostředí.....	17

Seznam obrázků

Obrázek 1: Návštěvy samce drozda zpěvného na hnízdě (plné sloupce) a inkubační krmení (šrafované sloupce) na lokalitách lesního (Hostýn, Grygov, Luže) a urbánního (Olomouc) prostředí.....	10
Obrázek 2: Vztah mezi frekvencí inkubačního krmení a intenzitou inkubace na jednotlivých lokalitách (barevné rozlišení viz Obr.1)	10
Obrázek 3: Porovnání průměrné délky inkubační směny kosa černého (modrá) a drozda zpěvného (oranžová) na lokalitách lesního (Hostýn, Grygov, Luže) a urbánního (Olomouc) prostředí. Zobrazený je 95% CI, počet hnízd je uveden u základny sloupce.	11
Obrázek 4: Porovnání průměrné délky absence kosa černého (modrá) a drozda zpěvného (oranžová) na lokalitách lesního (Hostýn, Grygov, Luže) a urbánního (Olomouc) prostředí. Zobrazený je 95% CI, počet hnízd je uveden u základny sloupce.	11
Obrázek 5: Porovnání průměrného počtu inkubačních směn na hodinu denní aktivity kosa černého (modrá) a drozda zpěvného (oranžová) na lokalitách lesního (Hostýn, Grygov, Luže) a urbánního (Olomouc) prostředí. Zobrazený je 95% CI, počet hnízd je uveden u základny sloupce.	12
Obrázek 6: Porovnání průměrné intenzity inkubace kosa černého (modrá) a drozda zpěvného (oranžová) na lokalitách lesního (Hostýn, Grygov, Luže) a urbánního (Olomouc) prostředí. Zobrazený je 95% CI, počet hnízd je uveden u základny sloupce.	12
Obrázek 7: Porovnání průměrné délky denní aktivity vzhledem k délce světelného dne (min) u kosa černého (modrá) a drozda zpěvného (oranžová) na lokalitách lesního (Hostýn, Grygov, Luže) a urbánního (Olomouc) prostředí. Zobrazený je 95% CI, počet hnízd je uveden nad sloupci.	13
Obrázek 8: Vliv sezóny na délku inkubační směny (min) drozda zpěvného na jednotlivých lokalitách (barevné rozlišení viz Obr.1). Znázorněná je proložená křivka (kvadratický polynom), $n = 89$, $R^2 = 0,059$	13
Obrázek 9: Vliv sezóny na délku absencí (min) drozda zpěvného na jednotlivých lokalitách (barevné rozlišení viz Obr.1). Znázorněná je proložená křivka (kvadratický polynom), $n = 89$, $R^2 = 0,043$, $R^2 = 0,040$ pro lineární trend.	14
Obrázek 10: Vliv sezóny na počet směn/h drozda zpěvného na jednotlivých lokalitách (barevné rozlišení viz Obr. 1). Znázorněná je proložená křivka (kvadratický polynom), $n = 89$, $R^2 = 0,037$	14
Obrázek 11: Vliv sezóny na intenzitu inkubace drozda zpěvného na jednotlivých lokalitách (barevné rozlišení viz Obr. 1). Znázorněná je proložená křivka (kvadratický polynom), $n = 89$, $R^2 = 0,067$	15
Obrázek 12: Vliv sezóny na dobu aktivity (h) drozda zpěvného na jednotlivých lokalitách (barevné rozlišení viz Obr.1). Znázorněná je křivka pro délku dne (přerušovaná čára) a proložená křivka (kvadratický polynom) pro dobu aktivity; $n = 89$, $R^2 = 0,572$	15

Poděkování

Moje poděkování patří vedoucímu mé bakalářské práce Doc. Mgr. Karlu Weidingerovi, Dr., za všestrannou pomoc, množství cenných a inspirativních rad, doporučení, připomínek a zároveň za velkou trpělivost a ochotu při konzultacích poskytnutých ke zpracování této práce.

V Olomouci, 15. července 2022

1 Úvod

1.1 Inkubační chování

Úsilí rodičů během inkubace, a následně faktory, které jej ovlivňují, mají zásadní důsledky v reprodukčním úspěchu ptáků (Matysioková & Remeš 2010). Inkubační chování je jednou ze složek reprodukčního úsilí, a ovlivňuje tak vývoj životních strategií (Conway & Martin 2000). Ptáci se vyznačují širokou rozmaností hnízdních strategií. Rodičovská péče během inkubace nebo odchovu mláďat může být buď 1. biparentální, kdy se při péči střídají oba rodiče, nebo 2. uniparentální, v tomto případě se o potomky stará pouze jeden rodič (Moreau et al. 2018). Péče obou rodičů je u ptáků rozšířenější (Williams 1996, Veselovský 2001) a nejvíce efektivní (Auer et al. 2007). Williams tento vzorec označuje jako biparentální kontinuální inkubaci a vyskytuje se například u pštrosů (*Struthionidae*), rodu datlů (*Dryocopus*), všech čeledí mořských ptáků a u některých pěvců (*Passeriformes*). Inkubace uniparentální je u menšího počtu druhů a dělí se na androparentální inkubaci, kdy inkubuje pouze samec a na gyneparentální, při níž se na zahřívání vajec podílí pouze samice. S androparentální inkubací se můžeme setkat například u čeledi nanduovitých (*Rheidae*), kasuarovitých (*Casuariidae*), emu (*Dromaius*), perepelovitých (*Tamniidae*), některých tučňákovitých (*Spheniscidae*) a žaka afrického (*Psittacus timneh*), gyneparentální inkubace se vyskytuje u jestřábů (*Accipiter*), sov (*Strigiformes*), kolibříků (*Trochilidae*) a některých pěvců, např. z čeledi vrabcovitých (*Passeridae*). Dalším typem inkubační strategie je asistovaná gyneparentální inkubace (Williams 1996), kdy se samec podílí na rodičovské péči tím, že inkubující samici přikrmuje (Williams 1996, Matysioková 2010). Toto tak zvané inkubační krmení se nejčastěji vyskytuje u zoborožců (*Bucerotiformes*), dravců (*Accipitriformes*), sov, papoušků (*Psittaciformes*) a pěvců (Matysioková 2010), umožňuje inkubující samici strávit více času na hnízdě, což může mít význam pro úspěšnost hnízdění (Matysioková & Remeš 2010, Matysioková et al. 2011, Amininasab et al. 2017). Opakem je gyneparentální přerušovaná inkubace, při níž inkubuje pouze samice a nedostává žádný příjem. Tento model je zajímavý z energetického hlediska, kdy je důležité, aby samice vyrovnala regulaci teploty vajec s uspokojením vlastních energetických potřeb (Williams 1996). Uniparentální inkubace se u ptáků všeobecně vyskytuje méně, avšak v rámci pěvců převládá a vyskytuje se u více než 60 % čeledí (Boulton & Cassey 2012).

Inkubace vajec je jedním z klíčových procesů ptačí reprodukce (White & Kinney 1974), jedná se o dobu potřebnou k vývoji zárodků. K požadavkům na úspěšný vývoj, patří mimo jiné, obrácení, chlazení či kontrola vlhkosti vajec, hlavním úkolem je však udržet jejich optimální teplotu (Drent 1970). Ve většině případů rodič zahřívá vejce přímým kontaktem s hnízdními nažinami (Bailey 1952, Drent 1970, Veselovský 2001). Tyto nažiny se tvoří vlivem pohlavních

hormonů a prolaktinu a vyskytují se jak u samic, tak u samců podle jejich účasti na inkubaci (Bailey 1952, Jones 1971, Veselovský 2001). Hnízdní nažiny se vyskytují takřka u všech řádů neognátních ptáků. Jsou si podobné svou funkcí a základní strukturou, ale liší se velikostí, umístěním a počtem (Bailey 1952). Nejčastěji inkubují obě pohlaví a v tom případě se nažiny tvoří u obou rodičů (Bailey 1952, Veselovský 2001). To platí pro řady trubkonosých (Procellariiformes), měkkozobých (Columbiformes), šplhavců (Piciformes) a většinu dlouhokřídlých (Charadriiformes) a krátkokřídlých (Gruiformes) ptáků (Bailey 1952). U vrubozobých (Anseriformes), kurovitých (Galliformes), většiny dravců, pěvců, všech sov a dalších, se nažina tvoří pouze u inkubující samice kdežto například u ostnákovitých (Glareolidae) či slukovitých (Scolopacidae) inkubují samci a nažiny se tvoří pouze jim. U holubů se nažina dokonce vyskytuje po celý rok, a naopak chybí například tučňákům (Sphenisciformes), veslonohým (Pelecaniformes) či kachnám (Anatinae) (Bailey 1952, Veselovský 2001).

Kontaktní inkubace metabolickým teplem, zvyšuje teplotu vajec nad okolní teplotu na úroveň potřebnou pro vývoj embrya (Turner 2002). Ptačí embrya jsou ektotermní a tedy plně závislá na teple dodávaném sedícím rodičem (Martin et al. 2007). Inkubační teplota a inkubační chování rodičů jsou důležité faktory pro vývoj a životní vlastnosti potomků (Durant et al. 2013). Optimální inkubační teploty u jednotlivých druhů kolísají v rozmezí 37–39 °C. Při teplotách nad 42 °C zárodky hynou a přestávají se vyvíjet při teplotách pod 30 °C (Veselovský 2001). Fyziologická nula, je rozmezí hodnot 25–27 °C, pod kterým nedochází k žádnému vývoji (White & Kinney 1974, Haftorn 1988).

Teplota vajec je také závislá na procentu času stráveného inkubací v rámci denní aktivity, které se nazývá intenzita inkubace (attentiveness). Se zahájením (Badyaev et al. 2003), průběhem, dobou trvání (Veselovský 2001) a ovlivněním inkubačního chování rodičů souvisí mnoho faktorů, jako velikost snůšky, věk a kondice matky (Coe et al. 2015), dostupnost potravy, predační tlak, nebo teplota prostředí (Coe et al. 2015, Badyaev et al. 2003). Kvalitní teritoria s dostatkem potravní nabídky samicím umožňují trávit více času na hnízdě (Zimmerling & Ankney 2005, Wilkin et al. 2009), taktéž inkubační krmení zvyšuje samičí intenzitu inkubace (Matysioková & Remeš 2010, Matysioková et al. 2011). Intenzita inkubace je nepřímo úměrná k teplotě prostředí, nižší intenzitu si mohou dovolit druhy tropické, či druhy vyskytující se v teplých oblastech jižní polokoule, zatímco druhy chladných oblastí musí trávit na hnízdě více času (Martin et al. 2007) z důvodu udržení optimální teploty snůšky. Vyšší inkubační teploty zkracují inkubační dobu a urychlují vývoj embrya což snižuje riziko hnízdní predace (Tombre & Erikstad 1996, Martin et al. 2007).

Během inkubace musí rodiče čelit kompromisu (trade-off) mezi udržováním optimální teploty snůšky a uspokojováním svých potřeb (Boulton et al. 2010). Tento problém nastává u druhů s uniparentální péčí, které si potřebují doplnit energii ztracenou zahříváním vajec a zajistit

si tak vlastní přežití (Tulp & Schekkerman 2006). Inkubační rytmus se skládá z období absencí (off-bouts) a období inkubačních směn (on-bouts) (Boulton et al. 2010). Střídání absencí a inkubačních směn ovlivňují podmínky prostředí jako například teplota prostředí či dostupnost potravy. Vyšší teploty samicím umožňují strávit více času mimo hnízdo, kdežto dostatek potravy zkracuje čas potřebný k jejímu nalezení, a tedy samice může déle inkubovat (Londoño et al. 2008, Amininasab et al. 2016). U druhů, kde inkubuje pouze samice, mohou s obstaráváním potravy pomáhat samci a poskytnout tak samici možnost intenzivnější inkubace (Matysioková & Remeš 2010, Matysioková et al. 2011). Menší potřeba kompromisu mezi vlastními potřebami a mezi splněním požadavků inkubovaných vajec tedy bývá u samic, které dostávají více pomoci od svého partnera (Amininasab et al. 2017).

1.2 Urbanizace a její vliv na chování pěvců

Urbanizace je proces, během kterého člověk transformuje přírodní krajinu v města. Vzhledem k rostoucí lidské populaci tempo urbanizace stále roste (Grimm et al. 2008) a zvyšuje tak tlak na životní prostředí a je příkladem mnoha extrémních antropogenních změn krajiny a zdrojem rušivých vlivů spojených s lidskou činností. Je zřejmé, že charakteristika prostředí se v městských oblastech od přírodních liší a dané změny následně určují vlastnosti živočichů i rostlin jež se snaží na těchto nových stanovištích udržet (Seress & Liker 2015).

V urbanizované krajině se ptáci setkávají s mnoha faktory, jako je hluk, umělé noční osvětlení, antropogenní zdroje potravy, jiný predační tlak, vliv lidského rušení, různé druhy znečištění a v neposlední řadě se potýkají s antropogenními strukturami a nepropustnými plochami či změnami klimatických podmínek. Aby ptáci změny v urbanizované krajině přežili, jsou nuceni nové podmínky buď přijmout, nebo se jim vyhnout. Důsledkem těchto změn je ztráta biologické rozmanitosti, nicméně některým druhům se ve městech daří. Negativní či pozitivní vliv urbanizace na ptactvo, tedy souvisí s jejich schopností tolerance vůči rušivým vlivům (Seress & Liker 2015, Tietze 2018). Ptací druhy lze rozdělit do tří skupin (Blair 1996): 1. ptáci vyhýbající se městům, 2. přizpůsobující se městům (adaptéři) a 3. ptáci využívající města (exploitéři).

Za typicky městské vyhýbače jsou považováni specialisté, druhy migrující či druhy citlivé na přítomnost lidí. Skupina vyhýbavých ptačích druhů je nejvíce ovlivněna urbanizací, a tedy její početnost v městských oblastech je nejnižší (Seress & Liker 2015). Tato skutečnost zároveň vede k homogenizaci druhového složení (Clergeau et al. 2006). Druhou skupinu představují ptačí druhy schopné se městským stanovištím přizpůsobit. Vyznačují se všežravostí, relativně usedlým způsobem života či širokým rozšířením. Zdá se, že městští adaptéři preferují

lesnaté prostředí a že vynakládají více energie na přežití což znamená, že pro ně má rozmnožování nižší relativní hodnotu (Crocì et al. 2008). Poslední a nejpočetnější skupinou jsou druhy městských exploiterů, vyskytují se v nejméně urbanizovaných oblastech a vyznačují se nejen tolerancí ale dokonce preferencí urbanizované krajiny, což v mnoha případech dokládá jejich vyšší populační hustota ve městech než na přirozených stanovištích (Seress & Liker 2015). Tyto druhy využívají lidské zdroje v takové míře, že se na nich stali závislými (Tietze 2018).

Druhy, kterým se v urbánním prostředí daří, vykazují oproti druhům z přirozené krajiny značné rozdíly v chování, fyziologii a morfologii. Tyto změny jsou spojovány se selektivními faktory městského prostředí, které se často mísí a není lehké je od sebe oddělit a zjistit, který je hlavní příčinou diferenciací (Crosì et al. 2008, Tietze 2018). Antropogenní změny v urbanizované krajině můžeme rozdělit na přímé (např. zastavěné struktury, změny a fragmentace biotopů či přikrmování) a nepřímé (např. změny teplot, noční osvětlení, hluk, znečištění ovzduší) (Grimm et al. 2008).

Světelné znečištění má negativní vliv na navigační a orientační systém nočních stěhovavých ptáků (La Sorte et al. 2017). Prostřednictvím fototaxe dochází k narážům do budov, či v důsledku dezorientace jsou ptáci nuceni zvýšit svůj energetický výdej (Gillings & Scott 2021). Dalšími důsledky nočního osvětlení je načasování reprodukce a změny reprodukčního chování (Kempenaers et al. 2010). Díky antropogenním zdrojům světla dochází také k poruchám spánku (Aulsebrook et al. 2020).

Městské hlukové znečištění je příčinou mnoha behaviorálních změn, jako je například změna reprodukční úspěšnosti, vyhýbání se hlučným oblastem či změn v hlasové komunikaci (Ortega 2012). Hluk omezuje rozšíření a snižuje úspěšnost hnízdění druhů méně tolerantních k hluku. Naopak nepřímo usnadňuje reprodukční úspěch jedinců hnízdících v hlučných oblastech v důsledku narušení interakcí mezi predátory a kořistí (Francis et al. 2009). Antropogenní hluk je hlasitý a nízkofrekvenční, maskuje tak zpěv ptáků v tomto frekvenčním pásmu (Tietze 2018). Dalšími způsoby přizpůsobení hluku je zvýšení hlasitosti zpěvu, či jeho časový posun (Slabbekoorn & Ripmeester 2008).

Hrozbu pro ptáky žijící v městských oblastech představuje také vysoká míra chemických znečišťujících látek. Negativní dopad na ptáky mají například stoupající hodnoty oxidů dusíku (NO_x) a sazí v důsledku spalování fosilních paliv (Salmón et al. 2018), což může vést k oxidačnímu stresu. Oxidační stres je situace, kdy je více reaktivních oxidantů než antioxidantů. Tento stav může způsobovat poškození tkání spojené s nemocemi a stárnutím (Isaksson 2015, Salmón et al. 2018). Nepříznivé účinky na chování ptáků mají také některé druhy insekticidů či fungicidů, které mohou způsobovat poruchu reprodukce či poruchy v příjmu potravy (Walker 2002).

Města jsou oproti přírodním stanovištím charakteristická teplejším klimatem. Teplotní rozdíl je důsledkem efektu městského tepelného ostrova, který je způsoben tepelně absorpčními vlastnostmi nepropustných povrchů (Grimm et al. 2008). Vyšší teploty například umožňují dřívější získávání potravy (bezobratlí) či dřívější stavění hnízd, začátek inkubace a následně vyvážení mláďat, než v chladnějších mimoměstských oblastech (Jerzak 2001). Teplejší prostředí by také mohlo snížit procento času stráveného inkubací v rámci denní aktivity. Změněné klimatické podmínky, například výhodnější potravní i tepelné podmínky v městských aglomeracích, od poloviny 20. století umožnily přezimování druhů, které dříve pravidelně táhly. Příkladem jsou pěnice čemohlavé (*Sylvia atricapilla*) ze západoevropské populace, které v posledních desetiletích začaly táhnout do Velké Británie místo do tradičního zimoviště v Africe (Bearhop et al. 2005).

1.3 Modelový druh

Drozd zpěvný (*Turdus philomelos*) je druh s palearktickým typem rozšíření. Obývá rozsáhlé území, které zabírá celou Evropu, kde leží více než 50 % jeho hnízdního areálu s výjimkou velké části Pyrenejského poloostrova, na východě zasahuje až k jezeru Bajkal a na severu dosahuje až k 70. rovnoběžce (Šťastný et al. 2006, Cepák et al. 2008). Dále byl také úspěšně introdukovaný v jv. Austrálii, na Novém Zélandu a Nových Hebridách. V rámci ČR se drozd zpěvný vyskytuje celoplošně a hnízdí od nížin až po horní hranici lesa (Šťastný et al. 2011). Jde o druh velmi dobře přizpůsobivý a nenáročný na hnízdní prostředí (Cepák et al. 2008). Jeho přirozené prostředí je převážně na okrajích lesů, avšak v druhé polovině 20. stol. pronikl do příměstských částí, kde hojně obsazuje zahrady, parky či hřbitovy (Šťastný et al. 2011).

Drozd zpěvný je převážně tažný, menší část jedinců vyskytujících se na našem území však u nás i přezimuje. Hlavní zimoviště leží v jihozápadní Evropě, v Africe severně od Sahary a v Íránu (Šťastný et al. 2006). Většina ptáků přiletuje na hnízdiště v březnu a odlet zpět na zimoviště spadá do září až října (Šťastný et al. 2006, Cepák et al. 2008, Šťastný et al. 2011). Načasování migrace souvisí s teplotními či povětrnostními podmínkami. Jarní teploty dlouhodobě stoupají, a to může způsobit dřívější přilet drozdů zpěvných na jejich hnízdiště. V důsledku dřívějšího přiletu také probíhá dřívější stavění hnízd, snášení vajec a prodlužuje se tak celková hnízdní sezóna tohoto druhu, během které mohou samice vysedět až tři snůšky (Sinelschikova et al. 2007, Vengerov 2012, Redlisiak et al. 2018).

Revír si samec obhájí silným a melodickým zpěvem, hned po přiletu ze zimoviště. Drozdi zpěvní hnízdí jednotlivě a místo pro hnízdo vybírá samice (Šťastný et al. 2011). Při výběru hnízdiště je pro drozdy zpěvné důležitým rozhodovacím faktorem hustota vegetačního pokryvu (Kelleher & O'Halloran 2007). V průzkumu českých hnízd se zjistilo, že největší

počet hnízd se vyskytuje na stromech 81 %, především na smrku, olše a dubu a 12,5 % hnízd bylo nalezeno na keřích a to nejčastěji na jalovci. Dále mohou být hnízda umístěna také na popínavých rostlinách, na zemi, zdech a budovách, polodutinách stromů a podobně. Na začátku hnízdního období samice hnízda umísťuje na jehličnatých stromech z důvodu lepšího krytu a v pozdější fázi hnízdního období přibývají hnízda i na listnatých stromech a na keřích. Hnízdo staví převážně ve výšce 1-3 m nad zemí, je vystavěno z trávy, mechu, větviček a listů stromů a keřů, hnízdní kotlinu vymazávají směsí hlíny, dřevního trouchu a slin (Šťastný et al. 2011).

Samice v rámci jedné snůšky kladou převážně 3-5 vajec, avšak velikost snůšky se během hnízdního období mění (Snow 1955, Šťastný et al. 2011). Průměrná velikost snůšek u drozdů zpěvných od začátku hnízdní sezóny roste, koncem dubna až května dosahuje svého maxima a po vrcholu opět začíná klesat. Tyto změny jsou pravděpodobně adaptivní a samice mění velikost snůšky v reakci na faktory prostředí. Dále také existují roční rozdíly, které jsou pravděpodobně pouze náhodným účinkem sezónní proměnlivosti (Lack 1949, Snow 1955). Samotnou inkubaci samice zahájí po snesení předposledního, či posledního vejce a inkubuje po dobu 12 dnů. Po vylíhnutí jsou mláďata krmena oběma rodiči, hnízdo opouštějí po 13-15 dnech a po vylétnutí jsou stále krmena po dobu asi dvou týdnů (Šťastný et al. 2011).

Hlavní složkou živočišné potravy, kterou drozdi zpěvní sbírají především na zemi, jsou žížaly, kukly a larvy hmyzu, měkkýši, z brouků například kovařici či nosatci, stonožky, mnohonožky a další. Z rostlinné potravy to jsou nejrůznější bobule a plody např. jahodníku, jeřábu, bezu černého, třešně, brusnice či tisu. (Davis & Snow 1965, Šťastný et al. 2011) Důležitou součástí potravy jsou také malé kamínky či zrnka písku (Šťastný et al. 2011). Pro jedince zimující v Řecku, jsou důležitou složkou potravy plody olivovníku, které jim poskytují velké množství výživných složek a energie, důležité pro jejich přežití (Paralikiadis et al. 2009).

2 Cíle práce

Cílem práce je:

- 1) Vyhodnotit variabilitu inkubačního chování drozda zpěvného na základě porovnávání jednotlivých parametrů inkubačního chování (počet a délka směn, délka absencí, intenzita inkubace, délka denní aktivity, přítomnost samce a inkubační krmení) ve vztahu k různým typům prostředí.
- 2) Porovnat variabilitu inkubačního chování drozda zpěvného mezi lokalitami/prostředím s výsledky zjištěnými u kosa černého.
- 3) Vyhodnotit variabilitu inkubačního chování drozda zpěvného během hnízdní sezóny.

3 Materiál a metody

Základem práce byla analýza celodenních videozáznamů snímajících inkubační chování drozda zpěvného. Video záznamy byly pořízeny v letech 2013-2019 školitelem (K.Weidinger) na třech lokalitách lesního prostředí a na jedné lokalitě urbánního prostředí. Lesní prostředí reprezentují lokality Luže (49.9398117N, 15.9849131E), Hostýnské vrchy (49.3767542N, 17.7685606E) a Grygov (49.5122292N, 17.2962986E) a urbánní prostředí město Olomouc (49.5923642N, 17.2610867E). Podrobný popis lokalit je uveden v práci o inkubačním chování kosa černého v lesním a urbánním prostředí (Fojtlová 2020). Sběr dat pro kosa a drozda probíhal současně na stejných lokalitách. Analyzované záznamy zahrnují celou hnízdní sezónu od dubna do července.

Z celodenních záznamů z kamer nainstalovaných nad hnízdy, jsem zpracovala inkubační chování celkem 89 hnízd. Sledování jednoho 24-h snímku ve zrychleném přehrávání v programu VLC media player mi v průměru trvalo 2 hod. Pro veškeré výpočty a tvorbu grafů mi sloužil tabulkový software Microsoft Excel.

V první fázi práce jsem ze sledovaných záznamů vytvořila rozpis, kde jsem pro každé hnízdo zvlášť zaznamenávala časy přiletů a odletů samic, délky přítomností a absencí samic, návštěvy samce, inkubační krmení, a nakonec přítomnost či absenci samice v době samcovy návštěvy hnízda. Z uvedených informací jsem u jednotlivých hnízd vypočítala dobu aktivity samice (doba od prvního ranního odletu po poslední večerní přilet; h), počet směn, počet absencí, průměrné délky směn (min), průměrné délky absencí (min), intenzitu inkubace (procentuální vyjádření času tráveného inkubací vajec v rámci denní aktivity) a intenzitu inkubace v rámci celého dne. Z výsledných hodnot pro jednotlivá hnízda jsem pro každou lokalitu zvlášť a pro všechny lokality celkem vypočítala popisné statistiky pro všechny výše uvedené proměnné. Návštěvy samce a případy inkubačního krmení jsem převedla do binární podoby (1/0) a vypočítala tak podíl hnízd (%) pro tyto dvě proměnné.

Do celkových dat jsem nezařadila dvě hnízda z lokality Hostýn, z důvodu dlouhých absencí během nepříznivého počasí, které způsobovaly vysokou hodnotu pro průměrnou délku absence na této lokalitě. To by činilo interpretační problém při porovnávání s ostatními lokalitami. Na dvou hnízdech v lokalitě Grygov se chování samic lišilo od chování všech ostatních. V prvním případě samice odletěla kolem půl druhé hodiny ranní, což je v porovnání s ostatními hnízdy velice brzy. Samice byla zřejmě v tomto případě vyplašena, a tak jsem zde počítala jako začátek aktivity první ranní přilet. Druhým případem je hnízdo s příliš krátkou dobou aktivity, kdy samice ukončila aktivitu už kolem 17 h, což je vzhledem k ostatním hnízdům neobvykle brzy. Tato dvě hnízda jsem do analýzy zařadila.

Grafy jsem tvořila z vypočítaných průměrů měřených proměnných na jednotlivých lokalitách. Chybové úsečky znázorňují 95% konfidenční intervaly. V grafech jsem srovnávala výsledky drozda zpěvného s kosem černým na základě dat převzatých z práce o inkubačním

chování kosa černého v lesním a urbánním prostředí (Fojtlová 2020). Vypočítané podíly hnízd (%) s návštěvami samce a inkubačním krmením jsem vnesla do grafu. Dále jsem vytvořila graf pro závislost intenzity inkubace na frekvenci krmení. Nakonec jsem hodnotila vliv sezóny na dobu aktivity, délku směny, délku absence, intenzitu inkubace a počet směn/h. Vliv sezóny na jednotlivé inkubační proměnné jsem znázornila pomocí bodových grafů. Trendy v datech jsou znázorněny pomocí proložených křivek (kvadratický polynom).

4 Výsledky

4.1 Porovnání inkubačního chování drozda mezi lokalitami

Mezi třemi lokalitami lesního prostředí, ani mezi lesním a urbánním prostředím nebyl zjištěn výrazný rozdíl v průměrné délce inkubační směny. Průměrná délka směny na všech lokalitách včetně Olomouce se pohybovala v rozmezí 41 až 46 min. Samice v lesním prostředí průměrně inkubovaly 44 min a v urbánním prostředí 46 min (Tabulka 1). Na lesních lokalitách nebyl zjištěn rozdíl mezi průměrnými délkami absencí. Taktéž průměrná délka absence lesního a urbánního prostředí se nelišila. Na lesních lokalitách trvala absence samice v průměru 11 min a v urbánním prostředí 10 min (Tabulka 1). Počet směn /h mezi lokalitami lesního prostředí, ani odlišnými typy prostředí se nelišil. Průměrný počet směn na hodinu denní aktivity v lesním prostředí byl 1,12 a v urbánním prostředí 1,11 (Tabulka 1). Nebyl zjištěn rozdíl v intenzitě inkubace na lesních lokalitách. Hodnoty lesního a urbánního prostředí se také výrazně nelišily. Intenzita inkubace v lesním prostředí v průměru dosahovala hodnoty 0,78 a v urbánním prostředí 0,81 (Tabulka 1). Porovnávání denní aktivity odhalilo největší variabilitu. Nejdelší denní aktivita byla zaznamenána na lokalitě Olomouc, kde drozdi v průměru protahovali denní aktivitu o 41 min nad délku světelného dne. Překvapivé výsledky byly zaznamenány na lesních lokalitách Hostýn a Luže, kde drozdi denní aktivitu také značně protahovali. Na lokalitě Hostýn drozdi v průměru prodlužovali aktivitu o 26 min oproti délce světelného dne a na lokalitě Luže o 19 min. Jedinou lesní lokalitou, kde drozdi denní aktivitu mírně zkracovali je Grygov. Na této lokalitě byla aktivita v průměru kratší o 7 min (Tabulka 2).

Podíl hnízd s návštěvou samce a podíl hnízd s výskytem inkubačního krmení se mezi lesním a urbánním prostředím výrazně nelišil (Obr. 1). Nejnížší podíl návštěv samce 71 % i nejnížší podíl inkubačního krmení 29 % bylo zaznamenáno na lokalitě Luže, což může být důsledek malého vzorku. Naopak nejvyšší podíl hnízd s návštěvou samce 82 % bylo na lokalitě Grygov a nejvyšší podíl hnízd s výskytem inkubačního krmení 56 % bylo na lokalitě Hostýn (Tabulka 3). Průměrný podíl návštěv s krmením byl celkem 42 %. Frekvence inkubačního

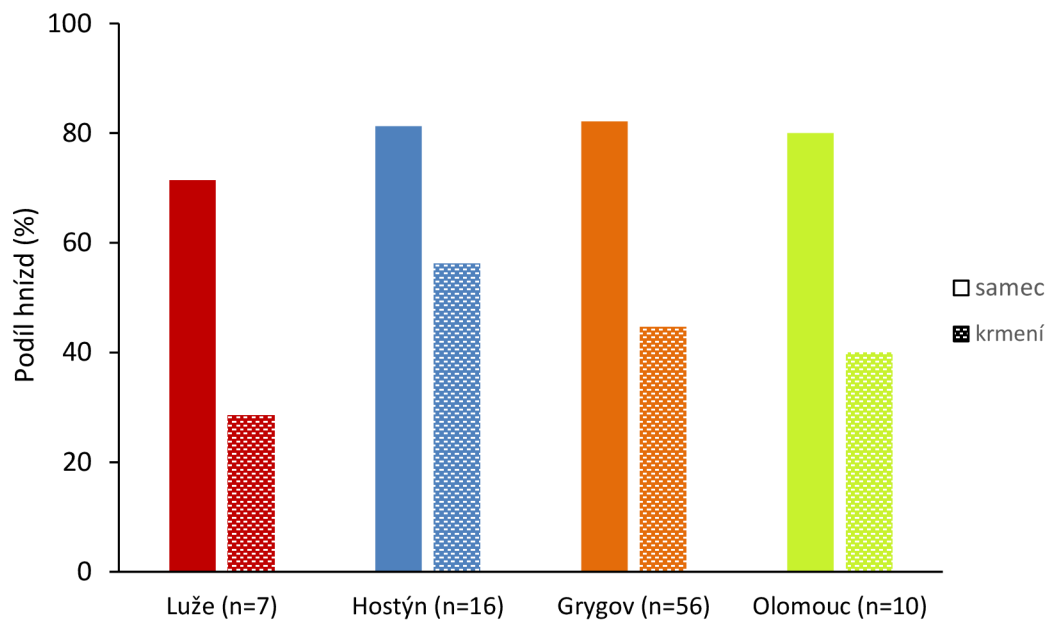
krmení byla velmi nízká na všech lokalitách, nebyl zjištěn zásadní rozdíl mezi lesním a urbánním prostředím (Tabulka 1). Ve vztahu mezi frekvencí inkubačního krmení a intenzitou inkubace byl zaznamenán náznak pozitivního vztahu, kdy v případech vyšší frekvence krmení, byly zaznamenány vyšší hodnoty pro intenzitu inkubace (Obr. 2).

4.2 Porovnání inkubačního chování drozda a kosa

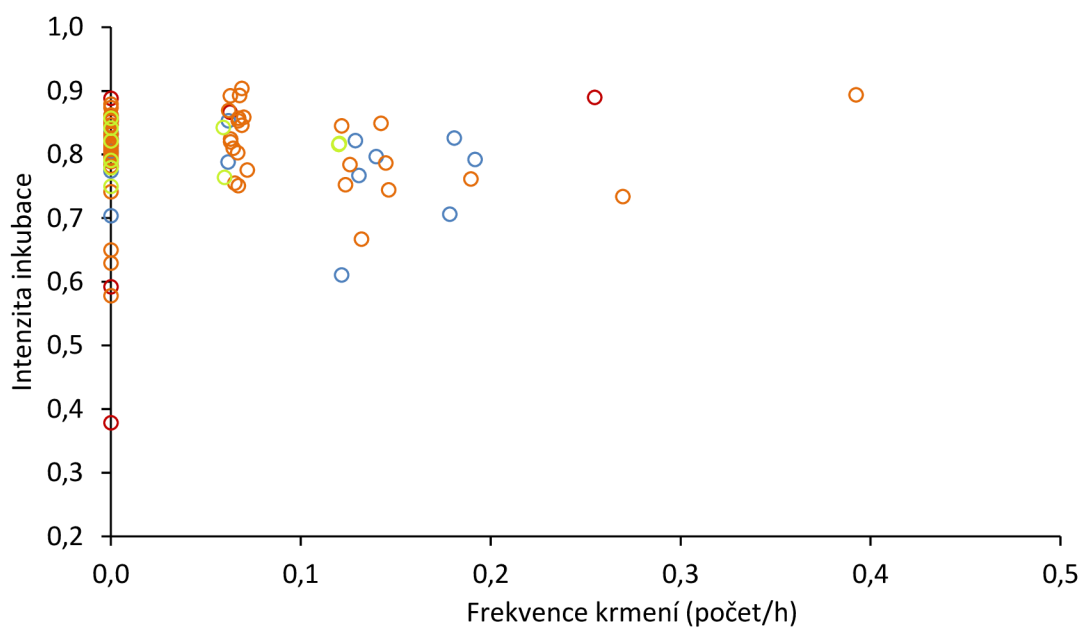
Při porovnání výsledků s kosem černým bylo zjištěno, že inkubační směny drozda zpěvného jsou na všech lokalitách delší (Obr. 3). Na lesních lokalitách samice inkubovaly v průměru o 7 min déle a v urbánním prostředí byla délka směny delší o 13 min. Délka absencí obou druhů byla na všech lokalitách podobná (Obr. 4). Na všech studovaných lokalitách byl zjištěn pomalejší inkubační rytmus (Obr. 5) a mírně vyšší hodnoty průměrné intenzity inkubace drozda (Obr. 6). Oba druhy měly nejdelší aktivitu na lokalitě Olomouc, na lokalitě Hostýn drozdi oproti kosům protahovali denní aktivitu v průměru o 20 min, na lokalitě Luže v průměru o 19 min, kdežto kosové ji měli v průměru o 29 min kratší než délka světelného dne a na lokalitě Grygov byla aktivita drozda v průměru kratší o 7 min, což je v porovnání s kosem o 5 min více (Obr. 7).

4.3 Sezónní variabilita inkubačního chování u drozda

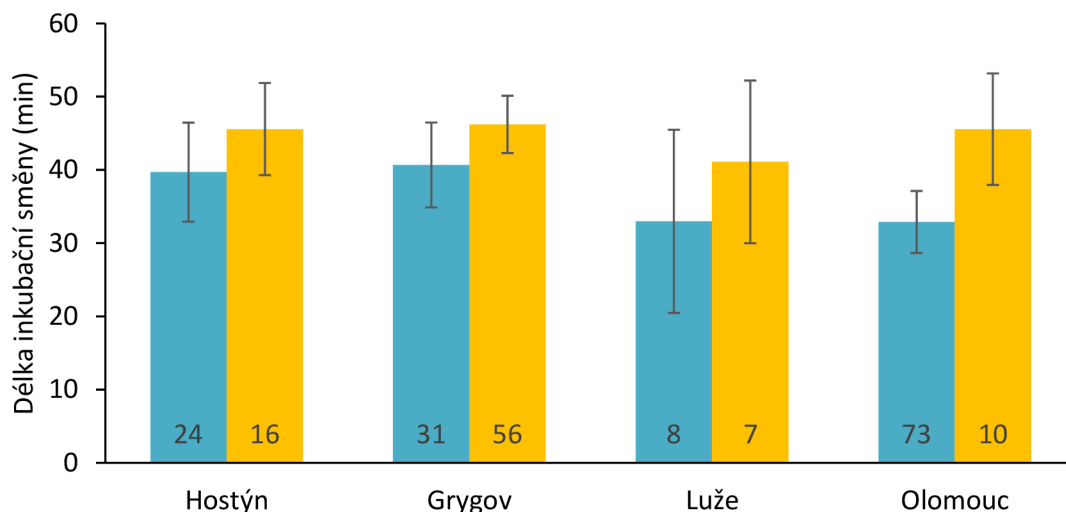
Při hodnocení vlivu sezóny na jednotlivé parametry inkubačního chování byl zjištěn náznak unimodálního trendu pro délky inkubačních směn, kdy uprostřed sezóny byly směny mírně delší (Obr. 8). Délka absence se neměnila (Obr. 9). Začátkem sezóny byl zjištěn mírně vyšší počet inkubačních směn, který v průběhu sezóny klesal a koncem sezóny znovu rostl (Obr. 10). Intenzita inkubace se příliš nelišila, stoupající křivka na začátku sezóny je pouze důsledek několika hnízd s nízkými hodnotami (Obr. 11). Denní aktivita se měnila v závislosti na délce dne (Obr.12).



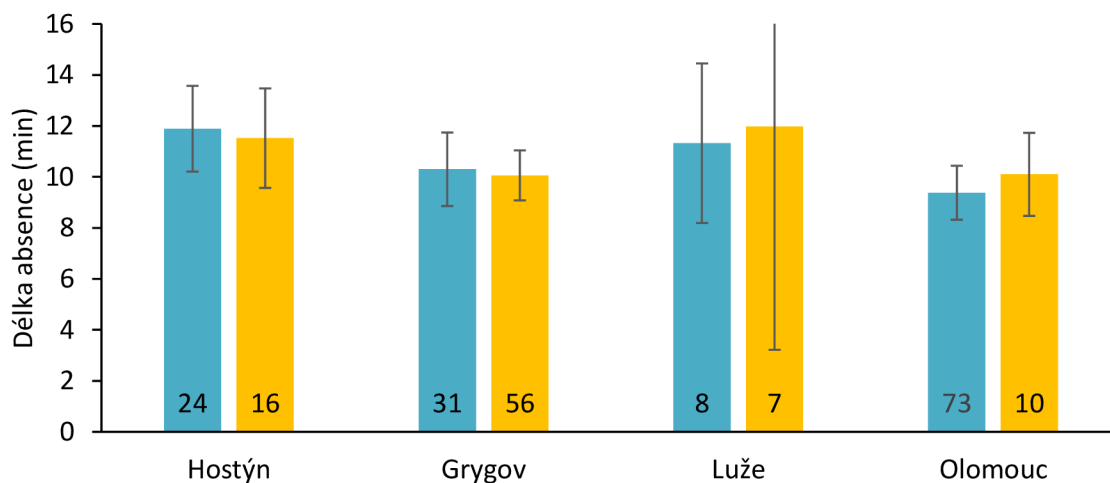
Obr. 1: Návštěvy samce drozda zpěvného na hnízdě (plné sloupce) a inkubační krmení (šrafované sloupce) na lokalitách lesního (Hostýn, Grygov, Luže) a urbánního (Olomouc) prostředí.



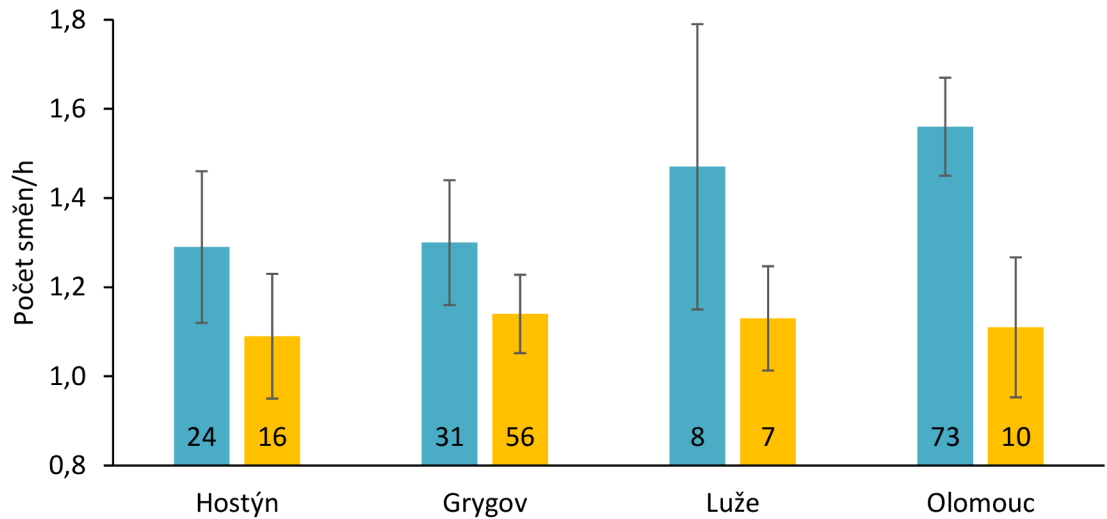
Obr. 2: Vztah mezi frekvencí inkubačního krmení a intenzitou inkubace na jednotlivých lokalitách (barevné rozlišení viz Obr. 1).



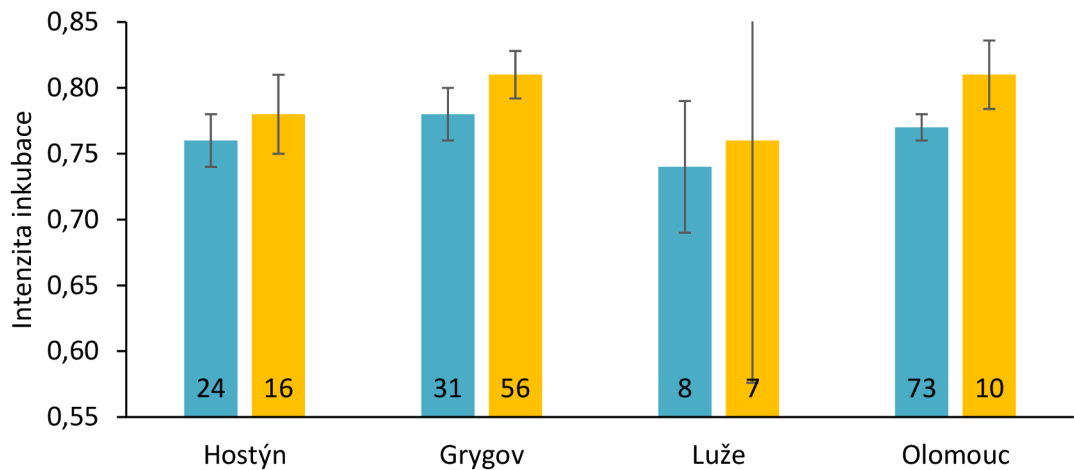
Obr.3: Porovnání průměrné délky inkubační směny kosa černého (modrá) a drozda zpěvného (oranžová) na lokalitách lesního (Hostýn, Grygov, Luže) a urbánního (Olomouc) prostředí. Zobrazený je 95% CI, počet hnízd je uveden u základny sloupce.



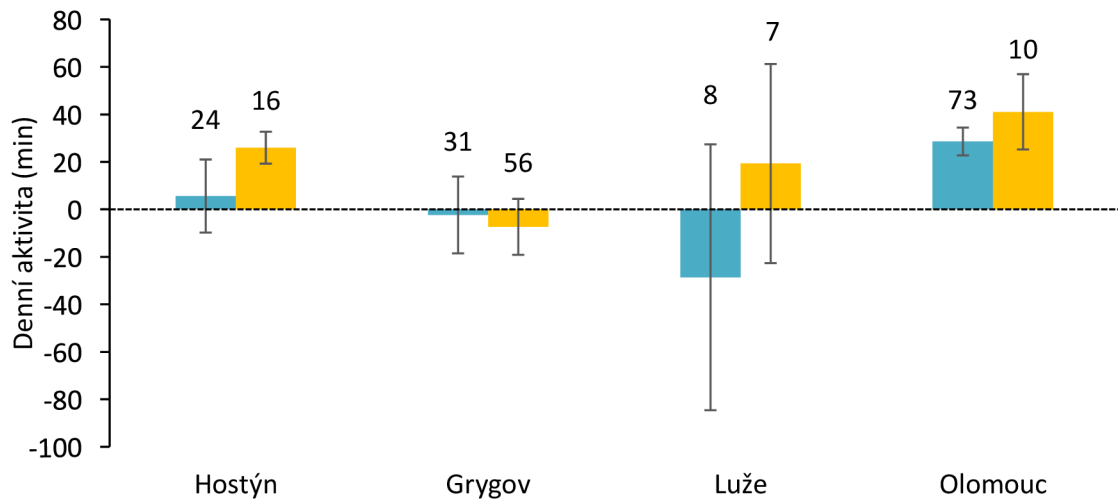
Obr.4: Porovnání průměrné délky absence kosa černého (modrá) a drozda zpěvného (oranžová) na lokalitách lesního (Hostýn, Grygov, Luže) a urbánního (Olomouc) prostředí. Zobrazený je 95% CI, počet hnízd je uveden u základny sloupce.



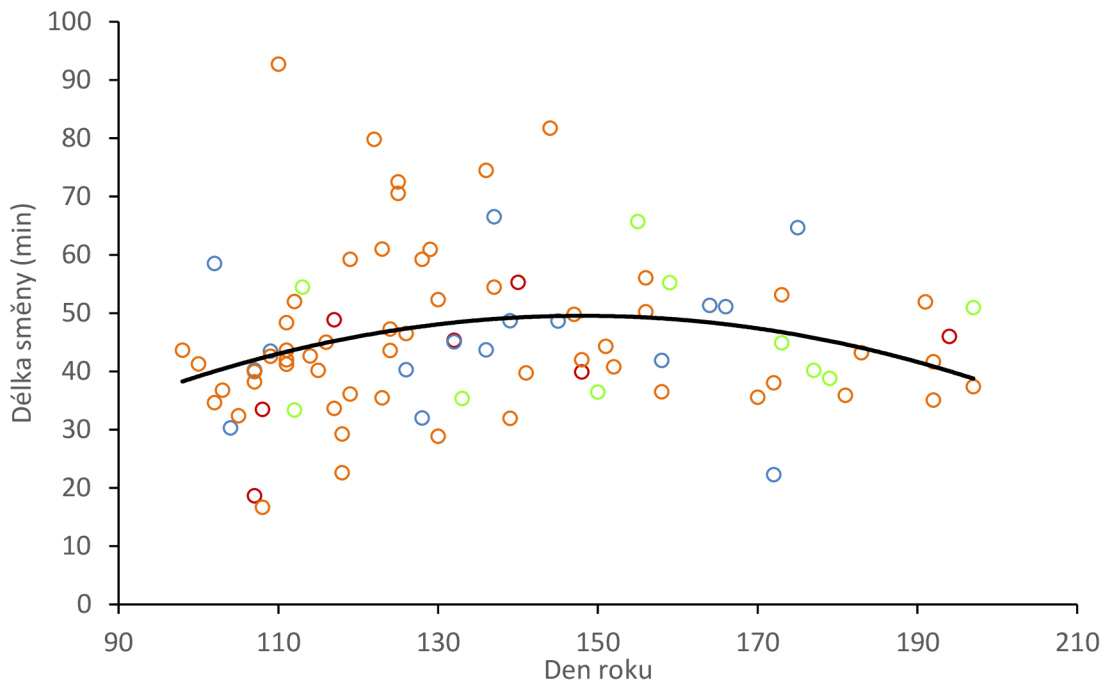
Obr.5: Porovnání průměrného počtu inkubačních směn na hodinu denní aktivity kosa černého (modrá) a drozda zpěvného (oranžová) na lokalitách lesního (Hostýn, Grygov, Luže) a urbánního (Olomouc) prostředí. Zobrazený je 95% CI, počet hnízd je uveden u základny sloupce.



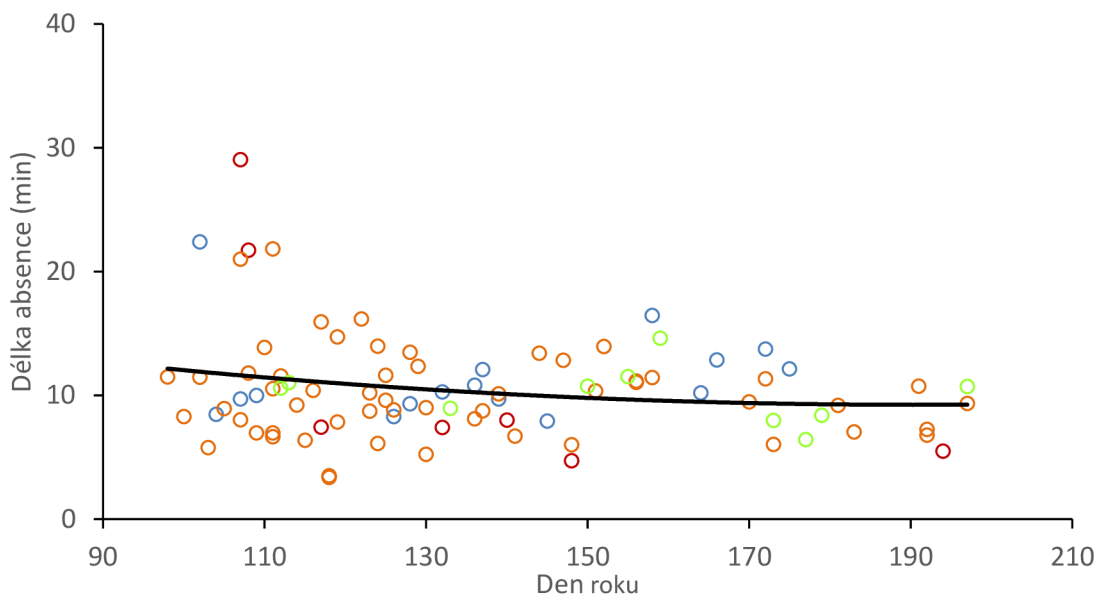
Obr.6: Porovnání průměrné intenzity inkubace kosa černého (modrá) a drozda zpěvného (oranžová) na lokalitách lesního (Hostýn, Grygov, Luže) a urbánního (Olomouc) prostředí. Zobrazený je 95% CI, počet hnízd je uveden u základny sloupce.



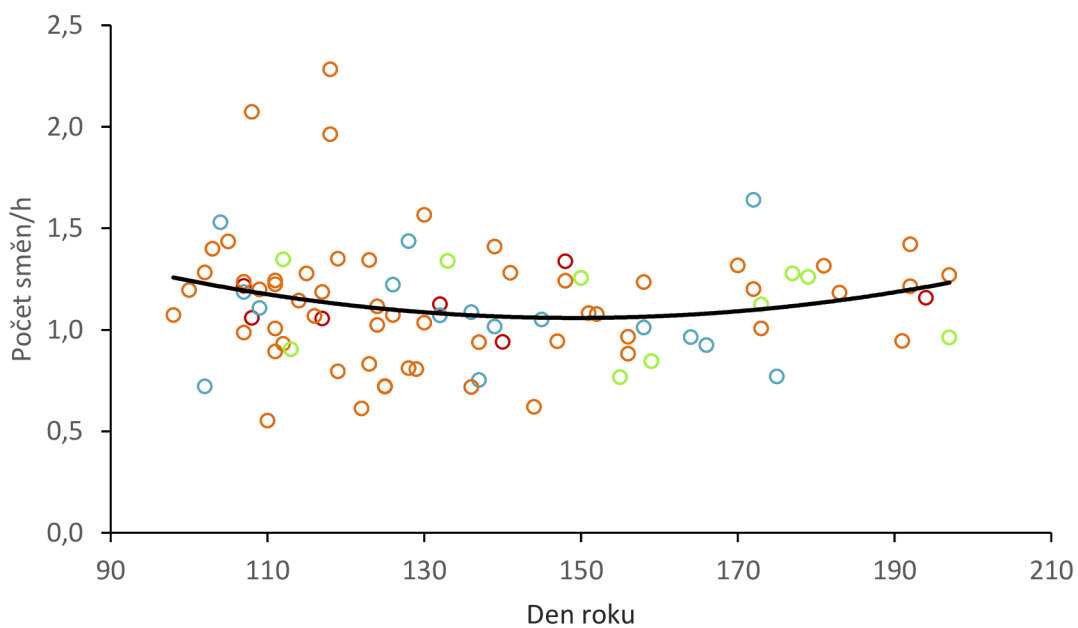
Obr.7: Porovnání průměrné délky denní aktivity vzhledem k délce světelného dne (min) u kosa černého (modrá) a drozda zpěvného (oranžová) na lokalitách lesního (Hostýn, Grygov, Luže) a urbánního (Olomouc) prostředí. Zobrazený je 95% CI, počet hnízd je uveden nad sloupci.



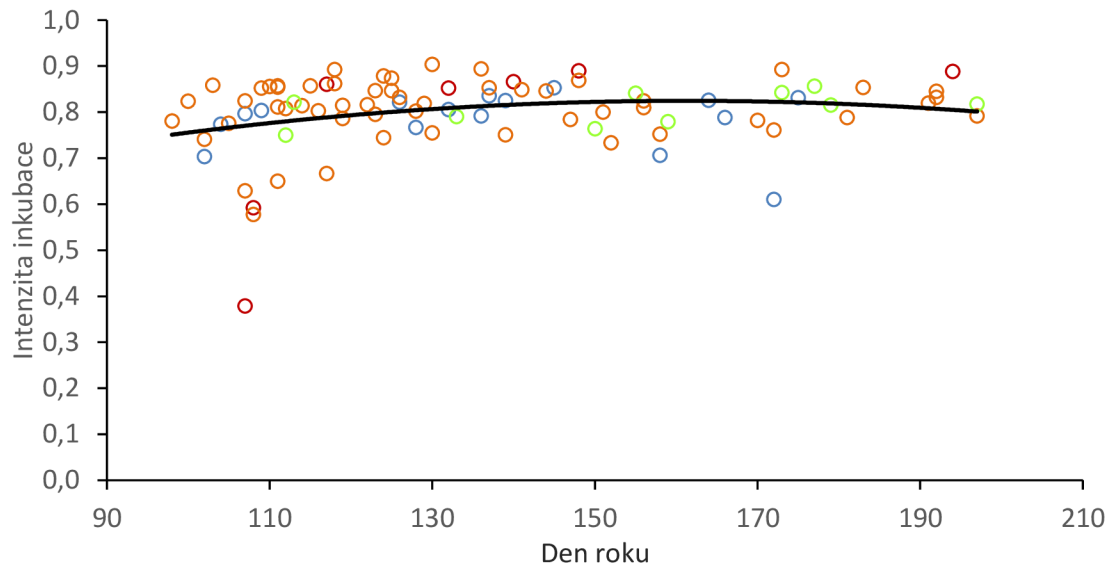
Obr. 8: Vliv sezóny na délku inkubační směny (min) drozda zpěvného na jednotlivých lokalitách (barevné rozlišení viz Obr.1). Znázorněná je proložená křivka (kvadratický polynom), $n = 89$, $R^2 = 0,059$.



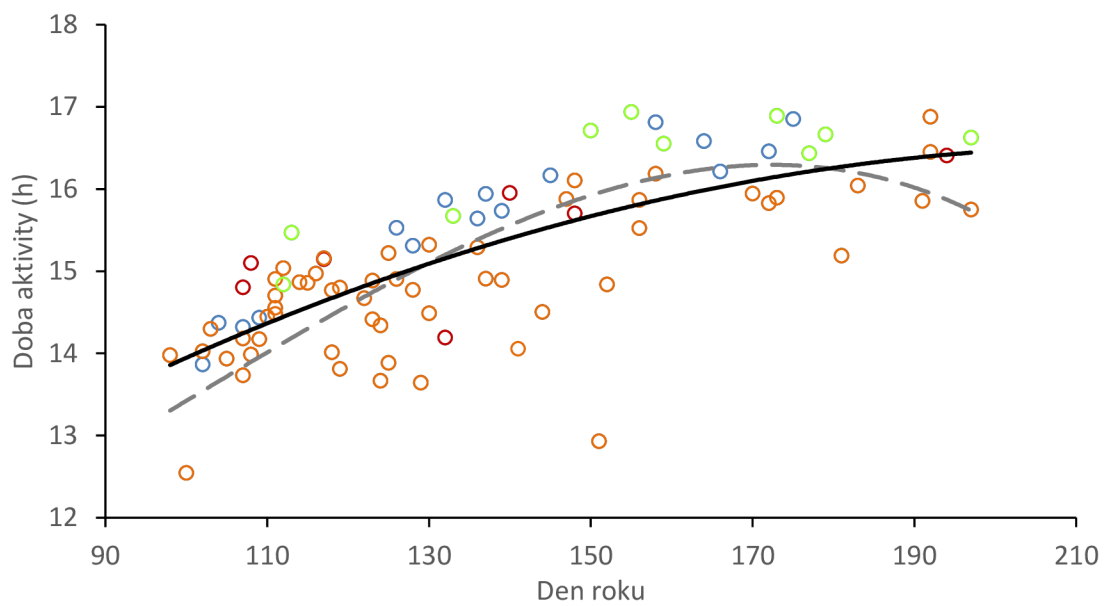
Obr. 9: Vliv sezóny na délku absencí (min) drozda zpěvného na jednotlivých lokalitách (barevné rozlišení viz Obr.1). Znáznorněná je proložená křivka (kvadratický polynom), $n = 89$, $R^2 = 0,043$, $R^2 = 0,040$ pro lineární trend.



Obr. 10: Vliv sezóny na počet směn/h drozda zpěvného na jednotlivých lokalitách (barevné rozlišení viz Obr. 1). Znáznorněná je proložená křivka (kvadratický polynom), $n = 89$, $R^2 = 0,037$.



Obr. 11: Vliv sezóny na intenzitu inkubace drozda zpěvného na jednotlivých lokalitách (barevné rozlišení viz Obr. 1). Znáznorněná je proložená křivka (kvadratický polynom), $n = 89$, $R^2 = 0,067$.



Obr. 12: Vliv sezóny na dobu aktivity (h) drozda zpěvného na jednotlivých lokalitách (barevné rozlišení viz Obr.1). Znáznorněná je křivka pro délku dne (přerušovaná čára) a proložená křivka (kvadratický polynom) pro dobu aktivity; $n = 89$, $R^2 = 0,572$.

Tabulka 1: Parametry inkubačního chování drozda zpěvného na lokalitách lesního (Luže, Hostýn, Grygov) a urbánního (Olomouc) prostředí. Pro jednotlivé parametry jsou uvedeny popisné statistiky. Hostýn -2 udává výsledky po vyloučení dvou hnízd s extrémními hodnotami.

Proměnná	Lokalita	Průměr	Medián	SD	Min	Max	N
Délka směny (min)							
	Luže	41,10	45,35	12,01	18,68	55,28	7
	Hostýn	46,75	46,90	11,81	22,33	66,58	18
	Hostýn -2	45,58	44,42	11,81	22,33	66,58	16
	Grygov	46,22	42,68	14,60	16,72	92,73	56
	Olomouc	45,57	42,59	10,64	33,38	65,77	10
	Celkem	45,63	43,52	13,43	16,72	92,73	89
Délka absence (min)							
	Luže	11,98	7,43	9,47	4,72	29,05	7
	Hostýn	20,11	10,56	26,14	7,92	108,75	18
	Hostýn -2	11,52	10,24	3,66	7,92	22,40	16
	Grygov	10,06	9,54	3,66	3,38	21,83	56
	Olomouc	10,10	10,66	2,28	6,42	14,62	10
	Celkem	10,48	9,98	4,22	3,38	29,05	89
Počet směn/h							
	Luže	1,13	1,13	0,13	0,94	1,34	7
	Hostýn	1,01	1,03	0,34	0,33	1,64	18
	Hostýn -2	1,09	1,06	0,26	0,72	1,64	16
	Grygov	1,14	1,13	0,33	0,55	2,28	56
	Olomouc	1,11	1,19	0,22	0,77	1,35	10
	Celkem	1,13	1,11	0,29	0,55	2,28	89
Intenzita inkubace							
	Luže	0,76	0,86	0,20	0,38	0,89	7
	Hostýn	0,74	0,79	0,15	0,28	0,85	18
	Hostýn -2	0,78	0,80	0,06	0,61	0,85	16
	Grygov	0,81	0,82	0,07	0,58	0,90	56
	Olomouc	0,81	0,82	0,04	0,75	0,86	10
	Celkem	0,80	0,82	0,08	0,38	0,90	89
Frekvence krmení/h (u všech hnízd)							
	Luže	0,05	0,00	0,10	0	0,25	7
	Hostýn	0,07	0,03	0,08	0	0,19	18
	Hostýn -2	0,07	0,06	0,08	0	0,19	16
	Grygov	0,05	0,00	0,08	0	0,39	56
	Olomouc	0,04	0,00	0,05	0	0,12	10
	Celkem	0,05	0,00	0,07	0	0,39	89
Frekvence krmení/h (u hnízd s krmením)							
	Luže	0,16	0,16	0,14	0,06	0,25	2
	Hostýn	0,13	0,13	0,05	0,06	0,19	9
	Hostýn -2	0,13	0,13	0,05	0,06	0,19	9
	Grygov	0,11	0,07	0,08	0,06	0,39	25
	Olomouc	0,09	0,09	0,04	0,06	0,12	4
	Celkem	0,12	0,10	0,07	0,06	0,39	40

Tabulka 2: Popisné statistiky pro délku denní aktivity vzhledem k délce světelného dne (min) u drozda zpěvného na lokalitách lesního (Luže, Hostýn, Grygov) a urbánního (Olomouc) prostředí.

Proměnná	Lokalita	Průměr	Medián	SD	Min	Max	N
	Luže	19,30	23,45	45,35	-63,47	70,02	7
	Hostýn	27,21	27,43	13,17	-2,22	50,10	18
	Hostýn -2	25,98	27,43	12,62	-2,22	43,30	16
	Grygov	-7,35	-0,17	43,97	-181,25	54,18	56
	Olomouc	41,08	39,38	22,17	9,18	77,05	10
	Celkem	6,18	17,03	42,02	-181,25	77,05	89

Tabulka 2: Podíl hnízd (%) s návštěvou samce a podíl hnízd (%) s výskytem inkubačního krmení drozda zpěvného na lokalitách lesního (Luže, Grygov, Hostýn) a urbánního (Olomouc) prostředí.

Proměnná	Lokalita	Podíl hnízd (%)	Počet výskytů	Celkem hnízd
Přítomnost samce				
	Luže	71,4	5	7
	Hostýn	77,8	14	18
	Hostýn -2	81,3	13	16
	Grygov	82,1	46	56
	Olomouc	80,0	8	10
	Celkem	80,9	72	89
Inkubační krmení				
	Luže	28,6	2	7
	Hostýn	50,0	9	18
	Hostýn -2	56,3	9	16
	Grygov	44,6	25	56
	Olomouc	40,0	4	10
	Celkem	44,9	40	89

5 Diskuse

Cílem práce bylo vyhodnotit variabilitu inkubačního chování drozda zpěvného v závislosti na typu prostředí. Dosažené výsledky představují první spolehlivé údaje pro tento běžný ptačí druh. Výsledné průměrné hodnoty jsou založeny na celodenních záznamech reprezentativního vzorku 89 hnízd na třech lokalitách lesního a jedné lokalitě urbánního prostředí. Výsledné průměrné hodnoty i rozsah variability inkubačního chování jsou v mezích typických pro pěvce mírného pásma (Austin et al. 2019, Conway & Martin 2000). Současně nebyl zjištěn výrazný rozdíl mezi lesním a urbánním prostředím, jediné délka denní aktivity se v urbánním prostředí značně prodlužovala. Spolehlivost závěrů je však omezená malým počtem hnízd z městského prostředí, proto by bylo zapotřebí širšího zpracování dat pro další porovnání.

Ptáci jsou nejčastěji studovanými organismy, na kterých jsou popisovány změny v chování, fyziologii či morfologii v závislosti na prostředí (Rodewald & Shustack 2008; Seress & Liker 2015). Urbanizovaná krajina představuje zcela jiný charakter než lokality přirozených stanovišť. Jedinci jsou na těchto nově vzniklých lokalitách vystaveni řadě rušivých vlivů lidské činnosti, umělému nočnímu osvětlení, antropogenním strukturám, novým predátorům či mírnějšímu klimatu, což určuje jejich vlastnosti (Seress & Liker 2015).

Jedním z klíčových procesů ptačí reprodukce je právě inkubace vajec (White & Kinney 1974), během které inkubující jedinec střídá období absencí (off-bouts) a období inkubačních směn (on-bouts; Boulton et al. 2010). Druhy s uniparentální inkubací se často potýkají se silným kompromisem mezi dobou trávenou zahříváním vajec a dobou trávenou mimo hnízdo (Tulp & Schekkerman 2006; Nord & Williams 2015; Díaz 2021). V reakci na změny prostředí či vlastnosti hnízdiště musí vyvážit rovnováhu mezi střídáním těchto období tak, aby udržely optimální teplotu zárodků (Batisteli et al. 2021; Heppner & Ouyang 2021).

Úpravy četností i délek inkubačních směn a absencí ovlivňuje teplota, dostupnost potravy a výskyt predátorů. Městské prostředí se vyznačuje teplejším mikroklimatem v důsledku efektu tepelného ostrova (Grimm et al. 2008), nižší dostupností potravy - hlavně pro hmyzožravé druhy (Seress et al. 2018) a také různou mírou predace (Vincze et al. 2017). V reakci na teplejší mikroklima často inkubující jedinci snižují intenzitu inkubace prodloužením absencí a zkrácením inkubačních směn (Haftorn 1979; Álvarez & Barba 2014; Amininasab et al. 2016). Také se ukázalo, že jedinci v reakci na vyšší riziko predace minimalizují svou aktivitu na hnízdě (Haftorn 1988; Conway & Martin 2000) prodloužením jak inkubačních směn, tak absencí a v důsledku nižší dostupnosti potravy absence naopak prodlužují (Conway & Martin 2000).

V této práci se průměrné délky inkubačních směn i absencí lišily jen málo. Přesto byla zjištěna delší směna v městském prostředí o 2 min, což není v souladu s předpokladem. Podobné práce představují kratší směny v městském prostředí. Například u střízlíka městského (*Troglodytes aedon*) byly inkubační směny v městském prostředí průměrně o 13 min kratší (Heppner & Ouyang 2021) a u kosa černého o 5 min kratší (Fojtlová 2020). Délka absencí byla delší v lesním prostředí jen o 1 min, podobně jako u kosa (Fojtlová 2020).

Intenzita inkubace může v důsledku delších absencí a kratších inkubačních směn v urbánním prostředí klesat. Porovnáním výsledků drozda, jsem ale zjistila o 3% vyšší intenzitu inkubace v urbánním prostředí, což neodpovídá očekávání. Průměrná intenzita inkubace v lesním prostředí byla 78 % a v urbánním 81 %. Právě v městském prostředí jsem očekávala nižší intenzitu inkubace podobně jako v dřívější studii, kdy byla zjištěna intenzita inkubace jedinců hnízdících v městském prostředí 74 % a v lesním 80 % (Batisteli et al. 2021). Pro druhy, kde inkubuje pouze jeden rodič, představuje 60-80 % denní aktivity normální intenzitu inkubace (Skutch 1962).

Denní aktivita v urbánním prostředí byla podle očekávání nejdelší. Druhy městských oblastí se projevují změnami vzorce denní aktivity (Longcore & Rich 2004), které jsou pravděpodobně důsledkem světelného znečištění (Dominoni & Partecke 2015; Seress & Liker 2015). V lesním prostředí jsem očekávala nižší hodnoty pro délku denní aktivity, ale jedinci dvou lesních lokalit naopak značně denní aktivitu nad délku světelného dne protahovali.

Jako většina pěvců (Boulton & Cassey 2012) i drozd zpěvný patří k těm, jež se vyznačují uniparentální inkubací. V tomto případě se jedná o asistovanou gyneparentální inkubaci (Williams 1996), kdy inkubující samici, která se potýká se silným kompromisem mezi dobou zahřívání vajec a dobou trávenou mimo hnízdo (Díaz 2021), vypomáhá samec tím, že ji přikrmuje a umožňuje jí tak zvýšit intenzitu inkubace (Matysioková & Remeš 2010, Matysioková et al. 2011). Frekvence krmení (počet/h) u drozda v lesním prostředí v průměru dosahovala hodnoty 0,06 a v urbánním prostředí 0,04. Rozdíl mezi typy prostředí byl tedy velmi malý. Celkově byla zjištěna nízká frekvence krmení oproti jiným druhům. Například frekvence inkubačního krmení u sýkory koňadry (*Parus major*) byla 0,86 (Matysioková & Remeš 2010) či u hýla rudoprsého (*Haemorhous mexicanus*) 0,89 (Stein et al. 2009). Podobně jako u hýla rudoprsého (Stein et al. 2009) byl i přes nízké hodnoty zjištěn náznak pozitivního vztahu mezi frekvencí inkubačního krmení a intenzitou inkubace, kdy v případech vyšších hodnot intenzity inkubace byly zaznamenány vyšší frekvence krmení.

Na inkubačním chování drozda se projevil také vliv načasování snůšky. Během hnízdní sezóny docházelo ke změnám hodnot jednotlivých inkubačních parametrů. Sezónní variabilita bývá přičítána zejména okolním teplotám a srážkám, které se v průběhu sezóny různě mění

(Coe et al. 2015). U drozda byly uprostřed sezóny zaznamenány mírně delší inkubační směny. Začátek sezóny byl provázen vyšším počtem inkubačních směn, v průběhu sezóny jejich počet klesal a koncem opět rostl. Ptáci také protahovali dobou aktivity délku světelného dne spíše na začátku sezóny, kdy jsou dny ještě krátké.

Zřejmě nejčastějším modelovým druhem pro výzkum ptáků v evropském městském prostředí se stal kos černý (Samaš et al. 2013). Drozd je považován za jeho velmi příbuzný druh (Schnack 1991). Dřívější práce zabývající se rozdíly mezi těmito druhy přinášejí poznatky o mnoha ekologických parametrech (Dyrce 1969; Paradis et al. 2000). Například v práci srovnávající velikost snůšek, denní míru hnízdní mortality během inkubace a období hnízdění a celkový reprodukční úspěch na 1 hnízdní pokus (vztaženy k faktorům prostředí) byly mezi těmito dvěma druhy zjištěny jen malé rozdíly. Např. velikost snůšky u drozda byla v průměru mírně vyšší (3,7 vajec) než u kosa (3,5 vajec). Denní míra mortality během inkubace byla vyšší u drozda (0,038) než u kosa (0,023). Denní míra mortality během celého hnízdního cyklu se téměř nelišila (0,024 u drozda vs. 0,023 u kosa). Konečný reprodukční výstup na 1 hnízdní pokus byl tedy vyšší u kosa (1,954) než u drozda (1,628; Paradis et al. 2000). O samotném průběhu inkubace těchto druhů však dosud neexistovalo mnoho záznamů a dosud nikdy nebyla inkubace těchto dvou druhů sledována současně.

Předložená práce je založena na datech sbíraných současně pro oba druhy, díky čemuž je porovnání jednotlivých parametrů inkubačního chování těchto dvou druhů možné. Porovnáním jsem zjistila, že průměrná délka inkubačních směn drozda byla na všech lokalitách vyšší. V rámci lesního prostředí trvala o 6 min déle než u kosa a v urbánním prostředí byl rozdíl 13 min. Délky absencí obou druhů se nelišily mezi jednotlivými lokalitami ani mezi typy prostředí. Rozdíl v průměrném počtu směn na hodinu denní aktivity byl mezi srovnávanými druhy v lesním prostředí malý. Hodnota průměrného počtu směn/h u drozda byla 1,12 a u kosa 1,35. Rozdíl v počtech směn/h v urbánním prostředí byl větší (drozd 1,11 a kos 1,56). Intenzita inkubace byla na všech lokalitách vyšší u drozda, což je důsledek delších inkubačních směn. Délka denní aktivity vůči délce světelného dne se u obou druhů výrazně lišila mezi lokalitami i mezi typy prostředí. Podle očekávání vyšly nejvyšší hodnoty v urbánním prostředí pravděpodobně v důsledku světelného znečištění (Dominoni et al. 2014). V rámci urbánního prostředí měl drozd denní aktivitu o 12 min delší než kos. Drozd měl tendenci značně protahovat denní aktivitu i v lesních lokalitách.

6 Závěr

Inkubační chování drozda zpěvného se mezi lesním a urbánním prostředím příliš nelišilo. Rozdíly v jednotlivých parametrech inkubačního chování byly zjištěny jen malé vůči celkové variabilitě, pouze délka denní aktivity v urbánním prostředí byla oproti délce denní aktivity v lesním prostředí značně delší. Při hodnocení vlivu sezóny byl zjištěn náznak unimodálního trendu pro délky inkubačních směn, kdy uprostřed sezóny byly směny mírně delší. Začátkem sezóny byl zjištěn mírně vyšší počet inkubačních směn, který v průběhu sezóny klesal a koncem sezóny znova rostl. Ptáci spíše přetahovali dobou aktivity délku světelného dne na začátku sezóny, kdy jsou dny krátké. Na délce absencí a intenzitě inkubace se vliv sezóny neprojevil. Ze srovnání drozda zpěvného s kosem černým vyplynulo, že drozd má pomalejší inkubační rytmus než kos v důsledku delších inkubačních směn a tím pádem také celkově vyšší intenzitu inkubace v lesním i urbánním prostředí. Oba druhy podle předpokladu vykazovaly výrazně delší aktivitu ve městě a drozd měl tendenci ji protahovat i v lesních lokalitách.

7 Literatura

- Álvarez, E., & Barba, E. 2014. Behavioural responses of great tits to experimental manipulation of nest temperature during incubation. *Ornis Fennica*, 91, 220–230.
- Amininasab, S. M., Birker, M., Kingma, S. A., Hildenbrandt, H., & Komdeur, J. 2017. The effect of male incubation feeding on female nest attendance and reproductive performance in a socially monogamous bird. *Journal of Ornithology*, 158, 687–696.
- Aminiasab, S. M., Kingma, S. A., Birker, M., Hildenbrandt, H., & Komdeur, J. 2016. The effect of ambient temperature, habitat quality and individual age on incubation behaviour and incubation feeding in a socially monogamous songbird. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 70, 1591–1600.
- Auer, S. K., Bassar, R. D., & Martin, T. E. 2007. Biparental incubation in the chestnut-vented tin-babbler *Parisoma subcaeruleum*: mates devote equal time, but males keep eggs warmer. *Journal of Avian Biology*, 38, 278–283.
- Aulsebrook, A. E., Connelly, F., Johnsson, R. D., Jones, T. M., Mulder, R. A., Hall, M. L., Vyssotski, A. L., & Lesku, J. A. 2020. White and amber light at night disrupt sleep physiology in birds. *Current Biology*, 30, 3657–3663.
- Austin, S. H., Robinson, W. D., Ellis, V. A., Robinson, T. R., & Ricklefs, R. E. 2019. Nest attendance by tropical and temperate passerine birds: Same constancy, different strategy. *Ecology and Evolution*, 9, 13555–13566.
- Badyaev, A. V., Hill, G. E., & Beck, M. L. 2003. Interaction between maternal effects: onset of incubation and offspring sex in two populations of a passerine bird. *Oecologia*, 135, 386–390.
- Bailey, R. E. 1952. The incubation patch of Passerine birds. *Condor*, 3, 121–136.
- Batisteli, A. F., De Souza, L. B., Santieff, I. Z., Gomez, G., Soares, T. P., Pini, M., Guillermo-Ferreira, R., Pizo, M. A., & Sarmiento, H. 2021. Buildings promote higher incubation temperatures and reduce nest attentiveness in a Neotropical Thrush. *Ibis*, 163, 79–89.
- Bearhop, S., Fiedler, W., Furness, R. W., Votier, S. C., Waldron, S., Newton, J., Bowen, G. J., Berthold, P., & Farnsworth, K. 2005. Assortative Mating as a Mechanism for Rapid Evolution of a Migratory Divide. *Science*, 310, 502–504.
- Blair, R. B. 1996. Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications*, 6, 506–519.

- Boulton, R. L., & Cassey, P. 2012. How avian incubation behaviour influences egg surface temperatures: relationships with egg position, development and clutch size. *Journal of Avian Biology*, 43, 289–296.
- Boulton, R. L., Richard, Y., & Armstrong, D. P. 2010. The effect of male incubation feeding, food and temperature on the incubation behaviour of New Zealand Robins. *Ethology*, 116, 490–497.
- Cepák, J., Klvaňa, P., Formánek, J., Horák, D., Jelínek, M., Schröpfer, L., Škopek, J., & Zárbynický, J. 2008. Atlas migrace ptáků České a Slovenské republiky. Praha: Aventinum; 2008. 608s
- Clergeau, P., Croci, S., Jokimäki, J., Kaisanlahti – Jokimäki, M.-L., & Dinetti, M. 2006. Avifauna homogenisation by urbanisation: Analysis at different European latitudes. *Biological Conservation*, 127, 336–344.
- Coe, B. H., Beck, M. L., Chin, S. Y., Jachowski, C. M. B., & Hopkins, W. A. 2015. Local variation in weather conditions influences incubation behavior and temperature in passerine bird. *Journal of Avian Biology*, 46, 385–394.
- Conway, C. J., & Martin, T. E. 2000. Evolution of passerine incubation behaviour: influence of food, temperature, and nest predation. *Evolution*, 54, 670–685.
- Croci, S., Butet, A., & Clergeau, P. 2008. Does urbanization filter birds on the basis of their biological traits? *Condor*, 110, 223–240.
- Davies, P. W., & Snow, D. W. 1965. Territory and food of the Song Thrush. *British Birds*, 5, 161–175.
- Díaz, D. 2021. Incubation behaviour of great tits *parus major* in response to ambient temperature in three contrasting mediterranean habitats (Doctoral dissertation, Universitat de València).
- Dominoni, D. M., & Partecke, J. 2015. Does light pollution alter daylength? A test using light loggers on free-ranging European blackbirds (*Turdus merula*). *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370, 20140118.
- Dominoni, D. M., Carmona-Wagner, E. O., Hofmann, M., Kranstauber, B. & Partecke, J. 2014. Individual-based measurements of light intensity provide new insights into the effects of

artificial light at night on daily rhythms of urban-dwelling songbirds. *Journal of Animal Ecology*, 83, 681–692.

Drent, R. H. 1970. Functional aspects of incubation in the Herring Gull. *Behaviour. Supplement*, 17, 1–132.

Durant, S. E., Hopkins, W. A., Hepp, G. R., & Walters, J. R. 2013. Ecological, evolutionary, and conservation implications of incubation temperature-development phenotypes in birds. *Biological Reviews*, 88, 499–509.

Dyrz, A. 1969. The ecology of the Songthrush (*Turdus philomelos* Brehm.) and Blackbird (*T. merula* L.) during the breeding season in area of their joint occurrence. *Ekologia Polska*, 17, 735–793.

Fojtlová, M. 2020. Inkubační chování kosa černého v lesním a urbánním prostředí [diplomová práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř v Olomouci. 40 s.

Francis, C. D., Ortega, C. P., & Cruz, A. 2009. Noise pollution changes avian communities and species interactions. *Current Biology*, 19, 1415–1419.

Gillings, S., & Scott, Ch. 2021. Nocturnal flight calling behaviour of thrushes in relation to artificial light at night. *Ibis*, 163, 1379–1393.

Grimm, N. B., Faeth, S. H., Gulobiewski, N. E., Redman, CH. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. 2008. Global change and the ecology of cities. *Science*, 319, 756–760.

Haftorn, S. 1979. Incubation and regulation of egg temperature in the Willow Tit *Parus montanus*. *Ornis Scandinavica*, 10, 220–234.

Haftorn, S. 1988. Incubating female passerines do not let the egg temperature fall below the 'physiological zero temperature' during their absences from the nest. *Ornis Scandinavica*, 19, 97–110.

Heppner, J. J., & Ouyang, J. Q. 2021. Incubation behavior differences in urban and rural house wrens, *Troglodytes aedon*. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 590069.

Isaksson, C. 2015. Urbanization, oxidative stress and inflammation: a question of evolving, acclimatizing or coping with urban environmental stress. *Functional Ecology* 29, 913–923.

Jerzak, L. 2001. Synurbanization of the magpie in the Palearctic. In *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World* (Marzluff, J.M. et al., eds), pp. 403–425, Kluwer Academic Publishers

- Jones, R. E. 1971. The incubation patch of birds. *Biological Reviews*, 46, 315–339.
- Kelleher, K. M. & O'Halloran, J. 2007. Influence of nesting habitat on breeding Song Thrushes *Turdus philomelos*. *Bird Study*, 54, 221–229.
- Kempnaers, B., Borgström, P., Loës, P., Schlicht, E., & Valcu, M. 2010. Artificial night lighting affects dawn song, extra-pair siring success, and lay date in songbirds. *Current Biology*, 20, 1735–1739.
- La Sorte, F. A., Fink, D., Buler, J. J., Farnsworth, A., & Cabrera-Cruz, S. A. 2017. Seasonal associations with urban light pollution for nocturnally migrating bird populations. *Global Change Biology*, 23, 4609–4619.
- Lack, D. 1949. Family size in certain thrushes (Turdidae). *Evolution*, 3, 57–66.
- Londoño, G. A., Levey, D. J., & Robinson, S. K. 2008. Effects of temperature and food on incubation behaviour of the northern mockingbird, *Mimus polyglottos*. *Animal Behaviour*, 76, 669–677.
- Longcore, T. & Rich, C. 2004. Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2, 191–198.
- Martin, T. E., Auer, S. K., Bassar, R. D., Niklison, A. M., & Lloyd, P. 2007. Geographic variation in avian incubation periods and parental influences on embryonic temperature. *Evolution*, 61, 2558–2569.
- Matysioková, B., & Remeš, V. 2010. Incubation feeding and nest attentiveness in a socially monogamous songbird: role of feather colouration, territory quality and ambient environment. *Ethology*, 116, 596–607.
- Nord, A., & Williams, J. B. 2015. The energetic costs of incubation In Deeming DC & Reynolds SJ (Eds.), *Nests, eggs, and incubation: New ideas about avian reproduction*. pp. 152–170.
- Ortega, C. P. 2012. Effects of noise pollution on birds: a brief review of our knowledge. *Ornithological Monographs*, 74, 6–22.
- Paradis, E., Baillie, S. R., Sutherland, W. J., Dudley, C., Crick, H. Q., & Gregory, R. D. 2000. Large-scale spatial variation in the breeding performance of song thrushes *Turdus philomelos* and blackbirds *T. merula* in Britain. *Journal of Applied Ecology*, 37, 73–87.

- Paralikiidis, N., Papageorgiou, N., Tsiompanoudis, A., & Kontsiotis, V. 2009. Song thrush *Turdus philomelos* winter diet in Mediterranean habitats: a case study in Greece. *Avocetta*, 33, 109–111.
- Redlisiak, M., Remisiewicz, M., & Nowakowski, J. K. 2018. Long-term changes in migration timing of Song Thrush *Turdus philomelos* at the southern Baltic coast in response to temperatures on route and at breeding grounds. *International Journal of Biometeorology*, 62, 1595–1605.
- Rodewald, A. D., & Shustack, D. P. 2008. Urban flight: understanding individual and population-level responses of Nearctic-Neotropical migratory birds to urbanization. *Journal of Animal Ecology*, 77, 83–91.
- Salmón, P., Stroh, E., Herrera-Dueñas, A., von Post, M., & Isaksson, C. 2018. Oxidative stress in birds along a NO_x and urbanisation gradient: An interspecific approach. *Science of the Total Environment*, 622, 635–643.
- Samaš P., Heryán J. & Grim T. 2013. Jak urbanizace ovlivňuje rozptylové chování kosa černého (*Turdus merula*)? *Sylvia* 49, 21–38.
- Seress, G., & Liker, A. 2015. Habitat urbanization and its effects on birds. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 61, 373–408.
- Seress, G., Hammer, T., Bókony, V., Vincze, E., Preiszner, B., Pipoly, I., Sinkovics, C., Evans, K. L., & Liker, A. 2018. Impact of urbanization on abundance and phenology of caterpillars and consequences for breeding in an insectivorous bird. *Ecological Applications*, 28, 1143–1156.
- Schnack, S. 1991. Breeding biology and nesting diet of the Blackbird *Turdus merula* L. and Song Thrush *Turdus philomelos* C.L.Brehm in Vienna and in an adjacent wood. *Acta ornithologica*, 2.
- Sinelschikova, A., Kosaver, V., Panov, I., & Baushev, A. N. 2007. The influence of wind conditions in Evrope on the advance in timing of the spring migration of the song thrush (*Turdus pilomelos*) in the south-east Baltic region. *International Journal of Biometeorology*, 51, 431–440.
- Skutch, A. F. 1962. The constancy of incubation. *The Wilson Bulletin*, 74, 115–152.
- Slabbekoorn, H., & Ripmeester, E. A. P. 2008. Birdsong and anthropogenic noise: implications and applications for conservation. *Molecular Ecology*, 17, 72–83.

- Snow, D. W. 1955. The Breeding of the Blackbird, Song Thrush, and Mistle Thrush in Great Britain Part II. Clutch-Size. *Bird Study*, 2, 72–84.
- Stein, L. R., Oh, K. P., & Badyaev, A. V. 2009. Fitness consequences of male provisioning of incubating females in a desert passerine bird. *Journal of Ornithology*, 151, 227–233.
- Šťastný, K., Bejček, V., & Hudec, K. 2006. Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001–2003. Praha: Aventinum; 2006. 464s
- Šťastný, K., Hudec, K., & kolektiv. 2011. Fauna ČR: Ptáci 3/I. Praha: Academia; 2., přepracované a doplněné vydání. 2011. 643s
- Tietze, D. T. 2018. *Bird Species: How they arise, modify and vanish (Fascinating life sciences)*. Switzerland: Springer; 2018. 266s
- Tombre, I. M., & Erikstad, K. E. 1996. An experimental study of incubation effort in high-Arctic barnacle geese. *Journal of Animal Ecology*, 65, 325–331.
- Tulp, I., & Schekkerman, H. 2006. Time allocation between feeding and incubation in uniparental arctic-breeding shorebirds: energy reserves provide leeway in a tight schedule. *Journal of Avian Biology*, 37, 207–218.
- Turner, J. S. 2002. Maintenance of egg temperature. In: Deeming, D. C. (ed.), *Avian Incubation: Behaviour, environment and evolution*. Oxford University Press, Oxford. pp 118–142.
- Vengerov, P. D. 2012. Effect of climate change on the arrival and breeding dates of the Song Thrush (*Turdus philomelos*) and Chaffinch (*Fringilla coelebs*) observed in Voronezh reserve. *Biology Bulletin Reviews*, 2, 183–189.
- Veselovský, Z. 2001. *Obecná ornitologie*. Vyd. 1. Praha: Academia; 2001. 357s
- Vincze, E., Seress, G., Lagisz, M., Nakagawa, S., Dingemanse, N. J., & Sprau, P. 2017. Does urbanization affect incubation of bird nests? A meta-analysis. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5, 29.
- Walker, C. H. 2003. Neurotoxic pesticides and behavioural effects upon birds. *Ecotoxicology*, 12, 307–316.
- White, F. N., & Kinney, J. L. 1974. Avian incubation. *Science*, 186, 107–115.

Wilkin, A. T., King, L. E., & Sheldon, B.C. 2009. Habitat quality, nesting diet, and provisioning behaviour in great tits *Parus major*. *Journal of Avian Biology*, 40, 135–145.

Williams, J. B. 1996. Energetics of avian incubation. In Carey, C. (ed): *Avian energetics and nutritional ecology*. Chapman and Hall, London, 375–415.

Zimmerling, J. R., & Ankney, C. D. 2005. Variation in incubation patterns of red-winged blackbirds nesting at lagoons and ponds in eastern Ontario. *Wilson Bulletin*, 117, 280–290.