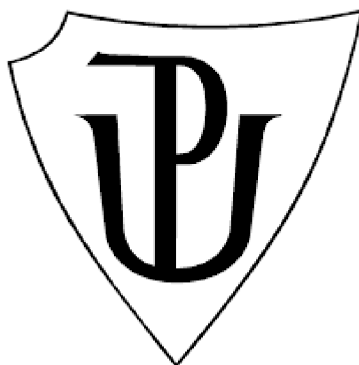


Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra zoologie



Načasování a délka denní aktivity na hnízdě u volně hnízdících pěvců

Diplomová práce

Bc. Tereza Hladká

Zoologie

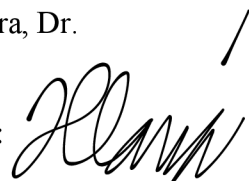
Vedoucí práce: Doc. Mgr. Karel Weidinger, Dr.

Olomouc 2023

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Načasování a délka denní aktivity na hnízdě u volně hnízdících pěvců vypracovala samostatně pod vedením Doc. Mgr. Karla Weidingera, Dr. a jen s použitím uvedených zdrojů.

V Olomouci dne 4.8.2023

Podpis:

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. Čížková', written in a cursive style.

Poděkování

Především bych chtěla poděkovat svému školiteli doc. Karlu Weidingerovi, bez jehož rad a vedení by se tato práce neobešla. Můj vděk dále patří přátelům, kteří mi byli oporou a poskytli občasné drobné rady pro psaní. Děkuji také své tělesné chránce, že pod vším tím stresem a litry kofeinu stále nezkolabovala. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině za podporu.

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

Jméno a příjmení autora: Tereza Hladká

Název práce: Načasování a délka denní aktivity na hnízdě u volně hnízdících pěvců

Typ práce: diplomová práce

Pracoviště: Katedra zoologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

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

Rok obhajoby práce: 2023

Abstrakt

Načasování a délka denní aktivity ptáků během hnízdění bývá ovlivněna potřebou nalezení dostatku potravy, avšak může být omezena potřebou spánku a vyhýbáním se aktivitě za špatného světla. V této práci jsem pomocí kontinuálních videozáznamů analyzovala parametry začátku a konce denní aktivity a spánku u čtyř otevřeně hnízdících druhů pěvců – kosa černého, drozda zpěvného, pěnice černohlavé a pěvušky modré. Nahrávky byly pořízeny v průběhu hnízdního období na třech rozdílných lokalitách s odlišnými habitaty, kterými byly v lužní les, podhorském smíšený les a horská smrčina. Přítomnost deště měla největší vliv na zkrácení doby denní aktivity a spánku. Výrazné byly také sezónní a habitatové rozdíly. Konec aktivity viditelně odrážel odlišný průběh zapojování vegetace mezi sledovanými lokalitami. Během péče o vylíhlá mláďata se už načasování aktivity relativně k východu a západu slunce výrazně neměnilo a doba aktivity sledovala délku dne. Pozorovala jsem také poměrně dlouhé latence k usnutí po přiletu na hnízdo a odletu z hnízda po probuzení, jejichž délka byla určena především deštěm a habitatem. Z těchto výsledků se dá usuzovat, že ve střední Evropě je délka aktivity sledovaných druhů limitována především dobou s dostatečným množstvím světla, nikoliv potřebou delšího spánku. Pravděpodobně se jedná o důsledek kombinace snížení efektivity hledání potravy a zvýšeného rizika predace. Pro spolehlivé určení konkrétního mechanismu by ale byl třeba detailnější výzkum sledující četnost krmení a riziko predace individuálního hnízda.

Klíčová slova: délka aktivity, délka spánku, načasování aktivity, ekologická omezení, limitující faktory, rodičovská péče, kontinuální videozáznam

BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION

Author's first name and surname: Tereza Hladká

Title: Timing and length of daily activity at the nest in open-nesting songbirds

Type of thesis: Master's thesis

Department: Department of Zoology, Faculty of Science, Palacký University of Olomouc

Supervisor: Doc. Mgr. Karel Weidinger, Dr.

Year of presentation: 2023

Abstract

Timing and length of a daily activity in birds during nesting period may be influenced by the need to get enough nutrition. On the other hand, it is limited by the need to spend enough time sleeping and to avoid being active during a low light intensity. In my thesis I analysed continuous videorecordings of four species of open nesting passerines – common blackbird, song thrush, Eurasian blackcap and dunnock. I inspected variables of start and offset of an activity and a sleep in three different locations and therefore habitats. These were a riparian forest, a mid-elevation mixed forest and a montane spruce forest. The most prominent was the negative effect of precipitation on sleep and activity length. Pronounced were also differences during season and between habitats. Offset of daily activity followed different plant covering pattern between different study sites. After hatching of chicks activity patterns relative to sunrise and sunset are not changing anymore and activity onset and offset follows times of a daylight. Relatively long latency to sleep after activity end and to activity onset after waking up were observed. Their length was predicted mostly by rain and habitat. Therefore, I can conclude that central European birds that I studied are limited by the time of daylight and need for sleep plays a minor role. Reason for that probably is lower foraging effectivity combined with higher risk of being predated. To better identify exact cause it would be necessary to research this topic in more detail including feeding rate and individual risk of being predated.

Key words: activity length, sleep length, timing of an activity, ecological constraints, limiting factors, parental care, continuous videorecording

Obsah

Úvod	7
Metodika.....	9
Výsledky.....	11
Kos černý	11
Drozd zpěvný	21
Pěnice černohlavá	23
Pěvuška modrá.....	26
Diskuze	27
Závěr.....	34
Citace:.....	35

Úvod

Existuje několik hypotéz o načasování denní neaktivity a spánku (Amlaner & Ball 1983). Jednotlivé hypotézy nejsou vzájemně se vylučující a dá se téměř jistě předpokládat, že se ptáci při načasování své denní aktivity rozhodují pro optimální kompromis mezi několika protichůdnými potřebami.

První skupina hypotéz předpokládá striktně fyziologickou potřebu strávit určitý čas spánkem, během kterého dochází k opravám a údržbě tkání, zdůrazňován je především mozek a nervová soustava (Amlaner & Ball 1983, Roth et al. 2010). Pozornost tohoto směru je směřována spíše na savce (Roth II et al. 2010), v rámci ptáků je však zřejmá minimálně souvislost mezi spánkem a schopností učení se zpěvu (Deregnacourt et al. 2005, Gobes et al. 2010). Na druhou stranu je doloženo mnoho případů výrazné redukce doby strávené spánkem bez zjevného zhoršení kognitivních schopností. Například během období namlouvání samci pěvců obhajují svá teritoria a signalizují svou kondici mimo jiné i dřívějším časem začátku zpěvu nebo zpěvem přímo během noci (Amrhein et al. 2002, Poesel et al. 2006, Sexton et al. 2007, Amrhein & Lerch 2010, Steinmeyer et al. 2010, Ward et al. 2014). Podobně tomu může být i u polygynních nepěvců ve vysokých zeměpisných šířkách, kdy samci alokují co nejvíce času do hledání partnerek (Lesku et al. 2012). Řada studií také potvrzuje dřívější začátek zpěvu u samců v lepší kondici (Otter et al. 1997, Thomas et al. 2002, Poesel et al. 2006, Murphy et al. 2008) a atraktivitu brzkého začátku zpěvu pro samice (Poesel et al. 2006, Dolan et al. 2007, Murphy et al. 2008). Toto naznačuje, že kratší doba spánku je čestným signálem kvality u pěvců. Dalším příkladem výrazného omezení času stráveného spánkem je migrace druhů táhnoucích v noci (Chan 1995, Rattenborg et al. 2004). Tato schopnost se však zdá být omezená jen na toto období a mimo ně se ptáci s takovým nedostatkem spánku vyrovnávají hůře (Rattenborg et al. 2004). Dalším příkladem fyziologické nutnosti spánku může být prodloužení doby strávené spánkem noc následující po spánkové deprivaci (Raap et al. 2016), či patrnost ve vztahu doby strávené spánkem vzhledem k východům a západům slunce v průběhu roku. Během krátkých dní uprostřed léta ve vyšších zeměpisných šířkách ptáci mnohdy nevyužívají celou světlou část dne, zatímco během krátkých zimních dní se snaží světla využít co nejdéle (Sanz 1999, Sanz et al. 2000, Steinmeyer et al. 2010, Shaw & Cresswell 2014).

Další hypotézou načasování spánku a neaktivity je uchování energie během té části dne, kdy je nevýhodné provozovat jiné činnosti (Amlaner & Ball 1983, Stuber et al. 2015a). V průběhu temné části dne je pro denní druhy neefektivní trávit čas hledáním potravy (Kacelnik 1979). Množství potřebného světla pro aktivitu ptáků lze na mezidruhovém úrovní vyvodit podle velikosti očí (Thomas et al. 2002). Stejně tak například během deště a jiného nevhodného počasí může být výhodnější zůstat ukrytý v příhodnějším mikroklimatu (Kluyver 1950, (Reebs 1986). Je také známo, že během spánku klesá teplota a s ní i rychlost metabolismu (Ward et al. 2003), pokud tedy není sběr potravy v danou denní dobu dostatečně efektivní, může být pro jedince výhodnější strávit tento čas spánkem (Stuber et al. 2015b). Proti této hypotéze však mluví absence korelace mezi dobou strávenou spánkem a rychlostí metabolismu na mezidruhovém úrovní (Roth et al. 2006).

Další hypotéza je založena na tom, že během noci, kdy jsou denní druhy ptáků ve větším ohrožení predátory v důsledku omezených zrakových schopností, je pro ně výhodnější zůstat imobilní a nepřítahovat tím na sebe pozornost (Amlaner & Ball 1983, Schmidt & Belinsky 2013). Zároveň se mohou pasivním setrváním v bezpečnějším prostředí nočním predátorům časoprostorově vyhnout (Lima 1988, Krams 2000, Stuber et al. 2014, Santema et al. 2019). Samozřejmě, základní nutností pro drobné denní ptáky s rychlým metabolismem je nalezení dostatku potravy před nocí, která pro ně představuje relativně dlouhé období neschopnosti se nakrmit, a ti tím pádem potřebují získat dostatek energie pro její přečkání (Doucette & Reeb 1994). Z tohoto hlediska se dá očekávat delší aktivita především v chudších habitatech, obdobích, nebo v době zvýšené potřeby potravy (Jetz et al. 2003, Zarybnicka et al. 2012). Typickým příkladem jsou období krmení mláďat altriciálních druhů (Kluijver 1950, Sanz et al. 2000, Zarybnicka et al. 2012, Rose & Lyon 2013) nebo dlouhé chladné zimní noci (Bonter et al. 2013). Zároveň mohou být méně zdatní jedinci nebo druhy omezení vyšší kompeticí o potravu v určité části dne, a tak prodlužovat svou aktivitu i do časů méně výhodných z hlediska rizika predace (Fitzpatrick 1997, Lahti et al. 1997). Tyto interakce spolu velice úzce souvisí a jedinci volí trade-off mezi rizikem predace a vyhladovění (Lima 1988, Bonter et al. 2013).

Ve své diplomové práci jsem pomocí průběžného kamerového záznamu z hnízd zkoumala chování související s načasováním délky denní aktivity a spánku u čtyř druhů ptáků: kosa černého (*Turdus merula*), drozda zpěvného (*Turdus philomelos*), pěnice černohlavé (*Sylvia atricapilla*) a pěvušky modré (*Prunella modularis*). Zvolila jsem více druhů, protože pro zjištění platnosti biologického jevu je žádoucí replikovat výzkum, například na více druzích (Garland & Adolph 1994, Johnson 2002). Druhy byly vybrány pro dostatečné množství nahraných hnízd. Zkoumané druhy se liší ve své ekologii. Společnými vlastnostmi všech druhů je, že se jedná o pěvce stavící otevřená hnízda, u kterých o potomstvo pečují obvykle oba rodiče. Všechny druhy se také živí primárně bezobratlými. Odlišnosti spočívají mimo jiné v rozdílné délce denní aktivity – drozdovití reprezentují obecně velice dlouho aktivující ptáky, hledající potravu i za velmi nízkého osvětlení a jejichž samci zahajují zpěv brzy, zatímco pěvuška a pěnice aktivují později; v pohlavním dimorfismu; v interakcích na hnízdě v rámci páru – u pěnice černohlavé se při inkubaci střídá samec se samicí, u ostatních druhů inkubuje až na vzácné výjimky jen samice (del Hoyo et al. 2005, del Hoyo et al. 2006) a inkubující samice kosa, drozda a pěvušky jsou krmeny na hnízdě samcem, u pěvušky však s mnohem větší intenzitou a hnízdění se může účastnit i více samců (del Hoyo et al. 2005, del Hoyo et al. 2006, vlastní pozorování z videozáznamů).

Z hlediska hypotézy fyziologické potřeby spánku lze očekávat, že v části sezóny, kdy budou dny nejdelší, se doba spánku nebude zkracovat, přestože by se mohla krátit ranní/večerní latence, tj. doba mezi přiletem na hnízdo a začátkem spánku/doba mezi probuzením se a odletem z hnízda (při platnosti omezení délkou denního světla). Ptáci by tedy měli v průběhu celé sezóny strávit spánkem přibližně stejnou dobu, případně by se někdy před letním slunovratem měla délka spánku přestat zkracovat.

Pokud platí omezení striktně dobou světla, očekávám prodlužování se délky aktivity s postupem sezóny a opětovné zkracování po letním slunovratu podle změny časů východu

a západu slunce. Předpokládám zároveň rozdíly mezi jednotlivými habitaty, kdy v lužních lesích by měl být po pominutí jarního aspektu a výrazným zapojením korun stromů pokles délky denní aktivity vůči východu a západu slunce oproti ostatním lokalitám se slabým (smíšený podhorský les) a zanedbatelným (horský smrkový les) jarním aspektem a s tím spojeným poklesem světelnosti. Lze také očekávat silný vliv deště a oblačnosti, které mohou značně ovlivnit viditelnost.

Pokud je pro ptáky klíčové množství potravy, předpokládám nejdelší aktivitu v době její největší potřeby, měla by se tedy prodloužit po vylíhnutí mláďat a dále se prodlužovat s jejich růstem, zároveň by měla být delší u párů starajících se o větší počet mladých.

Přestože některé studie poukazují na relativně delší čas strávený na hnízdě v pozdějších fázích inkubace (Klujiver 1950, Maxson 1977, Graham et al. 2017), nejedná se o mnohokrát popisovaný jev a považuji za pravděpodobné, že oproti ostatním faktorům bude jeho vliv zanedbatelný. Oproti tomu lze během inkubace rozhodně očekávat kratší délku aktivity oproti fázi krmení, především starších mláďat s vyvinutou endotermií.

Jednou z možných antipredačních strategií, o které toho dle mého vědomí nebylo mnoho publikováno, je bdělost během noci. V případě velkého výskytu nočních predátorů je samice ostražitá v průběhu noci a v případě objevení predátorem má tak šanci uniknout alespoň ona, případně se může pokusit hnízdo ubránit (Brynychova et al. 2020). Očekávám tedy, že pokud bude hnízdo vystavené většímu riziku noční predace, bude tendence vyhnout se aktivitě za soumraku a nepřítahovat tak k hnízdu pozornost. Zároveň očekávám kratší dobu spánku na těchto hnízdech bez ohledu na délku aktivity jako takové, a to díky prodloužení latence mezi přiletem na hnízdo a usnutím a probuzením se a odletem z hnízda.

Otázkou také je, zda bude u zvolených druhů běžnější přizpůsobení délky aktivity pomocí změny jejího začátku, konce či obojího. Cílem této práce je zjistit, jak výše uvedené faktory ovlivňující načasování a délku denní aktivity a posoudit, která z výše uvedených hypotéz se nejlépe vztahuje ke sledovaným druhům otevřeně hnízdících pěvců ve střední Evropě.

Metodika

Diplomová práce spočívala v analýze videozáznamů monitorujících průběh hnízdění otevřeně hnízdících pěvců poskytnutých školitelem (Karel Weidinger). Záznamy byly pořízeny mezi lety 2016–2021 a pocházely ze tří biotopově odlišných lokalit – lužní les Království u Grygova, smíšené bučiny Hostýnských vrchů a horské smrčiny Krkonošského národního parku.

U každého dne hnízdění jsem zaznamenávala začátek a konec denní aktivity a začátek a konec spánku samice. Určení pohlaví bylo možné u druhů s pohlavním dimorfismem – u kosa černého a pěnice černohlavé. U zbylých druhů, kde se pohlaví zbarvením neodlišují, byl za samici považován jedinec nocující na hnízdě. Za začátek denní aktivity jsem považovala první ranní

odlet z hnízda, za konec aktivity pak poslední večerní usednutí na hnízdo a zahřívání obsahu hnízda (inkubace a brooding). K této definici jsem se rozhodla kvůli potřebě mít ekvivalentní chování v průběhu celého průběhu hnízdění, a protože po vylíhnutí mláďat se poslední zakrmení a odklizení trusu často vyznačovalo intenzivním pohybem na hnízdě, proto považuji tento zápis za více vypovídající než pouhý odlet z/přilet do okolí hnízda. Krátká přerušení zahřívání například v důsledku pozdější návštěvy samce s potravou jsem za denní aktivitu nepovažovala, pokud samice neopustila bezprostřední okolí hnízda.

Za začátek spánku jsem považovala čas, kdy sedící samice zaujala spánkovou polohu se zobákem ukrytým pod křídlem a setrvala v ní minimálně 30 sekund po posledním přiletu na hnízdo, za konec spánku ukončení alespoň 10 sekund trvající spánkové polohy před prvním odletem z hnízda. K mému vědomí nelze určit přesný nástup a konec spánku bez sledování mozkové aktivity. Zároveň neposuzuji chování v průběhu noci, uvedená definice však může odrážet alespoň přibližně dobu, kdy probíhala hlavní doba spánku sledovaného zvířete (Amlaner & Ball 1983). Stejná definice spánku byla také použita ve studii od Steinmeyer et al. (2010, 2013). Za spánek jsem považovala i jisté „poloviční“ zaujetí spánkové polohy s hlavou stočenou do strany a se zobákem svěšeným dolů, nikoli uloženým mezi letkami křídla, pokud pták setrval bez pohybu výše uvedený časový úsek. Ve většině případů nebylo těžké odlišit bdělé a spící zvíře. Kosi a drozdi spánkovou polohu obvykle zaujímali překvapivě pozdě, přesto věřím, že je zaujetí spánkové polohy dostatečně dobrým indikátorem spánku, protože u hnízd, kde kamera snímala zvíře dostatečně detailně, byl vidět pohyb otevřených očí během normální bdělé polohy i dlouho do noci. Ptáci navíc často během bdění pohybovali hlavou a aktivně se rozhlíželi.

Z časů začátku a konce aktivity jsem počítala celkovou délku aktivity a spánku a délku ranní a večerní latence. Ranní latenci jsem počítala jako rozdíl mezi probuzením a začátkem aktivity, večerní latenci jako rozdíl mezi koncem aktivity a začátkem spánku. V případě časného probuzení a odletu z hnízda v důsledku vyplašení nocující samice jsem daný den do analýzy začátku aktivity/konce spánku nezahrnovala. Zda samice opustila hnízdo kvůli vyrušení bylo zřejmé podle překotného odletu a často i pohybu listů na záznamu způsobeném pohybem jiného zvířete. Stejně tak jsem do analýzy nezahrnula dny, kdy překážky bránící výhledu kamery neumožňovaly spolehlivě určit přesnou dobu načasování aktivity a spánku.

Ke každé lokalitě jsem pro jednotlivé dny přiřadila časy východu a západu slunce vygenerované ze stránek <https://gml.noaa.gov/grad/solcalc/>. Tyto časy jsem doplnila pro střední polohu každé lokality, protože rozdíly mezi pozicemi jednotlivých hnízd jsou v tomto ohledu zanedbatelné. Jakožto další faktory jsem zaznamenávala fázi hnízdění (kladení prvního až posledního vejce, inkubace, líhnutí prvního vejce, krmení mláďat), stáří (den 0 = den líhnutí prvního potomka), počet potomků (v případě snížení počtu uveden stav ráno v době začátku aktivity) a zvláštní události (v podobě částečné/úplné predace, opuštění hnízda, úhyn mláděte, vyplašení samice v průběhu předchozího večera a vyvedení). Protože předchozí výzkumy naznačují výrazný vliv některých prvků počasí na délku aktivity (e.g. Kluijver 1950, Reeb 1986, Bruni et al. 2014), zaznamenala jsem také přítomnost srážek v době kolem začátku/konce aktivity samice, viditelných na kamerovém záznamu.

Data jsem vyhodnotila v programu R. Primárním cílem práce bylo odhalení vzorů v datech a jejich vizualizace. Zahrnuta byla všechna data včetně odlehlých hodnot (po prověření správnosti zápisu) a bez použití transformací.

Protože proměnné fáze hnízdního cyklu a stáří jsou vzájemně provázané, zanalyzovala jsem zvlášť jednotlivé hnízdní fáze (pouze fáze inkubace a krmení, protože fáze snášení a líhnutí trvají jen krátkou dobu a pro jejich analýzu není dostatek dat), jelikož se jedná o období zřetelně biologicky odlišené. Pro každou hnízdní fázi daného druhu jsem fitovala samostatný obecný lineární model (funkce lme). Vysvětlovanou proměnnou byl vždy daný parametr denní aktivity či spánku (začátek aktivity relativně vůči východu slunce, konec aktivity relativně vůči západu slunce, celková délka aktivity, ranní latence, večerní latence a délka spánku). Vysvětlujícími proměnnými (prediktory) byly datum zahrnující lineární i kvadratický efekt, lokalita, stáří vajec/mláďat, počet potomků a přítomnost deště. V případě konce aktivity a večerní latence jsem mezi prediktory dále přidala, zda daný den proběhla kontrola hnízda a u délek obou latencí, zda bylo hnízdo v nějakém bodě predované. Protože pozorování na jednom hnízdě nejsou nezávislé, obsahoval každý model identitu hnízda zadanou jako náhodný efekt (náhodný intercept).

Protože délka fotoperiody vykazuje během hnízdní sezóny unimodální průběh, zahrnula jsem do všech modelů kvadratický efekt sezóny, bez ohledu na jeho statistickou významnost v daném případě. Dále uváděné efekty ostatních prediktorů jsou tedy vždy ošetřeny o kvadratický efekt sezóny. Jednou z hlavních otázek práce bylo posoudit, zda se sezónní variabilita v chování liší mezi lokalitami (habitaty). To bylo modelováno jako interakce datum (lineární a kvadratické) x lokalita. Statistickou významnost prediktorů jsem posuzovala na základě testu pro odhad příslušného parametru. V případě prediktorů modelovaných více parametry (lokalita, kvadratické datum, interakce) jsem porovnála model s/bez daného prediktoru pomocí likelihood ratio testu (LRT). Porovnáváním dvojic modelů jsem posléze vyhodnotila, který z nich vychází nejlépe.

Pro kreslení grafů jsem pak použila predikované hodnoty z modelů získané pomocí balíčku ggeffects, funkcí ggemmeans. Pouze pro zobrazení sezónního průběhu, vlivu lokality a jejich interakce jsem použila model zahrnující interakci těchto proměnných. U ostatních grafů jsem použila modely s kvadratickým efektem sezóny bez interakce s lokalitou. Protože na správné posouzení vlivu lokality a interakce data s lokalitou v rámci Krkonoš není dostatek dat (u kosa zanalyzováno 6 hnízd, u pěnice 12 hnízd), výsledky k nim jsou pouze orientační.

Výsledky

Kos černý

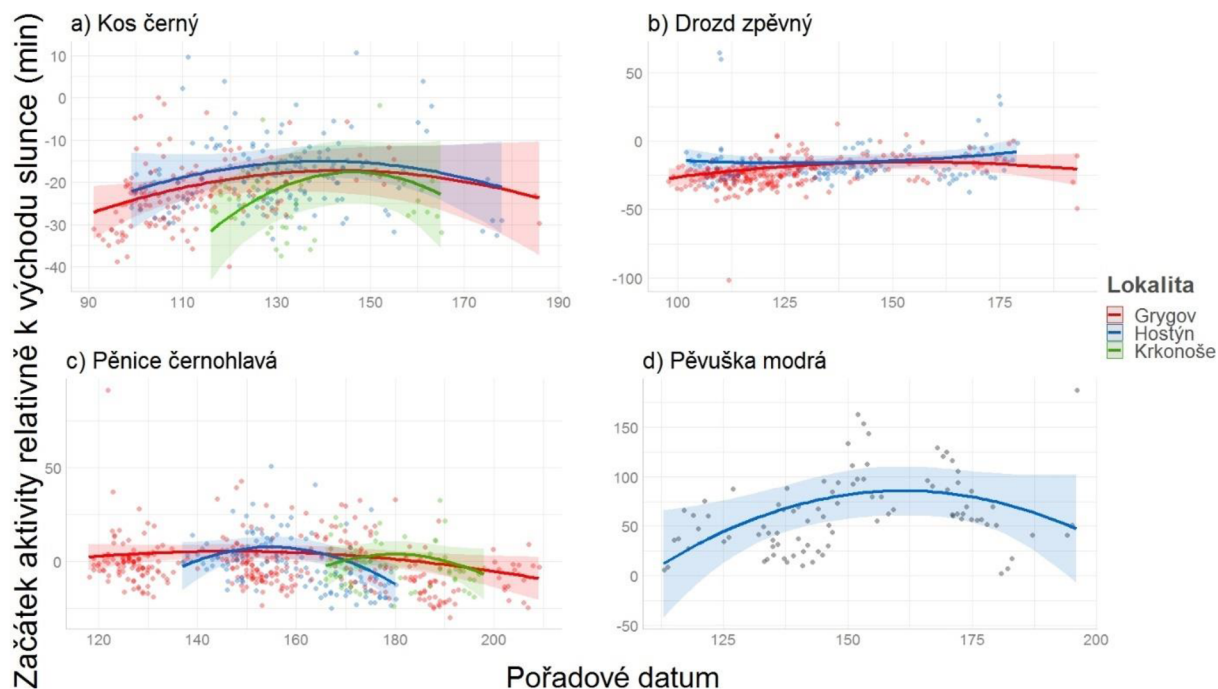
Celkem jsem zanalyzovala chování z 66 hnízd a v rámci nich 1010 dní (tab. 1), kdy byl zaznamenán alespoň jeden ze sledovaných parametrů. Samice kosů začínaly aktivovat

v průměru $24,06 \pm 7,98$ (průměr \pm SD) min před východem slunce, končily svou aktivitu $1,43 \pm 17,35$ minut před západem slunce, byly aktivní po dobu $15,35 \pm 0,43$ h a spaly $6,42 \pm 1,21$ h. Ranní latence u nich trvala $27,41 \pm 21,71$ min a večerní latence $96,04 \pm 55,00$ min.

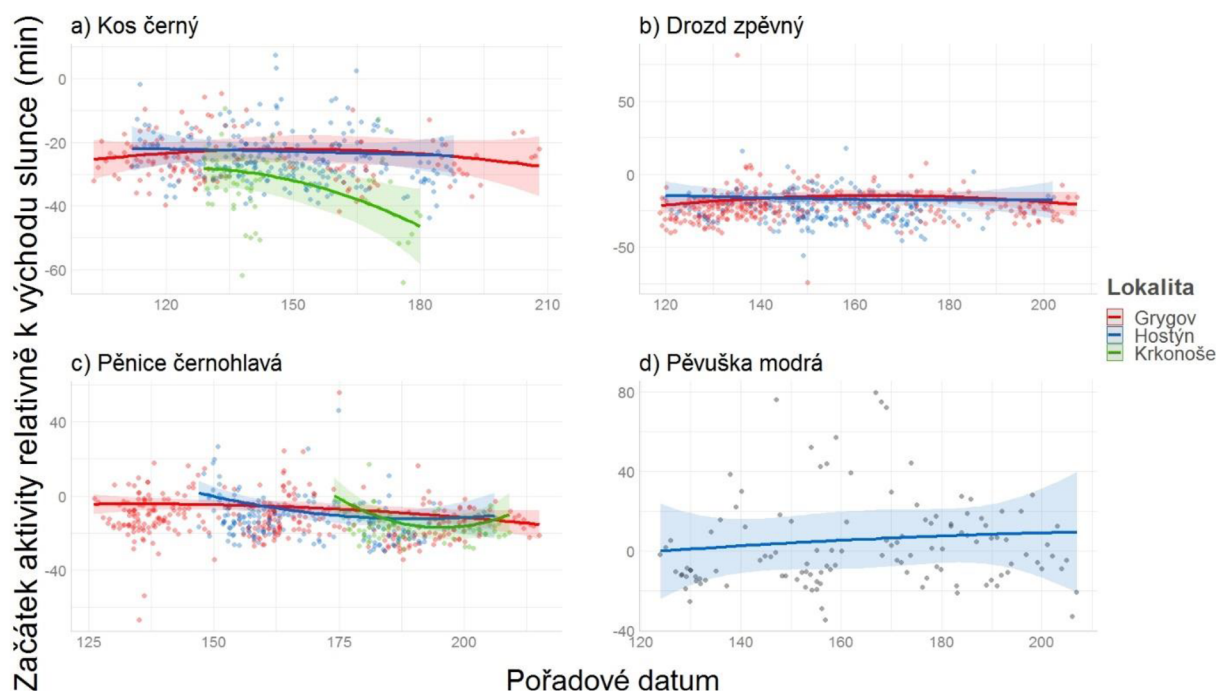
Tabulka 1: Velikost vzorku v rámci jednotlivých lokalit.

Druh	Lokalita	Počet hnízd	Počet dní
Kos černý	Grygov	29	405
	Hostýn	31	502
	Krkonoše	6	103
Drozd zpěvný	Grygov	53	758
	Hostýn	37	433
Pěnice černohlavá	Grygov	80	916
	Hostýn	35	376
	Krkonoše	12	169
Pěvuška modrá	Hostýn	24	299
Celkem	NA	307	3961

Velmi výrazný vliv na **relativní začátek aktivity** (obr. 1 a 2, přílohové tab. 1 a 2, přílohové obr. 1–3) mělo datum (kvadratický efekt), ale pouze během fáze inkubace. Významný byl vliv deště, během inkubace byl při dešti začátek aktivity opožděný o 4 min a během krmení mlád'at o 5 min. Během fáze inkubace mělo také slabý vliv na okraji statistické signifikance stáří, kdy s blížícím se líhnutím aktivita začínala každý den o 0,24 min později. Pro období krmení mělo stáří mlád'at vliv větší, avšak v opačném směru – s vyšším stářím mlád'at samice začíná aktivovat každý den o 0,48 min dříve. Během krmení měl vliv počet potomků, s každým dalším mládětem začínala samice aktivovat v průměru o 1,20 min dříve. Statisticky významný byl efekt lokality, kdy samice v Krkonoších začínaly aktivovat o 9 min dříve než jinde.

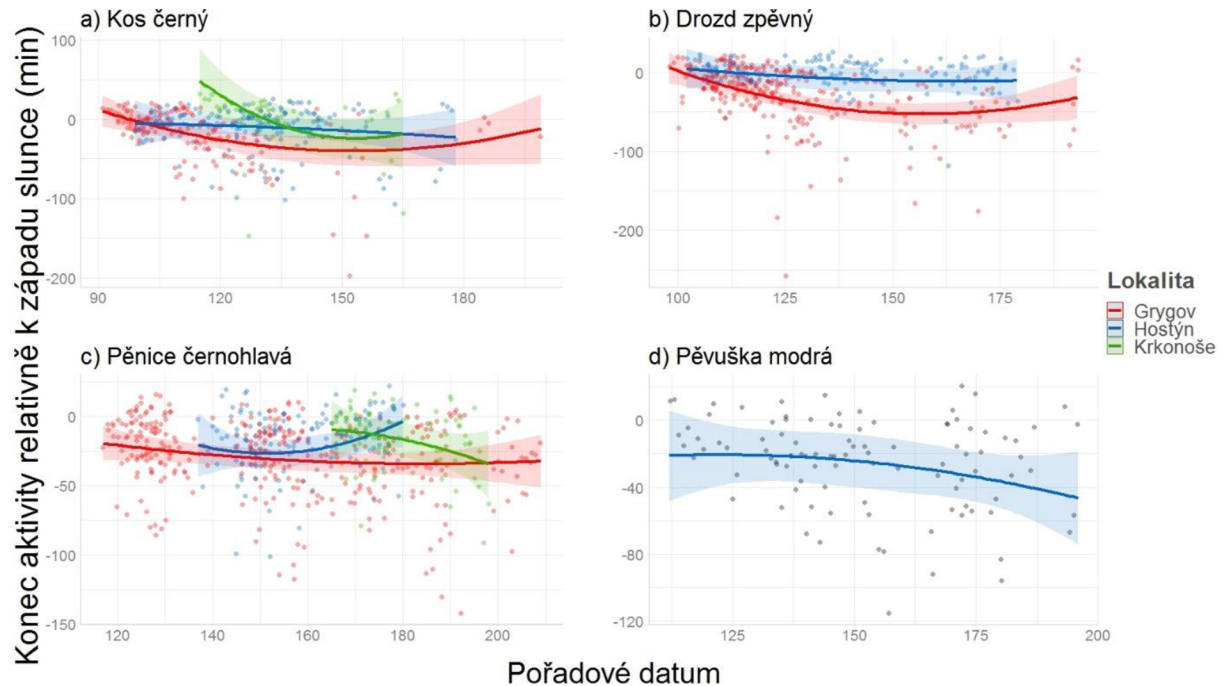


Obrázek 1: Rozdíly v sezónním průběhu relativního začátku aktivity inkubujících ptáků mezi jednotlivými lokalitami. Křivky znázorňují výsledky modelu zahrnujícího kvadratický efekt data v interakci s lokalitou, stínování zobrazují 95% konfidenční intervaly.

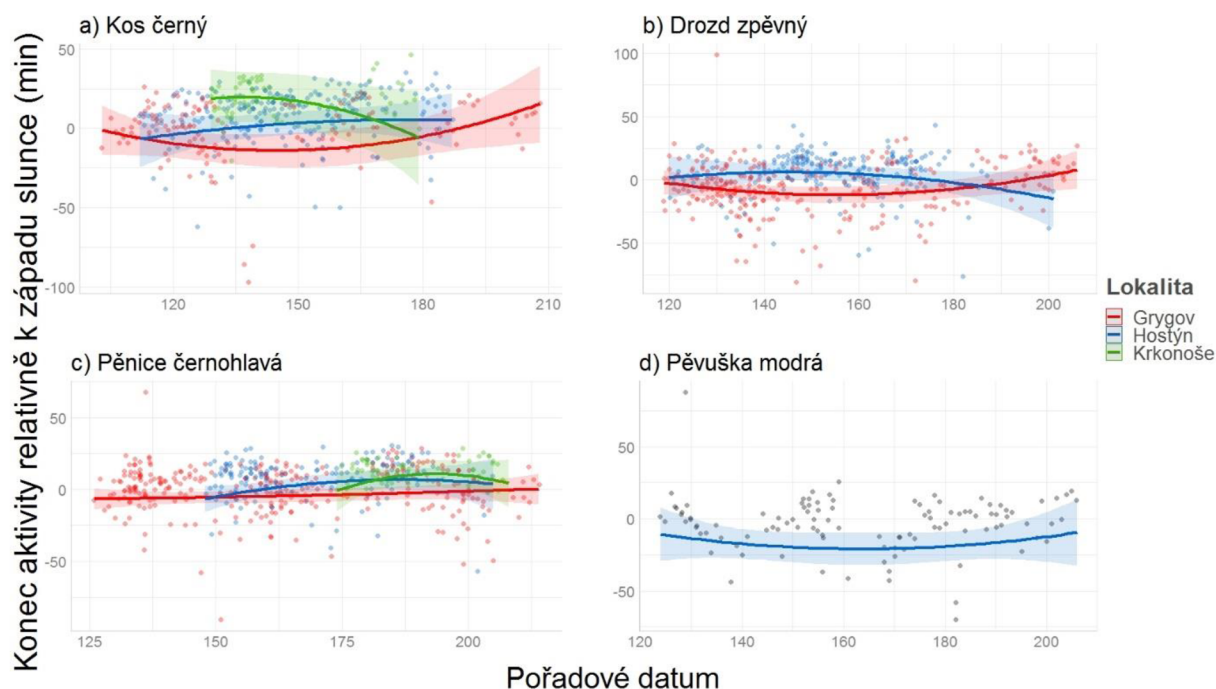


Obrázek 2: Rozdíly v sezónním průběhu relativního začátku aktivity ptáků pečujících o mláďata mezi jednotlivými lokalitami. Křivky znázorňují výsledky modelu zahrnujícího kvadratický efekt data v interakci s lokalitou, stínování zobrazují 95% konfidenční intervaly.

Na **relativní konec aktivity** (obr. 3 a 4, přílohové tab. 3 a 4, přílohové obr. 4–6) mělo výrazný vliv datum, ale jako v předchozím případě pouze během období inkubace. Jediným dalším signifikantním prediktorem při inkubaci byla lokalita, aktivita ptáků v Grygově končila dříve než u těch v Hostýně (18 min) i v Krkonoších (31 min). Vliv lokality zůstává i během fáze krmení (Hostýn: 10,5 min; Krkonoše: 23,5 min). Během deště končila aktivita o 16,5 min dříve. Aktivita naopak končila později s rostoucím stářím (o 0,66 min za den) a počtem mláďat (o 1,97 min).

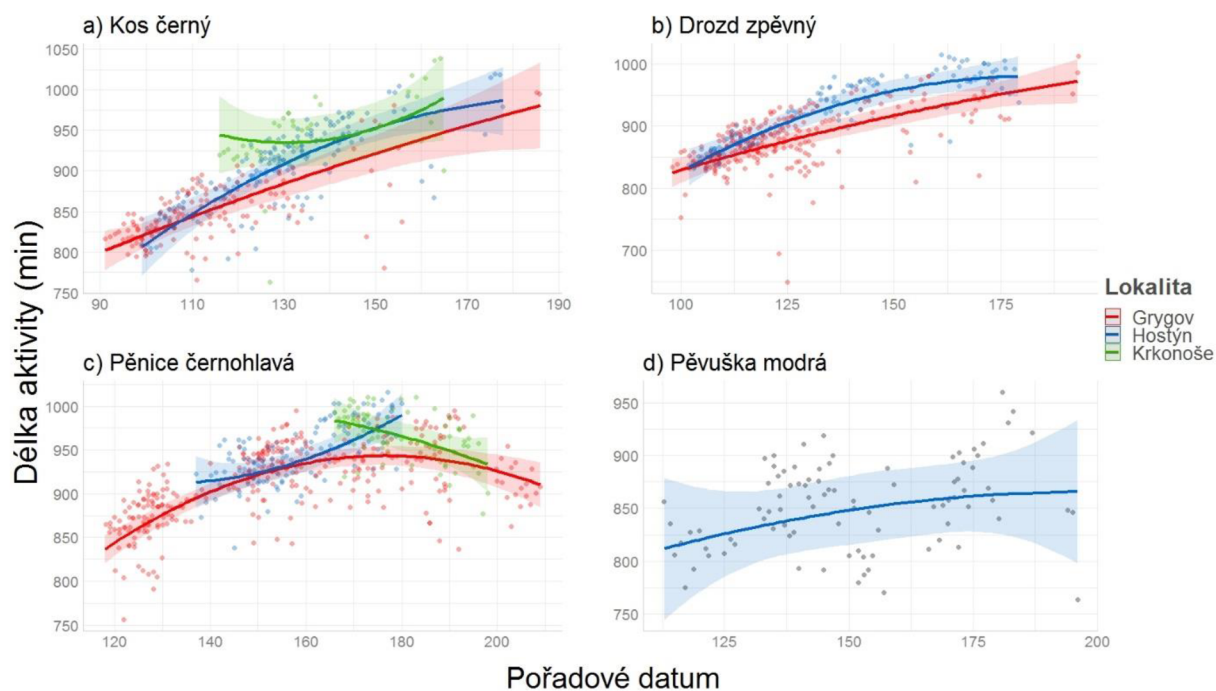


Obrázek 3: Rozdíly v sezónním průběhu relativního konce aktivity inkubujících ptáků mezi jednotlivými lokalitami. Křivky znázorňují výsledky modelu zahrnujícího kvadratický efekt data v interakci s lokalitou, stínování zobrazují 95% konfidenční intervaly.

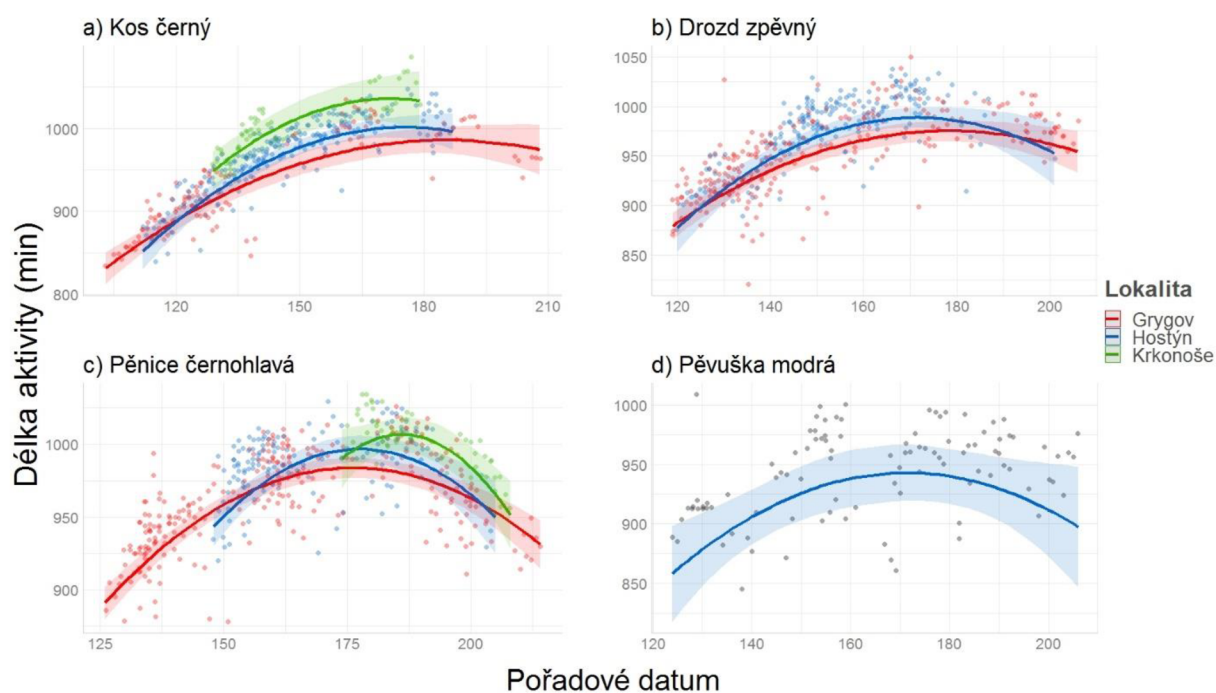


Obrázek 4: Rozdíly v sezónním průběhu relativního konce aktivity ptáků pečujících o mláďata mezi jednotlivými lokalitami. Křivky znázorňují výsledky modelu zahrnujícího kvadratický efekt data v interakci s lokalitou, stínování zobrazují 95% konfidenční intervaly.

V celkové **délce aktivity** (obr. 5 a 6, přílohové tab. 5 a 6, přílohové obr. 7–10) během inkubace na rozdíl od předchozích proměnných vyšel signifikantně pouze lineární trend data, ptáci byli tím pádem déle aktivní v průměru o 2 minuty za každý další den s postupujícím rokem a pro zpomalení tohoto růstu v průběhu sledovaného období není statistická evidence. Aktivita byla během inkubace v průměru o 17,5 minut delší v Hostýnských vrších a o 46,5 minut delší v Krkonoších než v Grygově. Vliv měly také srážky. Jejich přítomnost zkrátila aktivitu v průměru o 8 minut, ale pouze v případě deště v ranních hodinách, nikoli večerních. Naopak během krmení mláďat zkrátily aktivitu srážky ranní i večerní – ranní o 10,5 minut, večerní o 17,5 minut. V případě období krmení mláďat se už kvadratický vliv data projevil významně. Aktivita se pak mírně prodlužovala se stárnutím mláďat (1,17 min), s jejich vyšším počtem (2,70 min). V Krkonoších byla aktivita v průměru o 42 minut delší než na ostatních lokalitách.

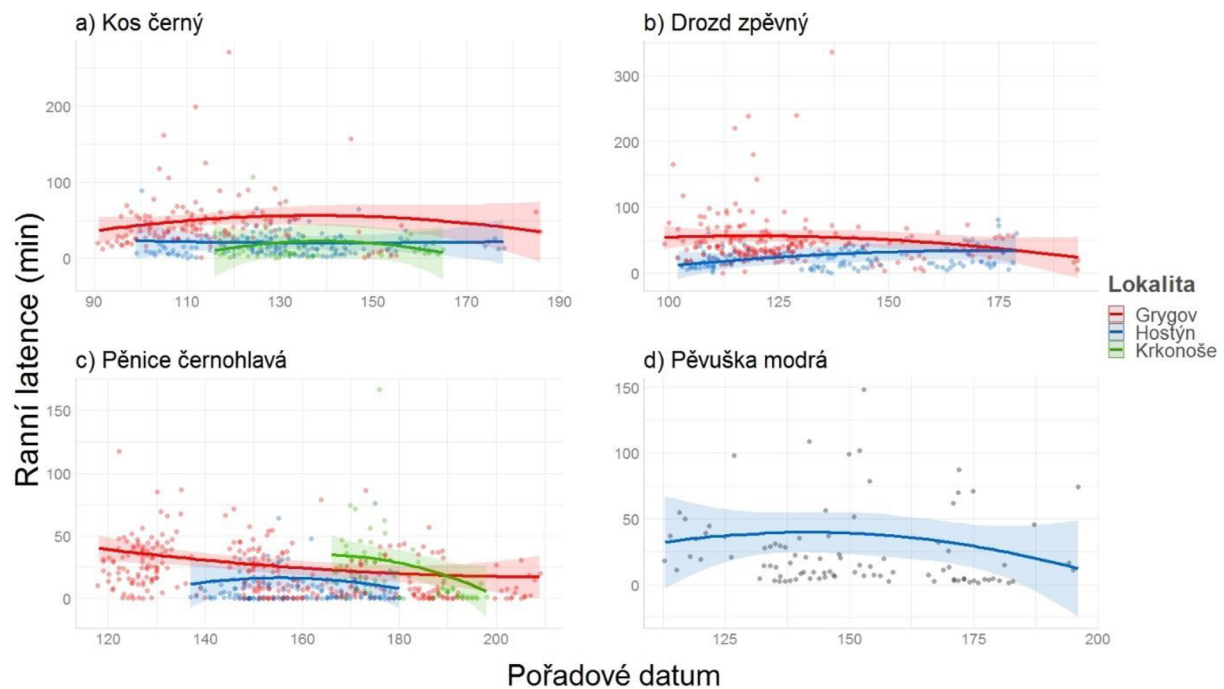


Obrázek 5: Rozdíly v sezónním průběhu délky aktivity inkubujících ptáků mezi jednotlivými lokalitami. Křivky znázorňují výsledky modelu zahrnujícího kvadratický efekt data v interakci s lokalitou, stínování zobrazují 95% konfidenční intervaly.

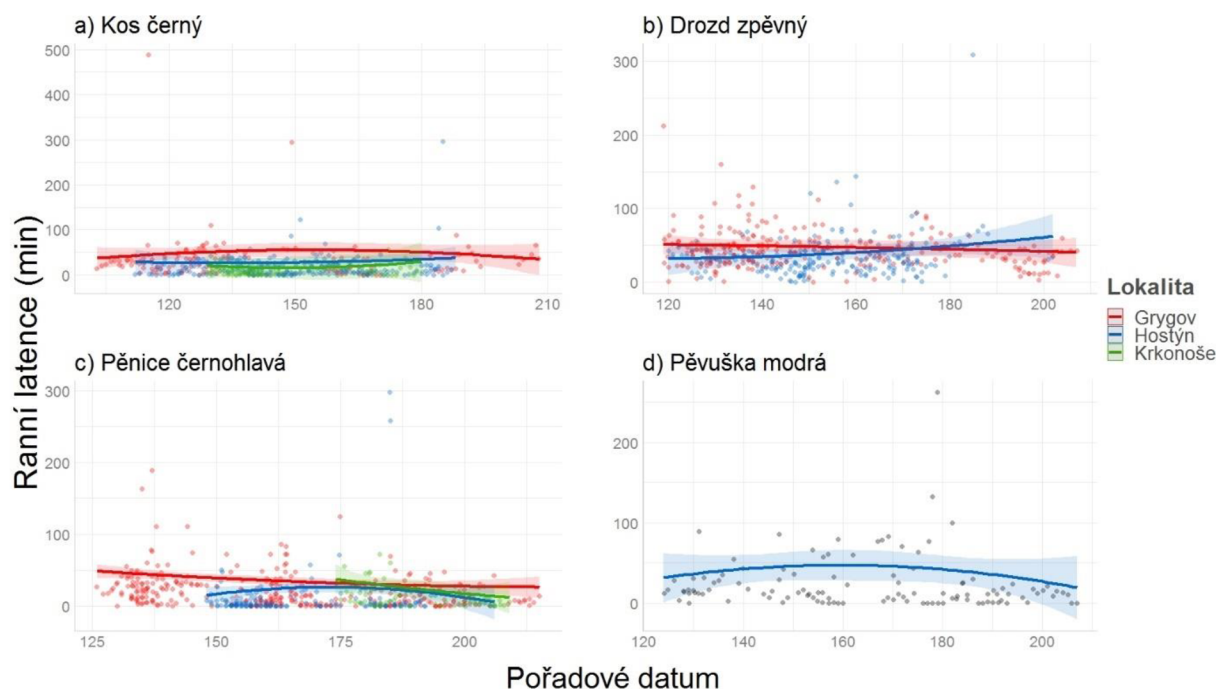


Obrázek 6: Rozdíly v sezónním průběhu délky aktivity ptáků pečujících o mláďata mezi jednotlivými lokalitami. Křivky znázorňují výsledky modelu zahrnujícího kvadratický efekt data v interakci s lokalitou, stínování zobrazují 95% konfidenční intervaly.

Významné prediktory pro **ranní latenci** (obr. 7 a 8, přílohové tab. 7 a 8, přílohové obr. 11–13) vyšly stejné pro fázi inkubace i krmení, vliv měla lokalita a přítomnost deště. Ranní latence bývala kratší v Hostýnských vrších (inkubace: $-30,5$ min; krmení: -21 min) a v Krkonoších (inkubace: $-36,5$ min; krmení: $-31,5$ min) než v Grygově. Déšť prodloužil ranní latenci o 9 minut během inkubace a o 26 min během krmení.

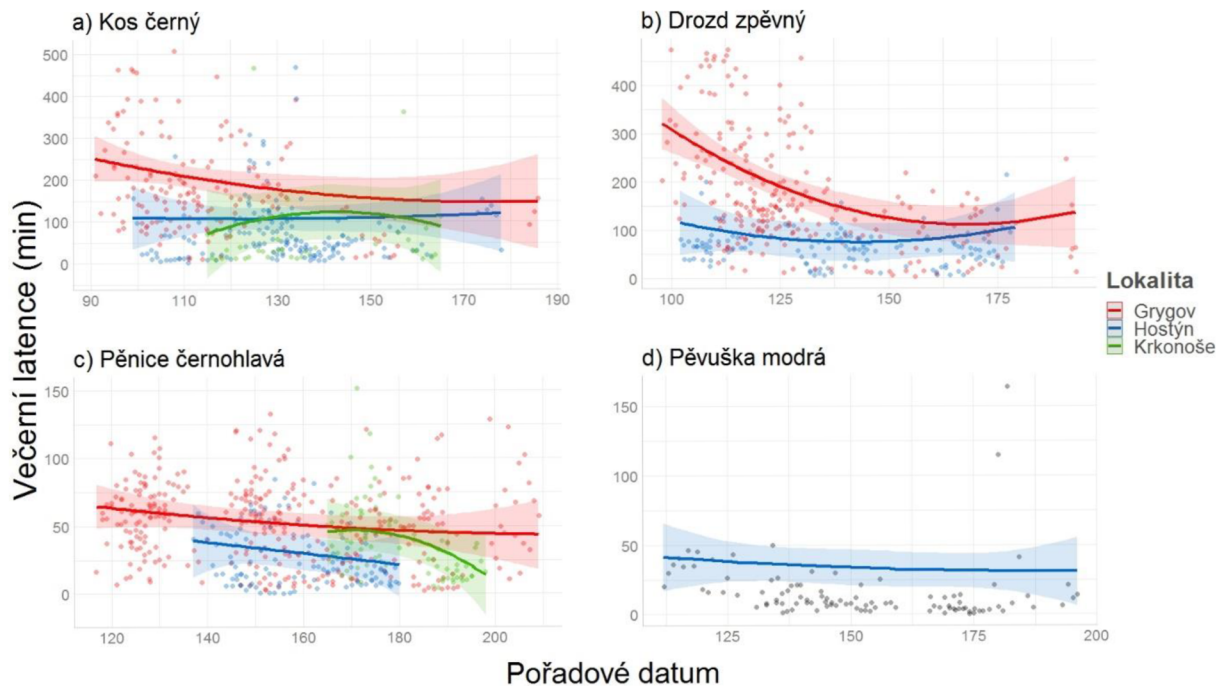


Obrázek 7: Rozdíly v sezónním průběhu ranní latence inkubujících ptáků mezi jednotlivými lokalitami. Křivky znázorňují výsledky modelu zahrnujícího kvadratický efekt data v interakci s lokalitou, stínování zobrazují 95% konfidenční intervaly.

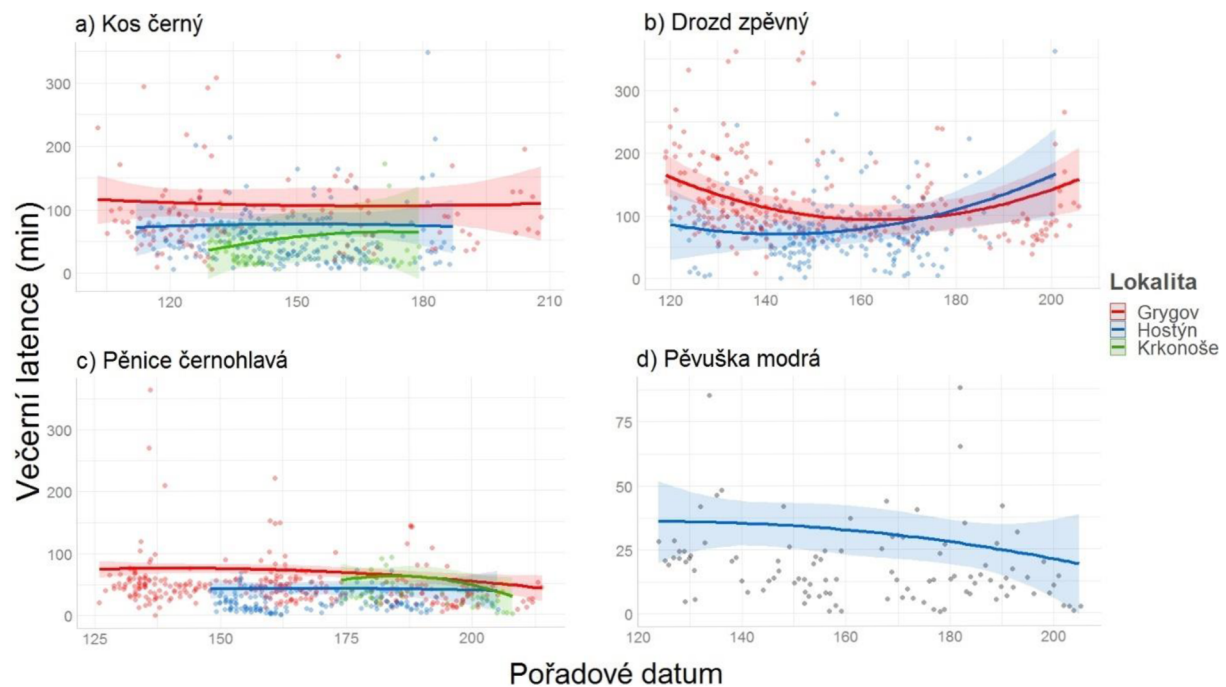


Obrázek 8: Rozdíly v sezónním průběhu ranní latence ptáků pečujících o mláďata mezi jednotlivými lokalitami. Křivky znázorňují výsledky modelu zahrnujícího kvadratický efekt data v interakci s lokalitou, stínování zobrazují 95% konfidenční intervaly.

Signifikantním vlivem na délku **večerní latence** (obr. 9 a 10, přílohové tab. 9 a 10, přílohové obr. 14–16) pro obě období opět zůstala lokalita populace a přítomnost deště. Vliv deště byl výrazný především během inkubace, kde vedl k oddálení začátku spánku o 118 min oproti období krmení, kde se latence prodloužila o 48,5 min. Zkrácení latencí v Krkonoších a v Hostýně oproti Grygovu bylo také výraznější během inkubace (Hostýn: -74 min; Krkonoše: $-80,5$ min) než během krmení mláďat (Hostýn: $-32,5$ min; Krkonoše: $-59,5$ min). Během krmení docházelo ke zkracování latence s rostoucím stářím mláďat o 1,61 min za den.

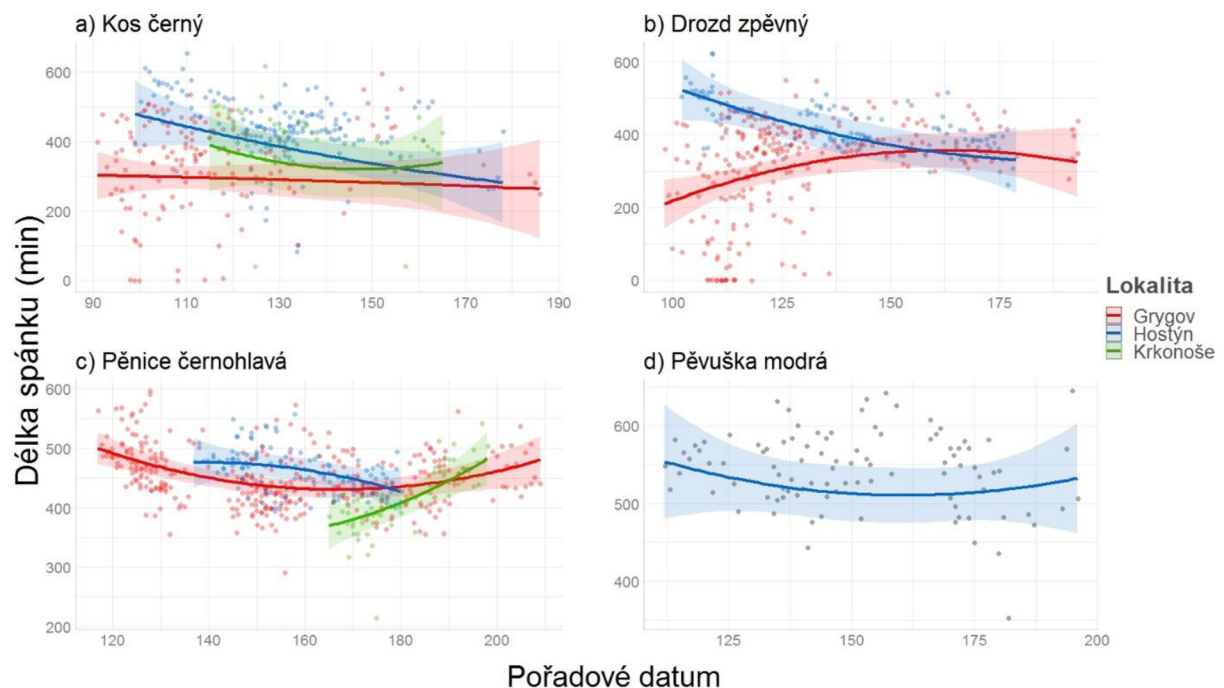


Obrázek 9: Rozdíly v sezónním průběhu večerní latence inkubujících ptáků mezi jednotlivými lokalitami. Křivky znázorňují výsledky modelu zahrnujícího kvadratický efekt data v interakci s lokalitou, stínování zobrazují 95% konfidenční intervaly.

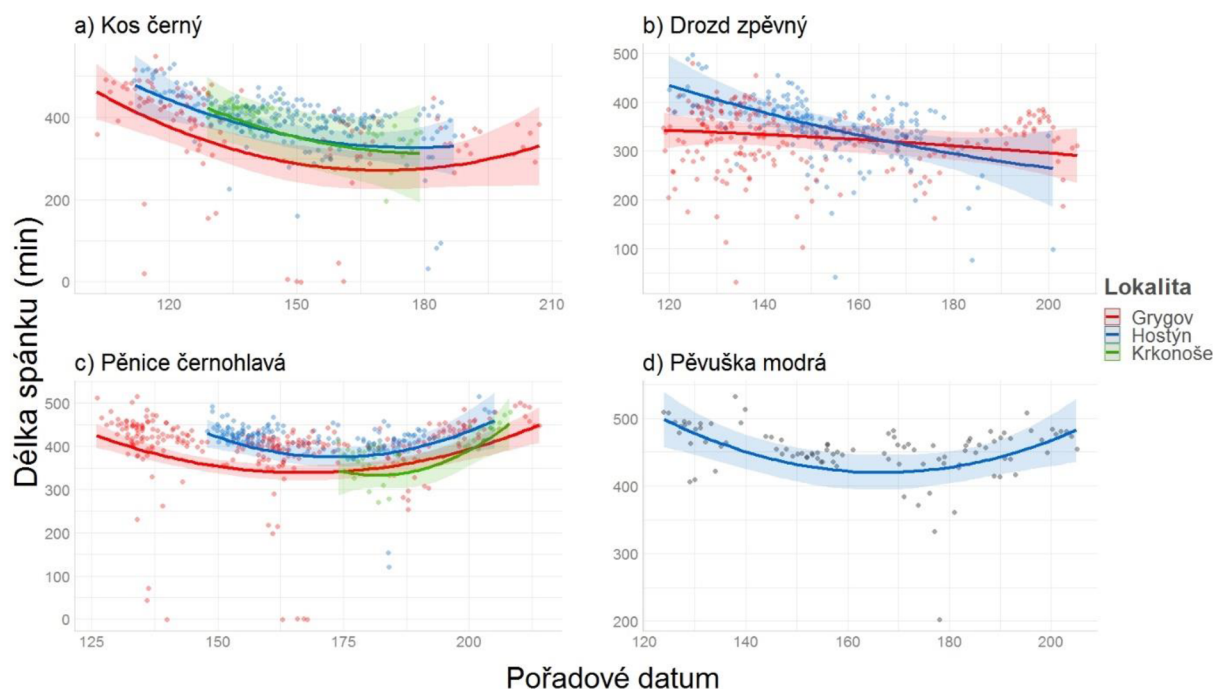


Obrázek 10: Rozdíly v sezónním průběhu večerní latence ptáků pečujících o mláďata mezi jednotlivými lokalitami. Křivky znázorňují výsledky modelu zahrnujícího kvadratický efekt data v interakci s lokalitou, stínování zobrazují 95% konfidenční intervaly.

Jako v případě délky aktivity byl pro **délku spánku** (obr. 11 a 12, přílohové tab. 11 a 12, přílohové obr. 17–20) kvadratický vliv data signifikantní pouze v období mládřat, délka spánku inkubujících samic v průběhu sezóny pouze lineárně klesala v průměru o 1,32 min/den. Během obou fází se projevil vliv lokality, kdy se od sebe Hostýn a Grygov signifikantně odlišují. Kosi spali déle v Hostýně během inkubace o 107 min, během krmení o 62 min, a v Krkonoších o 77,5 min během inkubace a 66 min během krmení. Spánek byl výrazně negativně ovlivněn srážkami, především večerní dešť během inkubace zkrátil průměrnou délku spánku o 127,5 min. V ostatních případech jsou změny menší, byť stále velmi výrazné – ranní dešť během inkubace: zkrácení o 30,5 min, večerní dešť během krmení mládřat: zkrácení spánku o 21 min, ranní dešť během krmení mládřat: zkrácení spánku o 35 min. Posledním průkazným vlivem na délku spánku byl počet potomků během období mládřat, kdy každý další potomek vedl ke zkrácení spánku v průměru o 9,5 min.



Obrázek 11: Rozdíly v sezónním průběhu délky spánku inkubujících ptáků mezi jednotlivými lokalitami. Křivky znázorňují výsledky modelu zahrnujícího kvadratický efekt data v interakci s lokalitou, stínování zobrazuje 95% konfidenční pás.



Obrázek 12: Rozdíly v sezónním průběhu délky spánku ptáků pečujících o mláďata mezi jednotlivými lokalitami. Křivky znázorňují výsledky modelu zahrnujícího kvadratický efekt data v interakci s lokalitou, stínování zobrazují 95% konfidenční intervaly.

Hodnocení **podobnosti sezónních trendů mezi lokalitami** (modely s interakcí datum x lokalita) ukázalo podobný kvadratický trend (relativní začátek a konec aktivity v průběhu inkubace a celková délka aktivity a spánku během péče o mláďata) nebo podobný lineární trend (délka aktivity) na všech lokalitách. Pouze lineární trend pro délku spánku se lišil mezi lokalitou Grygov a Hostýn (obr. 11, LRT $\chi^2 = 4,40$; $df = 1$, $p = 0,04$). V Hostýnských vrších spaly z počátku sezóny samice déle, později se ale tento rozdíl snižoval především díky výraznému zkracování délky jejich spánku na této lokalitě. Pro všechny případy délek latencí a relativní začátek a konec aktivity během krmení mladých nebyl nalezen významný sezónní trend.

Drozd zpěvný

U drozda zpěvného jsem zanalyzovala záznamy z 1191 dnů od 90 hnízd (tab. 1). Aktivita samic drozda začínala $22,70 \pm 9,76$ min před východem slunce a končila $8,54 \pm 18,48$ min před západem slunce. Jejich denní aktivity trvala $15,40 \pm 0,40$ h, spánek $5,77 \pm 1,14$ h. Ranní latence zabrala v průměru $39,63 \pm 22,49$ min a večerní $122,52 \pm 51,28$ min.

Významným prediktorem **relativního začátku aktivity** (obr. 1 a 2; přílohové tab. 13 a 14, přílohové obr. 1–3) signifikantním v obou fázích hnízdního cyklu drozda zpěvného bylo opoždění nástupu aktivity při přítomnosti deště (inkubace: o 7,5 min; krmení: o 11 min). Významným faktorem pro načasování začátku aktivity během inkubace byl pak lineární

pozitivní trend s postupem data (0,08 min). Poměrně silný trend mělo stáří mlád'at, během inkubace byl nástup aktivity s blížícím se líhnutím pozdější o 0,40 min za den, po vylíhnutí byl s každým dalším dnem o 0,63 min dřívější. Během inkubace byl začátek aktivity v Hostýnských vrších o 4,5 min pozdější. Na okraji statistické významnosti byl počet mlád'at, kde za každé další mládě samice začala aktivovat o 0,94 min dříve.

Na **relativní konec aktivity** (obr. 3 a 4, přílohové tab. 15 a 16, přílohové obr. 3–6) měla během obou hnízdních období velký vliv lokalita, během inkubace byl konec aktivity v Hostýnských vrších pozdější o 30 min a během krmení o 12 min. Během inkubace byla velmi zřetelná kvadratická změna s datem, nikoliv však během krmení, kde měl naopak vliv déšť (–7 min) a stáří mlád'at (2 min). Během inkubace má náznak vlivu skutečnost, zda proběhla kontrola hnízda. Konec aktivity vychází v takovém případě v průměru dřívější o 5,5 min.

Pro **délku aktivity** (obr. 5 a 6, přílohové tab. 17 a 18, přílohové obr. 7–10) vyšlo mnohem více prediktorů signifikantních během fáze krmení mlád'at, vysvětleno je také více variability. Během obou fází měla pozitivní vliv lokality hnízda v Hostýnských vrších, během inkubace došlo k prodloužení o 26 min, během krmení o 11,5 min. Jako další signifikantní prediktor pak během inkubace vychází datum, přestože není statistická podpora pro kvadratický trend, aktivita se výrazně lineárně prodlužuje s postupem sezóny (1,69 min). Kvadratické datum však vychází velmi významně po vylíhnutí mladých. Během inkubace mělo stáří vajec vliv negativní (–1,16 min), naopak u mlád'at vedlo k prodloužení aktivity, s každým dnem v průměru o 2,51 min. Dále má vliv přítomnost deště, ranní déšť způsobil zkrácení aktivity v průměru o 19,5 min, večerní o 10,5 min.

Ranní latence (obr. 7 a 8, přílohové tab. 19 a 20, přílohové obr. 11–13) byla v obou fázích hnízdění delší při přítomnosti deště (o 12 min), během krmení však za hranou statistické signifikance (o 10,5 min). Naopak kratší latence během obou fází bývaly v Hostýnských vrších (–27 min), ale během krmení opět za hranou statistické významnosti (–7,5 min). Od vylíhnutí mlád'at klesala délka ranní latence v průměru o 0,95 min za den.

Jako v případě ranní latence, u **večerní latence** (obr. 9 a 10, přílohové tab. 21 a 22, přílohové obr. 14–16) měl v obou hnízdních fázích vliv deště a lokalita a statistická významnost byla vyšší během inkubace (déšť: –34 min, lokalita: –93 min) než během krmení (–14 min), kde byl efekt lokality znovu za hranou statistické průkaznosti (–23 min). Dále byl významný kvadratický trend s postupem data během inkubace i během krmení. Pokud došlo v daném dni ke kontrole hnízda, večerní latence bývala delší v průměru o 32 min. Po vylíhnutí mlád'at jejich vyšší počet vedl k prodloužení času potřebného k usnutí (8 min), v opačném směru pak působilo jejich stáří (–3,77 min).

Tendence k **delšímu spánku** (obr. 11 a 12, přílohové tab. 23 a 24, přílohové obr. 17–20) v Hostýnských vrších byla velmi výrazná během inkubace (107,5 min), během fáze krmení už však není průkazná statisticky (24 min). V obou stádiích hnízdění byla také významná pozitivní korelace se stářím vajec (4,13 min) a posléze mlád'at (2,19 min). Poslední zřetelný vliv na spánek během inkubace bylo jeho zkrácení v průměru o 41 min během dní, kdy v ranních hodinách pršelo. Přestože kvadratický vliv datumu není statisticky průkazný, během fáze

krmení se s postupem roku délka spánku výrazně zkracovala (-1,07 min). Ke kratšímu spánku vedl také vyšší počet potomků v hníždě (-12,42 min).

Sezónní průběh byl obdobný mezi Grygovem a Hostýnem v případě relativního začátku aktivity a délky denní aktivity během inkubace (lineární trend), stejně tak u konce aktivity během inkubace a délky aktivity během krmení (kvadratický trend). **Interakce** kvadratického efektu data s lokalitou vycházela v případě konce aktivity (obr. 3b a 4b), ale jen během období krmení (porovnání s modelem bez interakce: LRT $\chi^2 = 7,02$; df = 2; p = 0,03). V Hostýnských vrších data pro období krmení mladých ukazovala stabilní až mírně stoupající trend s postupem sezóny, později na přelomu května a června ale začal být konec aktivity stále dřívější. V Grygově je tomu zdá se naopak, na začátku hnízdní sezóny konec aktivity býval dřívější, poté se začal opožďovat. Během inkubace byl náznak podobného trendu, křivka pro Grygov je ale mnohem zakřivenější. Na začátku hnízdní sezóny končili aktivitu později, poté postupně dříve dokud se čas nocování opět nezačal zkracovat, během krmení byl rozdíl pochopitelně markantnější. Interakce byla také významná u spánkové aktivity (obr. 11b a 12b), tentokrát během obou fází hnízdění, statistický důkaz byl ale jen pro lineární efekt datumu (porovnání s modelem bez interakce během inkubace: LTR = 19,96; df = 1; p = <0,001; krmení: LRT $\chi^2 = 8,17$; df = 1; p = <0,01). V obou případech byl spánek delší v Hostýnských vrších a postupně se zkracoval, zatímco v Grygově tomu bylo naopak. Začátkem června začala být délka spánku v Grygovském lese delší než v Hostýně. I v případě ranní latence (obr. 7b a 8b) vychází interakce mezi lokalitou a lineárním datumem z možných modelů nejlépe (porovnání s modelem bez interakce během inkubace: LRT $\chi^2 = 6,71$; df = 1; p = 0,01; krmení: LRT $\chi^2 = 5,48$; df = 1; p = 0,02). Na rozdíl od délky spánku, měla tato proměnná vyšší hodnoty na začátku sezóny v Grygově, ale postupně se délka ranní latence snižovala až ji překonaly hodnoty z Hostýna. Večerní latence k usnutí (obr. 9b a 10b) se také měnila jinak s postupem roku mezi Hostýnem a Grygovem. Zde během inkubace vyšel nejlépe model s interakcí a kvadratickou změnou s datem (porovnání s modelem bez interakce a kvadratického efektu: LRT $\chi^2 = 18,33$; df = 2; p = <0,001), přestože samotná interakce byla významná pouze na úrovni lineární změny. Na začátku období hnízdění byla doba potřebná k zahájení spánku v Grygově delší, později se rozdíl mezi lokalitami zmenšoval, nikdy však nedosáhla nižších průměrných hodnot než v Hostýně. Během období krmení stejně jako v předchozím případě vycházel nejlépe model s kvadratickým efektem datumu a interakcí (porovnání s modelem bez interakce a kvadratického efektu: LRT $\chi^2 = 17,54$; df = 2; p = <0,001), a opět interakce není významná na úrovni samotné kvadratické změny, pouze u té lineární. Na rozdíl od předchozího ale průměrné hodnoty z Hostýnských vrchů překonaly v určité době Grygov.

Pěnice černošedá

Velikost mého vzorku u pěnice černošedé čítá 127 hnízd tvořených 1383 dny s alespoň jednou zaznamenanou sledovanou proměnnou (tab. 1). Pěnice začínaly aktivovat v průměru $6,97 \pm 9,79$ minut před východem slunce a končily $11,53 \pm 19,06$ min před západem slunce.

Délka aktivity trvala v průměru $15,84 \pm 0,38$ h a délka spánku $7,12 \pm 0,57$ h. Ranní latence zabrala okolo $17,75 \pm 14,34$ min a večerní latence $43,22 \pm 18,58$ min.

Začátek aktivity relativně k východu slunce (obr. 1 a 2, přílohové tab. 25 a 26, přílohové obr. 1–3) pěnice černohlavé byl nejvíce ovlivněn v obou fázích hnízdění přítomností deště (inkubace: -9 min; krmení: $-12,5$ min) a postupem hnízdění. S postupem ke dni líhnutí byl začátek aktivity dřívější v průměru o $0,95$ min s každým dalším dnem. Během inkubace byla statistická podpora pro kvadratickou změnu začátku aktivity s postupem roku, nikoliv však během krmení mladých, kde pouze vyšel lineární trend dřívějšího relativního začátku aktivity s postupem roku ($-0,14$ min). Během krmení se s každým dalším mládětem posunula aktivita v průměru o $1,71$ min dříve.

Relativní konec aktivity (obr. 3 a 4, přílohové tab. 27 a 28, přílohové obr. 4–6) pěnic nastával vždy dříve v Grygovských lužních lesích oproti Hostýnským vrchům (inkubace: 10 min; krmení: $5,5$ min) i Krkonoším (inkubace: 16 min; krmení: $8,5$ min). Jako obvykle měla negativní vliv přítomnost deště (krmení: $10,5$ min), přestože během inkubace byl vliv relativně daleko za hranou statistické signifikance (8 min). Model pro období krmení naznačuje mírný lineární trend k pozdějšímu konci aktivity s postupem sezóny ($0,10$ min). Nepřekvapivě měl během péče o mláďata vliv na opoždění konce aktivity vyšší počet potomků ($4,04$ min), pro stáří mláďat byl však významný trend v opačném směru ($-0,72$ min).

S postupem roku byl zřetelný silný kvadratický průběh **délky aktivity** (obr. 5 a 6, přílohové tab. 29 a 30, přílohové obr. 7–10) během inkubace i krmení. Jediným dalším významným prediktorem během inkubace byla lokalita. U hnízd v Krkonoších byly samice aktivní déle o 25 min, zatímco v Hostýnských vrších rozdíl oproti Grygovu činí $12,5$ min. Během krmení byla aktivita opět významně delší v Krkonoších (19 min), nikoliv už v Hostýně, přesto však signifikance lokality zůstává. Dále během této fáze délka aktivity klesala s přítomností deště v ranních ($-9,5$ min) i večerních (-8 min) hodinách a se stárnutím mláďat ($-0,82$ min). Opačný efekt pak měl vyšší počet mláďat v hnízdě ($4,67$ min).

Během celé doby hnízdění byl trend k lineárnímu zkracování **ranní latence** (obr. 7 a 8, přílohové tab. 31 a 32, přílohové obr. 11–13) s postupem roku (inkubace: $-0,31$ min; krmení: $-0,26$ min). Velmi výrazný efekt měla také přítomnost deště (inkubace: 15 min; krmení: $31,5$ min). Ranní latence byla významně kratší v Hostýnských vrších oproti Grygovu (inkubace: -10 min; krmení: -13 min) a během období krmení byla tendence k jejímu prodloužení se stárnutím mláďat ($0,75$ min).

Až na absenci statistické signifikance ovlivnění deštěm během inkubace byla **večerní latence** (obr. 9 a 10, přílohové tab. 33 a 34, přílohové obr. 14–16) pěnic ovlivněna stejnými faktory a ve stejném směru jako latence ranní. S postupem roku byla dřívější (inkubace: $-0,32$ min; krmení: $-0,31$ min), stejně tak u hnízd nacházejících se v Hostýnských vrších oproti Grygovu (inkubace: $-20,5$ min; krmení: -27 min). Při fázi krmení mláďat vliv přítomnosti srážek na prodloužení latence také zůstal (46 min).

Délka spánku (obr. 11 a 12, přílohové tab. 35 a 36, přílohové obr. 17–20) se s postupem roku měnila výrazně kvadraticky a statistická průkaznost vyšla jak pro období inkubace, tak pro fázi krmení. Během inkubace se od sebe odlišovaly jednotlivé lokality. Nejdelší doba spánku byla v Hostýnských vrších (o 26,5 min delší než v Grygově), nejkratší v Krkonoších (o 27,5 min kratší než v Grygově). Po vylíhnutí mláďat se ztratila statistická průkaznost rozdílu mezi Grygovem a Krkonoši, přestože zůstala výrazná ve stejném směru (–5,5 min), signifikantně delší spánek nadále zůstal v Hostýně (48 min) a celkově lze usuzovat na konzistentní odlišnosti dané lokalitou. Během krmení vedla jako obvykle ke kratšímu spánku přítomnost srážek ráno (–24 min), především ale večer (–40,5 min). Dalším významným faktorem zkracujícím dobu spánku bylo vyšší stáří potomků (–3,5 min).

Z porovnaných modelů s a bez **interakčního efektu** vyšly nejlépe modely zahrnující kvadratický vliv datumu projevující se jinak mezi lokalitami v případě relativního začátku aktivity (obr. 1c a 2c), a to jak během inkubace (porovnání s modelem bez interakce: LRT $\chi^2 = 9,83$; df = 4; t = 0,04), tak během fáze krmení mláďat, přestože v druhém případě pouze okrajově v porovnání s modelem bez kvadrátu (LRT $\chi^2 = 7,73$; df = 4; p = 0,051). V obou případech se interakce projevila zakřivenějším trendem v Hostýnských vrších (t = –2,30; p = 0,02) a, byť nesignifikantně, v Krkonoších (t = –1,41; p = 0,16) oproti Grygovu, přestože během období krmení je interakce tažena především daty z Krkonoš (t = 2,33; p = 0,02), nikoliv z Hostýnu (t = 1,69; p = 0,09) a křivka je konkávní, nikoliv konvexní. Pro konec aktivity vychází nejlépe model s interakcí v lineárním trendu a pouze během doby inkubace (porovnání s modelem bez interakce: LRT $\chi^2 = 7,68$; df = 2; p = 0,02; obr. 3c). Rozdíly mezi lokalitami se projevíly pouze mezi Grygovem, kde konec aktivity relativně k západu slunce nastával s postupem roku dříve, a Hostýnem, kde se opožďoval (t = 2,34; p = 0,02). Předchozí výsledky se přenesly i do celkové délky aktivity (porovnání s modelem bez interakce během inkubace: LRT $\chi^2 = 15,32$; df = 4; p = <0,01; krmení: LRT $\chi^2 = 12,39$; df = 4; p = 0,01). Během inkubace (obr. 5c) má křivka pro délku aktivity v Hostýnských vrších tvar konvexní, zatímco v Grygově tvar očekávatelně konkávní (t = –2,14; p = 0,03). Později, během péče o mláďata (obr. 6c) byl růst a následný pokles v Hostýně strmější a vrchol délky aktivity nastal mírně později, zatímco v Grygově byla změna v průběhu roku pozvolnější (t = –2,11; p = 0,04). Průběh v Krkonoších byl ještě strmější a vrchol délky aktivity nejpozdější (t = –2,19; p = 0,03). Jako obvykle se sezónní průběh v délce spánku lišil mezi lokalitami. Během inkubace (obr. 11c) je podpora pro kvadratické zakřivení průběhu (porovnání s modelem bez interakce: LRT $\chi^2 = 13,04$; df = 4; p = 0,01), během doby krmení (obr. 12c) jen pro rozdíl v lineárním trendu (porovnání s modelem bez interakce: LRT $\chi^2 = 19,45$; df = 2; p = <0,001). Přestože ale vychází nejlépe výše uvedené modely, samotná interakce v prvním případě není významná (Hostýn: t = –1,46; p = 0,15; Krkonoše: t = 0,29; p = 0,77), přestože nejdelší spánek samic nastával v Hostýnských vrších téměř uprostřed hnízdní sezóny a v Grygově i Krkonoších tomu bylo naopak. Ve druhém byl způsoben jen rozdílem v Krkonoších (Hostýn: t = –0,20; p = 0,84; Krkonoše: t = 2,90; p = <0,01) a vizuálně žádný výrazný rozdíl v sezónních trendech mezi lokalitami není. Podobný trend na všech lokalitách a žádná statistická podpora pro interakci data x lokality vycházela pro

konec aktivity během krmení a pro délky ranních i večerních latencí během celého hnízdění. Ve všech těchto případech sezónní průběh postupoval lineárně.

Pěvuška modrá

U pěvušky modré byla zpracována data jen z jedné lokality, a to Hostýnských vrchů. Velikost vzorku je zde celkově nižší než u ostatních druhů, činí jen pouze 24 hnízd tvořených 299 dny (tab. 1). Začátek jejich aktivity nastával průměrně $30,89 \pm 27,71$ min po východu slunce a ustával $14,14 \pm 19,59$ min před západem slunce. Byly aktivní $15,07 \pm 0,64$ h a spaly $8,25 \pm 0,66$ h. Ranní latence trvala v průměru $25,39 \pm 21,10$ min a večerní $19,16 \pm 13,28$ min.

Během inkubace se vliv datumu na **začátek aktivity relativně k východu slunce** (obr. 1 a 2, přílohové tab. 37 a 38, přílohové obr. 1–3) projevil kvadraticky a vliv deště byl tentokrát významný jen okrajově, vedl k opoždění aktivity o 16,5 min. Během krmení se začátek aktivity posunul v průměru o 2,94 min dříve s každým dnem stáří mláďat navíc.

Postup roku se na **konec aktivity relativně k západu slunce** (obr. 3 a 4, přílohové tab. 39 a 40, přílohové obr. 4–6) během inkubace projevil lineárním trendem ke dřívějšímu ukončení aktivity ($-0,30$ min). K dřívějšímu ukončení aktivity vedl také vyšší počet vajec ($-23,25$ min) a statisticky na hraně významnosti byl i náznak s postupem hnízdění směrem k líhnutí ($-1,43$ min). Během krmení měla vliv ve stejném směru přítomnost deště (-27 min).

Na **délku aktivity** (obr. 5 a 6, přílohové tab. 41 a 42, přílohové obr. 7–10) pěvušek během inkubace se žádná ze sledovaných proměnných nezdála mít zřetelný vliv, pouze s postupem inkubace se jevila aktivita mírně kratší ($-2,40$ min). Během krmení bylo už významných mnohem více prediktorů, délka aktivity se kvadraticky měnila s průběhem roku, byla o 42,5 min delší během dní bez deště večer, vliv však nebyl prokazatelný u deště ráno. Aktivita se prodlužovala v průměru o 3,15 min s každým dnem stáří potomků.

Ranní latence (obr. 7 a 8, přílohové tab. 43 a 44, přílohové obr. 11–13) byla během obou částí hnízdění prodloužena přítomností deště (inkubace: 25,5 min; krmení: 38 min). Vliv mělo také stáří potomků, s postupem inkubace se latence prodlužovala (2,90 min), po vylíhnutí byla změna v opačném směru ($-2,18$ min).

Na **večerní latenci** (obr. 9 a 10, přílohové tab. 45 a 46, přílohové obr. 14–16) měla silný vliv pouze přítomnost deště (inkubace: 39,5 min; krmení: 28,5 min). Během inkubace byla statisticky okrajově signifikantní tendence ke kratší latenci při vyšším počtu vajec (10,19 min).

Delší spánek (obr. 11 a 12, přílohové tab. 47 a 48, přílohové obr. 17–20) u pěnic nastával při vyšším počtu vajec (43 min) a náznak tohoto trendu byl pozorovatelný i po vylíhnutí s vyšším počtem mláďat v hnízdě (8 min). Během inkubace měla negativní vliv přítomnost deště během usínání (-41 min), ne však při probouzení (-11 min), naopak později během péče o mláďata měl významný vliv pouze déšť v ranních hodinách (-28 min), nikoliv pokud byl přítomen večer. V průběhu krmení se délka spánku měnila kvadraticky.

Diskuze

Jen málo komponent denní aktivity i spánku vychází v různých publikacích konzistentně. To je očekávatelné, vzhledem k tomu, že rozhodnutí ohledně načasování aktivity i spánku může být ovlivněno mnoha často protichůdnými faktory (Hladká 2020). Podobně je tomu i v této práci, kdy ne všechny druhy reagují na sledované proměnné stejně. Přesto lze usuzovat na jisté obecné trendy (přílohové tab. 50–53). Nejkonzistentněji vycházelo ovlivnění deštěm. Pokud prší, opozdil se ranní odlet, večerní přilet na hnízdo byl dřívější a následně se tím zkrátila doba aktivity. Zároveň došlo k prodloužení ranní i večerní latence a tím pádem i zkrácení doby spánku. Dále zde byly zřetelné odlišnosti mezi sledovanými lokalitami, především lužní les se vyznačoval dřívějším koncem a kratší denní aktivitou, výrazně delší večerní i ranní latence zároveň vedly ke kratší době spánku. Očekávaný trend nejpozdějšího začátku a nejdřívějšího konce aktivity relativně vůči východu a západu slunce uprostřed hnízdní sezóny se sice ve větší či menší míře projevil, avšak méně, než by se podle předchozích prací dalo očekávat (Brázdil 2020) a během období, kdy pár krmí mladá, mizí téměř úplně (obr. 1–4). Během krmení mladých tak ptačí aktivita spíše kopírovala délku dne. Počet vajec a postup inkubace neovlivňovaly aktivitu samic konzistentně, přestože u druhého zmíněného je alespoň náznak ke zkracování délky aktivity s blížícím se líhnutím. To se mění během péče o mláďata, kde alespoň u kosa černého a drozda zpěvného počet mláďata a jejich stáří vedlo k dřívějšimu začátku, pozdějšimu konci a prodloužení celkové aktivity. U pěnice černohlavé působil stejně jen počet mláďat, ne však už jejich stáří, které aktivitu ovlivnilo jen mírně avšak v opačném směru, tedy ji zkrátilo. Naopak u pěvušky modré působilo stáří očekávatelně k dřívějšimu začátku a delší celkové aktivitě a počet potomků se nezdál mít velký vliv, trend však ukazoval opačný směr efektu. Potomstvo se nezdálo mít konzistentní vliv na spánkové parametry, například u drozda během krmení se s vyšším stářím potomků délka spánku prodlužovala, ale s počtem potomků zkracovala. Naopak u pěnice černohlavé se délka spánku se stářím mláďat zkracovala a u pěvušky s vyšším počtem vajec prodlužovala. Délka ranní i večerní latence se obvykle se stářím ani vyšším počtem potomstva výrazně neměnila, stejně tak s postupem roku. Vliv večerní predace ani kontroly hnízda se také nezdál důležitý pro načasování aktivity ani spánku.

Vliv deště byl popisován v několika přechozích studiích, není tedy překvapivé, že vychází i zde. Během péče o mláďata vede ke zkrácení aktivity (přílohové obr. 9 a 10), a to skrze pozdější začátek (přílohový obr. 3) a dřívější konec aktivity (přílohový obr. 6). Inkubující samice se však zdají být významně ovlivněny pouze deštěm v ranních hodinách a jen velmi málo mění konec své aktivity. Jedním z důvodů pro zkrácení aktivity během deště je setrvání v příznivějším mikroklimatu, pokud jsou okolní podmínky nepříznivé (Kluijver 1950, Doucette & Reebbs 1994, Everding & Jones 2006). To by vysvětlilo, proč bývá více ovlivněn začátek aktivity než její konec. Vzhledem k tomu, že použitá data pocházejí z nahrávek hnízdění, je v tomto případě pravděpodobné, že k delšímu setrvání na hnízdě nedochází jen kvůli komfortu samice, ale také kvůli vyšší potřebě zahřívání vajec a malých mláďat, protože během deště je obvykle i chladněji. Zároveň je třeba chránit hnízdo a jeho obsah před vlhkostí (Maxson 1977). Pozorovaný vliv srážek, ale nemusí být způsoben jen deštěm jako takovým, protože jeho

přítomnost je z principu spojena s vysokou oblačností a tím pádem i nižší světelností (e.g. Kessel 1976). Oddělit příspěvek těchto komponent by šlo poměrně snadno zařazením aktivity samce do analýz – pokud samec aktivuje nezávisle na dešti, lze očekávat, že samice setrvává spíše kvůli ochraně hnízda než kvůli ochraně sebe samé. Pokud je i aktivita samce opožděna, dá se očekávat že i on sám stále setrvává v úkrytu ať už kvůli šetření své vlastní energie v nevhodných podmínkách či kvůli omezení nedostatkem světla. Z dostupných výsledků by se také dalo očekávat, že pokud je samice na hnízdě kvůli ochraně jeho obsahu, pěníce černohlavá, u níž se na inkubaci střídají oba rodiče, by měla být ovlivněna méně nebo vůbec. K tomu však nedochází a pěníce jsou ovlivněné stejně jako ostatní druhy. Z porovnání s jedním druhem však nelze vyvodit spolehlivý závěr. Tyto vlivy by bylo také možné odlišit metaanalýzou publikovaných dat, kdy inkubační chování druhů s biparentální inkubací, stejně jako druhů dutinových nebo s uzavřenými hnízdy by vlhkostí a chladem mělo být ovlivněno méně než u druhů s otevřenými hnízdy.

Protože se ptáci orientují převážně vizuálně, bývají často limitováni přítomností dostatečného množství světla (Sanz 1999, Thomas et al. 2002). To může souviset jak s výše zmíněnou vyšší oblačností při dešti, tak s měnící se délkou dne v průběhu roku. Unimodální sezónní průběh absolutní délky aktivity (modelovaný jako kvadratický efekt) vskutku ukazuje, že sledované druhy jsou z velké části limitovány délkou dne. Během doby inkubace délka aktivity rostla spíše lineárně (obr. 5). Očekávaný unimodální průběh nastává až později během fáze krmení mláďat, která zahrnuje i pozdější část roku, kdy po letním slunovratu začne délka dne klesat. Především se ale jedná o období, kdy ptáci musí využít veškerý dostupný čas, pokud mají obstarat pro mláďata dostatek potravy (obr. 6). K podobnému závěru dochází také řada autorů (Sanz 1999, Rose & Lyon 2013, Alvarez & Barba 2014, Da Silva & Kempnaers 2017). Na druhou stranu neméně podstatná část studií popisuje kratší aktivitu relativně k východu/západu slunce uprostřed sezóny, a naopak delší relativní aktivitu na začátku a na konci sezóny, a to především v důsledku protichůdného vlivu nutnosti odpočinku a spánku (Kessel 1976, Lahti et al. 1997, Sanz 1999, Sanz et al. 2000, Steinmeyer et al. 2010, Shaw & Cresswell 2014, Da Silva & Kempnaers 2017). Zdejší výsledky tomuto však navzdory očekávání příliš neodpovídají. Mírný kvadratický trend začátku aktivity relativně k východu slunce a konce aktivity relativně k západu slunce byl patrný jen během inkubace, a to především u kosa černého a drozda zpěvného, v menší míře u pěníce černohlavé a pěvušky modré, zde ale platí jen pro začátek aktivity. První dva druhy jsou časně aktivující oproti pěvušce i pěníci černohlavé, navíc sbírají potravu především na zemi v podrostu (del Hoyo et al. 2005, del Hoyo et al. 2006), jedná se tedy o druhy schopné dobře se orientovat i ve zhoršených světelných podmínkách. Vysvětlením může být, že nejsou na rozdíl od pěníc a pěvušek tolik limitováni světlem, ale převládne například ona potřeba odpočinku nebo nutnost strávit dostatek času zahřívání vajec (Shaw & Cresswell 2014).

Rozdíly v intenzitě světla mohou také vysvětlovat rozdíly mezi lokalitami. Království u Grygova je lužní les s velmi hustým podrostem a korunovým zápojem, oproti smíšeným bučinám Hostýnských vrchů bez keřového patra a vysokohorské smrčiny Krkonoš. Šerý by ale lužní les měl začít být až během pozdní části sezóny, jelikož z počátku jara je v lužním lese

výrazný jarní aspekt a korunové a keřové patro se olistňuje až později. Tomu by také měla odpovídat aktivita ptáků v podobě výrazných rozdílů v sezónním průběhu parametrů denní aktivity mezi lokalitami, kdy by vrchol začátku/konce aktivity relativně k východu/západu slunce v lužním lese měl nastávat brzy na začátku hnízdního období, tedy ještě před zastíněním rostoucí vegetací, oproti ostatním lokalitám. Později by relativní délka aktivity na ostatních lokalitách, kde změny v zastíněnosti po zapojení vegetace nejsou tak velké, měla překonat délku aktivity v lužním lese. Alternativně by výraznější rozdíly v zastínění v průběhu roku mohly vést k výraznějším změnám v průběhu délky denní aktivity během hnízdní sezóny v lužním lese oproti ostatním lokalitám, protože sezónní změny prosvětlenosti v nich nejsou tak výrazné. Mé výsledky tomu odpovídají pouze částečně. Na začátku hnízdní sezóny nastával konec aktivity relativně k západu slunce zhruba ve stejnou dobu v lužním lese i smíšené bučině, krátce na to začal být konec aktivity ve smíšené bučině pozdější a tento rozdíl se s postupem roku prohluboval. Stejný trend byl vidět u všech druhů (obr. 3 a 4), přestože statisticky významný je pouze u drozda zpěvného a pěnice černohlavé během inkubace. Pro začátek aktivity vychází interakce lokalita x datum jako významná pouze u pěnice černohlavé, ale rozdíly se projeví výraznějšími změnami v průběhu sezóny jen v bučině a horské smrčíně (obr. 1 a 2), tedy opačně než by se podle předpokladu, že aktivita sleduje výraznost sezónních změn v prosvětlenosti podrostu, dalo očekávat. Relativní změny aktivity se přenášejí i do celkové délky aktivity, přestože trend byl opět viditelný u všech druhů a v obou fázích hnízdění, statisticky průkazně vyšel znovu pouze u pěnice černohlavé. I přes absenci statistické významnosti se ale dá usoudit, že hypotéza o rozdílech v aktivitě ptáků daných změnami světelnosti, která je způsobena vegetací, platí, přestože u daných druhů a lokalit jen pro relativní konec aktivity, nikoliv začátek. Statistická neprůkaznost, přestože stejný trend je vidět u všech druhů může být způsobena kombinací malé velikosti biologicky významných efektů a malého a nevyrovnaného vzorku dat pro různé lokality.

Rozdíl mezi lokalitami v načasování konce aktivity relativně k západu slunce byl nejvyšší na přelomu května a června u kosů a drozdů, u pěnic černohlavých o něco později, ale i během této doby se pohyboval v řádu nižších desítek minut. To činí sice pouze kolem 2-3 % celkové délky aktivity, přesto se ale nějaký biologický význam se dá očekávat. Pokud je rozdíl dán jen intenzitou světla, vyvstává otázka, proč se neprojevil i u začátku aktivity. Načasování aktivity na dobu s dostatečným osvětlením je důležité ze dvou hlavních důvodů: efektivní sběr potravy a vyhýbání se riziku predace. Pro ptáky je efektivnější hledat potravu v době, kdy jsou schopní se dostatečně vizuálně orientovat (Kacelnik 1979), a/nebo je potrava snadno dostupná (Bryan et al. 2001, Jetz et al. 2003, Van Gils et al. 2005). Všechny sledované druhy jsou během vegetační sezóny více či méně inaktivní (del Hoyo et al. 2005, del Hoyo et al. 2006) a aktivita hmyzu obvykle bývá vyšší během odpoledne a večera než během brzkého rána (Rydell et al. 1996, Genoud et al. 2023). Ptáci tedy mohou lépe využít čas získaný navíc během večera než během ranních hodin. Druhým mechanismem nutícím ptáky k neaktivitě je riziko predace. To může být vyšší buď zvýšenou aktivitou predátorů za soumraku (Lahti et al. 1997, Krams 2000), nebo horší schopností úniku kvůli neschopnosti ptáků je v horším světle včas detekovat (Lima 1988, Lahti et al. 1997, Krams 2000). V rámci analyzovaných dat bylo v Grygovském lese

oproti Hostýnu predováno o 15 % více hnízd celkově a o 6 % více hnízd během noci. Vyšší predační riziko v Grygovském lužním lese tedy mohlo také přispět k dřívějšímu se uchýlení samice do úkrytu v podobě hnízda a nepřipoutávat tak pozornost na sebe ani na hnízdo. Hustší a tím pádem méně přehledný prostor lužního lesa by také mohl přispět snaze ptáků minimalizovat během špatné viditelnosti aktivitu (Lima 1988). Oba tyto mechanismy mohly tedy v menší či větší míře přispět ke dřívějšímu ukončení denní aktivity a skrz tu i zkrácení celkové délky aktivity.

Během doby inkubace se počet vajec ani blížící se doba líhnutí nezdá mít výrazný vliv na načasování aktivity. Výjimkou byla pěvuška, kde vyšší počet vajec vedl k dřívějšímu konci denní aktivity. Protože nemalé množství sledovaných pěvušek může žít v polyandrii a samec poměrně intenzivně krmí inkubující samici na hnízdě (del Hoyo et al. 2005, del Hoyo et al. 2006, vlastní pozorování z videozáznamů) může samice věnovat více času inkubaci včetně večerních hodin. Zároveň mohou samice pěvušek přizpůsobovat velikost snůšky podle očekávaného příspěvku samců (Davies 1985), takže více potomků může odrážet aktivnějšího monogamního samce nebo krmení od dvou samců. Některé publikace uvádějí kratší denní aktivitu samic v pozdější fázi inkubace (Kluijver 1950, Maxson 1977, Graham et al. 2017), to se ale v mých datech spolehlivě neproказuje, přestože tendence k pozdějšímu začátku a časnějšímu konci aktivity vůči východu/západu slunce je patrná u všech druhů kromě pěnice černohlavé. Ta ale není pro tento problém relevantní, protože u ní inkubují oba rodiče. Je tedy pravděpodobné, že tendence k delší aktivitě relativně k délce dne je napříč mnoha druhy a oblastmi, nezdá se však příliš malá, než aby se projevila. Uváděným důvodem pro zkrácování denní aktivity s postupem inkubace je zvýšená potřeba embryí být v teple, především v chladnějších částech dne jako je brzké ráno a pozdní večer (Kluijver 1950, Maxson 1977). K tomuto trendu může docházet také korelací postupu inkubace a sezóny ve smyslu zapojování a stínění vegetací (Maxson 1977). Proto jsou všechny analýzy v této práci ošetřeny o sezónní efekt a považují tedy za nepravděpodobné, že by výše uvedené efekty stáří byly pouhým důsledkem postupující sezóny.

S přechodem od inkubace vajec do období krmení mláďat ztrácí hodnotu odpočinek, jehož vliv na relativní délku aktivity je nahrazen vlivem počtu mláďat a jejich stářím. Absolutní délka aktivity pak více kopíruje délku dne. Ne vždy však vychází vliv stáří a počtu mláďat statisticky významný (přílohové obr. 1,2,4,5,7,8), například u drozda zpěvného nemá počet potomků vliv na relativní konec ani délku aktivity, obecný trend je ale až na výjimky stejný u všech druhů. Tento výsledek je v souladu s očekáváním, kdy podstatná část studií sledujících délku aktivity poukazuje na relativně i absolutně delší aktivitu v případě zvýšené potřeby potravy buď přímo (Lima 1988, Lahti et al. 1997) nebo nepřímo (Kluijver 1950, Kessel 1976, Reeb 1986, Fitzpatrick 1997, Steinmeyer et al. 2010, Rose & Lyon 2013, Stuber et al. 2015b). Vyšší počet altriciálních mláďat a jejich růst bezpochyby takovou zvýšenou potřebou potravy je, jelikož ptáci musí kromě pokrytí svých energetických potřeb obstarat dostatek potravy i pro mláďata. Záhadou zůstává, proč některé druhy vykazují trend v opačném směru. Jedním z nich je pěvuška, kde trend naznačuje s vyšším počtem potomků mírně pozdější začátek a dřívější konec aktivity relativně k východu/západu slunce, druhým je pěnice černohlavá, kde se stářím mláďat

je relativně dřívější ukončování a díky tomu kratší celková délka aktivity. Pro pěvušku je ale vzorek dat menší než u ostatních druhů, sklon regrese je velmi mírný a statisticky nevýznamný, může se tedy jednat o náhodu. Alternativně to může být dáno rozdíly v životních strategiích mezi jednotlivými druhy. Individuální pěvušky mohou přizpůsobovat velikost své snůšky (Davies 1985), což mohou v dané populaci činit natolik adekvátně, že nemusí mít délku aktivity na hraně svých možností a upřednostňovat tak vlastní zdraví, na rozdíl od ostatních druhů, které mohou upřednostňovat vyvedení více potomků. Spolehlivě toto říct však nelze, bylo by potřeba znát přežívání hnízd, vyvedených mláďat a dospělců v dané populaci a porovnat je s přežíváním u druhů ostatních. Pro spolehlivou srovnávací analýzu by navíc bylo nutné učinit tak na dostatečném vzorku druhů/populací. Možné také je, že některé sledované samice žily v polyandrii, jak je u tohoto druhu relativně běžné (del Hoyo et al. 2005, del Hoyo et al. 2006). Díky ní mohly investovat více do odpočinku a spánku, který má mimo jiné regenerační funkci (Amlaner & Ball 1983), než být aktivní déle kvůli nutnosti krmení mláďat. To by opět naznačovalo vyšší investici do údržby organismu pro budoucí rozmnožování. Obtížněji vysvětlitelné je relativně dřívější ukončování a díky tomu kratší celková délka aktivity pěnice černohlavé při vyšším stáří mláďat. Na rozdíl od pěvušky je zde vzhledem k většímu vzorku a vysoké statistické významnosti nepravděpodobné, že k tomu mohlo dojít náhodou. Možná je korelace s nějakým zde neměřeným faktorem, například náhlým sezónním nárůstem množství hmyzu, podle kterého může zrovna tento druh načasovávat své hnízdění. Alternativně mohou pěnice lépe přizpůsobovat frekvenci a množství přinášené potravy v průběhu dne a tím pádem nemuset krmit mladé déle. V obou případech se jedná o zástupce druhů s kratší délkou aktivity obecně danou jejich způsobem života, proto mohou volit jiné strategie kompenzující vyšší intenzitu péče o potomstvo než delší aktivitu. Pro spolehlivou srovnávací studii by ale bylo třeba použít mnohem více druhů.

Pro délku spánku a večerní a ranní latence bylo nalezeno méně statisticky významných efektů než pro parametry délky aktivity. Konzistentní napříč druhy byl vliv deště a rozdíly mezi lokalitami. Přítomnost deště téměř univerzálně vedla k prodloužení spánkové latence (přílohové obr. 13 a 16) a tím pádem zkrácení spánku (přílohové obr. 19 a 20). Nejvýraznější byl tento efekt u inkubujících samic kosa černého, kdy vedl k prodloužení večerní latence o téměř 2 h. Jednoduchým proximátním vysvětlením nespavosti během deště je, že chlad a vlhkost způsobuje samici značný diskomfort, který zabraňuje usnutí. Případně mohou samice volit jinou spánkovou polohu (Amlaner & Ball 1983). Zde hodnocenou spánkovou pozici ovšem považují za relevantní především z hlediska potřeby termoregulace, protože především v případě navlhnutí je pro ptáky potřebné udržet tělesnou teplotu a tím pádem výhodné mít zobák ukrytý, aby skrz něj nedocházelo ke ztrátám tepla (Friedman et al. 2017, Ryeland et al. 2017). Na druhou stranu se samice může snažit zabránit navlhnutí hnízda a zvolit tak polohu, která zabrání natečení vody do hnízdní kotliny a zvolí přiměřenou pozici, což nemusí být kompatibilní se spaním. Během silných dešťů bylo na záběrech viditelné, že zahřívající samice leží na hnízdě bdělá a s částečně roztaženými křídly a kryje je před dopadajícími kapkami. Je zde také možnost, že kvůli zvukům deště a zhoršené viditelnosti může být pro samici těžší

zaznamenat blízcího se predátora. Při vyšším riziku predace ptáci bývají ostražitější, což se může přenést do podoby bdělosti ve večerních hodinách (Brynychova et al. 2020).

Druhým konzistentně významným prediktorem pro délku latencí a spánku byla lokalita. Spánek ve smíšené bučině byl během celé hnízdní sezóny a u všech druhů delší a ranní i večerní latence byly kratší než v lužním lese. U kosů je stejný rozdíl i mezi lužním lesem a horskou smrčínou, nikoliv však u pěnic. Zároveň je ale v těchto případech delší celková denní aktivita, takže délka spánku nemůže být způsobena jen delším pobytem na hnízdě. Toto chování může být také v souladu s hypotézou, že výrazné riziko predace může vést k vyšší ostražitosti během noci, protože jak bylo zmíněno výše, v Grygově bylo více zaznamenaných predací, včetně predací nočních. Pro Krkonoše zatím není dostatek dat, aby se riziko predace na této lokalitě dalo spolehlivě posoudit. Proti tomu však hovoří statistická neprůkaznost změn spánkových parametrů u hnízd s vyšším rizikem noční predace (tj. s výskytem predační události způsobené nočním či krepuskulárním zvířetem) a téměř úplná absence prodloužení večerní latence po kontrole hnízda – kromě drozda zpěvného během inkubace. Na druhou stranu zde použitá metodika není pro stanovení predačního rizika zcela adekvátní a tyto výsledky jsou tak méně vypovídající než v případě ostatních analýz. Případné budoucí práce by se měly soustředit na konkrétní identitu predátora, zohlednit případnou změnu chování před a po částečné predaci, zaznamenat spánek v průběhu celé noci, a následně posoudit četnosti probuzení a proporci noci strávenou bděním.

Překvapivě se sezónní trend v délce spánku lišil mezi lokalitami poměrně často a podobně jako v případě proměnných souvisejících s aktivitou k tomu docházelo častěji a výrazněji během fáze inkubace než krmení mláďat (obr. 7–12). To může být dáno tím, že výraznější změny v délce dne i vegetaci nastávají na začátku hnízdní sezóny, zatímco později, kdy už nejsou obvyklá hnízda s vejci, změny nejsou tak velké. Rozdíly mezi lokalitami se projevují tak, že latence mezi aktivitou a spánkem bývají na začátku hnízdní sezóny kratší v bučině a postupně se mají tendenci vyrovnat, přičemž změny v délce latencí nastávají více či méně u obou lokalit. Změny s postupem roku nastávají především v případě latence večerní. To se samozřejmě projeví i na celkové délce spánku. Na začátku hnízdního období trvá spánek samic déle ve smíšené bučině než v lužním lese, postupem roku se ale jeho délka vyrovná. Takto konzistentně vychází změny u kosa a drozda, sezónní průběh u pěnice černohlavé se mírně odlišuje. Ranní latence se jako u ostatních pomalu vyrovnávají, délky večerní latence se ale v průběhu inkubace mezi lokalitami stále více rozlišují a až posléze během péče o mladé se tento rozdíl začne snižovat. Zobrazení trendů celkové délky spánku má v důsledku toho podobu konvexní pro lužní les, konkávní pro bučinu. Během fáze krmení byly sezónní trendy pro jednotlivé lokality podobnější, stejně jako u ostatních druhů. Pro pěnici černohlavou nepovažuji za rozumné vyvozovat přesné závěry. Není biologický důvod očekávat, aby u stejné proměnné vyšla jedna lokalita v konvexním a druhá v konkávním tvaru. Navíc vzhledem ke statistické nevýznamnosti se pravděpodobně jedná o náhodu či artefakt dat. V případných dalších pracích by bylo dobré se věnovat blíže průběhu spánku během noci, přihlídnout k variabilitě v rámci lokality a případně porovnat míst více. Dále se tedy budu věnovat pouze kosu a drozdovi.

Nejintuitivnějším vysvětlením zkrácení latence ke spánku je, že s prodloužením celkové délky aktivity na dané lokalitě a v dané době by zákonitě měla vést ke kratšímu spánku. Protože je určitá doba strávená spánkem fyziologickou nutností (Amlaner & Ball 1983), musí samice zkrátit adekvátně dobu latence. Při pohledu na grafy interakce data a lokality se opravdu jeví, že délka aktivity a spánku se v tomto případě vzájemně doplňují (obr. 5–12).

Z toho mohou plynout zajímavé důsledky, tedy že ptáci nemusí přizpůsobovat jen délku aktivity potřebě spánku, jak uvádí některé studie (Sanz 1999, Sanz et al. 2000, Steinmeyer et al. 2010, Shaw & Cresswell 2014, Da Silva & Kempnaers 2017), ale zachovat svou délku aktivity a zkrátit dobu potřebnou k usnutí. S tím ale vyvstává otázka, pokud je příliš pozdě pro efektivní hledání potravy, proč ptáci netráví více času spánkem, když by to mělo být z hlediska úspory energie i regenerace organismu výhodnější (Berger & Phillips 1995, Ward et al. 2003, Stuber et al. 2015b). Přitom průměrné hodnoty ranní a večerní latence se pohybují u kosů a drozdů někdy i v řádu hodin a u pěnic desítek minut, přestože u pěvušek bývají ze všech sledovaných druhů nejkratší (přílohová tab. 49). Ranní latence tím pádem u kosů a drozdů činí v průměru více jak 8 % celkové doby strávené na hnízdě nočním klidem, večerní latence pak až 27 %. U pěnic černohlavých jsou délky latencí podstatně kratší, i tak ale tvoří celkem téměř 13 % času nočního pobytu na hnízdě, který by samice mohly trávit spánkem. Z těchto výše uvedených důvodů se dá předpokládat, že přítomnost takto dlouhých latencí ke spánku musí mít nějaký účel. Jejich funkcí může být výše zmíněná ostražitost před příchodem predátora (Brynychova et al. 2020). Na druhou stranu riziko predace daného hnízda na délku latence neměla vliv a vyrušení kontrolou hnízda má alespoň u kosa černého náznak vlivu v opačném směru. Jediný druh, kde kontrola hnízda vedla k významnému prodloužení večerní latence je drozd zpěvný, a to pouze během inkubace. Ani statisticky nevýznamné efekty u ostatních druhů nejsou v konzistentním směru. Předchozí práce věnující se inkubaci pěnic černohlavých (Olšáková 2022) nepozorovala po kontrole hnízda žádné výrazné změny v inkubačním chování samice po vyplašení v průběhu denní aktivity. Délka večerní latence však hodnocena nebyla. U drozdů je ale i náznak dřívějšího konce aktivity ve dnech, kdy došlo k vyrušení. Tento výsledek mohl samozřejmě vzniknout náhodou, může se ale také jednat o větší citlivost tohoto druhu na vyrušení a tím pádem poukazovat na antipredační funkci času stráveného latencí ke spánku, alespoň u citlivějších druhů. Protože ale nelze vyvodit spolehlivý závěr z porovnání jen čtyř v této práci sledovaných druhů (Garland & Adolph 1994), jedná se pouze o spekulaci.

Ne všechny studie dokládají prodloužení ranní nebo večerní latence na místě nocování při vyšším vnímaném riziku predace (Stuber et al. 2014). Narušení spánku může být dáno i jinými vlivy, například nepohodlím způsobeném výskytem mravenců v hnízdě (vlastní pozorování z videozáznamů), nebo infestací hnízda ektoparazity (Christe et al. 1996, Tripet et al. 2002), což nebylo v analýzách zohledněno. Mnoho studií s podobným výzkumným designem popisuje krátkou dobu latence výrazně se v rámci roku neměnicí (Steinmeyer et al. 2010, Steinmeyer et al. 2013, Stuber et al. 2015a). Rozdílem ale je, že tyto práce popisují dutinové druhy v průběhu zimy. Budoucí práce sledující faktory ovlivňující délku latencí by se tedy měly zaměřit na více druhů s rozličnou citlivostí na rušení a změřit i množství bezobratlých infestujících dané hnízdo.

S počtem mláďat se délka spánku zkracovala, trend se však neprojevuje významně na délce latencí. Dá se tedy usuzovat, že s prodloužením aktivity pro obstarání dostatku potravy pro mláďata nezbyde tolik času na spánek a ten se tak musí logicky zkrátit. Kratší spánek je často Vysvětlován jako cena za delší aktivitu (Steinmeyer et al. 2010, Lesku et al. 2012, Steinmeyer et al. 2013). Překvapivě se ale v tomto případě nezdá, že by byla obecná tendence zkrátit ranní ani večerní latenci a získat tím delší dobu spánku. Výjimkou je pěvuška modrá, kde je náznak pozitivní korelace délky spánku s počtem vajec a posléze mláďat. Jak bylo zmíněno výše u stejné otázky v případě délky aktivity, tento výsledek mohl vzniknout adekvátním přizpůsobováním velikosti snůšky.

Během inkubace nebyl nalezen konzistentní ani statisticky významný vliv blížícího se líhnutí na žádnou ze sledovaných proměnných. Po vylíhnutí mláďat ale vliv jejich stáří není zdaleka konzistentní. Například u drozda zpěvného se se stářím mláďat prodlužuje délka spánku a v souladu s tím se ranní i večerní latence zkracuje. To může být dáno větší vyčerpaností a tím pádem větší potřebou spánku. U pěnice černohlavé je vůči drozdovi výše ovlivnění stářím mláďat opačné. Tento vliv je významný, přestože statistická významnost pro ranní latenci je hraniční a pro večerní chybí úplně. Je tedy těžké vyvodit jednoznačné závěry, dá se pouze předpokládat, že sledované druhy jsou vystaveny rozdílným stresorům a díky mírně odlišným životním strategiím volit různý kompromis mezi údržbou organismu odpočinkem a spánkem, ostražitostí před predátory a starostlivostí o potomstvo. Je však nemožné posoudit odlišnosti dané rozdílnými životními strategiemi na vzorku pouze čtyř druhů. To je úkol pro případnou budoucí srovnávací studii na více druzích. Dá se předpokládat, že druhy lépe vidící v šeru budou aktivní déle i pokud dospělcům hrozí riziko predace a že krátce žijící druhy investující více do produkce potomstva budou tak činit na úkor vlastního bezpečí a odpočinku.

Závěr

Výsledky této práce, především pak to, že délka aktivity během krmení mláďat výrazně kopíruje délku dne, ukazují, že aktivita sledovaných druhů ve střední Evropě je limitována především časem, kdy je dostatek denního světla. Rozhodování, zda samice bude aktivní je pravděpodobně kompromisem mezi sběrem potravy, jeho efektivitou a rizikem predace a případně úrazu při špatné viditelnosti. Přestože potřeba strávit určitý čas spánkem je bezpochyby fyziologická nutnost, zde se neprojevuje na načasování aktivity. Vzhledem k délce fotoperiody v naší zeměpisné šířce se tedy potřeba spánku nezdá být limitujícím faktorem pro délku aktivit, tím je čas s patřičnou intenzitou světla. Omezení dobou s dostatečným osvětlením se projevuje změnou s postupem hnízdní sezóny, a i jejím odlišným průběhem na jednotlivých lokalitách, kde se aktivita se zapojováním vegetace v lužním lese zkracuje. Pro spolehlivější závěr by ale bylo nutné měřit přímo vývoj intenzity osvětlení v porostu v průběhu roku. Protože je v lužním lese vysoké riziko predace, je možné, že ptáci končívají svou aktivitu obecně při nižším osvětlení, aby se tomuto riziku vyhnuli.

Nepopíratelný je vliv deště na zkrácení aktivity, ať už z důvodu že se ukryvá sama samice, nebo kvůli nutnosti krýt hnízdo před vlhkostí. Biologicky smysluplná je také nutnost prodloužení aktivity v případech, kdy je intenzivnější potřeba krmení mláďat, tedy s jejich vyšším počtem a stářím.

Délka strávená spánkem neodpovídá striktně délce souvislého nočního pobytu na hnízdě, ptáci tráví nezanedbatelný čas po posledním přeletu na hnízdo bdělostí. Hypotéza, že se jedná o antipredační strategii je možná, ale ne úplně přesvědčivá, protože jediné, co tomu nasvědčuje je delší latence k usnutí na lokalitě s možným vyšším rizikem predace, případně během deště, což může být vysvětleno i jinými způsoby. Proti tomu hovoří zanedbatelný vliv zvoleného ukazatele rizika predace na úrovni individuálního hnízda a ve většině případů i kontroly hnízda. Ať už je funkce jakákoliv, délka ranní a večerní latence je nejspíš výsledkem kompromisu mezi protichůdnými potřebami být aktivní déle strany jedné a nutnosti spánku ze strany druhé. Účel tohoto chování si jistě zaslouží další pozornost.

Citace:

- ALVAREZ, E. & BARBA, E. 2014. Within and between population variations of incubation rhythm of great tits *Parus major*. *Behaviour*, **151**: 1827–1845.
- AMLANER, C. J. & BALL, N. J. 1983. A synthesis of sleep in wild birds. *Behaviour*, **87**: 85–119.
- AMRHEIN, V., KORNER, P. & NAGUIB, M. 2002. Nocturnal and diurnal singing activity in the nightingale: correlations with mating status and breeding cycle. *Animal Behaviour*, **64**: 939–944.
- AMRHEIN, V. & LERCH, S. 2010. Differential effects of moving versus stationary territorial intruders on territory defence in a songbird. *Journal of Animal Ecology*, **79**: 82–87.
- BERGER, R. J. & PHILLIPS, N. H. 1995. Energy-conservation and sleep. *Behavioural Brain Research*, **69**: 65–73.
- BONTER, D. N., ZUCKERBERG, B., SEDGWICK, C. W. & HOCHACHKA, W. M. 2013. Daily foraging patterns in free-living birds: exploring the predation-starvation trade-off. *Proceedings of the Royal Society B*, **280**: 20123087.
- BRÁZDIL, T. 2020. Inkubační chování pěnice černohlavé. diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra zoologie a ornitologická laboratoř, 42 s.
- BRUNI, A., MENNILL, D. J. & FOOTE, J. R. 2014. Dawn chorus start time variation in a temperate bird community: relationships with seasonality, weather, and ambient light. *Journal of Ornithology*, **155**: 877–890.
- BRYAN, A. L., SNODGRASS, J. W., ROBINETTE, J. R., DALY, J. L. & BRISBIN, I. L. 2001. Nocturnal activities of post-breeding wood storks. *Auk*, **118**: 508–513.

- BRYNYCHOVÁ, K., ŠALEK, M. E., VOZABULOVA, E. & SLÁDEČEK, M. 2020. Daily rhythms of female self-maintenance correlate with predation risk and male nest attendance in a biparental wader. *Journal of Biological Rhythms*, **35**: 489–500.
- CHAN, K. 1995. Diurnal and nocturnal patterns of activity in resident and migrant silvereyes *zosterops-lateralis*. *Emu*, **95**: 41–46.
- CHRISTE, P., RICHNER, H. & OPPLIGER, A. 1996. Of great tits and fleas: Sleep baby sleep. *Animal Behaviour*, **52**: 1087–1092.
- DA SILVA, A. & KEMPENAERS, B. 2017. Singing from North to South: Latitudinal variation in timing of dawn singing under natural and artificial light conditions. *Journal of Animal Ecology*, **86**: 1286–1297.
- DAVIES, N. B. 1985. Cooperation and conflict among dunnocks, *Prunella modularis*, in a variable mating system. *Animal Behaviour*, **33**: 628–648.
- DEL HOYO, J., ELLIOTT, A., CHRISTIE, D. A. eds. 2005. Handbook of the birds of the world, volume 10: Cuckoo-shrikes to Thrushes. Lynx Edicions, Barcelona, 895 s.
- DEL HOYO, J., ELLIOTT, A., CHRISTIE, D. A. eds. 2006. Handbook of the birds of the world, volume 11: Old World Flycatchers to Old World Warblers. Lynx Edicions, Barcelona, 798 s.
- DEREGNAUCOURT, S., MITRA, P. P., FEHER, O., PYTTE, C. & TCHERNICHOVSKI, O. 2005. How sleep affects the developmental learning of bird song. *Nature*, **433**: 710–716.
- DOLAN, A. C., MURPHY, M. T., REDMOND, L. J., SEXTON, K. & DUFFIELD, D. 2007. Extrapair paternity and the opportunity for sexual selection in a socially monogamous passerine. *Behavioral Ecology*, **18**: 985–993.
- DOUCETTE, D. R. & REEBS, S. G. 1994. Influence of temperature and other factors on the daily roosting times of mourning doves in winter. *Canadian Journal of Zoology*, **72**: 1287–1290.
- EVERDING, S. E. & JONES, D. N. 2006. Communal roosting in a suburban population of Torresian crows (*Corvus orru*). *Landscape and Urban Planning*, **74**: 21–33.
- FITZPATRICK, S. 1997. The timing of early morning feeding by tits. *Bird Study*, **44**: 88–96.
- FRIEDMAN, N. R., HARMÁČKOVÁ, L., ECONOMO, E. P. & REMEŠ, V. 2017. Smaller beaks for colder winters: thermoregulation drives beak size evolution in Australasian songbirds. *Evolution*, **71**: 2120–2129.
- GARLAND, T. & ADOLPH, S. C. 1994. Why not to do two-species comparative-studies - limitations on inferring adaptation. *Physiological Zoology*, **67**: 797–828.
- GENOUD, A. P., SAHA, T., WILLIAMS, G. M. & THOMAS, B. P. 2023. Insect biomass density: measurement of seasonal and daily variations using an entomological optical sensor. *Applied Physics B-Lasers and Optics*, **129**: 13.
- GOBES, S. M. H., ZANDBERGEN, M. A. & BOLHUIS, J. J. 2010. Memory in the making: localized brain activation related to song learning in young songbirds. *Proceedings of the Royal Society B*, **277**: 3343–3351.

- GRAHAM, J. L., COOK, N. J., NEEDHAM, K. B., HAU, M. & GREIVES, T. J. 2017. Early to rise, early to breed: a role for daily rhythms in seasonal reproduction. *Behavioral Ecology*, **28**: 1266–1271.
- HLADKÁ, T. 2020. Vnitrodruhová variabilita v načasování a délce denní aktivity u ptáků. Bakalářská práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra zoologie a ornitologická laboratoř, 70 s.
- JETZ, W., STEFFEN, J. & LINSENMAIR, K. E. 2003. Effects of light and prey availability on nocturnal, lunar and seasonal activity of tropical nightjars. *Oikos*, **103**: 627–639.
- JOHNSON, D. H. 2002. The importance of replication in wildlife research. *Journal of Wildlife Management*, **66**: 919–932.
- KACELNIK, A. 1979. Foraging efficiency of great tits (*Parus major*) in relation to light intensity. *Animal Behaviour*, **27**: 237–241.
- KESSEL, B. 1976. Winter activity patterns of black-capped chickadees in interior Alaska. *Wilson Bulletin*, **88**: 36–61.
- KLUIJVER, H. N. 1950. Daily routines of the Great Tit, *Parus m. major* L. *Ardea*, **55**: 99–135.
- KRAMS, I. 2000. Length of feeding day and body weight of great tits in a single- and a two-predator environment. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **48**: 147–153.
- LAHTI, K., KOIVULA, K. & ORELL, M. 1997. Dominance, daily activity and winter survival in willow tits: Detrimental cost of long working hours? *Behaviour*, **134**: 921–939.
- LESKU, J. A., RATTENBORG, N. C., VALCU, M., VYSSOTSKI, A. L., KUHN, S., KUEMMETH, F., HEIDRICH, W. & KEMPENAERS, B. 2012. Adaptive Sleep Loss in Polygynous Pectoral Sandpipers. *Science*, **337**: 1654–1658.
- LIMA, S. L. 1988. Initiation and termination of daily feeding in dark-eyed juncos - influences of predation risk and energy reserves. *Oikos*, **53**: 3–11.
- MAXSON, S. J. 1977. Activity patterns of female ruffed grouse during breeding season. *Wilson Bulletin*, **89**: 439–455.
- MURPHY, M. T., SEXTON, K., DOLAN, A. C. & REDMOND, L. J. 2008. Dawn song of the eastern kingbird: an honest signal of male quality? *Animal Behaviour*, **75**: 1075–1084.
- OLŠÁKOVÁ, A. 2022. Vliv vyrušování pozorovatelem na inkubační chování pěnice černohlavé. bakalářská práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra ekologie a životního prostředí, 42 s.
- OTTER, K., CHRUSZCZ, B. & RATCLIFFE, L. 1997. Honest advertisement and song output during the dawn chorus of black-capped chickadees. *Behavioral Ecology*, **8**: 167–173.
- POESEL, A., KUNC, H. P., FOERSTER, K., JOHNSEN, A. & KEMPENAERS, B. 2006. Early birds are sexy: male age, dawn song and extrapair paternity in blue tits, *Cyanistes* (formerly *Parus*) *caeruleus*. *Animal Behaviour*, **72**: 531–538.
- RAAP, T., PINXTEN, R. & EENS, M. 2016. Artificial light at night disrupts sleep in female great tits (*Parus major*) during the nestling period, and is followed by a sleep rebound. *Environmental Pollution*, **215**: 125–134.
- RATTENBORG, N. C., MANDT, B. H., OBERMEYER, W. H., WINSAUER, P. J., HUBER, R., WIKELSKI, M. & BENCA, R. M. 2004. Migratory sleeplessness in the white-crowned sparrow (*Zonotrichia leucophrys gambelii*). *PLoS Biology*, **2**: 924–936.

- REEBS, S. G. 1986. Influence of temperature and other factors on the daily roosting times of black-billed magpies. *Canadian Journal of Zoology*, **64**: 1614–1619.
- ROSE, A. P. & LYON, B. E. 2013. Day length, reproductive effort, and the avian latitudinal clutch size gradient. *Ecology*, **94**: 1327–1337.
- ROTH, T. C., LESKU, J. A., AMLANER, C. J. & LIMA, S. L. 2006. A phylogenetic analysis of the correlates of sleep in birds. *Journal of Sleep Research*, **15**: 395–402.
- ROTH, T. C., RATTENBORG, N. C. & PRAVOSUDOV, V. V. 2010. The ecological relevance of sleep: the trade-off between sleep, memory and energy conservation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, **365**: 945–959.
- RYDELL, J., ENTWISTLE, A. & RACEY, P. A. 1996. Timing of foraging flights of three species of bats in relation to insect activity and predation risk. *Oikos*, **76**: 243–252.
- RYELAND, J., WESTON, M. A. & SYMONDS, M. R. E. 2017. Bill size mediates behavioural thermoregulation in birds. *Functional Ecology*, **31**: 885–893.
- SANTEMA, P., VALCU, M., CLINCHY, M., ZANETTE, L. & KEMPENAERS, B. 2019. Playback of predator calls inhibits and delays dawn singing in a songbird community. *Behavioral Ecology*, **30**: 1283–1288.
- SANZ, J. J. 1999. Does daylength explain the latitudinal variation in clutch size of Pied Flycatchers *Ficedula hypoleuca*? *Ibis*, **141**: 100–108.
- SANZ, J. J., TINBERGEN, J. M., MORENO, J., ORELL, M. & VERHULST, S. 2000. Latitudinal variation in parental energy expenditure during brood rearing in the great tit. *Oecologia*, **122**: 149–154.
- SCHMIDT, K. A. & BELINSKY, K. L. 2013. Voices in the dark: predation risk by owls influences dusk singing in a diurnal passerine. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **67**: 1837–1843.
- SEXTON, K., MURPHY, M. T., REDMOND, L. J. & DOLAN, A. C. 2007. Dawn song of eastern kingbirds: intrapopulation variability and sociobiological correlates. *Behaviour*, **144**: 1273–1295.
- SHAW, P. & CRESSWELL, W. 2014. Latitudinal variation in day length and working day length has a confounding effect when comparing nest attentiveness in tropical and temperate species. *Journal of Ornithology*, **155**: 481–489.
- STEINMEYER, C., MUELLER, J. C. & KEMPENAERS, B. 2013. Individual variation in sleep behaviour in blue tits *Cyanistes caeruleus*: assortative mating and associations with fitness-related traits. *Journal of Avian Biology*, **44**: 159–168.
- STEINMEYER, C., SCHIELZETH, H., MUELLER, J. C. & KEMPENAERS, B. 2010. Variation in sleep behaviour in free-living blue tits, *Cyanistes caeruleus*: effects of sex, age and environment. *Animal Behaviour*, **80**: 853–864.
- STUBER, E. F., DINGEMANSE, N. J., KEMPENAERS, B. & MUELLER, J. C. 2015a. Sources of intraspecific variation in sleep behaviour of wild great tits. *Animal Behaviour*, **106**: 201–221.
- STUBER, E. F., GROBIS, M. M., ABBEY-LEE, R., KEMPENAERS, B., MUELLER, J. C. & DINGEMANSE, N. J. 2014. Perceived predation risk affects sleep behaviour in free-living great tits, *Parus major*. *Animal Behaviour*, **98**: 157–165.

- STUBER, E. F., MATHOT, K. J., KEMPENAERS, B., DINGEMANSE, N. J. & MUELLER, J. C. 2015b. Sex-specific association between sleep and basal metabolic rate in great tits. *Animal Behaviour*, **109**: 15–22.
- THOMAS, R. J., SZEKELY, T., CUTHILL, I. C., HARPER, D. G. C., NEWSON, S. E., FRAYLING, T. D. & WALLIS, P. D. 2002. Eye size in birds and the timing of song at dawn. *Proceedings of the Royal Society B*, **269**: 831–837.
- TRIPET, F., GLASER, M. & RICHNER, H. 2002. Behavioural responses to ectoparasites: time-budget adjustments and what matters to Blue Tits *Parus caeruleus* infested by fleas. *Ibis*, **144**: 461–469.
- VAN GILS, J. A., DEKINGA, A., SPAANS, B., VAHL, W. K. & PIERSMA, T. 2005. Digestive bottleneck affects foraging decisions in red knots *Calidris canutus*. II. Patch choice and length of working day. *Journal of Animal Ecology*, **74**: 120–130.
- WARD, M. P., ALESSI, M., BENSON, T. J. & CHIAVACCI, S. J. 2014. The active nightlife of diurnal birds: extraterritorial forays and nocturnal activity patterns. *Animal Behaviour*, **88**: 175–184.
- WARD, S., SPEAKMAN, J. R. & SLATER, P. J. B. 2003. The energy cost of song in the canary, *Serinus canaria*. *Animal Behaviour*, **66**: 893–902.
- ZÁRYBNICKÁ, M., KORPIMAKI, E. & GRIESSER, M. 2012. Dark or Short Nights: Differential Latitudinal Constraints in Nestling Provisioning Patterns of a Nocturnally Hunting Bird Species. *PLoS ONE*, **7**: e36932.

Přílohy

Tabulky 1–53

Obrázky 1–20

Tabulka 1: Model pro relativní začátek aktivity kosa černého během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	-16,40	3,64	301	-4,51	<0,001
Datum	36,50	20,56	301	1,78	0,077
Datum ²	-34,24	13,57	301	-2,52	0,012
Lokalita (Hostýn)*	2,04	2,21	42	0,92	0,362
Lokalita (Krkonoše)*	-4,15	3,61	42	-1,15	0,257
Stáří	0,23	0,13	301	1,86	0,064
Počet vajec	<0,01	0,90	301	0,00	>0,999
Děšť ráno	4,11	0,86	301	4,78	<0,001

R² = 59 %

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita: LRT $\chi^2 = 4,32$, df = 2, p = 0,12

Tabulka 2: Model pro relativní začátek aktivity kosa černého během krmení mlád'at

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	-13,37	2,36	395	-5,68	<0,001
Datum	-13,87	14,41	395	-0,96	0,337
Datum ²	-16,20	13,76	395	-1,18	0,240
Lokalita (Hostýn)*	0,18	1,70	43	0,10	0,917
Lokalita (Krkonoše)*	-9,31	2,59	43	-3,60	<0,001
Stáří	-0,47	0,10	395	-4,85	<0,001
Počet mlád'at	-1,20	0,44	395	-2,69	0,007
Děšť ráno	5,83	1,11	395	5,28	<0,001

R² = 46 %

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita, LRT $\chi^2 = 15,96$, df = 2, p = <0,001

Tabulka 3: Model pro relativní konec aktivity kosa černého během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	-21,56	13,38	325	-1,61	0,108
Datum	-194,38	67,42	325	-2,88	0,004
Datum ²	103,77	48,83	325	2,12	0,034
Lokalita (Hostýn)*	17,99	6,93	46	2,59	0,013
Lokalita (Krkonoše)*	30,83	11,66	46	2,64	0,011
Stáří	-0,59	0,49	325	-1,22	0,224
Počet vajec	-1,69	3,17	325	-0,53	0,594
Děšť večer	-4,82	3,51	325	-1,37	0,170
Kontrola hnízda	-2,70	3,44	325	-0,79	0,433

$R^2 = 39\%$

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita, LRT $\chi^2 = 9,49$, df = 2, p = <0,01

Tabulka 4: Model pro relativní konec aktivity kosa černého během krmení mlád'at

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	-26,85	5,80	368	-4,63	<0,001
Datum	40,80	41,53	368	0,98	0,327
Datum ²	34,06	35,88	368	0,95	0,343
Lokalita (Hostýn)*	10,68	4,97	42	2,15	0,037
Lokalita (Krkonoše)*	23,58	8,01	42	2,94	0,005
Stáří	0,66	0,22	368	2,99	0,003
Počet mlád'at	1,97	1,04	368	1,89	0,059
Děšť večer	-16,72	1,90	368	-8,80	<0,001
Kontrola hnízda	-0,33	1,63	368	-0,20	0,840

$R^2 = 66\%$

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita, LRT $\chi^2 = 9,70$, df = 2, p = <0,01

Tabulka 5: Model pro délku aktivity kosa černého během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	869,51	15,84	295	54,90	<0,001
Datum	733,90	80,26	295	9,14	<0,001
Datum ²	-68,44	53,66	295	-1,28	0,203
Lokalita (Hostýn)*	17,55	8,34	41	2,11	0,042
Lokalita (Krkonoše)*	46,62	13,75	41	3,39	0,002
Stáří	-0,78	0,57	295	-1,39	0,167
Počet vajec	-2,46	3,82	295	-0,64	0,520
Děšť ráno	-8,09	4,05	295	-2,00	0,047
Děšť večer	-4,96	3,76	295	-1,32	0,189

R² = 80 %

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita, LRT $\chi^2 = 11,82$, df = 2, p = <0,01

Tabulka 6: Model pro délku aktivity kosa černého během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	912,07	7,33	354	124,42	<0,001
Datum	747,96	51,35	354	14,57	<0,001
Datum ²	-322,02	42,18	354	-7,63	<0,001
Lokalita (Hostýn)*	9,95	6,27	42	1,59	0,120
Lokalita (Krkonoše)*	42,06	10,14	42	4,15	<0,001
Stáří	1,17	0,27	354	4,42	<0,001
Počet mláďat	2,70	1,27	354	2,12	0,035
Děšť ráno	-10,47	2,47	354	-4,23	<0,001
Děšť večer	-17,40	2,24	354	-7,75	<0,001

R² = 93 %

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita, LRT $\chi^2 = 15,80$, df = 2, p = <0,001

Tabulka 7: Model pro ranní latenci kosa černého během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	52,66	12,44	279	4,23	<0,001
Datum	38,28	52,20	279	0,73	0,464
Datum ²	-53,52	37,01	279	-1,45	0,149
Lokalita (Hostýn)*	-30,56	5,67	40	-5,39	<0,001
Lokalita (Krkonoše)*	-36,39	8,97	40	-4,06	<0,001
Stáří	0,14	0,46	279	0,30	0,768
Počet vajec	1,05	2,74	279	0,38	0,701
Děšť ráno	9,25	3,85	279	2,40	0,017
Bez predace	-0,89	5,39	40	-0,16	0,870

$R^2 = 40 \%$

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita, LRT $\chi^2 = 28,20$, df = 2, p = <0,001

Tabulka 8: Model pro ranní latenci kosa černého během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	71,09	12,00	373	5,93	<0,001
Datum	39,46	55,86	373	0,71	0,480
Datum ²	-55,36	59,82	373	-0,93	0,355
Lokalita (Hostýn)*	-21,02	6,77	41	-3,10	0,003
Lokalita (Krkonoše)*	-31,45	9,96	41	-3,16	0,003
Stáří	-0,45	0,47	373	-0,95	0,343
Počet mláďat	-0,54	1,99	373	-0,27	0,788
Děšť ráno	26,25	5,42	373	4,84	<0,001
Bez predace	-5,54	6,60	41	-0,84	0,407

$R^2 = 28 \%$

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita, LRT $\chi^2 = 13,54$, df = 2, p = <0,01

Tabulka 9: Model pro večerní latenci kosa černého během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	242,06	41,23	299	5,87	<0,001
Datum	-185,88	182,06	299	-1,02	0,308
Datum ²	100,41	131,10	299	0,77	0,444
Lokalita (Hostýn)*	-74,16	18,95	43	-3,91	<0,001
Lokalita (Krkonoše)*	-80,79	31,10	43	-2,60	0,013
Stáří	-0,64	1,33	299	-0,48	0,630
Počet vajec	3,59	9,06	299	0,40	0,692
Děšť večer	117,92	10,03	299	11,75	<0,001
Kontrola hnízda	15,57	9,44	299	1,65	0,100
Bez predace	-23,32	17,96	43	-1,30	0,201

R² = 59 %

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita, LRT $\chi^2 = 16,00$, df = 2, p = <0,001

Tabulka 10: Model pro večerní latenci kosa černého během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	124,11	17,97	347	6,90	<0,001
Datum	-22,54	97,86	347	-0,23	0,818
Datum ²	9,37	95,00	347	0,10	0,921
Lokalita (Hostýn)*	-32,53	12,10	40	-2,69	0,010
Lokalita (Krkonoše)*	-59,73	18,88	40	-3,16	0,003
Stáří	-1,61	0,61	347	-2,65	0,009
Počet mlád'at	4,66	2,86	347	1,63	0,104
Děšť večer	48,42	5,47	347	8,85	<0,001
Kontrola hnízda	3,29	4,71	347	0,70	0,485
Bez predace	3,93	11,86	40	0,33	0,742

R² = 60 %

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita, LRT $\chi^2 = 12,41$, df = 2, p = <0,01

Tabulka 11: Model pro délku spánku kosa černého během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	250,10	46,78	298	5,35	<0,001
Datum	-467,73	231,32	298	-2,02	0,044
Datum ²	-6,06	167,08	298	-0,04	0,971
Lokalita (Hostýn)*	107,20	24,58	42	4,36	<0,001
Lokalita (Krkonoše)*	77,36	40,60	42	1,91	0,064
Stáří	0,26	1,61	298	0,16	0,869
Počet vajec	-11,76	11,15	298	-1,05	0,293
Děšť večer	-127,33	12,23	298	-10,41	<0,001
Děšť ráno	-30,47	13,31	298	-2,29	0,023

$R^2 = 58 \%$

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita, LRT $\chi^2 = 18,07$, df = 2, p = <0,001

Tabulka 12: Model pro délku spánku kosa černého během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	313,75	24,68	352	12,71	<0,001
Datum	-762,69	157,69	352	-4,84	<0,001
Datum ²	443,63	142,22	352	3,12	0,002
Lokalita (Hostýn)*	62,17	19,86	41	3,13	0,003
Lokalita (Krkonoše)*	65,88	31,29	41	2,11	0,041
Stáří	0,71	0,95	352	0,75	0,451
Počet mlád'at	-9,65	4,41	352	-2,19	0,029
Děšť večer	-20,92	8,90	352	-2,35	0,019
Děšť ráno	-35,14	9,98	352	-3,52	<0,001

$R^2 = 64 \%$

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita, LRT $\chi^2 = 10,60$, df = 2, p = <0,01

Tabulka 13: Model pro relativní začátek aktivity drozda zpěvného během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	-13,62	9,11	322	-1,50	0,136
Datum	63,67	30,24	322	2,11	0,036
Datum ²	-29,18	25,88	322	-1,13	0,260
Lokalita (Hostýn)	4,98	3,01	66	1,66	0,103
Stáří	0,29	0,32	322	0,90	0,369
Počet vajec	0,03	1,99	322	0,01	0,990
Děšť ráno	9,57	2,61	322	3,67	<0,001

R² = 29 %

Tabulka 14: Model pro relativní začátek aktivity drozda zpěvného během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	-3,90	3,10	455	-1,26	0,209
Datum	5,06	19,99	455	0,25	0,800
Datum ²	-25,60	18,15	455	-1,41	0,159
Lokalita (Hostýn)	-0,58	1,85	59	-0,31	0,755
Stáří	-0,63	0,12	455	-5,04	<0,001
Počet mlád'at	-0,94	0,52	455	-1,80	0,072
Děšť ráno	11,24	1,96	455	5,73	<0,001

R² = 33 %

Tabulka 15: Model pro relativní konec aktivity drozda zpěvného během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	-64,33	18,12	343	-3,55	<0,001
Datum	-190,69	62,48	343	-3,05	0,003
Datum ²	133,26	50,26	343	2,65	0,008
Lokalita (Hostýn)	29,88	6,34	62	4,71	<0,001
Stáří	-0,77	0,52	343	-1,49	0,136
Počet vajec	5,38	4,00	343	1,35	0,179
Děšť večer	-2,37	3,82	343	-0,62	0,535
Kontrola hnízda	5,75	3,29	343	1,75	0,082

R² = 55 %

Tabulka 16: Model pro relativní konec aktivity drozda zpěvného během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	-25,13	5,57	424	-4,51	<0,001
Datum	-3,04	37,78	424	-0,08	0,936
Datum ²	40,59	33,54	424	1,21	0,227
Lokalita (Hostýn)	11,93	3,63	58	3,29	0,002
Stáří	1,81	0,23	424	8,02	<0,001
Počet mlád'at	1,07	1,06	424	1,01	0,314
Déšť večer	-7,29	2,58	424	-2,83	0,005
Kontrola hnízda	-1,81	1,79	424	-1,01	0,314

R² = 54 %

Tabulka 17: Model pro délku aktivity drozda zpěvného během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	P
Intercept	850,06	22,82	302	37,25	<0,001
Datum	709,93	73,41	302	9,67	<0,001
Datum ²	-80,49	58,00	302	-1,39	0,166
Lokalita (Hostýn)	25,63	7,79	62	3,29	0,002
Stáří	-1,05	0,64	302	-1,64	0,101
Počet vajec	5,02	5,02	302	1,00	0,318
Déšť ráno	-8,04	4,96	302	-1,62	0,107
Déšť večer	-2,99	4,63	302	-0,65	0,519

R² = 75 %

Tabulka 18: Model pro délku aktivity drozda zpěvného během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	907,61	7,91	393	114,67	<0,001
Datum	486,67	48,16	393	10,10	<0,001
Datum ²	-330,29	42,02	393	-7,86	<0,001
Lokalita (Hostýn)	11,46	4,76	58	2,41	0,019
Stáří	2,51	0,29	393	8,80	<0,001
Počet mlád'at	2,20	1,35	393	1,62	0,105
Déšť ráno	-19,31	3,85	393	-5,01	<0,001
Déšť večer	-10,51	3,22	393	-3,26	0,001

R² = 83 %

Tabulka 19: Model pro ranní latenci drozda zpěvného během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	59,11	17,02	286	3,47	<0,001
Datum	-4,69	51,44	286	-0,09	0,927
Datum ²	-59,05	46,53	286	-1,27	0,205
Lokalita (Hostýn)	-27,15	5,38	63	-5,05	<0,001
Stáří	-0,39	0,61	286	-0,64	0,520
Počet vajec	-1,46	3,63	286	-0,40	0,688
Děšť ráno	12,39	5,49	286	2,26	0,025
Predační event	-4,80	6,51	63	-0,74	0,463

$R^2 = 29 \%$

Tabulka 20: Model pro ranní latenci drozda zpěvného během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	46,87	9,63	417	4,87	<0,001
Datum	2,21	44,07	417	0,05	0,960
Datum ²	-7,76	43,28	417	-0,18	0,858
Lokalita (Hostýn)	-7,38	4,31	55	-1,71	0,093
Stáří	-0,95	0,36	417	-2,67	0,008
Počet mlád'at	1,78	1,37	417	1,30	0,195
Děšť ráno	10,50	5,97	417	1,76	0,079
Predační event	-6,92	5,65	55	-1,22	0,226

$R^2 = 24 \%$

Tabulka 21: Model pro večerní latenci drozda zpěvného během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	127,76	53,14	308	2,40	0,017
Datum	-657,86	169,03	308	-3,89	<0,001
Datum ²	295,74	140,41	308	2,11	0,036
Lokalita (Hostýn)	-93,23	17,98	59	-5,19	<0,001
Stáří	-0,65	1,48	308	-0,44	0,661
Počet vajec	16,55	11,70	59	1,41	0,162
Děšť večer	34,10	11,03	308	3,09	0,002
Kontrola hnízda	-32,28	9,30	308	-3,47	<0,001
Predační event	-24,86	20,86	59	-1,19	0,238

$R^2 = 65 \%$

Tabulka 22: Model pro večerní latenci drozda zpěvného během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	104,48	20,85	398	5,01	<0,001
Datum	-2,08	126,56	398	-0,02	0,987
Datum ²	363,85	105,95	398	3,43	<0,001
Lokalita (Hostýn)	-23,06	12,73	55	-1,81	0,076
Stáří	-3,77	0,67	398	-5,66	<0,001
Počet mlád'at	8,06	3,20	398	2,52	0,012
Děšť večer	14,22	7,11	398	2,00	0,046
Kontrola hnízda	5,09	5,11	398	1,00	0,320
Predační event	-7,93	15,96	55	-0,50	0,621

$R^2 = 66 \%$

Tabulka 23: Model pro délku spánku drozda zpěvného během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	396,74	69,47	308	5,71	<0,001
Datum	-49,67	234,37	308	-0,21	0,832
Datum ²	-125,27	186,42	308	-0,67	0,502
Lokalita (Hostýn)	107,68	24,68	60	4,36	<0,001
Stáří	4,13	1,93	308	2,14	0,033
Počet vajec	-22,06	15,43	308	-1,43	0,154
Děšť večer	-7,94	16,15	308	-0,49	0,624
Děšť ráno	-40,92	17,67	308	-2,32	0,021

$R^2 = 57 \%$

Tabulka 24: Model pro délku spánku drozda zpěvného během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	356,45	21,40	375	16,66	<0,001
Datum	-469,15	133,46	375	-3,52	<0,001
Datum ²	2,71	115,78	375	0,02	0,981
Lokalita (Hostýn)	23,95	13,76	55	1,74	0,087
Stáří	2,19	0,80	375	2,74	0,006
Počet mlád'at	-12,42	3,67	375	-3,38	<0,001
Děšť večer	0,97	9,43	375	0,10	0,918
Děšť ráno	-2,50	11,96	375	-0,21	0,834

$R^2 = 57 \%$

Tabulka 25: Model pro relativní začátek aktivity pěnice černohlavé během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	-1,56	6,13	448	-0,26	0,799
Datum	-50,76	31,80	448	-1,60	0,111
Datum ²	-51,28	23,25	448	-2,21	0,028
Lokalita (Hostýn)*	-1,77	2,74	70	-0,65	0,520
Lokalita (Krkonoše)*	0,30	3,54	70	0,09	0,932
Stáří	-0,95	0,16	448	-5,80	<0,001
Počet vajec	0,97	1,35	448	0,72	0,473
Děšť ráno	9,21	1,84	448	5,01	<0,001

R² = 52 %

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita: LRT $\chi^2 = 0,51$, df = 2, p = 0,77

Tabulka 26: Model pro relativní začátek aktivity pěnice černohlavé během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	5,04	3,27	469	1,54	0,124
Datum	-71,94	20,56	469	-3,50	<0,001
Datum ²	-13,32	17,06	469	-0,78	0,435
Lokalita (Hostýn)*	0,04	1,80	83	0,02	0,984
Lokalita (Krkonoše)*	-1,28	2,59	83	-0,50	0,622
Stáří	0,16	0,14	469	1,11	0,268
Počet mláďat	-1,71	0,70	469	-2,45	0,015
Děšť ráno	12,63	1,31	469	9,61	<0,001

R² = 43 %

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita: LRT $\chi^2 = 0,27$, df = 2, p = 0,87

Tabulka 27: Model pro relativní konec aktivity pěnice černohlavé během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	-42,06	12,89	480	-3,26	0,001
Datum	-84,86	54,29	480	-1,56	0,119
Datum ²	26,25	39,54	480	0,66	0,507
Lokalita (Hostýn)*	9,90	4,16	74	2,38	0,020
Lokalita (Krkonoše)*	16,11	5,49	74	2,93	0,005
Stáří	-0,34	0,35	480	-0,98	0,328
Počet vajec	1,50	2,71	480	0,55	0,580
Děšť večer	-7,85	4,60	480	-1,71	0,088
Kontrola hnízda	2,03	2,45	480	0,83	0,409

R² = 25 %

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita: LRT $\chi^2 = 11,38$, df = 2, p = <0,01

Tabulka 28: Model pro relativní konec aktivity pěnice černohlavé během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	-22,97	5,19	423	-4,42	<0,001
Datum	48,63	28,31	423	1,72	0,087
Datum ²	0,53	23,05	423	0,02	0,982
Lokalita (Hostýn)*	5,54	2,54	82	2,18	0,032
Lokalita (Krkonoše)*	8,75	3,68	82	2,38	0,020
Stáří	-0,72	0,22	423	-3,21	0,001
Počet mláďat	4,04	1,10	423	3,67	<0,001
Děšť večer	-10,53	2,07	423	-5,08	<0,001
Kontrola hnízda	-1,57	1,43	423	-1,10	0,274

R² = 44 %

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita: LRT $\chi^2 = 8,46$, df = 2, p = 0,01

Tabulka 29: Model pro délku aktivity pěníce černošlavé během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	902,03	17,18	432	52,51	<0,001
Datum	523,22	70,91	432	7,38	<0,001
Datum ²	-391,95	50,53	432	-7,76	<0,001
Lokalita (Hostýn)*	12,37	5,88	68	2,10	0,039
Lokalita (Krkonoše)*	24,99	7,57	68	3,30	0,002
Stáří	0,53	0,42	432	1,25	0,211
Počer vajec	3,18	3,63	432	0,87	0,382
Děšř ráno	-4,52	4,78	432	-0,95	0,345
Děšř večer	-6,93	5,27	432	-1,31	0,189

R² = 70 %

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita: LRT $\chi^2 = 12,69$, df = 2, p = <0,01

Tabulka 30: Model pro délku aktivity pěníce černošlavé během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	940,36	7,58	393	124,05	<0,001
Datum	304,02	40,63	393	7,48	<0,001
Datum ²	-406,40	33,20	393	-12,24	<0,001
Lokalita (Hostýn)*	3,28	3,88	77	0,85	0,401
Lokalita (Krkonoše)*	18,83	5,54	77	3,40	0,001
Stáří	-0,82	0,30	393	-2,74	0,006
Počer mláďat	4,67	1,57	393	2,97	0,003
Děšř ráno	-9,46	2,45	393	-3,86	<0,001
Děšř večer	-7,85	2,70	393	-2,91	0,004

R² = 79 %

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita: LRT $\chi^2 = 11,67$, df = 2, p = <0,01

Tabulka 31: Model pro ranní latenci pěnice černohlavé během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	33,01	9,54	421	3,46	<0,001
Datum	-152,56	45,75	421	-3,33	<0,001
Datum ²	5,42	33,66	421	0,16	0,872
Lokalita (Hostýn)*	-10,28	4,09	67	-2,52	0,014
Lokalita (Krkonoše)*	7,75	5,16	67	1,50	0,138
Stáří	-0,16	0,25	421	-0,65	0,516
Počet vajec	-0,74	2,00	421	-0,37	0,712
Děšť ráno	14,89	2,95	421	5,05	<0,001
Noční predace	-3,48	3,50	421	-1,00	0,319

$R^2 = 52\%$

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita: LRT $\chi^2 = 11,21$, df = 2, p = <0,01

Tabulka 32: Model pro ranní latenci pěnice černohlavé během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	52,45	7,86	452	6,68	<0,001
Datum	-130,64	39,67	452	-3,29	0,001
Datum ²	-4,34	33,85	452	-0,13	0,898
Lokalita (Hostýn)*	-12,92	3,37	79	-3,84	<0,001
Lokalita (Krkonoše)*	-3,66	4,93	79	-0,74	0,460
Stáří	0,75	0,38	452	1,96	0,051
Počet mláďat	-1,39	1,52	452	-0,91	0,361
Děšť ráno	31,42	3,60	452	8,72	<0,001
Noční predace	0,26	3,37	79	0,08	0,938

$R^2 = 27\%$

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita: LRT $\chi^2 = 15,01$, df = 2, p = <0,001

Tabulka 33: Model pro večerní latenci pěnice černohlavé během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	61,45	15,73	451	3,91	<0,001
Datum	-164,04	72,38	451	-2,27	0,024
Datum ²	0,36	50,88	451	0,01	0,994
Lokalita (Hostýn)*	-20,33	5,90	70	-3,45	0,001
Lokalita (Krkonoše)*	-4,84	7,81	70	-0,62	0,537
Stáří	-0,01	0,35	451	-0,03	0,979
Počet vajec	-3,03	3,24	451	-0,93	0,351
Děšť večer	7,05	4,76	451	1,48	0,139
Noční predace	-7,28	5,20	451	-1,40	0,163
Kontrola hnízda	-3,31	2,30	451	-1,44	0,151

R² = 52 %

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita: LRT $\chi^2 = 11,95$, df = 2, p = <0,01

Tabulka 34: Model pro večerní latenci pěnice černohlavé během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	87,28	10,89	401	8,01	<0,001
Datum	-153,11	52,06	401	-2,94	0,004
Datum ²	-63,52	43,54	401	-1,46	0,145
Lokalita (Hostýn)*	-27,03	4,71	79	-5,73	<0,001
Lokalita (Krkonoše)*	-5,86	6,88	79	-0,85	0,397
Stáří	0,43	0,46	401	0,94	0,349
Počet mlád'at	0,46	2,12	401	0,22	0,829
Děšť večer	46,23	4,26	401	10,86	<0,001
Noční predace	0,25	4,53	79	0,05	0,956
Kontrola hnízda	-1,00	2,91	401	-0,34	0,731

R² = 49 %

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita: LRT $\chi^2 = 30,34$, df = 2, p = <0,001

Tabulka 35: Model pro délku spánku pěnice černohlavé během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	428,22	23,53	448	18,20	<0,001
Datum	-183,67	115,24	448	-1,59	0,112
Datum ²	402,93	80,34	448	5,02	<0,001
Lokalita (Hostýn)*	26,36	9,42	72	2,80	0,007
Lokalita (Krkonoše)*	-27,34	12,80	72	-2,14	0,036
Stáří	-0,82	0,52	448	-1,58	0,115
Počet vajec	3,53	5,02	448	0,70	0,482
Děšť ráno	-3,12	5,80	448	-0,54	0,591
Děšť večer	6,49	6,96	448	0,93	0,351

$R^2 = 62\%$

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita: LRT $\chi^2 = 15,97$, df = 2, p = <0,001

Tabulka 36: Model pro délku spánku pěnice černohlavé během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	372,44	21,64	385	17,21	<0,001
Datum	11,22	101,12	385	0,11	0,912
Datum ²	574,50	83,39	385	6,89	<0,001
Lokalita (Hostýn)*	48,06	9,03	79	5,32	<0,001
Lokalita (Krkonoše)*	-5,78	13,58	79	-0,43	0,671
Stáří	-3,57	1,03	385	-3,45	<0,001
Počet mláďat	-6,55	4,37	385	-1,50	0,135
Děšť ráno	-24,20	9,14	385	-2,65	0,008
Děšť večer	-40,77	9,92	385	-4,11	<0,001

$R^2 = 36\%$

*Referenční hladinou je lokalita Grygov; celkový test prediktoru lokalita: LRT $\chi^2 = 29,52$, df = 2, p = <0,001

Tabulka 37: Model pro relativní začátek aktivity pěvušky modré během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	127,64	45,94	73	2,78	0,007
Datum	104,76	71,48	73	1,47	0,147
Datum ²	-140,25	64,57	73	-2,17	0,033
Stáří	1,10	1,12	73	0,98	0,328
Počet vajec	-9,60	10,00	73	-0,96	0,341
Děšť ráno	16,44	9,30	73	1,77	0,081

$R^2 = 59\%$

Tabulka 38: Model pro relativní začátek aktivity pěvušky modré během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	22,52	13,00	93	1,73	0,087
Datum	29,55	43,92	93	0,67	0,503
Datum ²	-6,39	44,34	93	-0,14	0,886
Stáří	-2,94	0,61	93	-4,79	<0,001
Počet mlád'at	0,92	3,01	93	0,31	0,761
Děšť ráno	6,87	6,31	93	1,09	0,280

R² = 58 %

Tabulka 39: Model pro relativní konec aktivity pěvušky modré během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	69,58	30,87	81	2,25	0,027
Datum	-63,92	31,63	81	-2,02	0,047
Datum ²	-23,31	35,83	81	-0,65	0,517
Stáří	-1,43	0,85	81	-1,69	0,094
Počet vajec	-23,25	6,04	81	-3,85	<0,001
Děšť večer	1,16	10,92	81	0,11	0,915
Kontrola hnízda	-8,97	6,01	81	-1,49	0,139

R² = 31 %

Tabulka 40: Model pro relativní konec aktivity pěvušky modré během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	-32,09	10,50	82	-3,06	0,003
Datum	-0,57	30,41	82	-0,02	0,985
Datum ²	33,98	33,39	82	1,02	0,312
Stáří	0,48	0,60	82	0,80	0,427
Počet krmení	-1,25	2,37	82	-0,53	0,600
Děšť večer	-27,19	6,07	82	-4,48	<0,001
Kontrola hnízda	-5,54	3,72	82	-1,49	0,141

R² = 48 %

Tabulka 41: Model pro délku aktivity pěvušky modré během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	905,30	69,13	71	13,10	<0,001
Datum	133,07	85,68	71	1,55	0,125
Datum ²	-31,88	79,03	71	-0,40	0,688
Stáří	-2,40	1,28	71	-1,87	0,065
Počet vajec	-17,19	14,74	71	-1,17	0,247
Déšť ráno	-12,60	10,61	71	-1,19	0,239
Déšť večer	-4,32	14,37	71	-0,30	0,765

R² = 58 %

Tabulka 42: Model pro délku aktivity pěvušky modré během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	893,91	22,22	76	40,23	<0,001
Datum	129,89	66,93	76	1,94	0,056
Datum ²	-192,09	67,86	76	-2,83	0,006
Stáří	3,15	1,02	76	3,10	0,003
Počet krmení	-3,47	5,07	76	-0,68	0,496
Déšť ráno	-4,66	9,25	76	-0,50	0,616
Déšť večer	-42,46	9,98	76	-4,25	<0,001

R² = 74 %

Tabulka 43: Model pro ranní latenci pěvušky modré během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	116,48	38,69	73	3,01	0,004
Datum	-39,85	46,31	73	-0,86	0,392
Datum ²	-37,00	46,84	73	-0,79	0,432
Stáří	2,90	0,92	73	3,16	0,002
Počet vajec	-10,90	7,72	73	-1,41	0,162
Déšť ráno	25,38	7,82	73	3,25	0,002
Noční predace	3,90	13,08	11	0,30	0,771

R² = 47 %

Tabulka 44: Model pro ranní latenci pěvušky modré během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	95,34	22,84	90	4,17	<0,001
Datum	-18,35	52,21	90	-0,35	0,726
Datum ²	-57,02	57,32	90	-0,99	0,323
Stáří	-2,18	1,06	90	-2,05	0,044
Počet mlád'at	-2,76	3,78	90	-0,73	0,466
Děšť ráno	37,89	10,81	90	3,51	<0,001
Noční predace	18,47	14,81	16	1,25	0,230

R² = 38 %

Tabulka 45: Model pro večerní latenci pěvušky modré během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	96,81	28,87	81	3,35	0,001
Datum	-29,70	33,33	81	-0,89	0,376
Datum ²	-1,23	34,98	81	-0,04	0,972
Stáří	-0,42	0,64	81	-0,66	0,514
Počet vajec	-10,19	5,51	81	-1,85	0,068
Děšť večer	39,63	7,91	81	5,01	<0,001
Noční predace	-4,49	8,52	12	-0,53	0,608
Kontrola hnízda	2,04	4,34	81	0,47	0,640

R² = 44 %

Tabulka 46: Model pro večerní latenci pěvušky modré během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	56,40	12,20	77	4,62	<0,001
Datum	-46,58	28,19	77	-1,65	0,103
Datum ²	-11,62	29,59	77	-0,39	0,696
Stáří	-0,47	0,49	77	-0,95	0,343
Počet mlád'at	-2,44	2,18	77	-1,12	0,266
Děšť večer	28,37	4,52	77	6,27	<0,001
Noční predace	1,74	8,32	17	0,21	0,837
Kontrola hnízda	-0,13	2,87	77	-0,05	0,963

R² = 63 %

Tabulka 47: Model pro délku spánku pěvušky modré během inkubace

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	288,51	68,36	77	4,22	<0,001
Datum	-62,83	98,28	77	-0,64	0,525
Datum ²	86,80	90,54	77	0,96	0,341
Stáří	-1,07	1,41	77	-0,76	0,450
Počet vajec	43,14	14,24	77	3,03	0,003
Déšť večer	-40,83	16,55	77	-2,47	0,016
Déšť ráno	-10,90	12,06	77	-0,90	0,369

R² = 60 %

Tabulka 48: Model pro délku spánku pěvušky modré během krmení

Prediktor	Odhad	SE	df	t	p
Intercept	400,34	24,65	74	16,24	<0,001
Datum	-74,06	59,18	74	-1,25	0,215
Datum ²	211,17	65,82	74	3,21	0,002
Stáří	0,99	1,37	74	0,72	0,472
Počet mláďat	8,23	4,78	74	1,72	0,089
Déšť večer	3,28	12,61	74	0,26	0,796
Déšť ráno	-28,15	12,83	74	-2,19	0,031

R² = 52 %

Tabulka 49: Průměrné délky ranní a večerní latence a spánku ± SD pro jednotlivé lokality a druhy.

Druh	Lokalita	Ranní latence	Večerní latence	Délka spánku
Kos černý	Grygov	0:41:33 ± 0:28:32	2:24:00 ± 1:14:42	5:48:02 ± 1:40:16
	Hostýn	0:17:50 ± 0:17:03	1:01:33 ± 0:37:45	6:55:08 ± 0:48:14
	Krkonoše	0:08:33 ± 0:10:34	0:42:25 ± 0:48:07	6:47:51 ± 0:51:56
Drozd zpěvný	Grygov	0:45:30 ± 0:25:03	2:33:24 ± 1:04:41	5:17:50 ± 1:25:03
	Hostýn	0:31:32 ± 0:18:56	1:19:08 ± 0:32:17	6:24:43 ± 0:45:10
Pěnice černohlavá	Grygov	0:22:08 ± 0:14:45	0:51:16 ± 0:21:25	7:05:22 ± 0:37:44
	Hostýn	0:08:20 ± 0:13:01	0:27:48 ± 0:13:39	7:19:53 ± 0:29:20
Pěvuška modrá	Krkonoše	0:17:04 ± 0:15:21	0:34:37 ± 0:14:39	6:44:08 ± 0:24:40
	Hostýn	0:25:23 ± 0:21:06	0:19:09 ± 0:13:17	8:15:00 ± 0:39:22

Tabulka 50: Směr efektu a míra signifikance* jednotlivých prediktorů u kosa černého.

	Fáze inkubace						Fáze krmení mláďat					
	Relativní začátek aktivity	Relativní konec aktivity	Délka aktivity	Délka spánku	Ranní latence	Večerní latence	Relativní začátek aktivity	Relativní konec aktivity	Délka aktivity	Délka spánku	Ranní latence	Večerní latence
Datum	+	---	++++	--	0	0	0	0	++++	----	0	0
Datum ²	--	++	0	0	0	0	0	0	----	+++	0	0
Lokalita (Hostýn)	0	++	++	++++	----	----	0	++	0	+++	---	----
Lokalita (Krkonoše)	0	++	+++	+	----	--	----	+++	++++	++	---	--
Stáří	+	0	NA	0	0	0	----	+++	++++	0	0	0
Počet potomků	0	0	NA	0	0	0	---	+	++	--	0	0
Déšť ráno	++++	NA	--	--	++	NA	++++	NA	----	----	++++	NA
Déšť večer	NA	0	NA	----	NA	++++	NA	----	----	--	NA	++++
Kontrola hnízda	NA	0	NA	NA	NA	-	NA	0	NA	NA	NA	-
Noční predace	NA	NA	NA	NA	0	0	NA	NA	NA	NA	0	0

* + + + + / - - - - p = <0,001

+ + + / - - - p = <0,01

+ + / - - p = <0,05

+ / - p = 0,05–0,1

Tabulka 51: Směr efektu a míra signifikance* jednotlivých prediktorů u drozda zpěvného.

	Fáze inkubace						Fáze krmení mládřat					
	Relativní začátek aktivity	Relativní konec aktivity	Délka aktivity	Délka spánku	Ranní latence	Večerní latence	Relativní začátek aktivity	Relativní konec aktivity	Délka aktivity	Délka spánku	Ranní latence	Večerní latence
Datum	++	---	++++	0	0	----	0	0	++++	---	0	0
Datum ²	0	+++	0	0	0	++	0	0	----	0	0	+++
Lokalita (Hostýn)	++	++++	+++	++++	----	----	0	+++	++	+	-	-
Stáří	++	0	--	++	0	0	----	++++	++++	+++	----	----
Počet potomků	0	0	0	0	0	0	-	0	0	---	0	++
Děšť ráno	++++	NA	0	--	++	NA	++++	NA	----	0	+	NA
Děšť večer	NA	0	0	0	NA	+++	NA	---	---	0	NA	++
Kontrola hnízda	NA	-	0	NA	NA	+++	NA	0	NA	NA	NA	0
Noční predace	0	NA	NA	NA	0	0	NA	NA	NA	NA	0	0

* +++++ / ----- p = <0,001

+++ / ---- p = <0,01

++ / -- p = <0,05

+ / - p = 0,05-0,1

Tabulka 52: Směr efektu a míra signifikance* jednotlivých prediktorů u pěnice černohlavé.

	Fáze inkubace						Fáze krmení mlád'at					
	Relativní začátek aktivity	Relativní konec aktivity	Délka aktivity	Délka spánku	Ranní latence	Večerní latence	Relativní začátek aktivity	Relativní konec aktivity	Délka aktivity	Délka spánku	Ranní latence	Večerní latence
Datum	0	0	++++	0	---	--	0	+	++++	0	---	---
Datum ²	--	0	----	++++	0	0	0	0	----	++++	0	0
Lokalita (Hostýn)	0	++	++	+++	--	---	0	++	0	++++	----	----
Lokalita (Krkonoše)	0	+++	+++	--	0	0	NA	++	+++	0	0	0
Stáří	----	0	0	0	0	0	----	---	---	---	+	0
Počet potomků	0	0	0	0	0	0	-	++++	+++	0	0	0
Děšť ráno	++++	NA	0	0	++++	NA	++++	NA	----	---	++++	NA
Děšť večer	NA	-	0	0	NA	0	NA	----	---	----	NA	++++
Kontrola hnízda	NA	0	NA	NA	NA	0	NA	0	NA	NA	NA	0

* +++++ / ----- p = <0,001

+++ / ---- p = <0,01 |

++ / -- p = <0,05

+ / - p = 0,05-0,1

Tabulka 53: Směr efektu a míra signifikance* jednotlivých prediktorů u pěvušky modré.

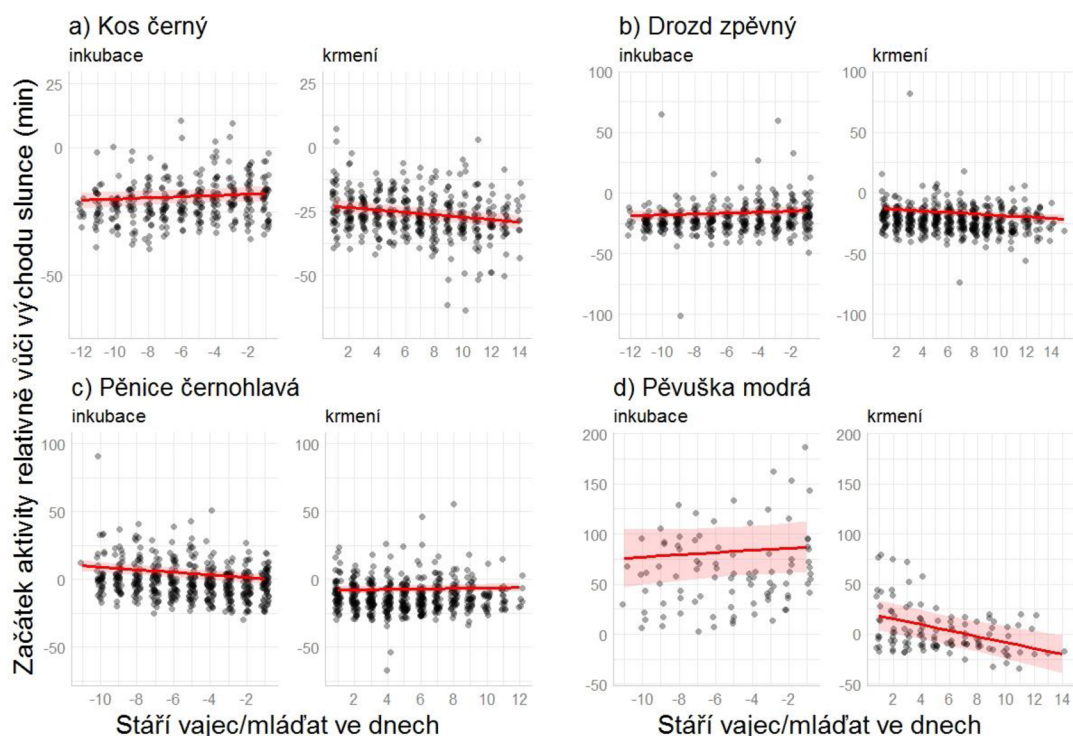
	Fáze inkubace						Fáze krmení mláďat					
	Relativní začátek aktivity	Relativní konec aktivity	Délka aktivity	Délka spánku	Ranní latence	Večerní latence	Relativní začátek aktivity	Relativní konec aktivity	Délka aktivity	Délka spánku	Ranní latence	Večerní latence
Datum	0	--	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0
Datum ²	--	0	0	0	0	0	0	0	---	+++	0	0
Stáří	0	-	-	0	+++	0	-----	0	+++	0	--	0
Počet potomků	0	-----	0	+++	0	-	0	0	0	+	0	0
Déšť ráno	+	NA	0	0	+++	NA	0	NA	0	--	+++	NA
Déšť večer	NA	0	0	--	NA	++++	NA	-----	-----	0	NA	++++
Kontrola hnízda	NA	0	NA	NA	NA	0	NA	0	NA	NA	NA	0
Noční predace	NA	NA	NA	NA	0	0	NA	NA	NA	NA	0	0

* + + + + / - - - - p = <0,001

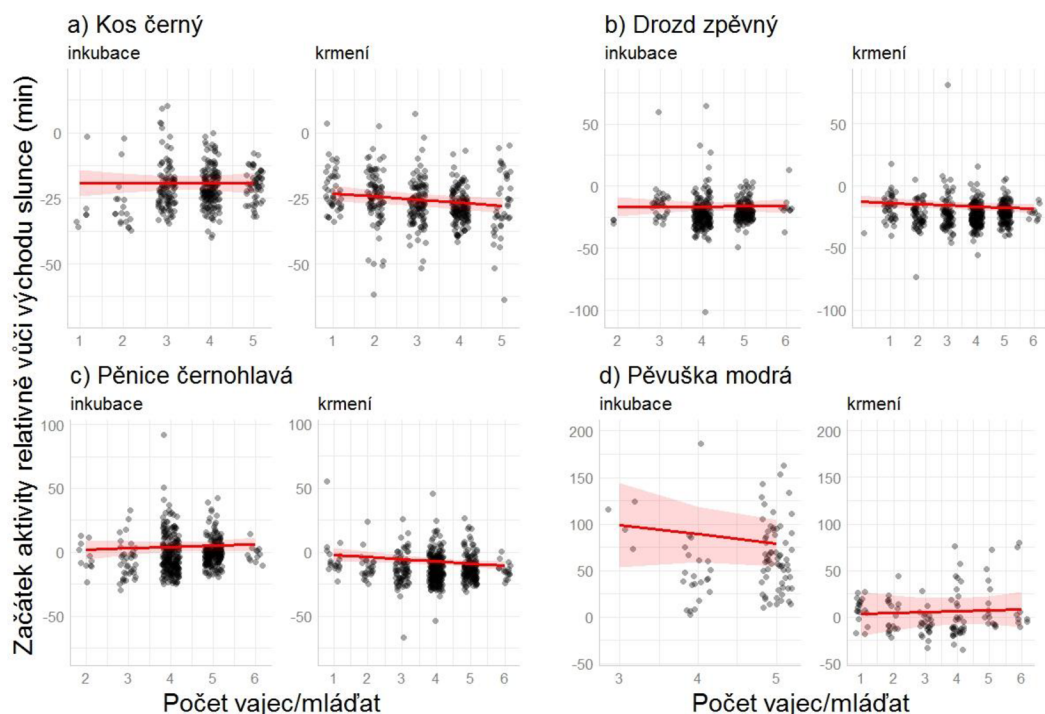
+ + + / - - - p = <0,01

+ + / - - p = <0,05

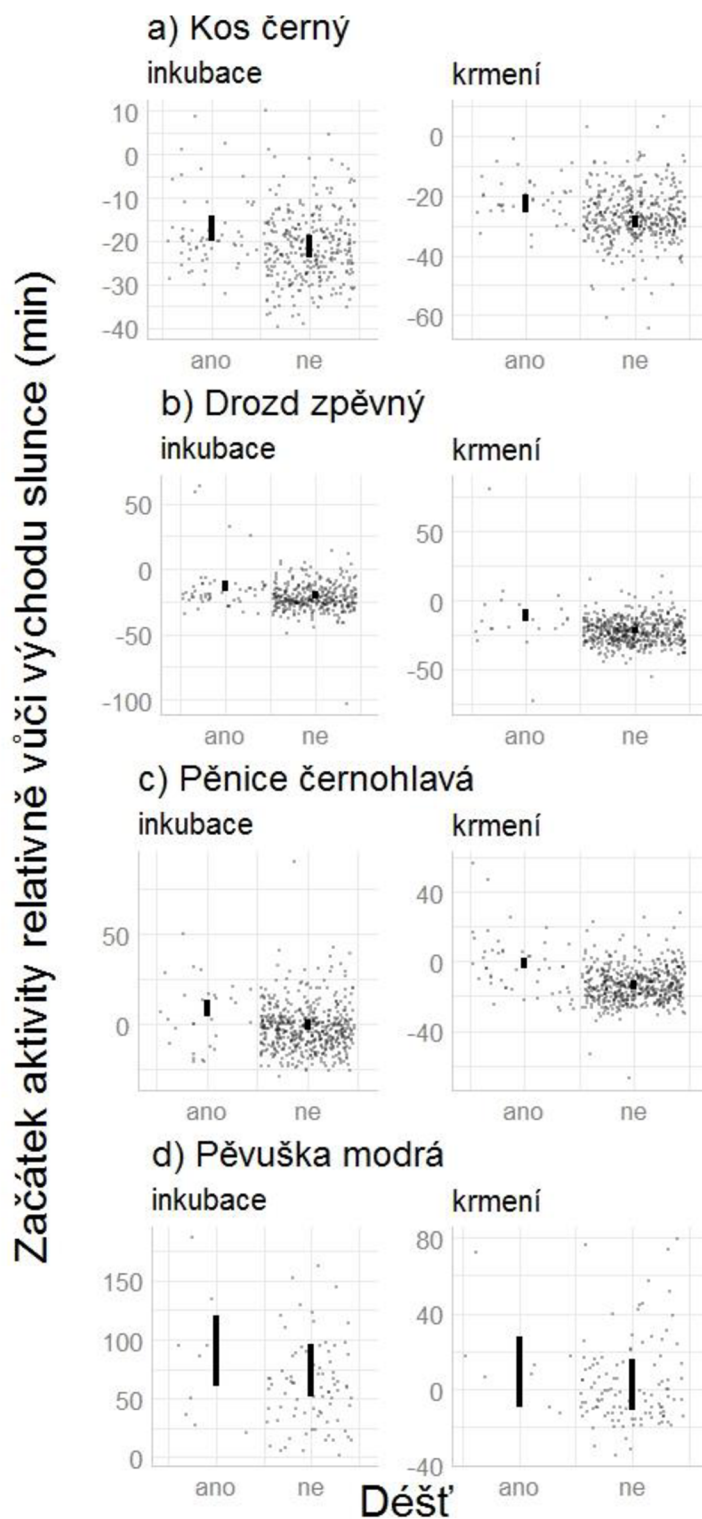
+ / - p = 0,05–0,1



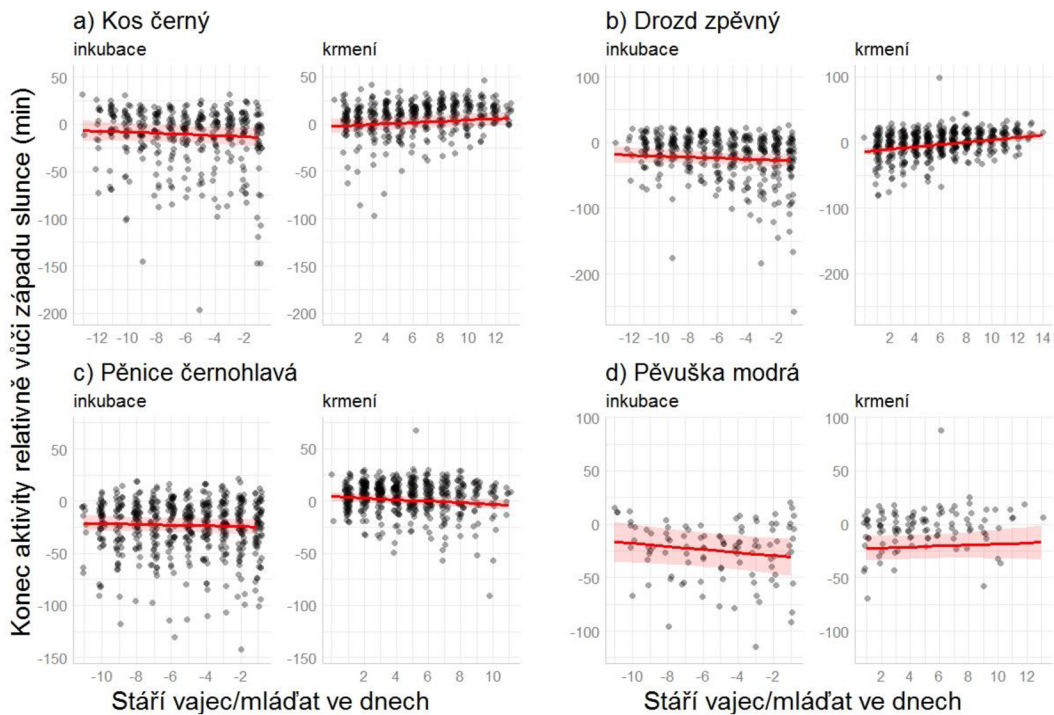
Obrázek 1: Vliv stáří potomků na začátek aktivity relativně k východu slunce. Regresní přímky znázorňují predikce modelu (marginální průměry) pro průměrnou hodnotu všech ostatních prediktorů (viz metodika), stínování zobrazují 95% konfidenční pásy. Body zobrazují hrubá data. Den -1 značí poslední den inkubace, den 1 značí první den po vylíhnutí mláďat. Čas 0 znázorňuje dobu východu slunce.



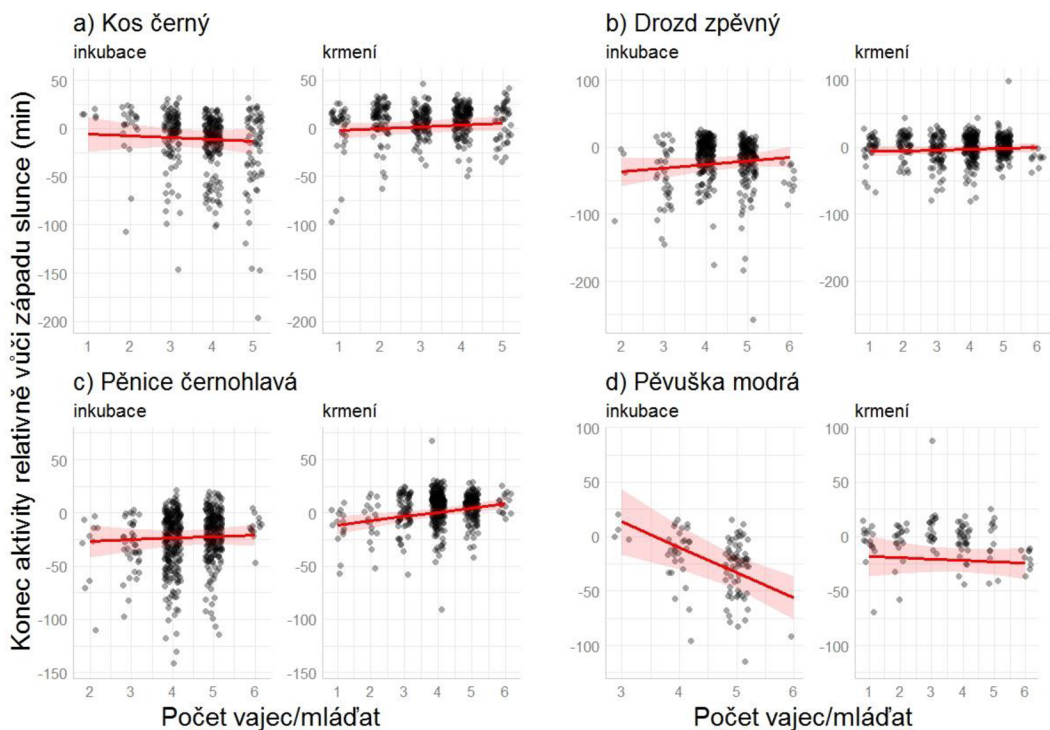
Obrázek 2: Vliv počtu potomků na začátek aktivity relativně k východu slunce. Regresní přímky znázorňují predikce modelu (marginální průměry) pro průměrnou hodnotu všech ostatních prediktorů (viz metodika), stínování zobrazují 95% konfidenční pásy. Body zobrazují hrubá data. Čas 0 znázorňuje dobu východu slunce.



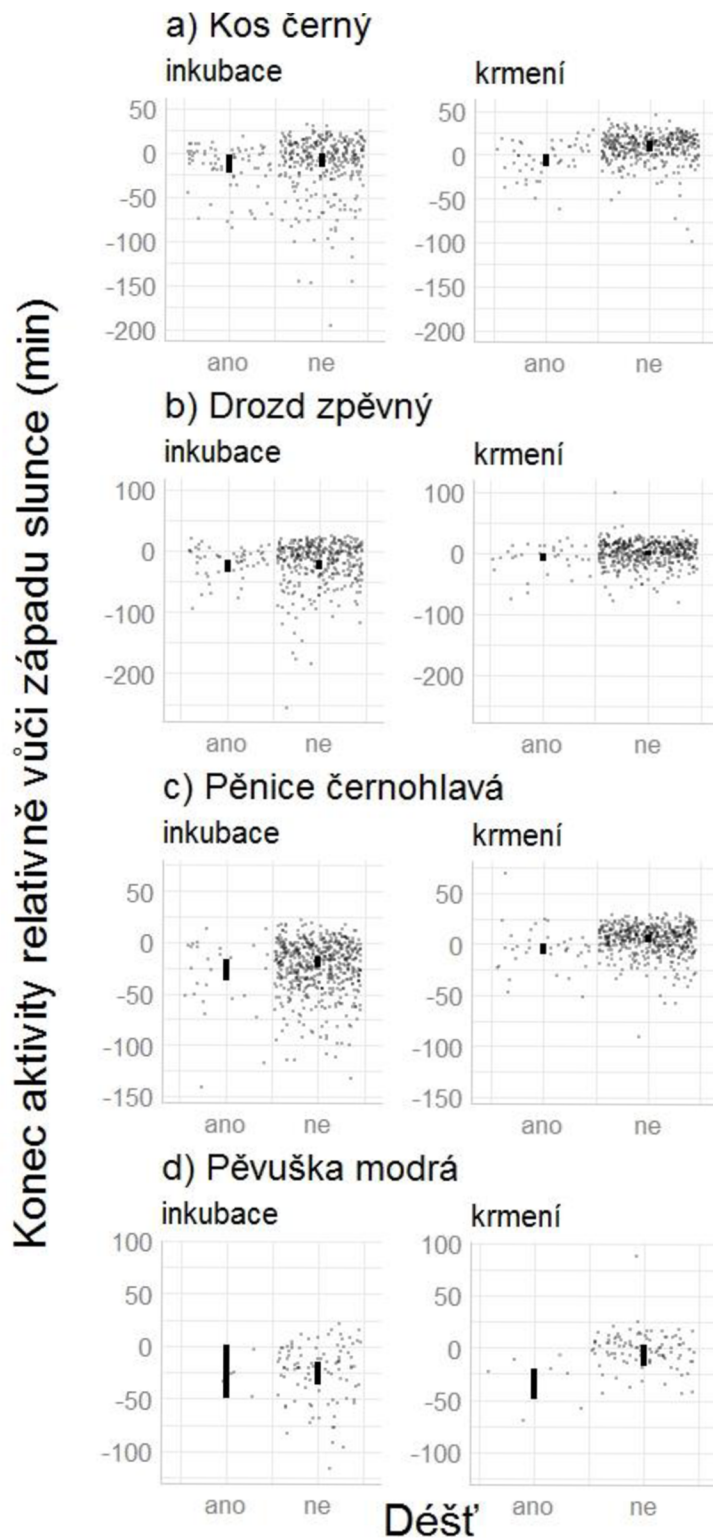
Obrázek 3: Vliv přítomnosti deště na začátek aktivity relativně k východu slunce. Graf znázorňuje predikce modelu zahrnujícího aditivně veškeré sledované proměnné (viz metodika). Úsečky zobrazují 95% konfidenční intervaly. Body zobrazují hrubá data. Čas 0 znázorňuje dobu východu slunce.



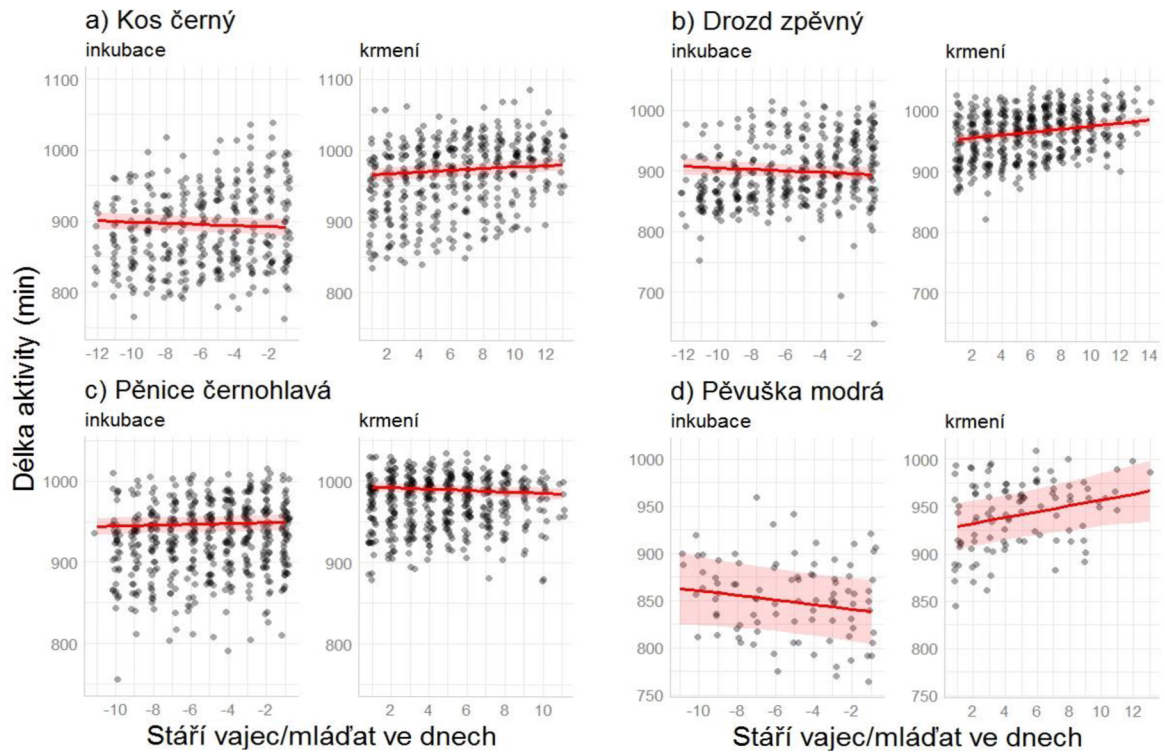
Obrázek 4: Vliv stáří potomků na konec aktivity relativně k západu slunce. Regresní přímky znázorňují predikce modelu (marginální průměry) pro průměrnou hodnotu všech ostatních prediktorů (viz metodika), stínování zobrazují 95% konfidenční pásy. Body zobrazují hrubá data. Den -1 značí poslední den inkubace, den 1 značí první den po vylíhnutí mláďat. Čas 0 znázorňuje dobu západu slunce.



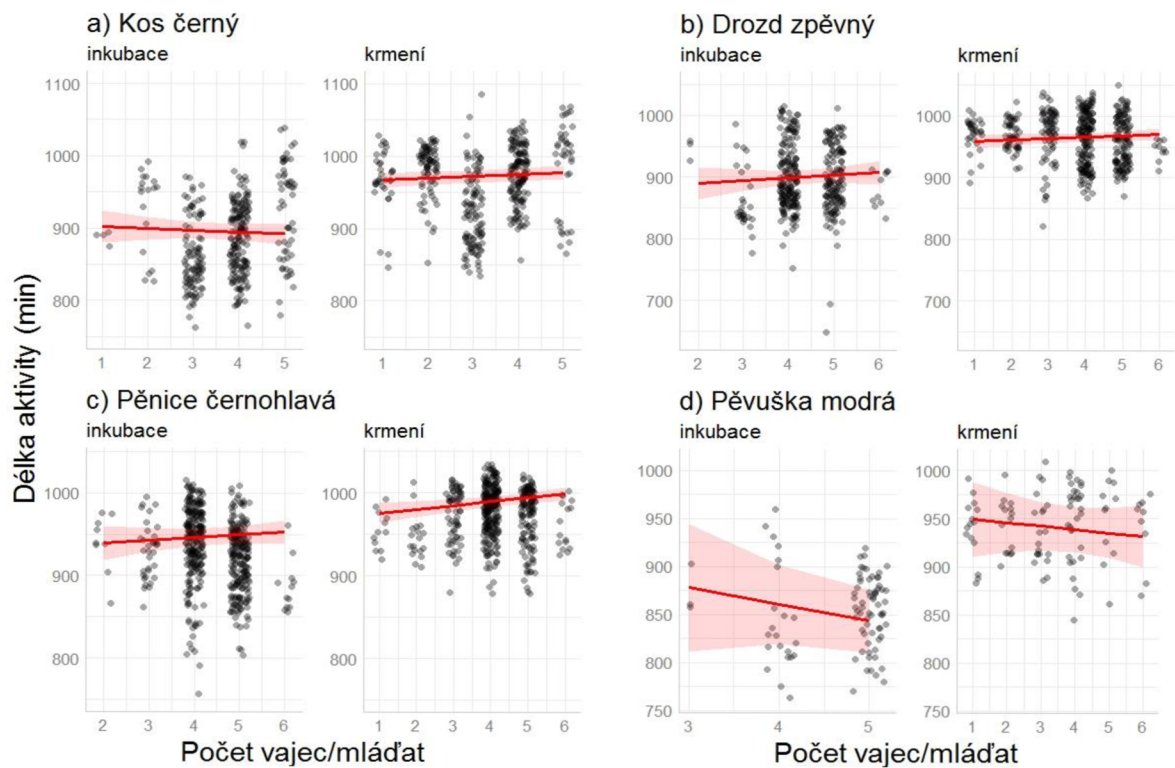
Obrázek 5: Vliv počtu potomků na konec aktivity relativně k západu slunce. Regresní přímky znázorňují predikce modelu (marginální průměry) pro průměrnou hodnotu všech ostatních prediktorů (viz metodika), stínování zobrazují 95% konfidenční pásy. Body zobrazují hrubá data. Čas 0 znázorňuje dobu západu slunce.



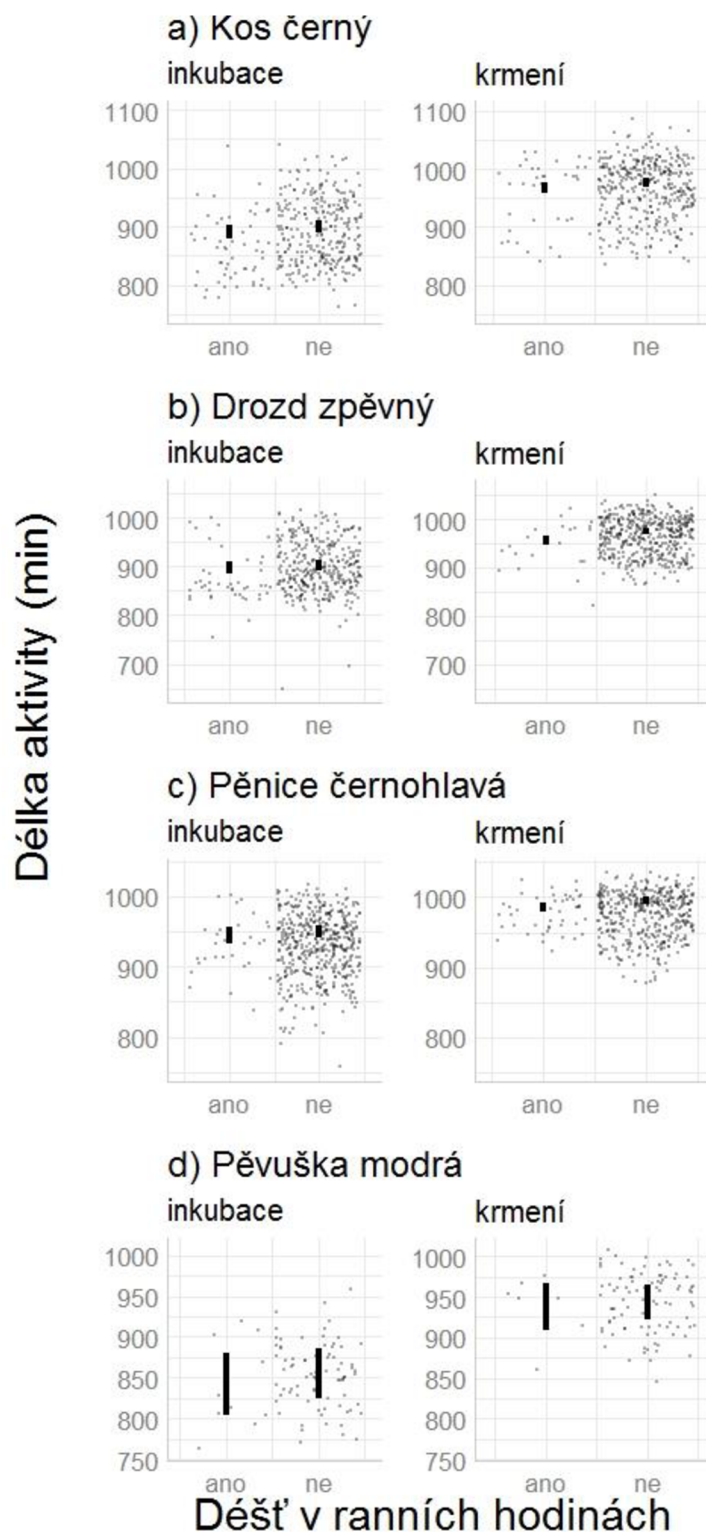
Obrázek 6: Vliv přítomnosti deště na konec aktivity relativně k západu slunce. Graf znázorňuje výsledky modelu zahrnujícího aditivně veškeré sledované proměnné (viz metodika). Úsečky zobrazují 95% konfidenční intervaly. Body zobrazují hrubá data. Čas 0 znázorňuje dobu východu slunce.



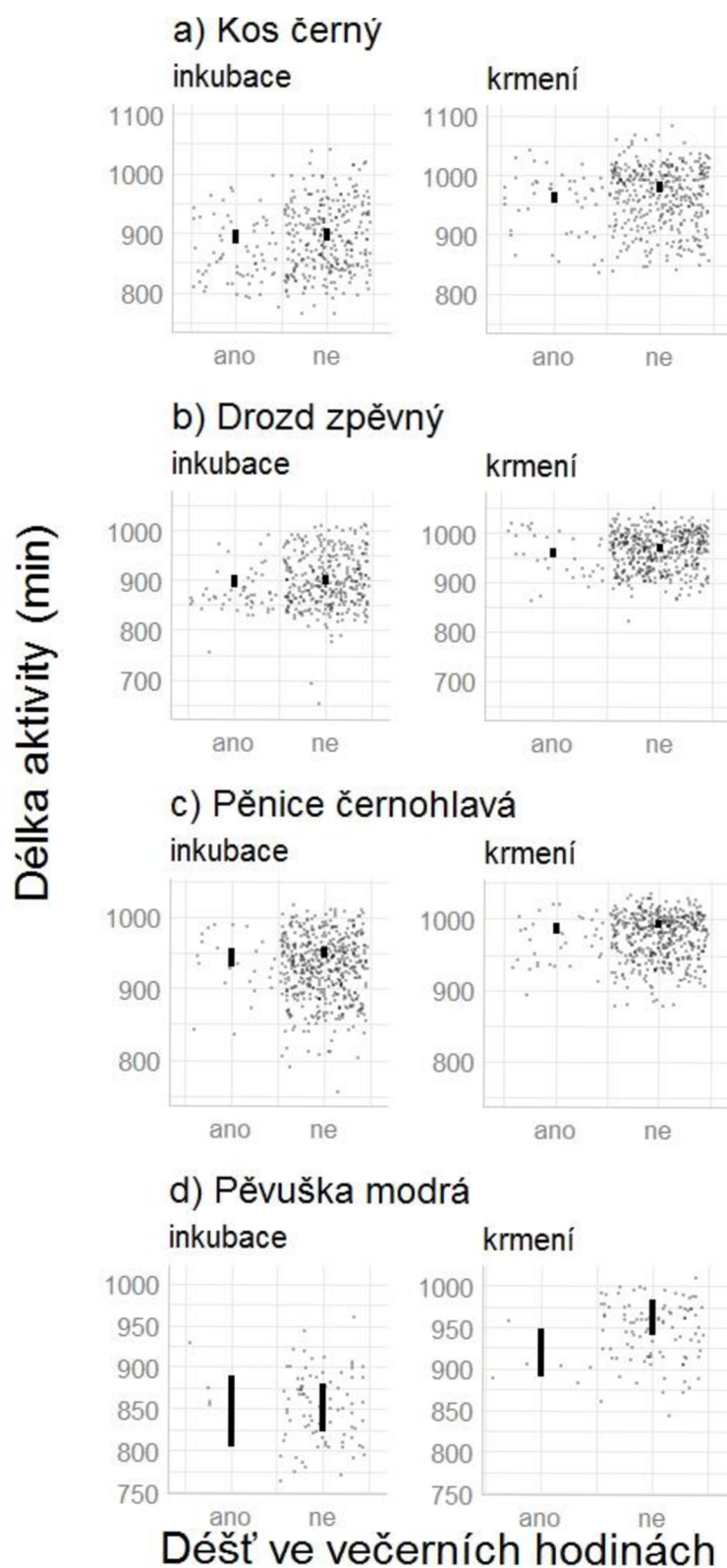
Obrázek 7: Vliv stáří potomků na celkovou délku aktivity. Regresní přímky znázorňují predikce modelu (marginální průměry) pro průměrnou hodnotu všech ostatních prediktorů (viz metodika), stínování zobrazují 95% konfidenční pásy. Body zobrazují hrubá data. Den -1 značí poslední den inkubace, den 1 značí první den po vylíhnutí mláďat.



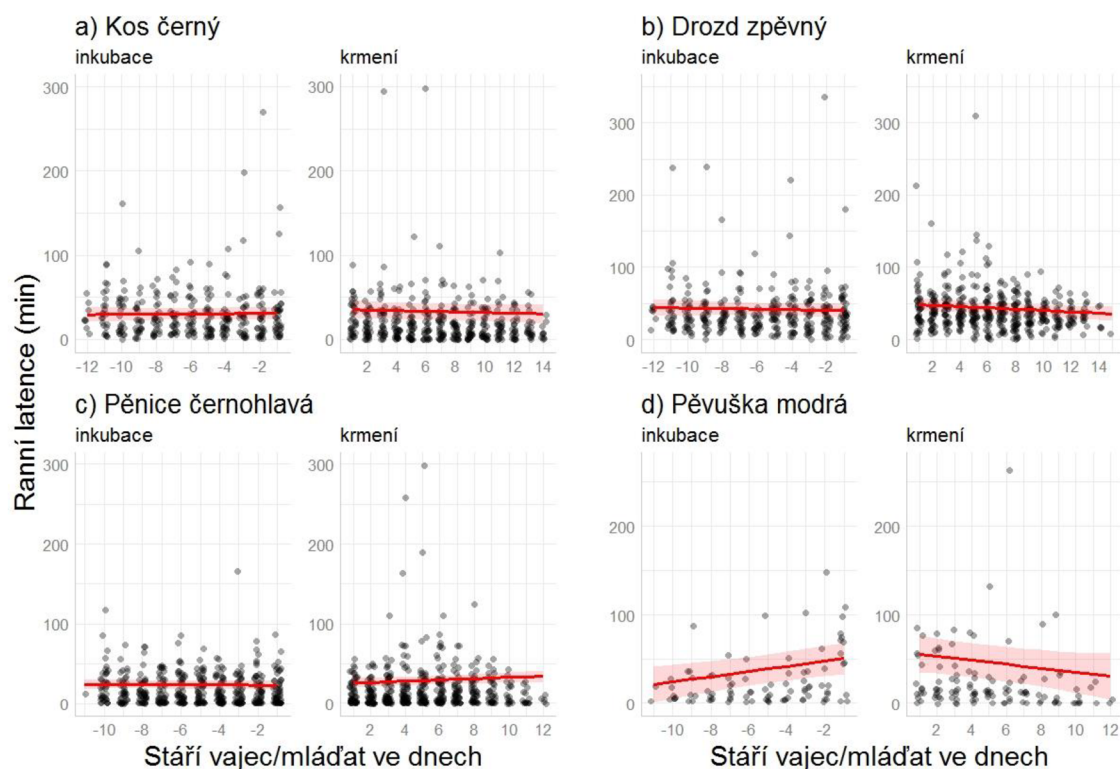
Obrázek 8: Vliv počtu potomků na celkový konec aktivity. Regresní přímky znázorňují predikce modelu (marginální průměry) pro průměrnou hodnotu všech ostatních prediktorů (viz metodika), stínování zobrazují 95% konfidenční pásy. Body zobrazují hrubá data.



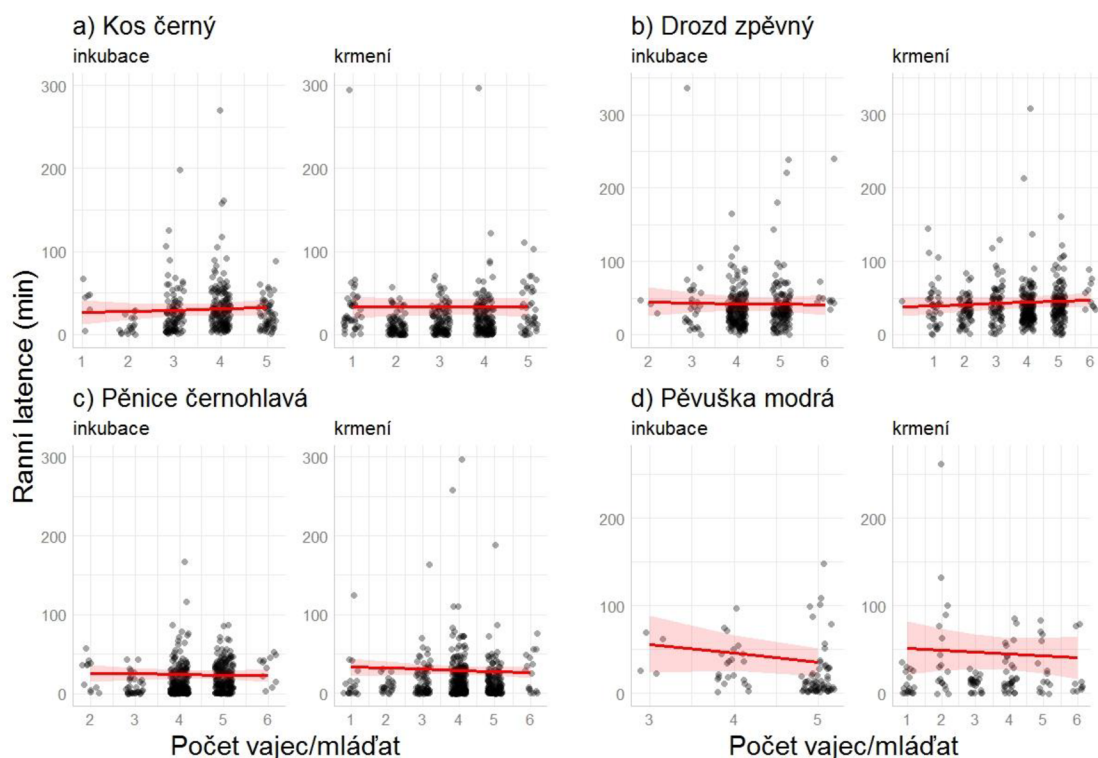
Obrázek 9: Vliv přítomnosti deště v ranních hodinách na délku aktivity. Graf znázorňuje výsledky modelu zahrnujícího aditivně veškeré sledované proměnné (viz metodika). Úsečky zobrazují 95% konfidenční intervaly. Body zobrazují hrubá data.



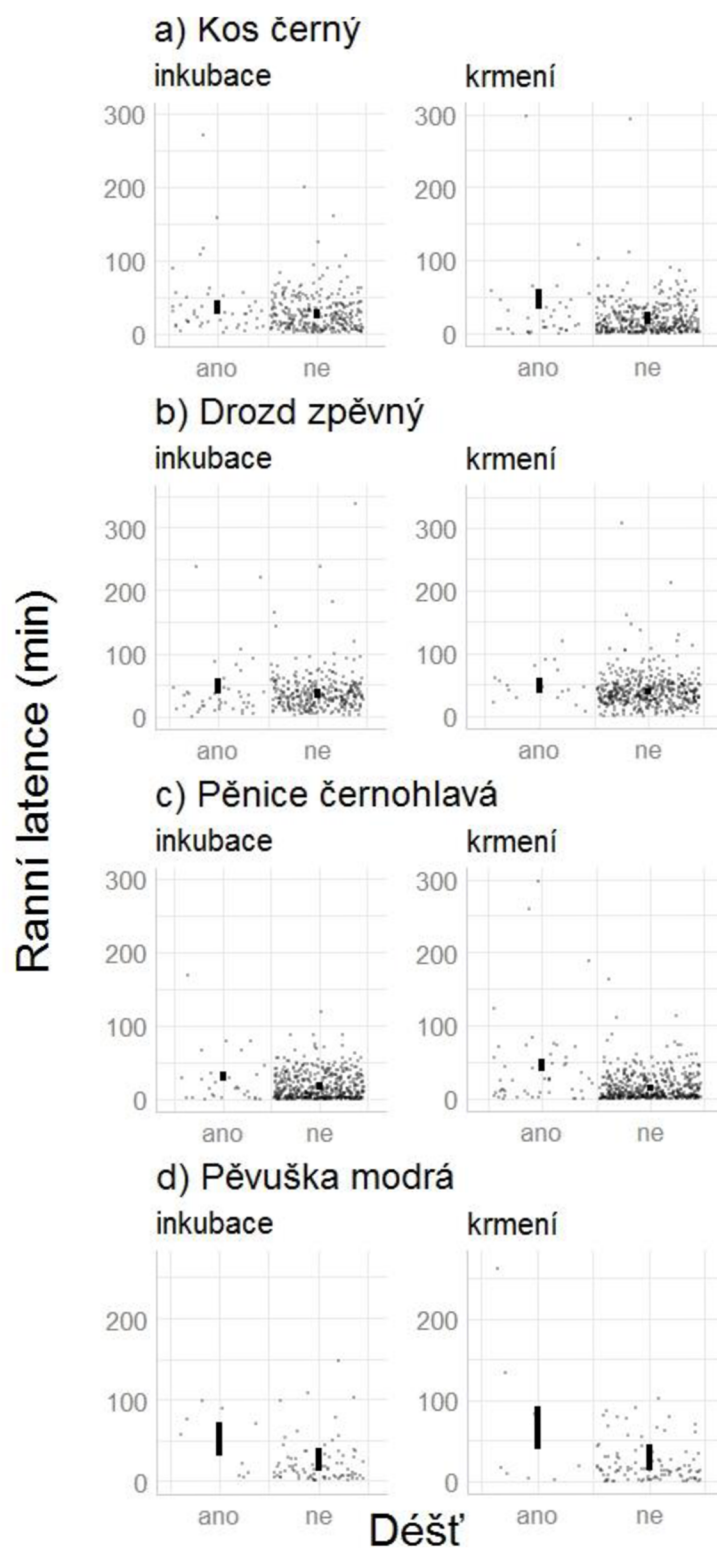
Obrázek 10: Vliv přítomnosti deště ve večerních hodinách na délku aktivity. Graf znázorňuje výsledky modelu zahrnujícího aditivně veškeré sledované proměnné (viz metodika). Úsečky zobrazují 95% konfidenční intervaly. Body zobrazují hrubá data.



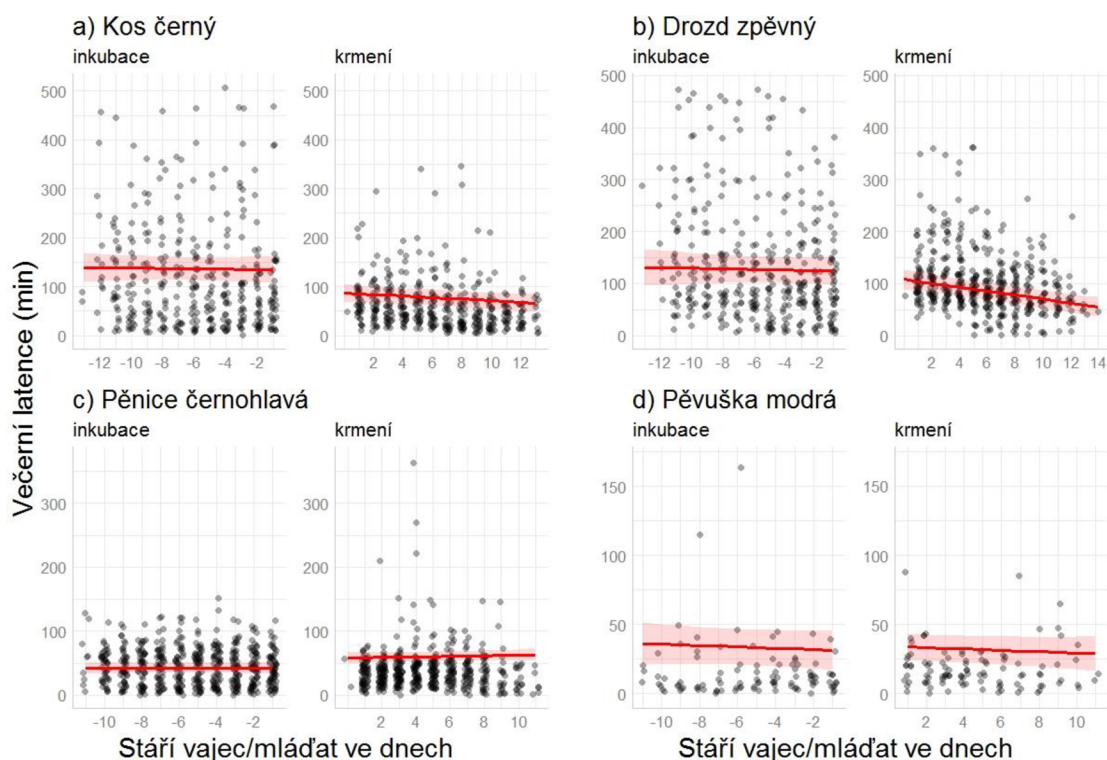
Obrázek 11: Vliv stáří potomků na délku ranní latence. Regresní přímky znázorňují predikce modelu (marginální průměry) pro průměrnou hodnotu všech ostatních prediktorů (viz metodika), stínování zobrazují 95% konfidenční pásy. Body zobrazují hrubá data. Den -1 značí poslední den inkubace, den 1 značí první den po vylíhnutí mláďat.



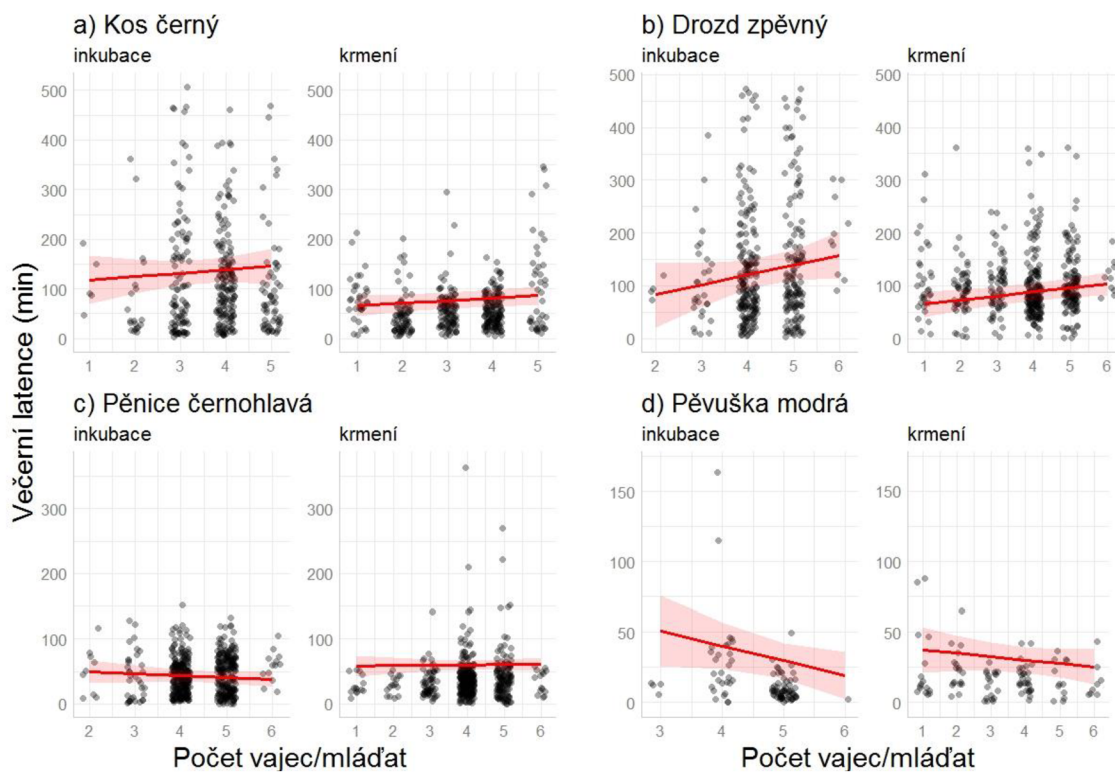
Obrázek 12: Vliv počtu potomků na délku ranní latence. Regresní přímky znázorňují predikce modelu (marginální průměry) pro průměrnou hodnotu všech ostatních prediktorů (viz metodika), stínování zobrazují 95% konfidenční pásy. Body zobrazují hrubá data.



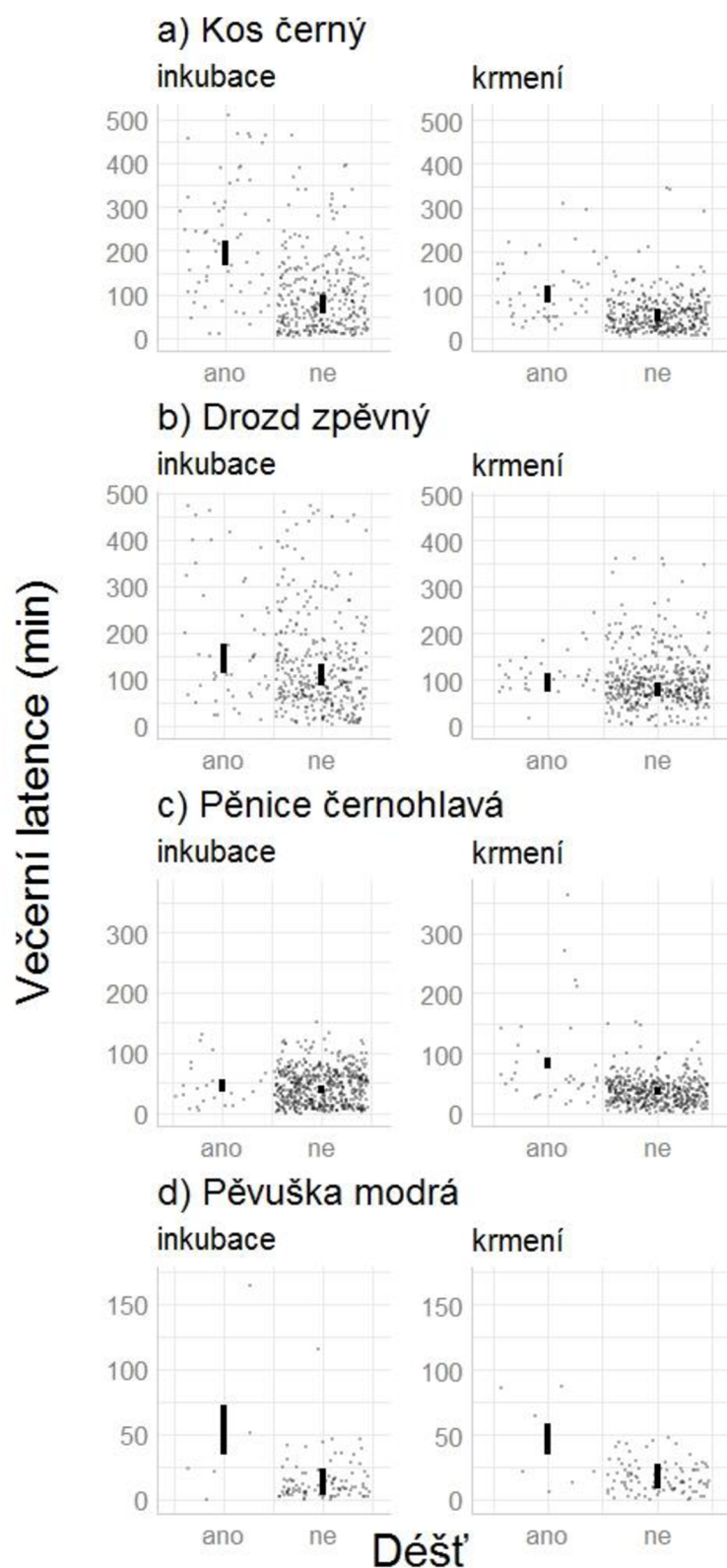
Obrázek 13: Vliv přítomnosti deště na délku ranní latence. Graf znázorňuje výsledky modelu zahrnujícího aditivně veškeré sledované proměnné (viz metodika). Úsečky zobrazují 95% konfidenční intervaly. Body zobrazují hrubá data.



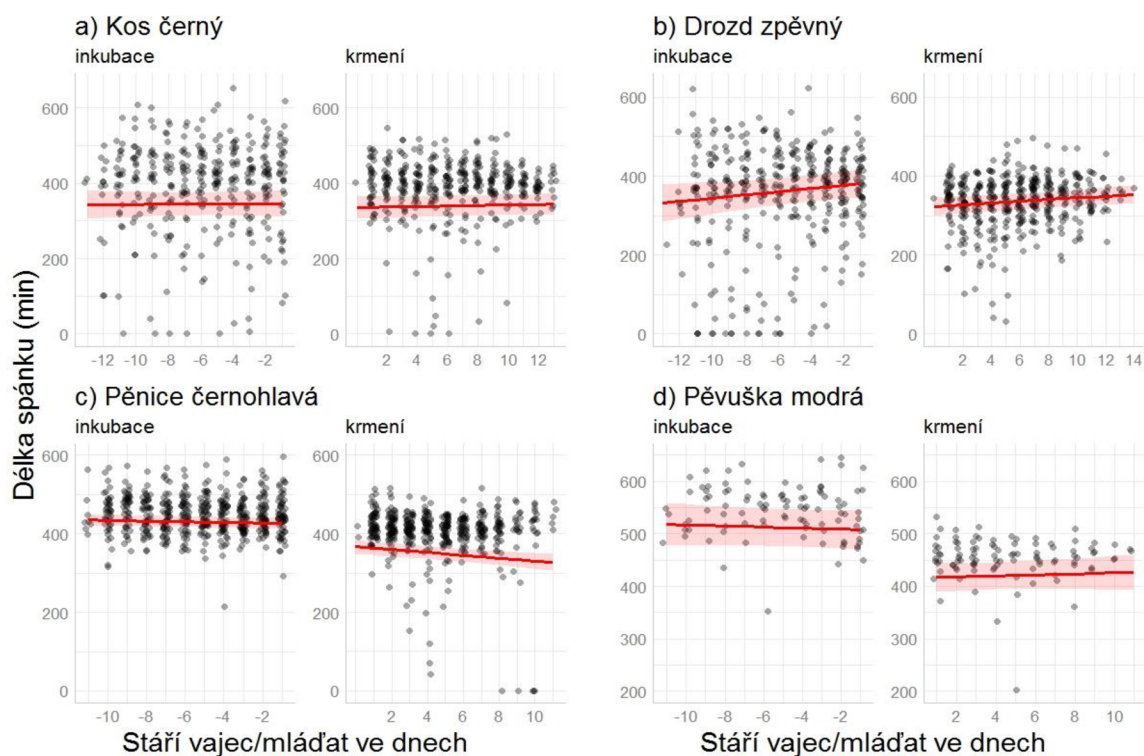
Obrázek 14: Vliv stáří potomků na délku večerní latence. Regresní přímky znázorňují predikce modelu (marginální průměry) pro průměrnou hodnotu všech ostatních prediktorů (viz metodika), stínování zobrazují 95% konfidenční pásy. Body zobrazují hrubá data. Den -1 značí poslední den inkubace, den 1 značí první den po vylíhnutí mláďat.



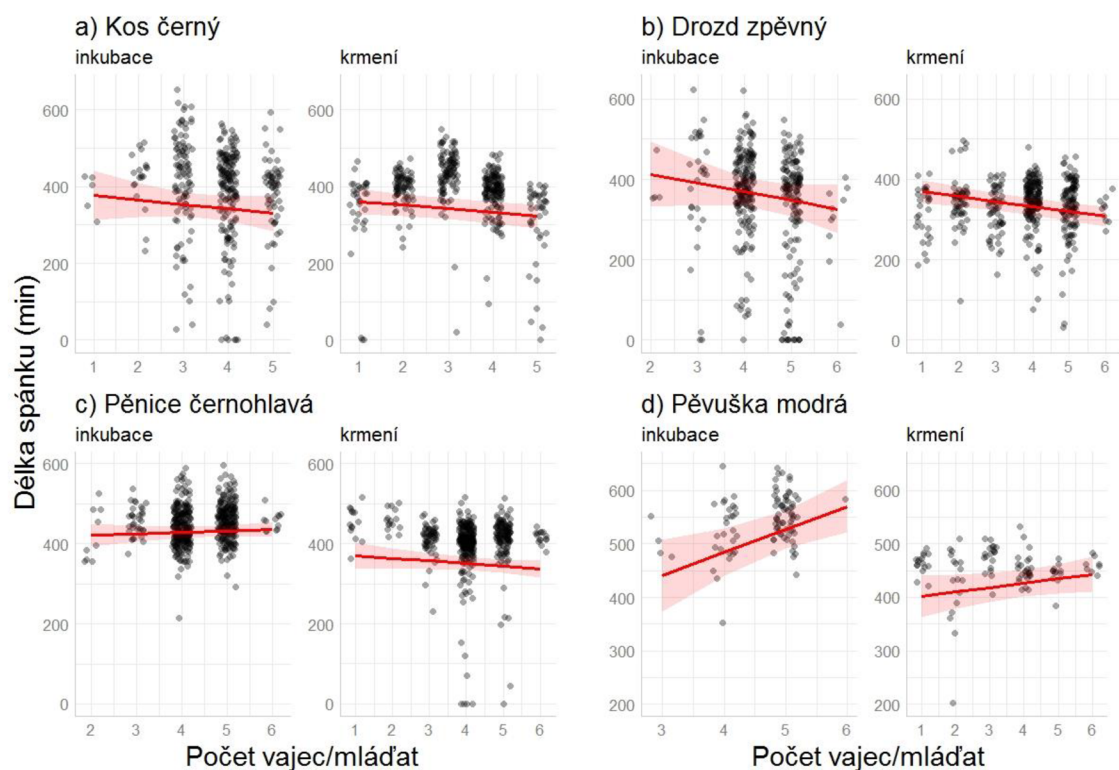
Obrázek 15: Vliv počtu potomků na délku večerní latence. Regresní přímky znázorňují predikce modelu (marginální průměry) pro průměrnou hodnotu všech ostatních prediktorů (viz metodika), stínování zobrazují 95% konfidenční pásy. Body zobrazují hrubá data.



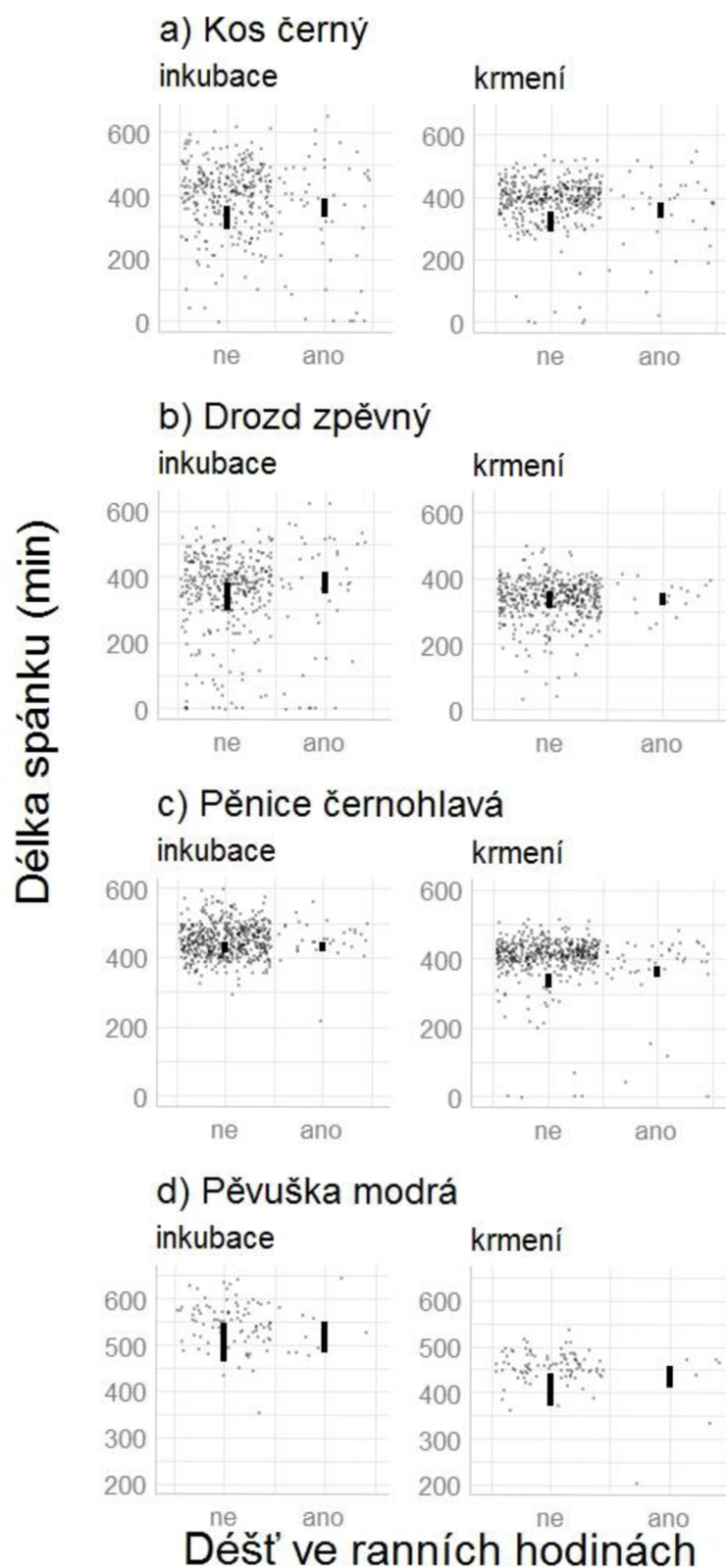
Obrázek 16: Vliv přítomnosti deště na délku večerní latence. Graf znázorňuje výsledky modelu zahrnujícího aditivně veškeré sledované proměnné (viz metodika). Úsečky zobrazují 95% konfidenční intervaly. Body zobrazují hrubá data.



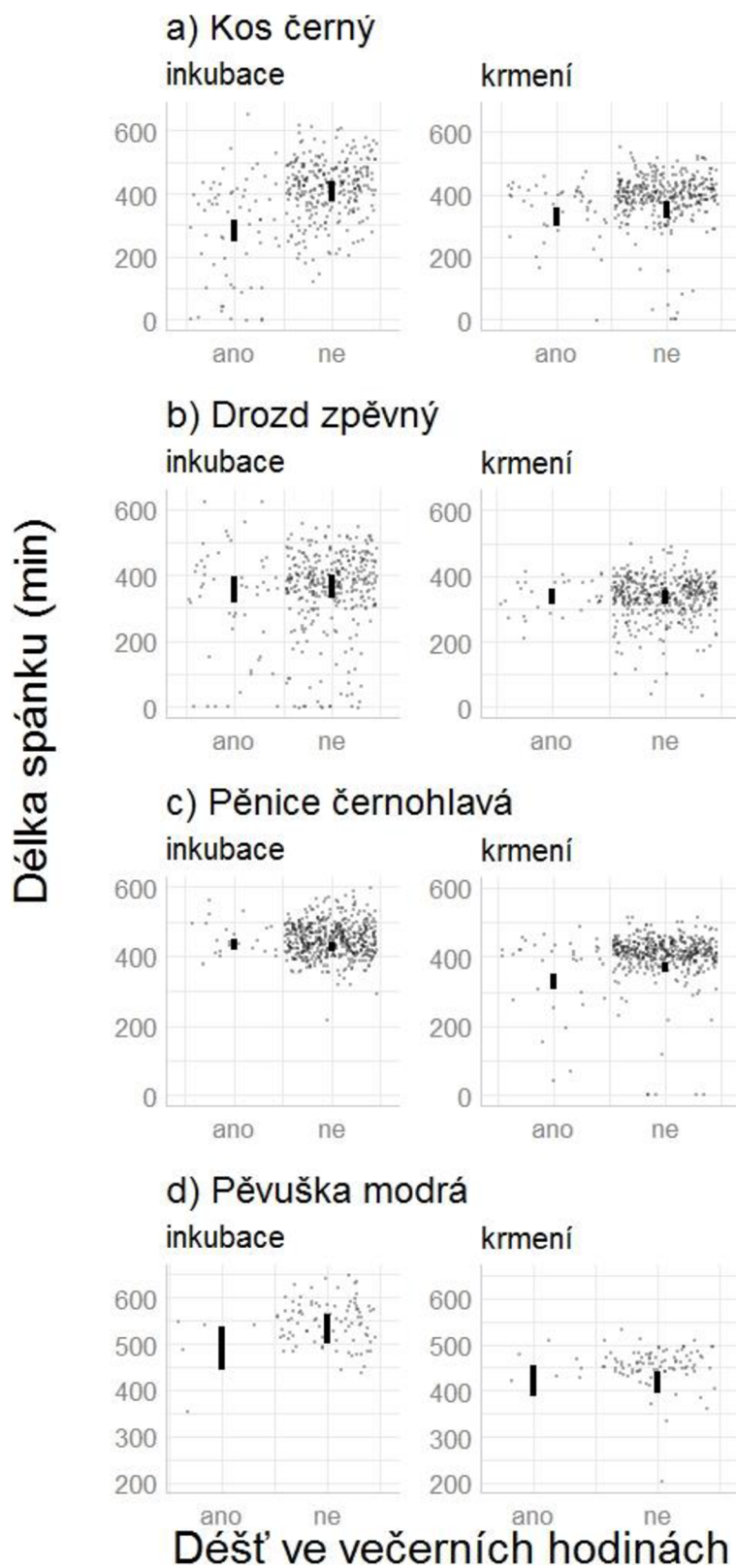
Obrázek 17: Vliv stáří potomků na celkovou délku spánku. Regresní přímky znázorňují predikce modelu (marginální průměry) pro průměrnou hodnotu všech ostatních prediktorů (viz metodika), stínování zobrazují 95% konfidenční pásy. Body zobrazují hrubá data. Den -1 značí poslední den inkubace, den 1 značí první den po vylhnutí mláďat.



Obrázek 18: Vliv počtu potomků na celkovou délku spánku. Regresní přímky znázorňují predikce modelu (marginální průměry) pro průměrnou hodnotu všech ostatních prediktorů (viz metodika), stínování zobrazují 95% konfidenční pásy. Body zobrazují hrubá data.



Obrázek 19: Vliv přítomnosti v deště v ranních hodinách na délku spánku. Graf znázorňuje výsledky modelu zahrnujícího aditivně veškeré sledované proměnné (viz metodika). Úsečky zobrazují 95% konfidenční intervaly. Body zobrazují hrubá data.



Obrázek 20: Vliv přítomnosti v deště ve večerních hodinách na délku spánku. Graf znázorňuje výsledky modelu zahrnujícího aditivně veškeré sledované proměnné (viz metodika). Úsečky zobrazují 95% konfidenční intervaly. Body zobrazují hrubá data.