

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE



Vliv sledovacích zařízení na chování a kondici ptáků

Bakalářská práce

Vedoucí: prof. Dr. Mgr. Miroslav Šálek

Konzultant: Mgr. Lucie Pešková

Bakalant: Jan Tomáš

2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Tomáš

Aplikovaná ekologie

Název práce

Vliv sledovacích zařízení na chování a kondici ptáků

Název anglicky

Effect of monitoring devices on the behavior and condition of birds

Cíle práce

Cílem práce je zpracování rešerše zaměřené na využívání různých typů sledovacích zařízení upevněných na těle ptáků a jejich vlivu na chování a kondici sledovaných zvířat. Praktická část bude zaměřena na testování nově vyvíjeného multisenzorického dataloggeru na dvou druzích hnízdících pěvců sýkoře koňadře (*Parus major*) a brhlíkovi lesním (*Sitta europaea*) a sledování případného vlivu dataloggeru na jejich chování.

Metodika

Zjišťování obsazenosti budek a fáze inkubace hnízdících sýkor a brhlíků na několika lokalitách na území hl.města Prahy formou pravidelných kontrol. Účast při odchycích a práce s dataloggerem, biometrická měření před nasazením dataloggeru a po jeho sundání. Zjištění vlivu přítomnosti dataloggeru na kondici hnízdících sýkor a brhlíků. Pořizování serie videí monitorujících chování ptáků s dataloggerem, pomocí nichž bude možné detekovat případné atypické chování spojené s přítomností dataloggeru.

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran

Klíčová slova

monitoring ptáků, sledovací zařízení, datalogger, kondice, pěvci

Doporučené zdroje informací

- Baron D. G., Brawn J. D., Weatherhead P. J., 2010: „Meta-analysis of transmitter effects on avian behaviour and ecology“. *Methods in Ecology and Evolution* 1. 180–187
- Bowlin M.S., et all., 2010: „The effects of geolocator drag and weight on the flight ranges of small migrants“ *Methods in Ecology and Evolution* 1, 398-402
- Brhlik V., et all., 2020: „Weak effects of geolocators on small birds: A meta-analysis controlled for phylogeny and publication bias“. *Journal of Animal Ecology* 89. 207-220
- Kurten N., Vedder O., Gonzáles-Solís J., Schaljohann H., Bouwhuis S., 2019: „No detectable effect of light-level geolocators on the behaviour and fitness of a long-distance migratory seabird“. *Journal of Ornithology* 160. 1087-1095
- Matyjasiak P., Rubolini D., Romano M., Saino N., 2016: „No short-term effects of geolocators on flight performance of an aerial insectivorous bird, the Barn Swallow (*Hirundo rustica*)“. *Journal of Ornithology* 157. 653-661
- Pakanen V. M., Ronka N., Leslie T. R., Blomqvist D., Koivula K., 2020: „Survival probability in a small shorebird decreases with the time an individual carries a tracking device“ *Journal of Avian Biology* 51. Issue 10
-

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

prof. Dr. Mgr. Miroslav Šálek

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

Mgr. Lucie Pešková

Elektronicky schváleno dne 20. 3. 2024

prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 21. 3. 2024

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 21. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: *Vliv sledovacích zařízení na chování a kondici ptáků* vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 21. 3. 2023

.....

Podpis autora práce

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu prof. Dr. Mgr. Miroslavu Šálkovi za věcné připomínky a vstřícnost při psaní této práce. Děkuji své konzultantce Mgr. Lucii Peškové za její rady, pomoc, ochotu, trpělivost a téměř vždy okamžité zodpovězení mých dotazů a nejasností. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, zvláště mé manželce, za obrovskou podporu.

Abstrakt

Sledovací zařízení nám pomáhají získávat nové informace o biologii a ekologii různých živočichů, zejména o ptácích, kteří tráví pohybem podstatnou část svého života. Velký technický pokrok a s tím spojená miniaturizace zařízení umožňuje sledovat stále menší druhy. Při zvyšujícím se počtu používání těchto zařízení je však žádoucí, aby byl hodnocen i případný negativní efekt na sledované jedince. Cílem této práce bylo zhodnotit vliv těchto zařízení na ptáky a ozkoušet nový typ miniaturního dataloggeru na hnízdícím brhlíku lesním (*Sitta europaea*) a dvě různé zátěže na sýkoře koňadře (*Parus major*). Bylo pořízeno několik videozáznamů před a po nasazení, které byly následně ručně analyzovány. Označená samice brhlíka trávila déle času v budce, měla problémy prolézt vletovým otvorem a prodloužily se i její časové intervaly mezi jednotlivými návštěvami budky oproti situaci bez zátěže. Samec sýkory koňadry ve voliére po nasazení sledovacího zařízení téměř celou dobu experimentu strávil na zemi, přestože během pobytu ve voliére bez zátěže na zem nesedl ani jednou. Z poznatků vyplývá, že je zapotřebí další miniaturizace zařízení a ověření, zda způsob připevnění je opravdu vhodný i pro malé druhy ptáků.

Klíčová slova: ptáci, vliv, sledovací zařízení, datalogger, kondice

Abstract

Tracking devices help us gain new information about the biology and ecology of various animals, especially birds that spend a substantial part of their lives in motion. Great technical progress and associated miniaturisation of the device makes it possible to track ever smaller species. However, with the increasing number of uses of these devices, it is desirable that any negative effect on the monitored subjects should also be assessed. The aim of this work was to evaluate the impact of these devices on birds and to test a new type of miniature datalogger on the Eurasian Nuthatch (*Sitta europaea*) and two different loads on the Great Tit (*Parus major*). Several pre- and post-deployment videos were taken, which were then manually analysed. The marked female Nuthatch spent longer time in the nest box, flew through the entrance hole with difficulty and extended her time intervals between visits to the nest box compared to the no-load situation. The male Great Tit in the aviary after putting on the tracking device spent almost whole time of the experiment on the ground, although he didn't sit on the ground even once during his stay in the aviary without the load. The findings indicate that further miniaturisation of the device and verification of whether the attachment method is suitable for small species of birds is needed.

Keywords: birds, impact, tracking devices, datalogger, condition

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíle práce	1
3	Literární řešerše	1
3.1	Historie.....	1
3.2	Typy sledovacích zařízení	2
3.2.1	Pasivní integrované čipy (PIT)	2
3.2.2	Radiotelemetrie (<i>very high frequency (VHF) radio tracking</i>)	2
3.2.3	Satelitní sledování (<i>Satellite tracking</i>).....	3
3.2.4	GSM (<i>Global System for Mobile Communication</i>) sledování	3
3.2.5	Světelné geolokátory	4
3.3	Způsoby připevnění sledovacích zařízení	4
3.3.1	Na nohu	4
3.3.2	Na krk.....	5
3.3.3	Na ocas	6
3.3.4	Pomocí lepidla/ Přilepením	6
3.3.5	Implantace	7
3.3.6	Ukotvení vysílače do kůže, přišití	8
3.3.7	Postroje.....	8
3.3.7.1	Postroj přes nohy (<i>leg-loop</i>).....	8
3.3.7.2	Postroj na záda	9
3.4	Materiály pro připevnění.....	10
3.4.1	Postroje.....	10
3.4.2	Připevnění na ocas.....	10
3.4.3	Lepidlo	10
3.4.4	Implantace	10
3.5	Vliv sledovacích zařízení na ptáky	11
3.5.1	Chování	11
3.5.1.1	Komfortní chování	11
3.5.1.2	Inkubační chování	11
3.5.1.3	Péče o potomstvo	11
3.5.2	Kondice	12
3.5.2.1	Změna hmotnosti.....	12

3.5.2.2	Fyzická zranění	13
3.5.3	Vliv v závislosti na pohlaví.....	13
3.6	Ekologie a etologie modelových druhů.....	14
3.6.1	Sýkora koňadra (<i>Parus major</i>).....	14
3.6.2	Brhlík lesní (<i>Sitta europaea</i>).....	14
4	Metodika	15
4.1	Studované území	15
4.2	Upevnění dataloggeru	15
4.3	Chování jedinců s nasazeným dataloggerem	16
4.4	Analýza dat.....	18
5	Výsledky	19
5.1	Osazení brhlíků hnízdících v budkách	19
5.2	Osazení sýkory koňadry ve voliére	22
6	Diskuse	23
7	Závěr.....	24
8	Přehled literatury a použitých zdrojů:.....	26
9	Přílohy	35

1 Úvod

Celá desetiletí se vědci snaží co nejpřesněji odpovídat na otázky týkající se života zvířat. Na ty nelze odpovědět, aniž bychom prohlubovali znalosti o pohybu a rozšíření jednotlivých skupin živočichů. A právě sledovací zařízení nám mohou poskytnout obrovské množství dat, která jsou důležitá pro pochopení života daného druhu, jeho biologie i ochrany. Je mnoho zařízení a způsobů k získávání těchto dat a jejich vývoj jde neustále kupředu. Nové technologie, jimž se věnuje i tato práce, jsou s rostoucí přesností a zároveň miniaturizací stále vhodnější pro sledování menších druhů zvířat. Studium migrace, ale i celé škály jiných pohybů a interakcí ptáků, by bez tohoto pokroku nebylo možné. Početné skupiny malých druhů ptáků, jako například pěvci (*Passeriformes*), jsou velice aktivní a pohybliví. Někteří z nich migrují na velké vzdálenosti, během hnízdění krmí mláďata a obhajují teritoria. Sledovací zařízení (datalogery) ovšem mohou ovlivnit chování či kondici označeného jedince. Proto součástí této práce je i vyzkoušení nově vyvinutého miniaturního dataloggeru na několika jedincích pěvců, abychom ověřili, zda krátkodobé připevnění dataloggeru má vliv na jejich kondici (Gauthreaux 1996; Bridge et al. 2011; Kays et al. 2015)

2 Cíle práce

Tato práce má za cíl ve své rešeršní části poskytnout základní historii a přehled sledovacích zařízení využívaných na ptáky, jejich způsob připevnění a souhrn materiálů, které k připevnění mohou být použity. Dále popisuje, jaké vlivy mohou zařízení vyvolat na chování či kondici ptáků. Na závěr zaznívají i základní informace o ekologii a etologii modelových druhů brhlíka lesního (*Sitta europaea*) a sýkory koňadry (*Parus major*). V praktické části je ozkoušen nově vyvinutý miniaturní datalogger (DAL 2), připevněný pomocí postroje na zmíněné modelové druhy, a zhodnocen jeho vliv na chování označených jedinců.

3 Literární rešerše

3.1 Historie

Nebývalý pokrok v technologiích vyvinutých k sledování ptáků nám umožňuje dozvědět se nové překvapivé informace a zároveň zodpovídat otázky, které si vědci kladli po dlouhá desetiletí. V roce 1899 H. CH. C. Mortensens připevnil na nohy ptáků první kovové kroužky. Tato metoda postupně umožnila učinit velký posun v chápání ekologie, chování zvířat, ochrany ptáků, a dokonce i jejich evoluce. Přispěla také ke zjištění mnoha dalších poznatků o migraci, biologii, populační dynamice, rozmnožování a potravním chování ptáků (López-López, 2016). Další významný pokrok ve sledování pohybu zvířat přišel s používáním radiotelemetrie na konci 50. let minulého století (viz LeMunyan et al. 1959). V 80. letech se tato metoda stala poměrně rozšířenou (Whitney, 2022) a zároveň se začala objevovat nová technologie – satelitní telemetrie. První úspěšné sledování ptáka pomocí satelitního vysílače, konkrétně albatrose stěhovavého (*Diomedea exulans*), proběhlo ve studii Jouventin a Weimerskirch roku 1990. Tato technologie poskytla další informace ohledně migrace.

Díky začlenění přijímačů GPS, zlepšení přenosu, zvýšení kapacity dat a prodloužení doby provozu baterie (i díky solárnímu napájení) znamenaly satelitní vysílače revoluci ve studiu pohybu zvířat (López-López, 2016). Přes tento značný posun je tato metoda stále vhodná jen pro malý zlomek zkoumaných druhů (Whitney, 2022). V 90. letech přicházejí na scénu světelné geolokátory. Relativně lehká a levná alternativa pro sledování malých druhů ptáků, která umožňuje vypočítat geografickou polohu za pomoci východu a západu Slunce. Stále dochází k jejich zlepšování kombinací s různými senzory (GPS, akcelerometr, tep, video apod.) a možností vzdáleného odesílání dat prostřednictvím GSM (López-López, 2016).

3.2 Typy sledovacích zařízení

3.2.1 Pasivní integrované čipy (PIT)

PIT je miniaturní čip, který se používá ke sledování živých organismů od poloviny 80. let 20. století (Gibbons a Adrews, 2004). Může být připevněn na kroužek či implantován pod kůži sledovaného zvířete. Aby nedošlo k poškození samotného čipu, případně i tkání, umísťuje se do ochranného pouzdra z biokompatibilního skla (Gibbons a Andrews, 2004). Když se takto označený jedinec pohybuje okolo čtecího zařízení, které ve své blízkosti vytváří elektromagnetické pole, dodá čipu energii pro odeslání identifikačního čísla. Čtecí zařízení toto číslo zaznamená a uloží. Jedinci jsou tak automaticky zaznamenáváni a identifikováni (Gibbons a Andrews, 2004; Fiedler, 2009).

Vzhledem k tomu, že čip nevyžaduje stálý zdroj energie, nemusí sledovaný jedinec nést baterii. Váha samotného PIT je tedy nízká, okolo 0,1 gramu, ale i méně (0,03g). Zároveň i jeho velikost se pohybuje od 7 mm délky a 1,5 mm šířky (BIO-EQUIP, ©2024), což nabízí široké využití i u menších druhů ptáků (např. Bandivadekar et al. 2018). Zbytečnost baterie současně umožňuje dlouhou životnost PIT a umožňuje použití i v déle trvajících studiích (například u Skov et al. 2020, kde v některých případech byl PIT tag nesen rybami i téměř 9 let). Další výhodou je jeho nízká cena, a to obzvláště při označení většího množství jedinců (jak zmiňují např. Hammer a Lee Blankenship, 2001). Značná nevýhoda pasivních integrovaných čipů je nutnost malé vzdálenosti mezi čipem a čtecím zařízením pro identifikaci čipu, a to maximálně okolo 35 cm (Fuller et al. 2008). Nicméně je hojně využíván např. při výzkumu inkubačních rytmtů a pomáhá k získání konkrétních informací o střídání partnerů na hnízdě, času stráveném inkubací, délky absence rodičů na hnízdě apod. (např. Bulla et al. 2016; Sládeček et al. 2021)

3.2.2 Radiotelemetrie (*very high frequency (VHF) radio tracking*)

Sledování pomocí radiotelemetrie se používá od 60. let 20. století (Cochran a Lord, 1963). Pozorovaný jedinec má na sobě připevněn vysílač, který vysílá rádiový signál. Lokalizace probíhá pomocí přijímače s anténou, který umožňuje určit směr signálu

přicházejícího z vysílače. Informace o směru mohou být velice přesné, ale vzdálenost označeného jedince nikoli. Proto je nutné se po směru signálu co nejvíce přiblížit (tzv. *homing*) (Fiedler, 2009) nebo zpracovávat signál současně z několika míst najednou. Výsledná poloha jedince se určí pomocí průsečíku úseček vedených z přijímacích míst (tzv. triangulace) (Boddington, 2017). Vysílač vysílá signály na určité frekvenci rádiových vln. Pomocí různých frekvencí lze rozlišit konkrétní vysílače a označit tedy více jedinců v jedné oblasti. Přijímač se musí nacházet v okruhu několika kilometrů od vysílačů v závislosti na vybavení a typu prostředí. Proto není vhodné používat způsob radiotelemetrie pro sledování ptáků na velké vzdálenosti (Bridge et al. 2011). Rozměrově se nejmenší z vysílačů pohybují okolo 0,3 g. Tento typ použili například Hadley a Betts (2009) na kolibříky. V závislosti na velikosti jedince mohou tyto jednotky vysílat signál několik dní až let (Fiedler, 2009).

3.2.3 Satelitní sledování (*Satellite tracking*)

Metodou satelitního sledování je jedinec pozorován pomocí satelitních vysílačů umístěných ve vesmíru. Což umožňuje sledovat ptáky na mnohonásobně větší vzdálenost než u VHF sledování (Fiedler, 2009) jako například Gill et al. (2009). Jedinec nese vysílač, který vysílá signály přijímané těmito satelity. Pokud je vysílač napájen solární energií, má potenciál fungovat po celý život sledovaného jedince (Fiedler, 2009). Dlouhá životnost vysílače byla využita například ve studii Berthold et al. (2004), kde jeden z označených čápů bílých (*Ciconia ciconia*) byl sledován na 12 migračních trasách v průběhu 10 let. Signál vysílače musí překonat značnou vzdálenost (cca 2300 km k satelitu), a to vyžaduje velké množství energie. Nejlehčí vysílače se proto pohybují okolo 5 g, z čehož většinu váhy tvoří baterie (Bridge et al. 2011).

3.2.4 GSM (*Global System for Mobile Communication*) sledování

GSM vysílače fungují na principu mobilní sítě, na kterou je napojen každý uživatel mobilního telefonu. Zvíře je vybaveno GSM vysílačem, který komunikuje s celosvětovou infrastrukturou pro mobilní komunikaci (Fiedler, 2009). Vysílač přenáší zprávy do přijímacího zařízení. Dříve byla data odesílána skrze SMS (2G). Dnešní technologie (4G/LTE, 5G) a současně celosvětové pokrytí mobilní sítě umožňují posílání výrazně většího množství dat (GPS souřadnice, akceleraci, magnetické pole, teplotu, atmosférický tlak, intenzitu světla apod.) do aplikace, která je dekoduje a uloží. Zároveň je možná obousměrná komunikace (jak z vysílače na přijímač, tak z přijímače na vysílač), což umožňuje měnit frekvenci sberu dat a dalších parametrů dle aktuální potřeby (např. vysílače od ANITRA System s.r.o.). Vysílací GSM zařízení vyžadují méně energie, tudíž jsou lehčí než GPS vysílače. Nevýhodou však je jejich menší přesnost (Matos et al. 2015).

GSM zařízení se proto často používají v kombinaci s GPS, kdy jsou souřadnice sledovaného jedince stanoveny pomocí GPS a tyto souřadnice jsou odesílány pomocí

GSM. Tímto způsobem zařízení využili například Ledwoń a Betleja (2015). Při použití solárního dobíjení baterie dojde k prodloužení funkčnosti vysílače a snížení hmotnosti baterie (viz Ledwoń a Betleja, 2015).

3.2.5 Světelné geolokátory

Světelné geolokátory jsou používány od 90. let 20. století. Jejich nízká hmotnost (< 0,5 g) a relativně nízká cena (v porovnání se satelitními vysílači) je činí dostupnými pro velké množství studií (Lisovski et al. 2020).

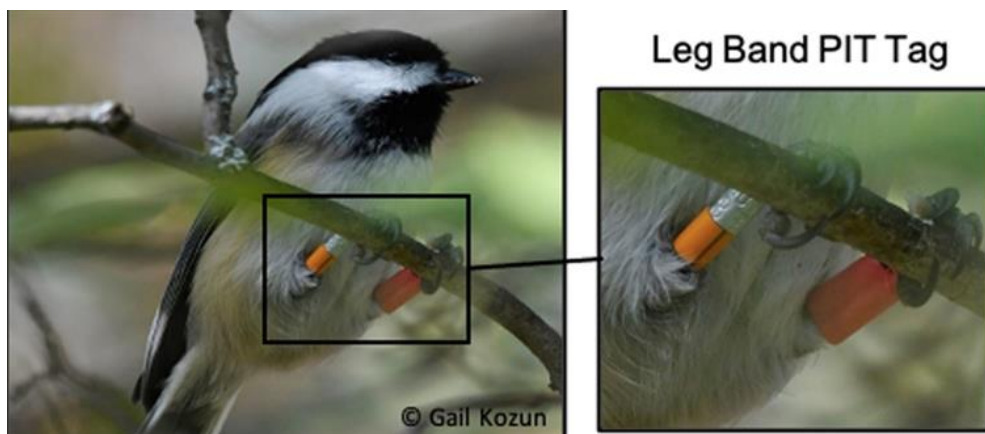
Geolokátor je zařízení, které ukládá data na paměťovou jednotku. Tato data musí být následně načtena externím čtecím zařízením. Součástí zařízení je fotoreceptor spojený s přesnými hodinami. Na základě zaznamenané délky denního svitu můžeme vypočítat zeměpisnou šířku a z časů východu a západu slunce zeměpisnou délku. Tato zařízení spotřebovávají mnohem méně energie než GPS a GSM vysílače, a proto mohou být mnohem menší a lehčí. Je však ale potřeba daný geolokátor opět získat a stáhnout z něj data, která nashromáždil. Proto je tato metoda vhodná pouze pro druhy (či jedince), které se vracejí opakovaně na stejná místa (Fiedler, 2009). Další nevýhodou je značná nepřesnost, která může být ještě umocněna např. zhoršeným počasím, hustou vegetací, v které se jedinec pohybuje, ročním obdobím nebo topografií (Lisovski et al. 2020). Chyba ve stanovení polohy může být i několik stovek kilometrů (např. Shaffer et al. 2005; Fudickar et al. 2012)

3.3 Způsoby připevnění sledovacích zařízení

Sledovací zařízení je nutné k sledovanému jedinci připevnit vhodným způsobem tak, aby došlo k co nejmenšímu omezení jedince a zároveň byla zajištěna správná funkčnost zařízení. Využíváme připevnění na nohu, na krk či na ocas jedince a způsob připevnění pomocí lepidla, implantace, přišití či upevnění pomocí různých postrojů.

3.3.1 Na nohu

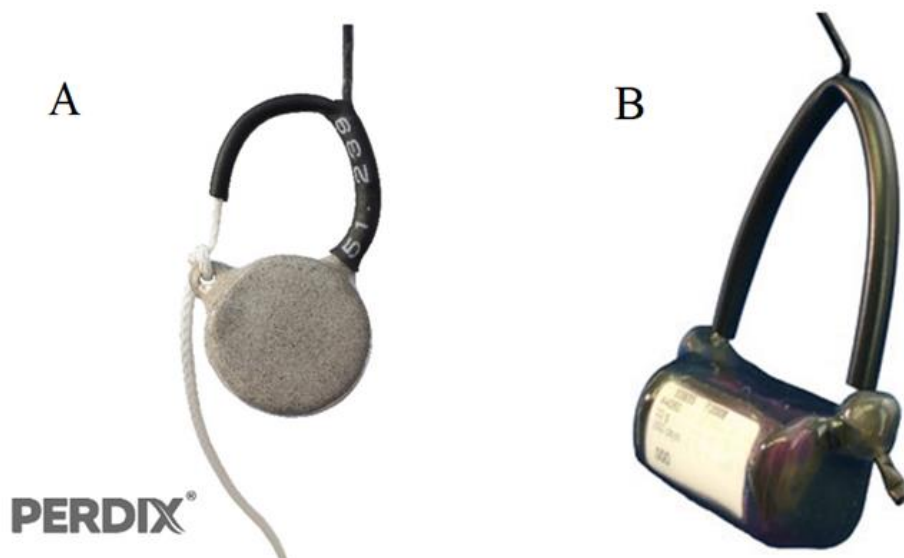
U sledovacích zařízeních typu GPS vysílače a jemu podobných se, z důvodu větší váhy, způsob připevnění na nohu využívá pouze u větších druhů. Pomocí kovového či plastového pásku a přilepením epoxidovou pryskyřicí je zařízení připevněno ke kroužku (např. jeřábů, čápů, hus; viz Ellis et al. 2001). V případě menších druhů (např. bahňáci, pěvci; viz Minton et al. 2010 a Farr et al. 2021) se volí lehčí sledovací zařízení jako jsou PIT či geolokátory. Tato zařízení je možno připevnit na odečítací vlajku pomocí epoxidové pryskyřice s nití z para-aramidového vlákna. Mohou být zapuštěny v plastových kroužcích (obr. 1). Minton et al. (2010) tuto metodu doporučují u bahňáků (konkrétně kameňáčka pestrého *Arenaria interpres*), jelikož narozdíl od postrojů připevnění na nohu neomezuje ptáky při nabírání tukových zásob před migrací.



Obr. 1: Sledovací zařízení (v tomto případě PIT tag) umístěné v plastovém kroužku na noze sýkory černohlavé (*Poecile atricapillus*), autor: Gail Kozun (převzato z: Farr et al. 2021).

3.3.2 Na krk

Přípevnění sledovacího zařízení na krk se využívá u větších vodních ptáků, např. husy, labutě (Demers et al. 2003; Kölzsch et al. 2016), u kterých je běžně používáno barevných odečítacích límců. Dále u druhů, které většinu času tráví na zemi (bažanti, tetřivci apod. (Venturato et al. 2009, Fremgen et al. 2017)). Sledovací zařízení může být v límci z plastu se zaoblenými okraji, které jsou poté umístěny na krk (Demers et al. 2003; Ornitela, UAB © 2016). U bažantů, tetřevů, křepelk či koroptví je používán obojek z ohebné oceli se sledovacím zařízením v plastovém ochranném krytu. U menších druhů lze použít obojek z polyesterového vlákna s vysílačem zapouzdřeným v epoxidové pryskyřici (obr. 2).

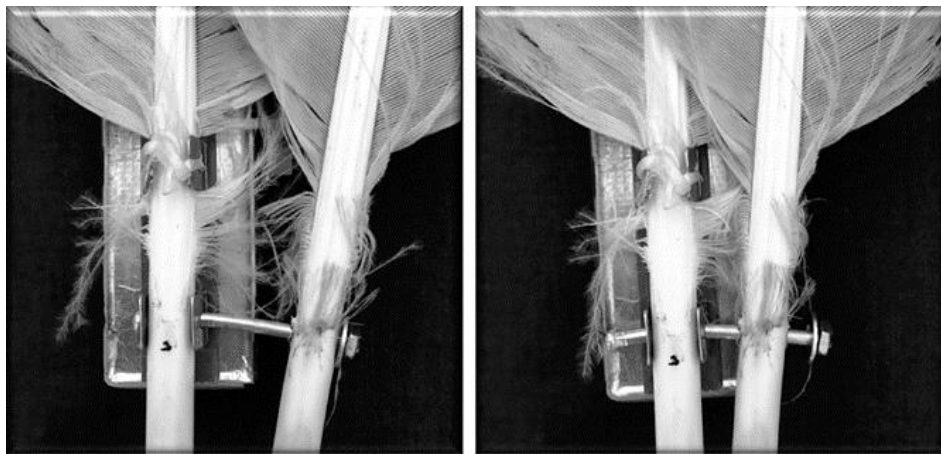


Obr. 2: (A) Obojek z ohebné oceli pokrytý PVC gumou, na kterém je sledovací zařízení v plastovém krytu (Advanced Telemetry System © 2024). (B) Obojek z polyesterového vlákna pokrytý PVC gumou s vysílačem v epoxidové pryskyřici (Perdix Wildlife Supplies © 2024).

Přípevnění na krk však může v některých případech ovlivnit chování ptáků. Fremgen et al. (2017) zjistili, že sledovací zařízení může mít vliv na tok u samic tetřívka pelyňkového (*Centrocercus urophasianus*). Zatížení vokalizačních vaků, na kterých spočívalo sledovací zařízení, zapříčinilo jejich následný neúspěch při zaujmutí samic. Venturato et al. (2009) vyzorovali vliv na reprodukční úspěšnost samic bažanta obecného (*Phasianus colchicus*) při zatížení nad 2 % hmotnosti těla. Ovšem obojek se sledovacím zařízením lehčí 1,5 % hmotnosti jedince se zdál být v téže studii jako bezpečně aplikovatelný.

3.3.3 Na ocas

Další možností je umístit sledovací zařízení na ocas. Vysílač může být uvázán na bázi rýdovacích per provázkem, který je následně zajištěn lepidlem (Wiktander et al. 2001). Nebo lze vysílač s uzpůsobeným otvorem nasunout na brk pera, zakápnout lepidlem a poté opět zajistit provázkem či dentální nití (Hansbauer a Pimentel, 2008). U větších druhů lze vysílačku k rýdovacím perům přimontovat (viz Harmata, 2016). Vysílač byl připevněn čepem (délka 3,2 mm a průměr 2 mm). Brky byly na čepu zajištěny maticí (která byla zajištěna lepidlem) a odděleny od sebe plochými podložkami (obr. 3). Zároveň s připevněným zařízením bylo možné volné roztažení ocasu. Přípevnění na ocas není vhodné pro použití v době pelichání ptáků, z důvodu ztráty per a tím i vysílače (Wiktander et al. 2001). Nicméně v některých případech je doporučována jako nejvhodnější metoda (např. sledování papoušků kakadu v Le Souef et al. 2013).



Obr. 3: GPS vysílač připevněn k rýdovacím perům orla skalního (*Aquila chrysaetos*) pomocí čepu do vytvořených otvorů v brku. Brky byly na čepu zajištěny maticí a odděleny od sebe plochými destičkami. Na distální straně je vysílač přišit k ostnům (rhachis) per (převzato z: Harmata, 2016).

3.3.4 Pomocí lepidla/ Přilepením

Vysílač může být na tělo sledovaného ptáka přilepen. A to přímo na peří nebo na předem připravené místo (ostříháním či zastříhnutím per). Pomocí rychleschnoucího a neškodlivého lepidla je vysílač přilepen často do mezilopatkového prostoru či na záda (Diemer et al. 2014). Během aplikace zařízení na jedince musí být vysílač přitisknut

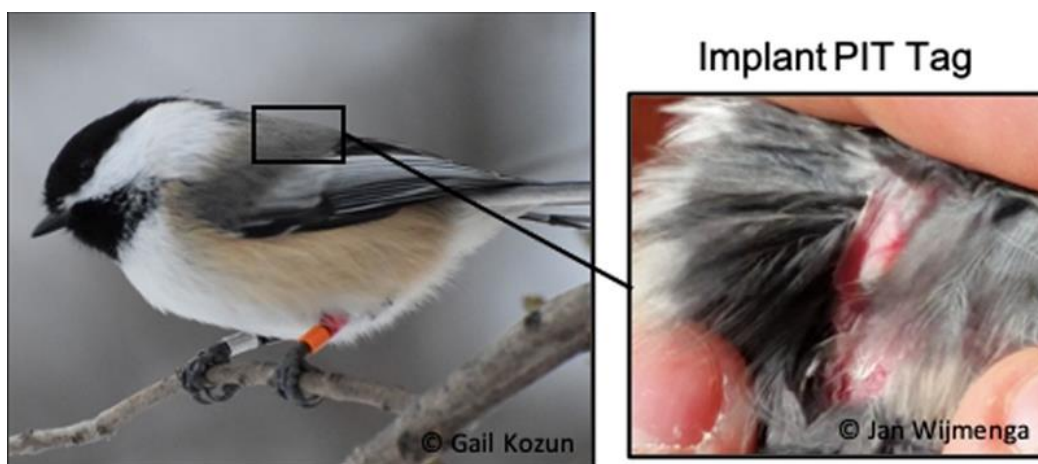
po dobu, než lepidlo zaschne (většinou 3-6 minut, záleží na typu použitého lepidla, Sykes Jr. et al. 1990; Diemer et al. 2014). Mezi vysílač a tělo může být vlepena látka (šifon, bavlna, gáza, případně i vinyl (např. Schulz et al. 2001)). V některých studiích byl k připevnění zařízení použit suchý zip. Jedna část je nalepena na sledovaného jedince a druhá na vysílač (Sykes Jr. et al. 1990).

Doba, po kterou vydrží vysílač připojený k ptákovi se liší mezi různými taxony (viz např. Diemer et al. 2014). Ve studii porovnávající několik typů připevnění (zádový postroj, lepení na peří, připevnění na ocas, lepení na kůži pomocí latexového a bezlatexového lepidla) u tropických pralesních pěvců, byla jako nejvhodnější metoda vyhodnocena lepení lepidlem na latexové bázi (Hansbauer a Pimentel, 2008).

3.3.5 Implantace

Implantace je metoda, při které je sledovací zařízení chirurgicky zaváděno přímo do těla sledovaného jedince. Proces vyžaduje uspání zvířete, sterilizaci vpravovaných zařízení, jeho následné chirurgické zavedení do těla, popřípadě vyvedení antény od vysílače ven z těla a poté uzavření otvoru zašitím (Schulz et al. 1998) či zalepením chirurgickým lepidlem (Small et al. 2004). Sledovací zařízení by mělo být uzavřeno v pouzdru (jako u Sheppard et al. 2017). Implantát se umísťuje do tělní dutiny či pod kůži (Small et al. 2004). Při použití PIT (obr. 4) není nutné uspání jedince a sterilní mikročip v pouzdře je zaveden pod kůži pomocí implantační jehly. Rána po vpichu je následně zalepena vhodným lepidlem (Nicolaus et al. 2008).

Nevýhodou tohoto způsobu je možnost pohybu některých (obzvláště podkožních) implantátů, možnost vzniku zánětů (Small et al. 2004) a náročnost chirurgického výkonu. Metoda implantace je používána obzvláště při zkoumání vodních ptáků (Sheppard et al. 2017).



Obr. 4: PIT tag implantovaný po kůži sykory černohlavé, Foto: Gail Kozun a Jan Wijmenga (převzato z: Farr et al. 2021).

3.3.6 Ukotvení vysílače do kůže, přišití

Vysílač může být ukotven do kůže pomocí ocelové „kotvy“ (vyrobena z ocelového drátu). Kotva je zavedena do kožní vrstvy na zádech ptáka. Může být použita jedna kotva v kombinaci se stehy či lepidlem (kotva v přední části vysílače, v zadní části stehy či lepidlo) nebo dvě kotvy (zejm. při větší hmotnosti vysílače). Dvojitá kotva se ovšem jeví jako lepší řešení, jelikož vydrží déle než upevnění stehy či lepidlem (Lewis a Flint, 2008).

Další možností je vysílač připevnit pouze pomocí stehů na záda sledovaného jedince. U některých skupin ptáků (křepelky, koroptve apod.) se musí dbát na umístění vysílače, aby nedošlo k zachytávání o vegetaci. Ve studii zkoumající metody připevnění u kuřat křepela virginského (*Colinus virginianus*), je technika přišití v porovnání s postrojem a lepením doporučena jako nejvhodnější (Terhune et al. 2020).

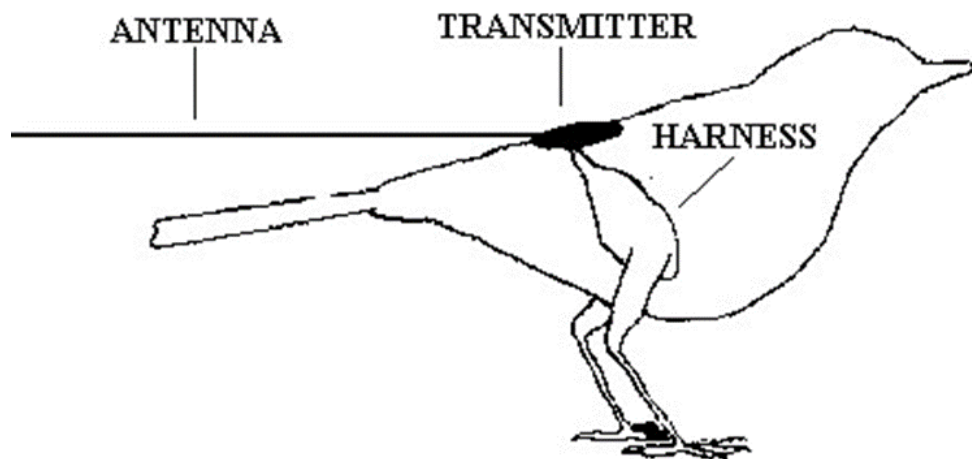
3.3.7 Postroje

Připevnění sledovacího zařízení za pomoci postroje můžeme provést několika způsoby. Obecně se jedná o popruhy uvázané buď za nohy anebo okolo křídel přes hrud'. Postroj by neměl být moc přiléhavý, aby neomezoval chůzi či let jedince, zároveň ani příliš volný, kvůli možné ztrátě postroje. Proto před nasazením postroje na jedince je potřeba ozkoušet vhodnou velikost smyček. Vysílač lze přilepit epoxidem, lepidlem, či přivázat (Rappole a Tipton, 1991). Výhodnost tohoto způsobu je možnost rychlého nasazení. Jde o poměrně rozšířený způsob připevňování sledovacích zařízení.

Ptáci po nasazení zařízení do vysílače mohou klovat a snažit se ho sundat. Je nutné dbát opatrnosti, aby nedošlo k zamotání zobáku či jazyka do postroje a podobným nežádoucím reakcím (viz Bowman a Aborn, 2001), které by mohly sledovaného jedince usmrtit. U metody přichycení postrojem hrají důležitou roli také změny ve velikosti v oblasti stehů, respektive hrudníku (Buck et al. 2021).

3.3.7.1 Postroj přes nohy (*leg-loop*)

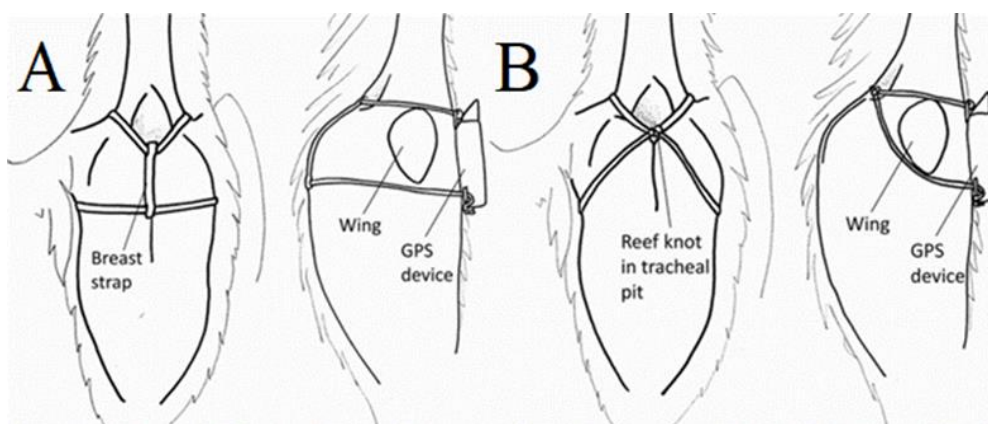
Velmi rozšířený způsob připevnění je tzv. *leg-loop harness* (obr. 5). Postroj je tvořen dvěma smyčkami ve tvaru ležaté osmičky či dvěma oky na každé straně vysílače. Smyčky jsou vyrobeny z neдрáždivého materiálu (viz kapitola materiály). Velikost smyčky závisí na velikosti sledovaného druhu. U připraveného postroje s vysílačem, provlékneme postupně obě nohy smyčkami až na proximální konec stehna (Rappole a Tipton, 1991).



Obr. 5: Postroj přes nohy - leg-loop harness (převzato z: Rappole a Tipton, 1991).

3.3.7.2 Postroj na záda

Postroj, který nese sledovací zařízení může být připevněn na záda v mezilopatkové oblasti. Tento druh připojení má dva typy (obr. 6). První má jednu smyčku připevněnou v přední části vysílače a vedenou před křídly okolo hrudi. Druhou smyčku v zadní části vysílače vedenou za křídly taktéž okolo hrudi. Obě smyčky jsou umístěny paralelně, tudíž se nekříží. V oblasti hrudní kosti jsou smyčky spojeny a zajištěny páskem (o cca stejné délce jako hrudní kost; viz Thaxter et al. 2015). U druhého typu jsou k přední části zařízení připevněny dvě pásky, které jsou vedeny před křídly na hrudní část těla. Zde se kříží a jsou vedeny za křídly k zadní části zařízení, kde jsou upevněny. V místě křížení mohou být pásky zauzlovány (viz Thaxter et al. 2015). Předpřipravený postroj se nejprve nasadí přes hlavu jedince a poté se zadními smyčkami prostrčí jeho křídla.



Obr. 6: (A) Postroj na záda okolo křídel, kde jsou smyčky umístěny paralelně (nekříží se) a jsou spojeny na hrudi páskem. (B) Postroj na záda okolo křídel, kde jsou smyčky vedeny z předu dozadu. Na hrudi se smyčky kříží (v místě křížení může být udělán uzel) (převzato z: Thaxter et al. 2015).

3.4 Materiály pro připevnění

3.4.1 Postroje

Vliv na sledovaného jedince nemá jenom váha a způsob připevnění sledovacího zařízení, ale také materiál, z kterého je postroj sestaven (Buck et al. 2021). Smyčky postrojů mohou být vyrobeny z katetru, bavlny (Rappole a Tipton, 1991) nebo z elastického materiálu pokrytým syntetickým vláknem či bavlnou (Hansbauer a Pimentel, 2008). Jako vhodné se jeví použití teflonové pásky z PFTE či pásky z elastického materiálu. Zajímavou variantou je také páska vytištěná na 3D tiskárně (z plastu s kyselinou polymléčnou; Buck et al. 2021). Páska by měla mít průměr asi 1 mm. Menší průměr by mohl způsobit podráždění. Smyčky lze k vysílači připevnit pomocí epoxidu, lepidla (viz Rappole a Tipton, 1991), přišít, přivázat nebo provléknout připravenými oky na vysílači.

3.4.2 Připevnění na ocas

Při připevnění na ocas jsou pro zajištění vysílače využívána lepidla v kombinaci s různými provázky, nylonovým vlascem (Le Souef et al. 2013) či dentální nití (Hansbauer a Pimentel, 2008). V některých případech se používají i čepy namontované v brku rýdovacích per (Harmata, 2016).

3.4.3 Lepidlo

Při způsobu lepení jsou používány nejrůznější typy lepidel v kombinaci s látkami a podobnými materiály, které můžou být vlepeny mezi tělo ptáka a vysílač, jako např. šifon, bavlna, gáza, vinyl apod. (Schulz et al. 2001; Hansbauer a Pimentel, 2008). Použité lepidlo by mělo být nedráždivé. Zároveň je však nutné s ním zacházet opatrně, aby nedošlo k zalepení zbytečně velké plochy peří či uropygiální žlázy ptáka. Nejčastěji se využívají lepidla na bázi kyanoakrylátové a lepidla pro lepení umělých řas (latexové, bezlatexové). Lepidla jsou různě úspěšná, co se týče délky připevnění vysílače (Hansbauer a Pimentel, 2008). Při konkrétní volbě typu lepidla je tedy důležité brát ohled na dobu po kterou chceme daného jedince sledovat.

3.4.4 Implantace

Při implantaci zařízení jsou využívány především chirurgické pomůcky, dezinfekce a anestetika (např. bupivakain-hydrochlorid; Sheppard et al. 2017). Pouzdro na vysílač by mělo být vyrobeno z nedráždivého a netoxického materiálu, který je odolný vůči zničení (např. biokompatibilní sklo; Gibbons a Andrews, 2004).

3.5 Vliv sledovacích zařízení na ptáky

3.5.1 Chování

3.5.1.1 Komfortní chování

Přípevnění sledovacího zařízení na jedince může být často spojeno se zvýšením čištění peří a celkově častějším komfortním chováním ptáků. Toto chování může být ještě více iniciováno v případě, kdy je pro přípevnění sledovacího zařízení použit postroj. Jako například ve studii Hooge (1991), kde jedinci datla sběrače (*Melanerpes formicivorus*) s přilepeným radiovysílačem trávili méně času úpravou peří než ti, kteří měli postroj přidělán za pomoci postroje. V případě, kdy je zařízení vybaveno anténou, může ptákům vadit její zásah do peří. Husy sněžné (*Anser caerulescens*) vybavené klasickým sledovacím límcem neprojevovali větší míru čištění peří. Naopak jedinci vybavení obojkem s radiovysílačem a anténou, která zasahovala do peří, trávili čištěním peří více času a někdy i za anténu tahali (Demers et al. 2003). Často se však jedná o dobu několika dní (či týdnů) po nasazení, kdy se jedinci snaží zařízení odstranit. Zajímavé bylo pozorování flétnáků australských (*Gymnorhina tibicen*) označených GPS vysílačem, jež neoznačení jedinci pomáhali (a často úspěšně) odstranit zařízení (Crampton et al. 2022).

3.5.1.2 Inkubační chování

V některých případech může být přípevněným sledovacím zařízením ovlivněna inkubace. U tučňáků kroužkových (*Pygoscelis adeliae*) inkubaci zahajují samci a tato fáze je jedna z nejkritičtějších pro embryonální vývoj. U párů, kde byli samci označeni dataloggerem, byly pozorovány výrazně vyšší problémy s inkubací. Vejce sice měla ideální teplotu i délku inkubace, ale frekvence otáčení vajec byla větší než u samců bez dataloggeru. Samci tak zřejmě reagovali na stres vyvolaný vysílačem. Následkem vyššího počtu otáčení vajec se úspěšnost líhnutí snížila téměř na polovinu (Beaulieu et al. 2010). K projevu negativního vlivu může docházet až v následující hnízdní sezóně. Vlaštovky obecné (*Hirundo rustica*) byly označeny geolokátorem s krátkou tyčinkou, na které byl přípevněn senzor pro zaznamenávání intenzity světla. Označení jedinců neovlivnilo krmení mláďat, jejich hmotnost ani úspěšnost hnízdění. V příští sezóně však začali později s reprodukcí (o 12 dní) a označené samice měly o 30 % menší snůšku (o 1,5 vejce méně). V tomto případě zřejmě nebyl negativní účinek způsoben vahou geolokátoru, ale délkou tyčinky pro přípevnění světelného senzoru (Scandolara et al. 2014).

3.5.1.3 Péče o potomstvo

Péče o mláďata (pokud se u daného druhu vyskytuje) má velmi zásadní vliv na kondici mláďete a pravděpodobnost jeho přežití do dospělosti. Toto chování zahrnuje krmení, zahřívání, ochranu před přehřátím a predátory, ale i udržování čistoty hnízda (Veselovský, 2001). Je proto důležité, aby péče rodiče nebyla negativně ovlivněna nasazením sledovacího zařízení.

Negativní dopady jsou zmiňovány v několika studiích mořských druhů ptáků. Ve studii Chivers et al. (2016) byly samice racka tříprstého (*Rissa tridactyla*) vybaveny GPS vysílačem s akcelerometrem (5,2 % hmotnosti těla) anebo pouze akcelerometrem (1 % hmotnosti těla). Samice s GPS provedly o 30 % méně letů a v hnízdě trávily o 33 % více času než samice vybavené pouze akcelerometrem. Neoznačený partner naopak strávil více času výpravami za potravou. Zřejmě tak tlumil účinek označené samice, jelikož hmotnost mláďat označených a neoznačených samic se mezi sebou významně nelišila.

Nasazení GPS vysílače může vyvolat prodloužení doby strávené sháněním potravy. Hmotnost mláďat negativně koreluje s délkou zásobovacích cest. Vzhledem k horší tělesné kondici označených jedinců může vést takové chování k méně častému či méně efektivnímu krmení. Místo péče o potomstvo rodiče upřednostní svoje vlastní přežití (Heggøy et al. 2015). U alkounů tlustozobých (*Uria lomvia*), označených dataloggerem o váze 3 % hmotnosti těla, se u samců také prodloužilo trvání cest za potravou. Navíc se snížila i jejich hmotnost. Mláďata označených jedinců byla méně krmena než u neoznačených kontrolních párů (Paredes et al. 2005).

Ve studiích, kdy byl označen pouze jeden z partnerů, často neoznačený jedinec kompenzoval nižší výkonost označeného partnera (viz Paredes et al. 2005; Hoggøy et al. 2015; Chivers et al. 2016). Není to ale pravidlem. U párů papuchalka chocholatého (*Fratercula cirrhata*), byl jeden z páru označen implantovaným radiovysílačem o menší hmotnosti než 1,2 % hmotnosti jedince. Označení jedinci vkládali méně energie do péče o potomstvo, jejich partneři však nebyli schopni či ochotni kompenzovat snížené úsilí svého označeného partnera. Mláďata těchto párů tak měla nižší průměrnou rychlost růstu. Není ovšem zřejmé, zda měla větší vliv manipulace během označování jedinců či zařízení samotné (Whidden et al. 2007).

3.5.2 Kondice

3.5.2.1 Změna hmotnosti

Jedním z důležitých ukazatelů, který může poukazovat na negativní vliv sledovacích zařízení je změna tělesné hmotnosti. Úbytek hmotnosti může být zapříčiněn vyšším energetickým výdajem, který je způsoben neseným sledovacím zařízením. Ztráta váhy může být dočasná, během několika dní se opět vrátí do normálních hodnot (viz Garrettson et al. 2000). Naopak studie prováděná na poštovních holubech (*Columba livia* f. *domestica*) chovaných v zajetí, na které byl falešný datalogger opakovaně přidělán, prokázala ztrátu hmotnosti odpovídající hmotnosti zatížení. Zřejmě tak docházelo ke kompenzaci váhy zařízení, kterou měl jedinec na sobě navíc (Portugal a White, 2022). Úbytek váhy se nemusí týkat jenom sledovaného jedince. Dospělí buřňáci temní (*Puffinus griseus*), kteří nesli sledovací zařízení, netrpěli úbytkem hmotnosti. Jejich mláďata však byla prokazatelně lehčí a menšího vzrůstu než mláďata od kontrolních neoznačených dospělců. Tento efekt byl ještě výraznější v případě, kdy byly označeni oba jedinci z páru. Dospělci tak změnilí své chování, aby si udrželi vlastní tělesnou kondici, na úkor svých mláďat (Adams et al. 2009). Změna hmotnosti se však neprojevuje jenom jejím úbytkem. Samci sýkory koňadry, na které byl připojen

postroj s těžší zátěží (5% hmotnosti těla) vážili po roce připevnění více než jedinci s lehčí zátěží (0,5 % hmotnosti těla). Není proto zřejmé, zda by se nárůst hmotnosti měl interpretovat jako znamení, ukazující, zda je pták v lepším či horším stavu (Atema et al. 2016).

3.5.2.2 Fyzická zranění

Zařízení či postroj, který je přidělán na tělo sledovaného ptáka, může způsobit i jeho zranění nebo dokonce úhyn. Často dochází k poranění kůže v místě kontaktu s postrojem. Vliv může být nepatrný nebo nemusí být spojen s dopadem na kondici či chování jedince. Jespáci obecní (*Calidris alpina*), sledovaní pomocí geolokátorů připevněných na nohy, měli po roce v místech připevnění zařízení slabší a světlejší kůži. Avšak nebylo pozorováno, že by tím byla poznamenána jejich kondice (Pakanen et al. 2015). V některých případech ale může dojít k mnohem závažnějším zraněním. Byly popsány situace, kdy jedinci, sledovaní pomocí zařízení přidělaných na postroj – „batoh“ – přes křídla, měli zranění často vedoucí až k jejich úhynu. Přes oděrky, odřeniny (Foster et al. 1992), léze, záněty, ztráty kůže (Peniche et al. 2011) až k deformacím kostí a zlomeninám (Michael et al. 2013). Pokud je postroj připevněn nevhodně, může se do něj jedinec zamotat a zahynout (Foster et al. 1992). Opatrnost je na místě i v případě, že zařízení disponuje anténou. Někteří šatovníci žlutokápí (*Loxioides bailleui*), sledovaní radiovysílačem, uvízli právě anténou ve vegetaci a zahynuli (Dougill et al. 2000).

3.5.3 Vliv v závislosti na pohlaví

V některých případech se reakce na zařízení liší v závislosti na pohlaví. U alkounů aleutských (*Ptychoramphus aleuticus*) byl u hnízdících párů označen vždy jen jeden z partnerů. Když byl označen samec, tak úspěšnost vylétnutí mláďat byla 50 %. V případě označení samice se úspěšnost zvýšila na 77 %. Autoři studie proto doporučují označovat spíše samice z důvodu minimalizace nežádoucích účinků na reprodukční úspěšnost páru (Ackerman et al. 2004). Může se nabízet jednoduché vysvětlení, že u druhů s rozdílnou velikostí samců a samic, je větší vliv dán menší velikostí, vahou či kombinací obojího u menšího pohlaví. U vlaštovek obecných (*Hirundo rustica*), označených geolokátory, byly opravdu více ovlivněny samice. Oproti samcům jsou celkově menší a mají kratší křídla, což způsobuje větší zatížení křídel (viz Scandola et al. 2014). Ve studii Pakanen et al. (2020) byly geolokátory o váze 1,5 % až 2 % hmotnosti těla připevněny na nohy jespáků obecných (*Calidris alpina*). Nošení zařízení snižovalo šanci na přežití, která klesala s dobou, kdy jedinec geolokátor nesl. Tento fakt naznačuje kumulaci negativních vlivů. Přestože u jespáka obecného jsou samice větší než samci, i v této studii byly více ovlivněny samice. Autoři nabízejí vysvětlení, že samice mohou být během hnízdního období více namáhané, a to z důvodu kladení vajec. Zároveň zahajují migraci dříve než samci, tudíž mají kratší dobu na doplnění zásob před tahovou cestou.

3.6 Ekologie a etologie modelových druhů

3.6.1 Sýkora koňadra (*Parus major*)

Sýkora koňadra se řadí mezi pěvce (*Passeriformes*). Obývá nejrozličnější typy lesů, běžně se vyskytuje v parcích, zahradách, stromořadích a v různých typech rozptýlené zeleně. Je i častým návštěvníkem ptačích krmítek. Jedná se o jednoho z nejrozšířenějších evropských druhů ptáků (Keller et al. 2020). Celková délka sýkory koňadry je 13,5 až 15 cm (od špičky zobáku po konec ocasu) její rozpětí křídel dosahuje 18 až 20 cm a hmotnost se pohybuje mezi 14,5 až 24,5 gramy (Svensson, 2012; Šťastný a Krištín, 2021; Hume et al. 2023). Hnízdí velmi často v budkách, dutinách stromů, ale i v různých jiných vhodných místech (kovové trubky, poštovní schránky, dutiny ve zdích a dal.). Místo vybírá zpravidla samice, která staví i hnízdo. Dutinu obhajuje samec. Snůšku samice zahajuje již na konci března, nejčastěji však v první polovině dubna. Druhé hnízdění je běžné, vzácně hnízdí i třikrát. V jedné snůšce je průměrně 9,16 vajec, která inkubuje samice a to 12 až 17 dní. Po vylíhnutí jsou mláďata krmeny oběma rodiči a po 14 až 23 dnech opouštějí hnízdní dutinu. Její potravu tvoří různé druhy hmyzu (např. motýli, brouci, blanokřídli), pavouci, semena a plody. Byly zaznamenány i případy kanibalismu, zabití a žraní jiného druhu pěvce. Mláďatům jsou přinášeny hlavně housenky motýlů, dvoukřídli, blanokřídli, brouci, někdy i semena borovic. Je častým návštěvníkem ptačích krmítek (Šťastný et al. 2011).

Pro studium tohoto druhu se často využívá značení barevnými kroužky (viz Hollander et al. 2008). U mláďat se provádí značení barvou na různé části těla, jako jsou drápy, tarsus a křídlo (Quesada a Senar, 2012). I když využití gelokátorů pro sledování sýkory koňadry není ještě tak rozšířené, vliv připevnění sledovacího zařízení (či jeho atrapy) na dospělé jedince je právě u tohoto druhu zkoumán (viz Atema et al. 2016; Snijders et al. 2017)

3.6.2 Brhlík lesní (*Sitta europaea*)

Brhlík lesní je pěvec (*Passeriformes*) obývající především prostředí listnatých či smíšených lesů. Méně pak obývá lesy jehličnaté. Je rozšířen po celé Evropě, kromě severu Skandinávie. Jeho délka (od špičky zobáku po konec ocasu) je 12 až 14,5 cm, rozpětí křídel se pohybuje v rozmezí od 22,5 do 27 cm a hmotnost od 19 do 29 gramů (Svensson, 2012; Šťastný a Krištín, 2021; Hume et al. 2023). Jedná se o dutinového ptáka, který obsazuje i budky. Po zvolení vhodné dutiny, samice začne vymazávat spáry směsí hlíny a slin. Vletový otvor upravuje podobným způsobem a upraví ho na velikost odpovídající jejich tělu. Některé páry zahajují snůšku již v polovině března, nejčastěji však začátkem dubna. Průměrný počet vajec v úplných snůškách se pohybuje okolo 7,15 vajec. Inkubuje pouze samice a to většinou 14 až 16 dní. Brzo po vylíhnutí jsou mláďata krmena oběma rodiči a hnízdní dutinu opouštějí obvykle po 23-24 dnech (Šťastný et al. 2011). Živí se hmyzem, zvláště brouky (*Coleoptera*), housenkami motýlů (*Lepidoptera*) a dalšími členovci. Mláďata jsou krmena převážně brouky a housenkami, v menší míře semeny. Na podzim a v zimě je jeho potravou tvořena převážně semeny a ořechy, zejména lísky (*Corylus*) a buku (*Fagus*). Je i

častým hostem na ptačích krmítkách (Harrap et al. 2023). Vzhledem k jeho nízké hmotnosti byl tento druh doposud sledován převážně pomocí značení barevnými kroužky (viz Pravosudov, 1993; Kašová et al. 2014).

4 Metodika

4.1 Studované území

V praktické části byl zkoumán dopad použití sledovacích zařízení na ptáky. Jako modelové druhy byli vybráni sýkora koňadra (*Parus major*) a brhlík lesní (*Sitta europaea*). Samotnému nasazení zařízení předcházela přípravná část.

Před začátkem hnízdní sezóny bylo vyčištěno přes 200 ptačích budek. Na lokalitách Ďáblický háj, Čimický háj a obora Hvězda se jednalo o území většího souvislého smíšeného lesního porostu s převahou listnatých stromů. V poměrně hojné míře, zde byly zastoupeny oba modelové ptačí druhy. V případě Suchdolu – areálu ČZU, Ruzyně, Krče a Ládvi šlo o roztroušené stromy v zástavbě (s převahou jehličnatých stromů), kde byla z obou druhů zaznamenána pouze sýkora koňadra. Budky na těchto lokalitách byly pravidelně kontrolovány a postupně byli vybíráni vhodní jedinci pro nasazení dataloggeru.

4.2 Upevnění dataloggeru

V sezóně 2020 bylo odzkoušeno několik typů připevnění dataloggeru – lepení vteřinovým lepidlem, úvaz přes křídla („batoň“) a postroj „*leg-loop harness*“. Tyto způsoby byly testovány jak v terénu, tak následně i ve voliére na sýkoře koňadře a brhlíku lesním. V následující sezóně byl pro připevnění dataloggeru na jedince využit úvaz „*leg-loop harness*“ (obr. 5, Rappole a Tipton, 1991), jenž se jevil jako nejvhodnější. Dále byla v sezóně 2020 z bužírky, pleteného hedvábného lanka, teflonové nitě a PTFE teflonové pásky vybrána právě PTFE teflonová páska jako vhodný materiál na popruh pro připevnění postroje (z důvodu výdrže a minimálního tření tohoto materiálu). Páska se uvázala mezi stehenní kost a tělo jedince, a to na obou stranách. Jako podklad pro datalogger byla využita pěnová podložka, pro její schopnost zabránit otlakům na zádech, které by mohl datalogger potencionálně způsobit. Použitý datalogger DAL 2 (obr. 7) (Kolešková et al. 2023) měl váhu 1,2 g a velikost 20,6 x 19,0 mm. Mohl současně zaznamenávat teplotu, vlhkost, úroveň osvětlení, zrychlení a magnetické pole. Nasazení dataloggerů proběhlo ve všech případech stejně a v danou denní dobu (mezi 11-17 hod.). Po příletu jedince do hnízdní budky, byl ucpán vletový otvor, čelo budky bylo opatrně pootevřeno a vyndán přítomný hnízdící dospělec. Jedinec byl zvážen, bylo určeno pohlaví a množství tuku jedince, případně byl okroužkován a následně mu byl nasazen postroj (viz výše zmiňovaná metoda). Na předem připravený úvaz s dvěma oky z teflonové pásky (průměr 3 mm) byl po jeho nasazení s pomocí vteřinového lepidla připevněn datalogger. Poté byl pták vypuštěn.



Obr. 7: Datalogger DAL 2 používaný při této studii. Foto: L. Pešková

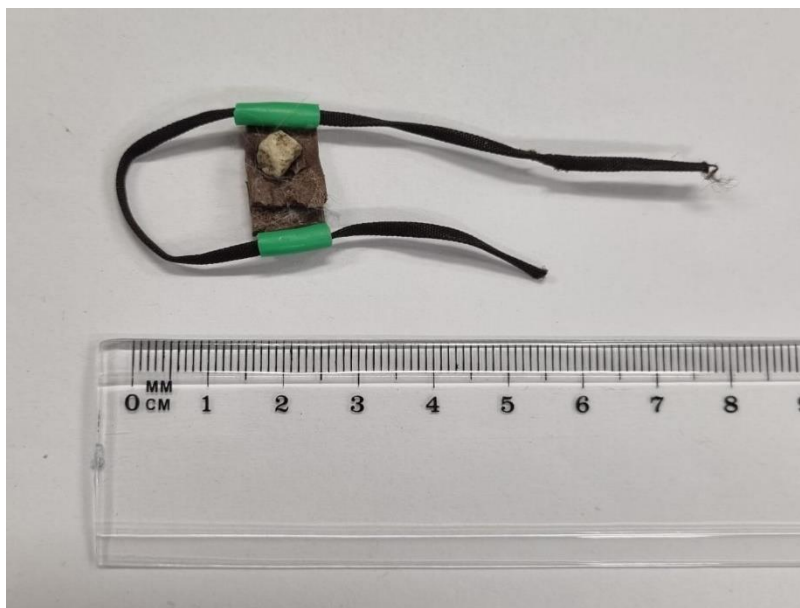
4.3 Chování jedinců s nasazeným dataloggerem

V průběhu května 2021 bylo nasazeno pět funkčních dataloggerů (tři v Ďáblickém háji a dva v Čimickém háji) na hnízdící jedince (tři samice, dva samci). V jednom případě byli postupně označeni oba partneři, u ostatní označených vždy jen jeden z páru. Kromě funkčních dataloggerů byl použit i jeden falešný datalogger (kámen o stejné velikosti a váze – tzn. 1,0 gram; Ďáblický háj, samice, též hnízdící jedinec). Ve všech případech se jednalo o brhlíka lesního (*Sitta europaea*). U předem vybraného páru brhlíků (budka č. 199) byl den před odchytem a nasazením zařízení pořízen (mezi 14 a 15 hodinou) 54minutový videozáznam. Velkou výhodou byla skutečnost, že samec měl na hrudi tmavou skvrnu, kterou samice postrádala (příloha 1). Díky tomuto znaku byli oba jedinci od sebe na záznamech snadno rozpoznatelní. Následující den (20. 5 2021), byl postroj s atrapou dataloggeru (obr. 8 a příloha 2) o celkové hmotnosti 1,0 g, nasazen na samici o váze 21,4 g, zátěž tedy činila 4,7 % váhy označeného jedince. Den po nasazení, byl pořízen (mezi 13 a 14 hodinou) další 54minutový videozáznam. U obou nahrávek byly spočteny návštěvy, průměrný čas strávený v budce a průměrné intervaly mezi jednotlivými návštěvami hnízda, a to pro každého z partnerů.



Obr. 8: Samice brhlíka lesního (budka č. 199) s přidělanou atrapou dataloggeru. Foto: J. Tomáš

Na konci listopadu (24. 11. 2021) bylo provedeno pozorování ve voliére na odchyceném samci sýkory koňadry (*Parus major*). Samec byl odchycen v areálu ČZU (Praha 6, Suchdol), změřen, zvážen a umístěn do voliéry na pokusném pozemku FŽP. Spodní část voliéry byla tvořena travnatým porostem a plechovými boky. Horní část byla tvořena sedlovou střechou z pletiva, zakrytou z jedné poloviny řídkou maskovací sítí. Dále bylo ve voliére postaveno několik kmenů s větvemi, které směřovaly kolmo vzhůru. Na jedné z větví v horní polovině voliéry bylo zavěšeno krmítko se slunečnicí. Odchycený samec byl nejprve po dobu 1 hodiny umístěn do voliéry bez jakéhokoliv připevněného zařízení. Po uplynutí času byl odchycen podběrákem s nárazovou sítí a byl mu na 1 hodinu nasazen nefunkční datalogger s postrojem o celkové váze 1,0 g, což odpovídalo 5,2% váhy tohoto jedince. Postroj byl stejný jako v případě brhlíků. Poté byl datalogger vyměněn za lehčí atrapu dataloggeru (kámen) (obr. 9) a celková váha včetně postroje činila 0,7 g, tedy 3,7 % váhy jedince. Takto vybavený pták byl opět umístěn do voliéry na 1 hodinu. Po skončení experimentu byl jedinec zkontrolován a vypuštěn zpět do volné přírody. Během pozorování bylo pořízeno několik nahrávek, které zaznamenávaly chování jedince před a po nasazení postroje s dataloggerem (větší váha) a atrapou dataloggeru (menší váha). Po celou dobu byl samec sýkory sledován pozorovatelem, který zaznamenával jeho chování.



Obr. 9: Postroj s atrapou dataloggeru (kamenem). Postroj s atrapou byl přidělán na sýkoru koňadru ve voliére během pokusu s lehčím zatížením. Foto: L. Pešková

4.4 Analýza dat

Při ruční analýze videozáznamů před a po nasazení dataloggeru na samici z budky č. 199, bylo získáno pro každého partnera zvlášť: počet přiletů na budku, délky intervalů mezi návštěvami budky a délky jednotlivých intervalů strávených v budce. Pro testování, zda připevněné zařízení na samici souviselo se změnou počtu přiletů jedinců do budky, byl zvolen chí kvadrát (χ^2) test nezávislosti. Pro ověření vlivu sledovacího zařízení na čas strávený v budce byl zvolen lineární regresní model. Dále byly vytvořeny krabicové grafy pro časy strávené v budce a pro intervaly mezi návštěvami budky, a to pro každého z partnerů. Zmíněné testy a grafy byly vytvořeny v programu R verze 4.1.1. (R Core Team, 2021). Videozáznamy z pokusu se sýkorou koňadrou ve voliére byly také ručně analyzovány a doplněny poznámkami pozorovatele, který během celého pokusu zaznamenával veškeré její chování. Byly získány intervaly neaktivity (jedinec setrval téměř nehybně na jednom místě) a čas strávený na zemi. Z časů strávených na zemi byl vytvořen sloupcový graf se sloupci pro jednotlivé pokusy (bez zátěže, těžší zátěží, lehčí zátěží). Pro jeho vytvoření bylo opět využito programu R verze 4.1.1. Skript tvorby testů a grafů je v přílohách 3 až 4. Autorem grafů na obr. 10 až 14 je autor této práce.

5 Výsledky

5.1 Osazení brhlíků hnízdících v budkách

U prvního experimentu (budka č. 216), byl nejprve (4. května) datalogger nasazen na samce, kterého se po dvou dnech nepodařilo odchytnout, ale dle vizuální kontroly na sobě již zařízení neměl. Proto byl datalogger nasazen i na samici hnízdící v této budce (7. května). Při kontrole, která proběhla o 2 dny později (9. května), bylo hnízdo opuštěné a uvnitř byla těla mrtvých mláďat ve stáří min. 12 dní. Dospělce ani dataloggery se dohledat nepodařilo. 4. května byla také naproti budce na strom připevněna bezpečnostní kamera s fotobuňkou se záznamem spouštějícím se na pohyb (Reolink Argus 2). Tento způsob sledování ovšem neposkytl žádná relevantní data, neboť záznam se spouštěl spíše v reakci na pohyb větví, nikoliv však na pohyb samotných brhlíků.

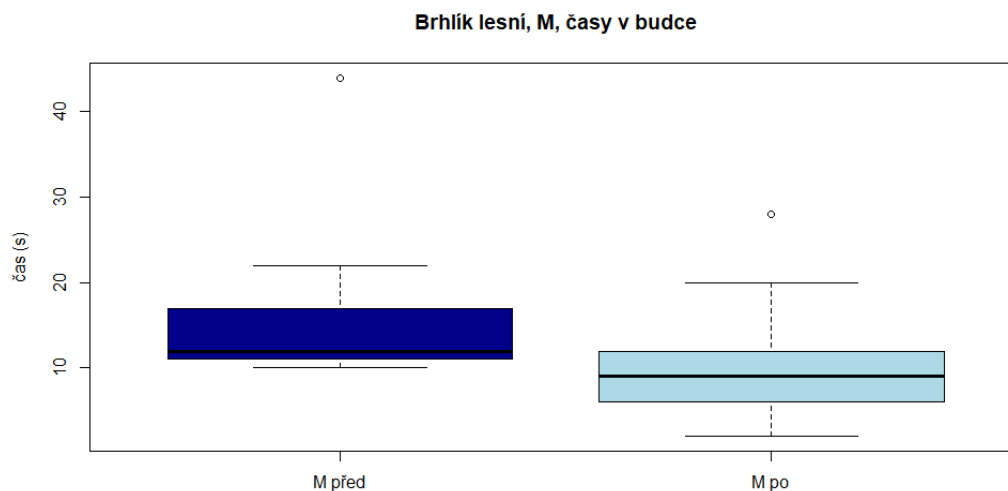
Po zkušenosti s párem z budky č. 216 se od nasazení zařízení na druhého jedince z páru upustilo. Funkční datalogger byl dále nasazen jedné samici (budka č. 270) a jednomu samci (budka č. 229). Označen byl vždy pouze jeden z páru. Při následné kontrole (2-4 dny po nasazení) datalogger neměli, a i přes hledání v budce a jejím širokém okolí se jej nepodařilo nalézt. Tyto páry dále pokračovaly v hnízdění. Další funkční zařízení bylo 10. května připevněno na samici z budky č. 176. Označenou samici se i přes několik pokusů nepodařilo odchytnout. Dle pozorování však datalogger pravděpodobně ztratila.

Vzhledem ke skutečnosti, že všechny předchozí dataloggery byly ztraceny, jsme u páru brhlíků z budky č. 199 použili jako náhradu falešný datalogger o stejné váze a podobné velikosti jako datalogger DAL2. Nasazení proběhlo klasickým způsobem jako u předchozích experimentů. V následující tabulce (tab. 1) je kvantifikováno vybrané chování samce a samice den před osazením (bez zátěže) a den po osazení (se zátěží) samice.

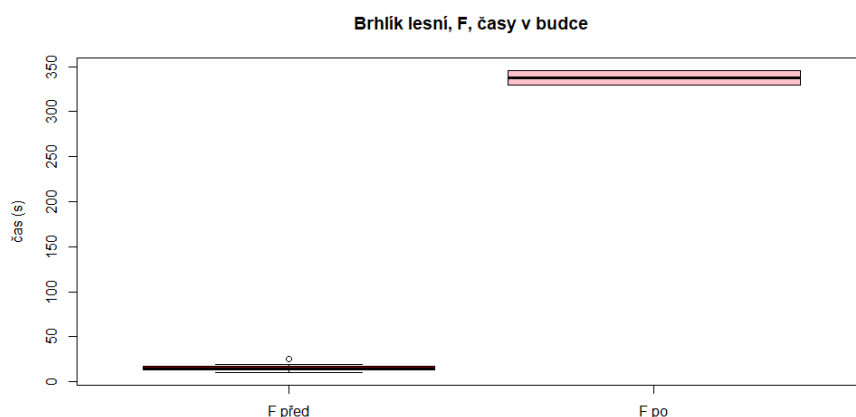
přítomnost zátěže s postrojem	Bez zátěže		Se zátěží	
	samice	samec	samice (se zátěží)	samec
pohlaví				
počet návštěv budky	11	9	2	13
průměrný čas strávený v budce (průměr ± s.d.)	15 ± 4	17 ± 11	338 ± 11	11 ± 7
průměrné intervaly mezi návštěvami budky (průměr ± s.d.)	284 ± 138	278 ± 180	922 ± NA	247 ± 203

Tab. 1: Kvantifikované chování samce a samice brhlíka před nasazením a po nasazení zátěže na samici. U průměrů časů je uvedena směrodatná odchylka.

Výsledky lineární regresní analýzy ukázaly, že zátěž v rodině má na jedince vliv v interakci s pohlavím. Zatímco u samce vedla zátěž v rodině ke snížení délky intervalů strávených v budce (obr. 10), u samice došlo naopak k prodloužení těchto intervalů ($t = 48,972$; $p\text{-value} < 0,001$), což lze vidět i na obr. 11.



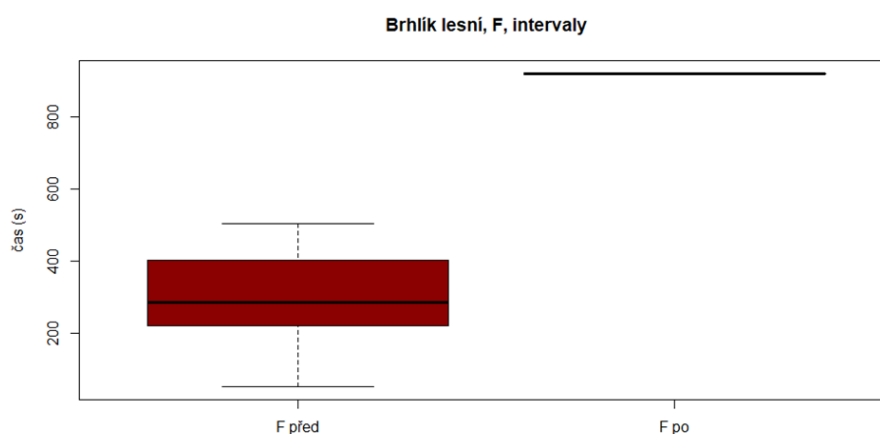
Obr. 10: Krabicový graf intervalů (v sekundách) strávených v budce samcem brhlika lesního, budka č. 199. (“M před” - intervaly samce před nasazením dataloggeru na samici; “M po” - intervaly samce po nasazení dataloggeru na samici)



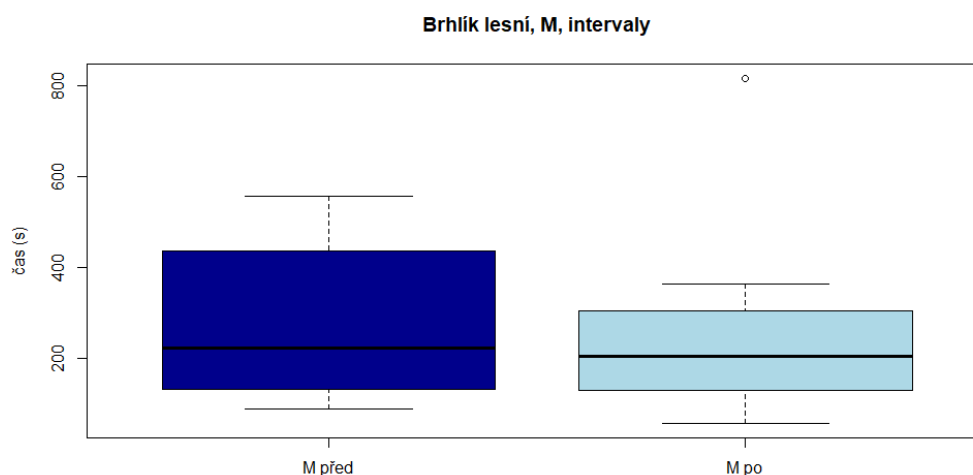
Obr. 11: Krabicový graf intervalů (v sekundách) strávených v budce samici brhlika lesního, budka č. 199. (“F před” - intervaly samice před nasazením dataloggeru na samici; “F po” - intervaly samice po nasazení dataloggeru na samici)

Dále došlo ke snížení počtů příletů v případě samice ($\chi^2 = 4,7141$; $df = 1$; $n = 35$; $p\text{-value} = 0,03$). Také se u ní zvýšil čas intervalů mezi jednotlivými návštěvami budky (obr. 12). Navíc samice měla zjevné problémy prolézt vletovým otvorem. Při příletu na budku se dovnitř skrz otvor protáhla vždy, avšak opustit budku se jí podařilo až po několika pokusech (poprvé pět, podruhé dva neúspěchy). Samec pak snížil intervaly mezi jednotlivými návštěvami budky oproti situaci, kdy samice na sobě datalogger neměla (obr. 13). Nutno poznamenat, že chování v době, kdy měla samice na sobě zátěž, bylo v posledních deseti minutách záznamu ovlivněno pohybem lasice (*Mustela*

sp.) v okolí hnízda (cca 3 m od stromu na kterém ve výšce 2,5 m visela budka s hnízdem). Samec brhlíka na její přítomnost reagoval varovným voláním, zvýšenou opatrností a zřejmě tím byla ovlivněna i délka posledních dvou intervalů mezi návštěvami hnízda. Od cca poloviny záznamu se na něm označená samice neukázala, otázkou proto zůstává, zda její nepřítomnost nebyla způsobena taktéž lasicí. O dva dny později (23. května) při kontrole budky nebyli dospělí jedinci nalezeni a ani v budce nebyly žádné stopy po mláďatech. Vzhledem k věku mláďat v době experimentu (max. 14 dní) se jeví jako nejpravděpodobnější varianta, že hnízdo bylo predováno.



Obr. 12: Krabicový graf intervalů (v sekundách) mezi návštěvami budky samicí brhlíka lesního, budka č. 199. (“F před” - intervaly samice před nasazením dataloggeru na samici; “F po” - intervaly samice po nasazení dataloggeru na samici)



Obr. 13: Krabicový graf intervalů (v sekundách) mezi návštěvami budky samcem brhlíka lesního, budka č. 199. (“M před” - intervaly samce před nasazením dataloggeru na samici; “M po” - intervaly samce po nasazení dataloggeru na samici)

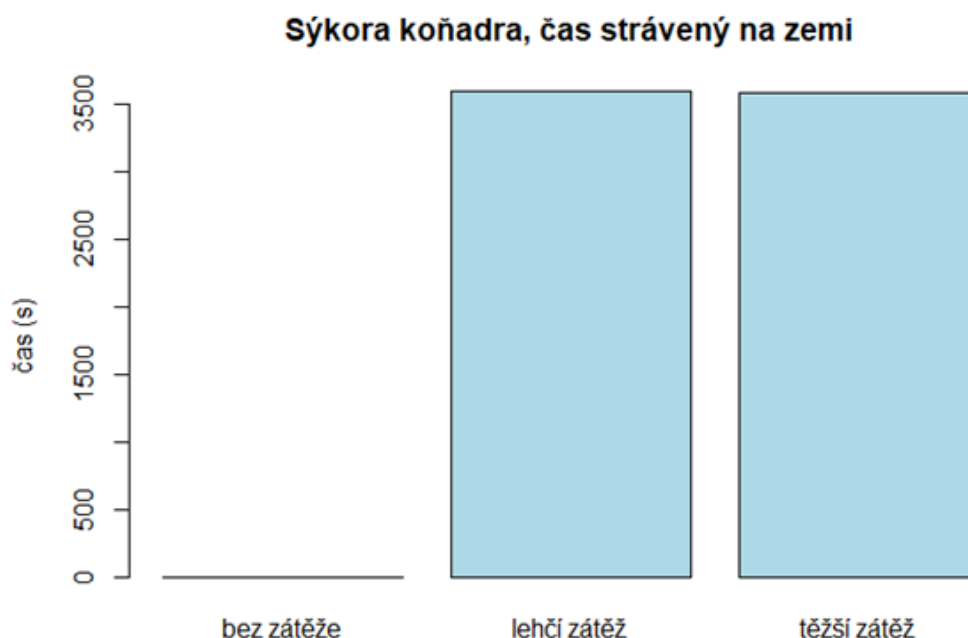
5.2 Osazení sýkory koňadry ve voliére

Samec po vypuštění do voliéry (bez zátěže) létal bez známek nějakého omezení či handicapu. Během této doby ani jednou nesedl na zem, zpočátku podrážděně vokalizoval, ale po cca 15 minutách se jevil klidnější (déle setrval na jednom místě, vokalizace nebyla tak intenzivní). Po hodině byl samec odchycen a byl mu přidělán postroj s těžší zátěží. Po vpuštění do voliéry letěl se zjevnými obtížemi do zadní části, kde dosedl na pletivo, z které byla tvořena střecha voliéry a po deseti sekundách usedl na zem, kde poskakoval. Po jedné minutě se pokusil dvakrát vzlétnout, ale v obou případech se mu to povedlo jen do výše cca 30 cm a hned dopadl zpět na zem. Poté pokračoval ve skákání po zemi v zadní části voliéry. Po necelých dvou minutách usedl do trávy, kde nehybně seděl po celou dobu. Po jedné hodině byl opět odchycen. Při vstupu do voliéry vzlétl a začal těžkopádně létat v horní polovině voliéry. Následně byla těžší zátěž vyměněna za postroj s lehčí zátěží a samec byl vypuštěn zpět do voliéry. Podobně jako v předchozí situaci s obtížemi dosedl na spodní větvě uprostřed voliéry a po 3 sekundách slétl na zem do vysoké trávy v zadní části voliéry. Během této doby třikrát popolezl pokaždé o cca 10 cm, jakýkoliv další pohyb po celou hodinu nebyl pozorován. Při vstupu do voliéry stále setrval nehybně na místě. Vzletl až při rozhrnutí vysoké trávy, kde seděl. Létal opět s velkými obtížemi, tentokrát ve spodní části voliéry. Po odchytu mu byl odstraněn postroj a byl zkontrolován, zda neutrpěl nějaké zranění. Připevněné zařízení mu žádné pozorovatelné fyzické zranění nezpůsobilo. V tab. 2 je shrnuto chování samce během celého experimentu.

postroj se zátěží	bez zátěže	lehčí zátěž (3,7 % hmotnosti jedince)	těžší zátěž (5,2 % hmotnosti jedince)
průměrné délky intervalů strávených neaktivitou (průměr ± s.d.)	273 ± 316	893 ± 651	1680 ± 2362
čas strávený na zemi (průměr ± s.d.)	0	3595	3590
čas strávený pohybem po zemi (s)	0	23	230

Tab. 2: Chování samce sýkory koňadry během experimentu s různou zátěží ve voliére. U průměrů časů jsou uvedeny směrodatné odchylky.

Nejvýraznější je změna doby strávené na zemi (obr. 14). Vysoký průměr délky intervalů strávených neaktivitou u těžší zátěže je způsoben tím, že jedinec zpočátku první cca 3,5 minuty poskakoval, ale po zbytek doby neprojevil žádnou aktivitu. U lehčí zátěže jedinec nestrávil tak dlouhou dobu pohybem po zemi, ale intervaly mezi pohyby (většinou krátké poposkočení o cca 10 cm) byly kratší.



Obr. 14: Sloupcový graf znázorňující čas strávený na zemi samcem sýkory koňadry během pokusu ve voliře. Při pokusu bez zátěže na zem ani jednou nedosel. Při těžší a lehčí zátěži na zemi strávil naopak téměř celou dobu pozorování.

6 Diskuse

Výsledky této studie prokázaly vliv připevněného dataloggeru na chování brhlíka lesního a sýkory koňadry. V tab. 1 můžeme vidět, že samice brhlíka po nasazení atrapy dataloggeru s mnohem menší frekvencí nosila mláďatům potravu, trávila v budce o dost více času a prodloužila i intervaly mezi návštěvami budky. Tyto skutečnosti naznačují, že došlo k snížení péče o potomstvo ze strany označené samice. To mohlo nastat z důvodu navýšení hmotnosti jedince zařízením (o 4,7 %), způsobem připevnění (postroj *leg-loop harness*) či použitým materiálem. V případě, že by negativní dopad byl způsoben zatížením, se tato studie neshoduje s meta-analýzou účinků vysílačů na chování a ekologii ptáků od Barron et al. (2010). Obecně je pro ptáky dodržováno pravidlo zatížení do 5 % hmotnosti jedince, někdy též 3 %. Právě Barron et al. (2010) našli jen málo důkazů, že by negativní účinky zesílily nad 3% hranicí a zároveň neprokázali ani větší vliv nad 5 % hranicí. V další meta-analýze, tentokrát účinků aplikace geolokátorů na ptáky (Costantini a Møller, 2013), shledali postroj “*leg-loop harness*” jako způsob, který může snížit negativní účinky na ptáky. Označená samice v naší studii měla potíže protáhnout se vletovým otvorem, což může naznačovat

omezení z důvodu zvětšení jejího těla dataloggerem, neboť brhlíci si přizpůsobují velikost vletových otvorů k velikosti svého těla pomocí bláta a slin (Wesołowski a Rowiński, 2010). Dále mohl datalogger způsobit i větší energetický výdej, který by už v tak náročném období hnízdění mohl způsobovat problémy. Kdyby tomu tak bylo, mohlo by v případě, že by byl datalogger přidělán k jedinci hnízdícímu v přirozené dutině (ne budce) dojít k ještě většímu vlivu. Dle Mo et al. (2023), který zkoumal příbuzné brhlíky nagaské (*Sitta nagaensis*), měli jedinci hnízdící v přirozených dutinách otvory upraveny na ještě menší velikost než ti, co hnízdili v budkách. Ovšem k potvrzení těchto domněnek by bylo zapotřebí dalšího zkoumání.

U páru brhlíků v budce č. 216 byla po samci (který zřejmě datalogger ztratil) označena i samice. Při další kontrole bylo však zjištěno, že sledovaní jedinci od hnízdění v této budce upustili i přes to, že v budce bylo 7 mláďat ve stáří min. 12 dní. Otázkou zůstává, zda hnízdo opustili z důvodu připevněného zařízení, či z důvodu stresu způsobeného dvojím odchytem. To se shoduje se Snijders et al. (2017), kteří testovali radiovysílač na sýkoře koňadře. Páry v chladnějších letech (a zároveň i méně bohatých na potravu) opustili své potomstvo s větší pravděpodobností, když byli označeni oba jedinci než v případě, kdy byl označen jen jeden. Z tohoto důvodu není vhodné značit oba jedince během jedné hnízdní sezóny a vystavovat je tak zvýšenému riziku neúspěchu.

Zajímavé bylo pozorování samce ve voliére se zatížením. Změna jeho chování po nasazení dataloggeru byla až překvapivě zřetelná (viz tab. 2). Prokazatelný vliv mohl být umocněn faktem, že pokus probíhal na konci listopadu (24.11), v době, kdy ptáci snižují své energetické výdaje z důvodu chladu a nedostatku potravy (Veselovský, 2001). Atema et al. (2016) zjistili účinky na samce sýkory koňadry nesoucí zátěž (kratší ruční letky, negativní korelace s váhou zatížení a mláďat označeného samce v letech s menším množstvím potravy, menší pravděpodobnost přenocování v budce v zimním období). Při zátěži 0,5 % a 5 % hmotnosti jedince, avšak takto razantní vliv nepozorovali. Vliv připevněného zařízení je v naší studii zřejmý, avšak k porovnání vlivu váhy zatížení by bylo vhodné provést experiment lépe. V naší studii byl samec po odchytu umístěn do voliéry a po hodině mu byl přidělán postroj s těžší atrapou dataloggeru, který byl po další hodině vyměněn za lehčí. Takto byl nejspíše zkreslen vliv lehčí atrapy, jelikož byl jedinec vysílený z těžší zátěže. Vhodnější by však bylo, kdyby měl jedinec možnost delší aklimatizace ve voliére a mezi různými zátěžemi delší přestávky bez zařízení.

7 Závěr

Sledovací zařízení se začala pro studium zvířat používat na konci padesátých let (LeMunyan et al. 1959). Obecně se stále dataloggeru používají spíše ke studiu větších druhů ptáků. Avšak neustálý pokrok, jak v přesnosti, tak i ve snižování váhy a objemu umožňuje zařízení připojit i na menší druhy ptáků. Ze všeho, co je v této práci uvedeno vyplývá, že obecně uznávaná hranice max. zatížení 3 až 5 % hmotnosti jedince není zdaleka pravidlem univerzálním, které se dá aplikovat na všechny skupiny ptáků. V metaanalýze Barron et al. (2010) neprokázali, že by i nad touto hranicí docházelo k

významnému ovlivňování ptáků. Je však důležité zmínit, že jsou studie, kde byl prokázán vliv již nad 2 % zatížení (Venturato et al. 2009). Váha není jediný faktor, který může označené jedince ovlivňovat. Důležitá je také velikost, způsob připevnění a tvar zařízení. Pokud je pták vybaven zařízením s anténou či v případě světelného geolokátoru stopkou pro nesení světelného čidla, může tento prvek snižovat kondici jedinců. Obzvláště pak v případě, kdy se jedná o vlaštovky (*Hirundo*) a druhy s podobnou ekologií (Scandolara et al. 2014). Dalším aspektem, který hraje roli v míře vlivu, je i zkušenost člověka, který zařízení připevňuje. V případě připevnění pomocí postrojů může mít vliv i skutečnost, jak je postroj volný. Když je postroj příliš volný, může spadnout nebo se do něho může jedinec, při počáteční snaze přístroj odstranit, zamotat a v nejhorším případě i zahynout (Foster et al. 1992). Naopak, pokud je postroj příliš na těсно, může ptákům znesnadňovat pohyb (Haramis a Kearns, 2000).

Pokusy, provedené v rámci této práce na brhlíku lesním a sýkoře koňadře s nově vyvinutým miniaturním dataloggerem (DAL 2), prokázaly poměrně velký vliv na chování jedinců. Pro zjištění, zda stěžejní vliv způsobila váha, tvar, velikost zařízení nebo způsob připevnění, by bylo zapotřebí dalšího zkoumání. Autor práce si uvědomuje nedostatky, jaké tato studie má. Při pozorování hnízdících brhlíků by bylo vhodnější získat větší počet nahrávek před a po nasazení dataloggeru. Nebo v případě pokusu se sýkorou koňadrou ve voliére, který by měl být prodloužen o minimálně hodinové pauzy mezi jednotlivými zátěžemi a následně pro vyhodnocování pohybu a k analýze vzorců chování by bylo vhodnější použít například software BORIS (Friard et al. 2016).

Z poznatků této práce o vlivu sledovacích zařízení na chování a kondici ptáků vyplývá, že pro sledování menších druhů ptáků je žádoucí další miniaturizace zařízení zejména za účelem snížení stresu, jež připevněné zařízení způsobuje. Dále by bylo vhodné zlepšit funkčnost postrojů a provést více sofistikovaných testů pro ověření spolehlivosti zařízení i jeho upevnění v terénu (aby nedocházelo ke ztrátě zařízení). Zaměřit se také na interpretaci dat, která mohou být zkreslena, jak stresem z nasazeného zařízení, tak odchylem a manipulací při aplikaci přístroje.

8 Přehled literatury a použitých zdrojů:

Ackerman, Joshua T.; Adams, Josh; Takekawa, John Y.; Carter, Harry R.; Whitworth, Darrell L.; Newman, Scott H.; Golightly, Richard T.; Orthmeyer, Dennis L. Effects of radiotransmitters on the reproductive performance of Cassin's auklets. Online. *Wildlife Society Bulletin*. 2004, roč. 32, č. 4, s. 1229-1241. ISSN 0091-7648.

Dostupné z: [https://doi.org/10.2193/0091-7648\(2004\)032\[1229:EOROTR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0091-7648(2004)032[1229:EOROTR]2.0.CO;2).

Adams, Josh; Scott, Darren; Mckechnie, Sam; Blackwell, Grant; Shaffer, Scott A.; Moller, Henrik. Effects of geolocation archival tags on reproduction and adult body mass of sooty shearwaters (*Puffinus griseus*). Online. *New Zealand Journal of Zoology*. 2009, roč. 36, č. 3, s. 355-366. ISSN 0301-4223. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/03014220909510160>.

Advanced Telemetry System, Inc. ©2024. A4000 Avian Necklace. Online. Dostupné z: <https://atstrack.com/tracking-products/transmitters/product-transmitters.aspx?serie=A4000>

Anitra System s.r.o. (bez data). Online. GPS-GSM-features. Dostupné z: <https://anitracking.com/gps-gsm-features>.

Atema, Els; van Noordwijk, Arie J.; Boonekamp, Jelle J. a Verhulst, Simon. Costs of long-term carrying of extra mass in a songbird. Online. *Behavioral Ecology*. 2016, roč. 27, č. 4, s. 1087-1096. ISSN 1045-2249. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/beheco/arw019>.

Bandivadekar, Ruta R.; Pandit, Pranav S.; Sollmann, Rahel; Thomas, Michael J.; Logan, Scott M.; Brown, Jennifer C.; Klimley, Peter A.; Tell, Lisa A. Use of RFID technology to characterize feeder visitations and contact network of hummingbirds in urban habitats. Online. *PLOS ONE*. 2018, roč. 13, č. 12. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208057>.

Barron, Douglas G.; Brawn, Jeffrey D. a Weatherhead, Patrick J. Meta-analysis of transmitter effects on avian behaviour and ecology. Online. *Methods in Ecology and Evolution*. 2010, roč. 1, č. 2, s. 180-187. ISSN 2041-210X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2010.00013.x>.

Beaulieu, Michaël; Thierry, Anne-Mathilde; Handrich, Yves; Masseurin, Sylvie; Le Maho, Yvon; Ancel, André. Adverse effects of instrumentation in incubating Adélie penguins (*Pygoscelis adeliae*). Online. *Polar Biology*. 2010, roč. 33, č. 4, s. 485-492. ISSN 0722-4060. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00300-009-0725-z>.

Berthold, Peter; Kaatz, Michael a Querner, Ulrich. Long-term satellite tracking of white stork (*Ciconia ciconia*) migration: constancy versus variability. Online. *Journal of Ornithology*. 2004, roč. 145, č. 4, s. 356-359. ISSN 2193-7192. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10336-004-0049-2>.

BIO-EQUIP ©2006-2024, The world's smallest PIT TAG(glass tube tag;animal tag). Online, Dostupné z: <https://www.bio-equip.cn/enshow1equip.asp?equipid=17070>

Boddington, Richard. An analysis of triangulation techniques for radio-telemetry. 2017. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/322212349_An_Analysis_of_Triangulation_Techniques_for_Radio-Telemetry

Bowman, R. E. E. D.; Aborn, David A. Effects of different radio transmitter harnesses on the behavior of Florida Scrub-Jays. *Florida Field Naturalist*, 2001, roč. 29, č. 3, s. 81-86. Dostupné z: <https://sora.unm.edu/node/135154>

Bridge, Eli S.; Thorup, Kasper; Bowlin, Melissa S.; Chilson, Phillip B.; Diehl, Robert H.; Fléron René W.; Hartl, Phillip; Kays, Roland; Kelly, Jeffrey F.; Robinson, Douglas W.; Wikelski Martin. Technology on the Move: Recent and Forthcoming Innovations for Tracking Migratory Birds. Online. *BioScience*. 2011, roč. 61, č. 9, s. 689-698. ISSN 1525-3244. Dostupné z: <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.9.7>.

Buck, Evan J.; Sullivan, Jeffery D.; Kent, Cody M.; Mullinax, Jennifer M. a Prosser, Diann J. A comparison of methods for the long-term harness-based attachment of radio-transmitters to juvenile Japanese quail (*Coturnix japonica*). Online. *Animal Biotelemetry*. 2021, roč. 9, č. 1. ISSN 2050-3385. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s40317-021-00257-9>.

Bulla, Martin; Valcu, Mihai; Dokter, Adriaan M.; Dondua, Alexei G.; Kosztolányi, András; Rutten, Anna L.; Helm Barbara; Sandercock, Bret K.; Casler, Bruce; Bruno, Ens J.; Spiegel, Caleb S.; Hassell, Chris J.; Küpper, Clemens; Minton, Clive; Burgas, Daniel; Lank, David B.; Payer, David C.; Loktionov, Egor Y.; Nol Erica; Kwon, Eunbi; Smith, Fletcher; Gates, River H.; Vitnerová, Hana; Prütner, Hanna; Johnson, James A.; Clair, James J. H St; Lamarre, Jean-François; Rausch, Jennie; Reneerkens, Jeroen; Conklin, Jesse R.; Burger, Joanna; Liebezeit, Joe; Bêty, Joël; Coleman, Jonathan T.; Figuerola, Jordi; Hooijmeijer, Jos C. E. W.; Alved, José A.; Smith, Joseph A. M.; Weidinger, Karel; Koivula Kari; Gosbell, Ken; Exo, Klaus-Michael; Niles, Larry; Koloski, Laura; McKinnon, Laura; Praus, Libor; Klaassen, Marcel; Giroux, Marie-Andrée; Sládeček, Martin; Boldenow, Megan L.; Goldstein, Mechael I.; Šálek, Miroslav; Senner, Nathan; Rönkä, Nelli; Lecomte, Nicolas; Gilg, Olivier; Vincze, Orsolya; Johnson, Oscar W.; Smith, Paul A.; Woodard, Paul F.; Tomkovich, Pavel S.; Battley, Phil F.; Bentzen, Rebecca; Lanctot, Richard B.; Porter, Ron; Saalfed, Sarah T.; Freeman, Scott; Brown, Stephen C.; Yezerinac, Stephen; Székely, Tamás; Montalvo, Tomás; Piersma, Theunis; Loverti Vanessa; Pakanen, Veli-Matti; Tijssen, Wim a Kempnaers, Bart. Unexpected diversity in socially synchronized rhythms of shorebirds. Online. *Nature*. 2016, roč. 540, č. 7631, s. 109-113. ISSN 0028-0836. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/nature20563>.

Cochran, William W. a Lord, Rexford D. A Radio-Tracking System for Wild Animals. Online. *The Journal of Wildlife Management*. 1963, roč. 27, č. 1. ISSN 0022541X. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/3797775>.

Costantini, David a Møller, Anders Pape. A meta-analysis of the effects of geolocator application on birds. Online. *Current Zoology*. 2013, roč. 59, č. 6, s. 697-706. ISSN 2396-9814. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/czoolo/59.6.697>.

- Crampton, Joel, Celine H. Frere, Dominique A. Potvin. Australian Magpies „Gymnorhina Tibicen“ Cooperate to Remove Tracking Devices. *Australian Field Ornithology*. 2022, roč. 39, s. 7-1. ISSN 1448-0107. Dostupné z: <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.510090553600801>.
- Demers, Frédéric; Giroux, Jean-François; Gauthier, Gilles a Bêty, Joël. Effects of collar-attached transmitters on behaviour, pair bond and breeding success of snow geese *Anser caerulescens atlanticus*. Online. *Wildlife Biology*. 2003, roč. 9, č. 3, s. 161-170. ISSN 1903-220X. Dostupné z: <https://doi.org/10.2981/wlb.2003.047>.
- Diemer, Kristen M.; Wheeler, Hazel E. a Nocera, Joseph J. Retention rates of glue-attached radio-transmitters on two small bird species with contrasting life histories. Online. *The Wilson Journal of Ornithology*. 2014, roč. 126, č. 1, s. 39-46. ISSN 1559-4491. Dostupné z: <https://doi.org/10.1676/13-098.1>.
- Dougill, Steve J.; Johnson, Luanne; Banko, Paul C.; Goltz, Dan M.; Wiley, Michael R.; Semones, John D. Consequences of Antenna Design in Telemetry Studies of Small Passerines. Online. *Journal of Field Ornithology*. 2000, roč. 71, č. 3, s. 385-388. ISSN 0273-8570. Dostupné z: <https://doi.org/10.1648/0273-8570-71.3.385>.
- Ellis, David H., Howey, Paul W., a Krapu Gary L. Recommendations for the attachment of satellite transmitters to cranes. Online. Ellis, David H., ed., *Proceedings of the Eighth North American Crane Workshop, 11–14 January 2000, Albuquerque, New Mexico*. Seattle, Wash: North American Crane Working Group. 2001, s. 211-212. Dostupné z: <https://digitalcommons.unl.edu/nacwgproc/59/>
- Farr, Jonathan J.; Haave-Audet, Elène; Thompson, Peter R. a Mathot, Kimberley J. No effect of passive integrated transponder tagging method on survival or body condition in a northern population of Black-capped Chickadees (*Parus atricapillus*). Online. *Ecology and Evolution*. 2021, roč. 11, č. 14, s. 9610-9620. ISSN 2045-7758. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/ece3.7783>.
- Fiedler, Wolfgang. New technologies for monitoring bird migration and behaviour. Online. *Ringling & Migration*. 2009, roč. 24, č. 3, s. 175-179. ISSN 0307-8698. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/03078698.2009.9674389>.
- Foster, Chris C.; Forsman, Eric D.; Meslow, E. Charles; Miller, Gary S.; Reid, Janice A.; Wagner, Frank F; Carey, Andrew B.; Lint, Joseph B. Survival and Reproduction of Radio-Marked Adult Spotted Owls. Online. *The Journal of Wildlife Management*. 1992, roč. 56, č. 1. ISSN 0022541X. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/3808795>.
- Fremgen, Marcella R.; Gibson, Daniel; Ehrlich, Rebecca L.; Krakauer, Alan H.; Forbey, Jennifer S.; Blomberg, Erek J.; Sedinger, James S.; Patricelli, Gail L. Necklace-style radio-transmitters are associated with changes in display vocalizations of male greater sage-grouse. Online. *Wildlife Biology*. 2017. ISSN 0909-6396. Dostupné z: <https://doi.org/10.2981/wlb.00236>.
- Friard, Olivier; Gamba, Marco a Fitzjohn, Richard. BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. Online. *Methods in Ecology and Evolution*. 2016, roč. 7, č. 11, s. 1325-1330. ISSN 2041-210X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12584>.

- Fudickar, Adam M.; Wikelski, Martin a Partecke, Jesko. Tracking migratory songbirds: accuracy of light-level loggers (geolocators) in forest habitats. Online. *Methods in Ecology and Evolution*. 2012, roč. 3, č. 1, s. 47-52. ISSN 2041-210X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2011.00136.x>.
- Fuller, S. Adam; Henne, James P.; Seals, John a Mudrak, Vincent A. Performance of Commercially Available Passive Integrated Transponder (PIT) Tag Systems Used for Fish Identification and Interjurisdictional Fisheries Management. Online. *North American Journal of Fisheries Management*. 2008, roč. 28, č. 2, s. 386-393. ISSN 0275-5947. Dostupné z: <https://doi.org/10.1577/M06-019.1>.
- Garrettson, Pamela R.; Rohwer, Frank C. a Moser, E. Barry. Effects of Backpack and Implanted Radiotransmitters on Captive Blue-Winged Teal. Online. *The Journal of Wildlife Management*. 2000, roč. 64, č. 1. ISSN 0022541X. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/3802993>.
- Gauthreaux, Sidney A. Bird Migration: Methodologies and Major Research Trajectories (1945-1995). Online. *The Condor*. 1996, roč. 98, č. 2, s. 442-453. ISSN 00105422. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/1369168>.
- Gibbons, J. Whitfield a Andrews, Kimberly M. PIT Tagging: Simple Technology at Its Best. Online. *BioScience*. 2004, roč. 54, č. 5, s. 0006-3568-54-5-447-36662. ISSN 0006-3568. Dostupné z: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0447:PTSTAI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0447:PTSTAI]2.0.CO;2).
- Gill, Robert E; Tibbitts, T. Lee; Douglas, David C; Handel, Colleen M; Mulcahy, Daniel M.; Gottschlack, Jon C.; Warnock, Nils; McCaffery, Brain J.; Battley, Philip F.; Piersma, Theunis. Extreme endurance flights by landbirds crossing the Pacific Ocean: ecological corridor rather than barrier? Online. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2009, roč. 276, č. 1656, s. 447-457. ISSN 0962-8452. Dostupné z: <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.1142>.
- Hadley, Adam S a Betts, Matthew G. Tropical deforestation alters hummingbird movement patterns. Online. *Biology Letters*. 2009, roč. 5, č. 2, s. 207-210. ISSN 1744-9561. Dostupné z: <https://doi.org/10.1098/rsbl.2008.0691>.
- Hammer, Stanley A. a Blankenship, Lee H. Cost Comparison of Marks, Tags, and Mark-with-Tag Combinations Used in Salmonid Research, Online. *North American Journal of Aquaculture*. 2001, roč. 63, č. 2, s. 171-178. Dostupné z: <https://afspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1577/1548-8454%282001%29063%3C0171%3ACCOMTA%3E2.0.CO%3B2>.
- Hansbauer, Miriam M.; Pimentel, Rafael G. A comparison of five techniques for attaching radio-transmitters to tropical passerine birds. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 2008, roč. 16, č.2, s. 131-136.
- Haramis Michael, G. a Kearns, Gregory D. A Radio Transmitter Attachment Technique For Soras. Online. *Journal of Field Ornithology*. 2000, roč. 71, č. 1, s. 135-139. ISSN 0273-8570. Dostupné z: <https://doi.org/10.1648/0273-8570-71.1.135>.

Harmata, Alan R. Retention, Effect, and Utility of Tail-mounted Satellite-tracked Transmitters on Golden Eagles. Online. *Journal of Raptor Research*. 2016, roč. 50, č. 3, s. 265-275. ISSN 0892-1016. Dostupné z: <https://doi.org/10.3356/JRR-15-82.1>.

Harrap, S., J. del Hoyo, N. Collar, G. M. Kirwan, a D. A. Christie. Eurasian Nuthatch (*Sitta europaea*), verze 1.1. v *Birds of the World* (N. D. Sly, Editor). *Cornell Lab of Ornithology*, 2023, Ithaca, NY, USA. Dostupné z: <https://doi.org/10.2173/bow.eurnut2.01.1>

Heggøy, O; Christensen-Dalsgaard, S; Ranke, PS; Chastel, O a Bech, C. GPS-loggers influence behaviour and physiology in the black-legged kittiwake *Rissa tridactyla*. Online. *Marine Ecology Progress Series*. 2015, roč. 521, s. 237-248. ISSN 0171-8630. Dostupné z: <https://doi.org/10.3354/meps11140>.

Hooge, Philip N. "The Effects of Radio Weight and Harnesses on Time Budgets and Movements of Acorn Woodpeckers (El Efecto Del Peso de Radio Transmisores y Arneses En La Inversión Del Tiempo y Los Movimientos de Melanerpes Formicivorus)." *Journal of Field Ornithology*, 1991, roč. 62, č. 2 (1991) Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/4513634>.

Hollander, Franck A.; Van Overveld, Thijs; Tokka, Iris a Matthysen, Erik. Personality and Nest Defence in the Great Tit (*Parus major*). Online. *Ethology*. 2008, roč. 114, č. 4, s. 405-412. ISSN 0179-1613. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2008.01488.x>.

Hume, Rob; Still, Rob; Swash, Andy a Harrop, Hugh. *Ptáci: příručka k určování všech evropských druhů*. Přeložil Robert Doležal. Plzeň: Ševčík, 2023. ISBN 978-80-7291-261-2.

Chivers, Lorraine S.; Hatch, Scott A. a Elliott, Kyle Hamish. Accelerometry reveals an impact of short-term tagging on seabird activity budgets. Online. *The Condor*. 2016, roč. 118, č. 1, s. 159-168. ISSN 0010-5422. Dostupné z: <https://doi.org/10.1650/CONDOR-15-66.1>.

Jouventin, Pierre a Weimerskirch, Henri. Satellite tracking of Wandering albatrosses. Online. *Nature*. 1990, roč. 343, č. 6260, s. 746-748. ISSN 0028-0836. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/343746a0>.

Kašová, Martina; Naďo, Ladislav a Kaňuch, Peter. Structure of tree vegetation may reduce costs of territory defence in Eurasian Nuthatch *Sitta europaea*. Online. *Bird Study*. 2014, roč. 61, č. 3, s. 413-420. ISSN 0006-3657. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/00063657.2014.933771>.

Kays, Roland; Crofoot, Margaret C.; Jetz, Walter a Wikelski, Martin. Terrestrial animal tracking as an eye on life and planet. Online. *Science*. 2015, roč. 348, č. 6240. ISSN 0036-8075. Dostupné z: <https://doi.org/10.1126/science.aaa2478>.

Keller, V.; Herrando, S.; Voříšek, P.; Franch, M.; Kipson, M.; Milanese, P.; Martí, D.; Anton, M.; Klvaňová, A., Kalyakin, M. V.; Bauer, H.-G. a Foppen, R. P. B. *European Breeding Bird Atlas 2: Distribution, Abundance and Change*. Barcelona: *European Bird Census Council & Lynx Edicions*. 2020. ISBN 978-84-16728-38-1

Kolešková, Veronika; Šálek, Miroslav E.; Brynychová, Kateřina; Chajma, Petr; Pešková, Lucie; Elhassan, Esmat; Vozabulová, Eva P.; Janatová, Veronika; Almuheri, Aisha a Sládeček, Martin. Offspring thermal demands and parental brooding efficiency differ for precocial birds living in contrasting climates. Online. *Frontiers in Zoology*. 2023, roč. 20, č. 1. ISSN 1742-9994. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12983-023-00492-1>.

Kölzsch, Andrea; Neefjes, Marjolein; Barkway, Jude; Müskens, Gerhard J. D. M.; Van Langevelde, Frank; de Boer, Willem F.; Prins, Herbert H. T.; Cresswell, Brian H. a Nolet, Bart A. Neckband or backpack? Differences in tag design and their effects on GPS/accelerometer tracking results in large waterbirds. Online. *Animal Biotelemetry*. 2016, roč. 4, č. 1. ISSN 2050-3385. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s40317-016-0104-9>.

Le Souef, Anna T; Stojanovic, Dejan; Burbidge, Allan H; Vitali, Simone D; Heinsohn, Robert; Dawson, Rick a Warren Kristin S. Retention of transmitter attachments on black cockatoos (*Calyptorhynchus* spp.). Online. *Pacific Conservation Biology*. 2013, roč. 19, č. 1. ISSN 1038-2097. Dostupné z: <https://doi.org/10.1071/PC130055>.

Ledwoń, Mateusz a Betleja, Jacek. Post-breeding migration of Night Herons *Nycticorax nycticorax* tracked by GPS/GSM transmitters. Online. *Journal of Ornithology*. 2015, roč. 156, č. 1, s. 313-316. ISSN 2193-7192. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10336-014-1131-z>.

LeMunyan, Cobert D.; White, William; Nyberg, Ernest a Christian, John J. Design of a Miniature Radio Transmitter for Use in Animal Studies. Online. *The Journal of Wildlife Management*. 1959, roč. 23, č. 1. ISSN 0022541X. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/3797755>.

Lewis, Tyler L. a Flint, Paul L. Modified method for external attachment of transmitters to birds using two subcutaneous anchors. Online. *Journal of Field Ornithology*. 2008, roč. 79, č. 3, s. 336-341. ISSN 02738570. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2008.00180.x>.

Lisovski, Simeon; Bauer, Silke; Briedis, Martins; Davidson, Sarah C.; Dhanjal-Adams, Kiran L.; Hallwort, Michael T.; Karagicheva, Julia; Meier, Christoph M.; Merkel, Benjamin; Ouwehand, Janne; Pedersen, Lykke; Rakhimberdiev, Eldar; Roberto-Charron, Amélie; Seavy, Nathaniel E.; Summer, Michael D.; Taylor, Caz M.; Wotherspoon, Simon J. a Bridge, Eli S. Light-level geolocator analyses: A user's guide. Online. *Journal of Animal Ecology*. 2020, roč. 89, č. 1, s. 221-236. ISSN 0021-8790. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13036>.

López-López, Pascual. Individual-Based Tracking Systems in Ornithology: Welcome to the Era of Big Data. Online. *Ardeola*. 2016, roč. 63, č. 1. ISSN 0570-7358. Dostupné z: <https://doi.org/10.13157/arla.63.1.2016.rp5>.

Matos, Samuel; Morais, Raul; Araújo, P. M.; Tenreiro, P. J. Q.; Ferreira, P. J. S. G. a Reis, M. J. C. S. Bird and Small Animal Tracking Using a GSM-based System. *Sensors & Transducers*, 2015, 194.11: 84. Dostupné z: https://www.sensorsportal.com/HTML/DIGEST/november_2015/Vol_194/P_2761.pdf

Michael, Sarah; Gartrell, Brett a Hunter, Stuart. Humeral Remodeling and Soft Tissue Injury of The Wings Caused by Backoack Harnesses for Radio Transmitters in New Zealand Takahe (*Poephyrio Hochstetteri*). Online. *Journal of Wildlife Diseases*. 2013, roč. 49, č. 3, s. 552-559. ISSN 0090-3558. Dostupné z: <https://doi.org/10.7589/2013-1-006>.

Minton, Clive; Gosbell, Ken; Johns, Penny; Christie, Maureen; Fox, James F. a Afanasyev, Vsevolod. Initial results from light level geolocator trials on Ruddy Turnstone *Arenaria interpres* reveal unexpected migration route. Online. *Wader Study Group Bulletin*. 2010, roč. 117, č. 1, s. 9-14. Dostupné z: <https://www.waderstudygroup.org/article/2140/>.

Mo, Ruixin; Li, Yu; Yuan, Qingmiao; He, Mingyun; Xu, Xianyin; Guangjian, Chen; Zhang, Wenwen; Duan Yubao. Nest-Site Features and Breeding Ecology of Chestnut-Vented Nuthatch *Sitta nagaensis* in Southwestern China. Online. *Animals*. 2023, roč. 13, č. 12. ISSN 2076-2615. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ani13122034>.

Nicolaus, Marion; Bouwman, Karen M. a Dingemans, Niels J. Effect of PIT Tags on the Survival and Recruitment of Great Tits *Parus major*. Online. *Ardea*. 2008, roč. 96, č. 2, s. 286-292. ISSN 0373-2266. Dostupné z: <https://doi.org/10.5253/078.096.0215>.

Ornitela, UAB ©2016. OrniTrack-N55 - neck collar solar powered GPS-GSM tracker for swans. Online. Dostupné z: <https://www.ornitela.com/swan-neck-collar-transmitter>.

Pakanen V.M., Rönkä N, Thomson R.L., Koivula K. No strong effects of leg-flagged geolocators on return rates or reproduction of a small long-distance migratory shorebird. *Ornis Fennica*. 2015, roč. 92 č. 3, s.101-11.

Pakanen, Veli-Matti; Rönkä, Nelli; Robert Leslie, Thomson; Blomqvist, Donald a Koivula, Kari. Survival probability in a small shorebird decreases with the time an individual carries a tracking device. Online. *Journal of Avian Biology*. 2020, roč. 51, č. 10. ISSN 0908-8857. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jav.02555>.

Paredes, Rosana; Jones, Ian L. a Boness, Daryl J. Reduced parental care, compensatory behaviour and reproductive costs of thick-billed murrelets equipped with data loggers. Online. *Animal Behaviour*. 2005, roč. 69, č. 1, s. 197-208. ISSN 00033472. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2003.12.029>.

Peniche, G.; Vaughan-Higgins, R.; Carter, Ian; Pocknell, A.; Simpson, D. a Sainsbury, A. Long-term health effects of harness-mounted radio transmitters in red kites (*Milvus milvus*) in England. Online. *Veterinary Record*. 2011, roč. 169, č. 12, s. 311-311. ISSN 0042-4900. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/vr.d4600>.

Perdix Wildlife Supplies © 2024. PERDIX VHF Tracking Transmitters - 6g Necklace Model. Online. Dostupné z: <https://perdixwildlifesupplies.com/en-cz/products/perdix-vhf-tracking-transmitters-quail-model>

Portugal, Steven J. a White, Craig R. Externally attached biologgers cause compensatory body mass loss in birds. Online. *Methods in Ecology and Evolution*. 2022, roč. 13, č. 2, s. 294-302. ISSN 2041-210X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13754>.

Pravosudov, Vladimir V. "Breeding Biology of the Eurasian Nuthatch in Northeastern Siberia." *The Wilson Bulletin*. 1993, roč. 105, č. 3, s. 475–82. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/4163322>

Quesada, Javier; Senar, Juan Carlos. Marking Great Tit *Parus major* nestlings: identifying sources of paint loss and assessing an effective marking effort. *Revista Catalana d'Ornitologia*, 2012, roč. 28, s. 20-27. Dostupné z: https://ornitologia.org/mm/file/queoferim/divulgacio/publicacions/rco/28_20_27.pdf

R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Rappole, John H.; Tipton, Alan R. New harness design for attachment of radio transmitters to small passerines (Nuevo Diseño de Arnés para Atar Transmisores a Passeriformes Pequeños). *Journal of field Ornithology*, 1991, roč. 62, č. 3, s. 335-337. Dostupné z: <https://sora.unm.edu/node/51662>

Scandolaro, Chiara; Rubolini, Diego; Ambrosini, Roberto; Caprioli, Manuela; Hahn, Steffen; Liechti, Felix; Romano, Andrea; Romano, Maria; Sicurella, Beatrice a Saino, Nicola. Impact of miniaturized geolocators on barn swallow *Hirundo rustica* fitness traits. Online. *Journal of Avian Biology*. 2014, roč. 45, č. 5, s. 417-423. ISSN 0908-8857. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jav.00412>.

Shaffer, Scott A.; Tremblay, Yann; Awkerman, Jill A.; Henry, R. William; Teo, Steven L. H.; Anderson, David J.; Croll, Donald A.; Block, Barbara A.; Costa, Daniel P. Comparison of light- and SST-based geolocation with satellite telemetry in free-ranging albatrosses. Online. *Marine Biology*. 2005, roč. 147, č. 4, s. 833-843. ISSN 0025-3162. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00227-005-1631-8>.

Sheppard, Jennifer L.; Arnold, Todd W.; Amundson, Courtney L. a Klee, David. Effects of surgically implanted transmitters on reproduction and survival in mallards. Online. *Wildlife Society Bulletin*. 2017, roč. 41, č. 3, s. 597-604. ISSN 1938-5463. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/wsb.809>.

Schulz, John H.; Bermudez, Alex J.; Tomlinson, James L.; Firman, Jeffre D. a HE, Zhuoqiong. Effects of Implanted Radiotransmitters on Captive Mourning Doves. Online. *The Journal of Wildlife Management*. 1998, roč. 62, č. 4. ISSN 0022541X. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/3802012>.

- Schulz, John H.; Bermudez, Alex J.; Tomlinson, James L.; Firman, Jeffre D. a He Zhouqiong. Comparison of radiotransmitter attachment techniques using captive mourning doves. *Wildlife Society Bulletin*, 2001, roč. 29, č. 3, s. 771-782.
- Skov, Christian; Hansen, Joan H.; Baktoft, Henrik; Brönmark, Christer; Brodersen, Jakob; Chapman, Ben B.; Hansson, Lars-Anders; Hulthén, Kaj; Nilsson, Anders P. A field evaluation of long-term effects of PIT tagging. Online. *Journal of Fish Biology*. 2020, roč. 96, č. 4, s. 1055-1059. ISSN 0022-1112. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jfb.14292>.
- Sládeček, Martin; Brynychová, Kateřina; Elhassan, Esmat; Šálek, Miroslav E.; Janatová, Veronika; Vozabulova, Eva; Chajma, Petr; Firlová, Veronika; Pešková Lucie; Almuheri, Aisha; Bulla, Martin. Diel timing of nest predation changes across breeding season in a subtropical shorebird. Online. *Ecology and Evolution*. 2021, roč. 11, č. 19, s. 13101-13117. ISSN 2045-7758. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/ece3.8025>.
- Small, Michael F.; Rosales, Randy; Baccus, John T.; Weckerly, Floyd W.; Phalen, David N. a Roberson, Jay A. A comparison of effects of radiotransmitter attachment techniques on captive white-winged doves. Online. *Wildlife Society Bulletin*. 2004, roč. 32, č. 3, s. 627-637. ISSN 0091-7648. Dostupné z: [https://doi.org/10.2193/0091-7648\(2004\)032\[0627:ACOEOR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0091-7648(2004)032[0627:ACOEOR]2.0.CO;2).
- Snijders, Lysanne; Weme, Lydia E. Nieuwe; De Goede, Piet; Savage, James L.; Van Oers, Kees a Naguib, Marc. Context-dependent effects of radio transmitter attachment on a small passerine. Online. *Journal of Avian Biology*. 2017, roč. 48, č. 5, s. 650-659. ISSN 0908-8857. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jav.01148>.
- Svensson, Lars. *Ptáci Evropy, severní Afriky a Blízkého východu*. 2., opravené a rozšířené vyd. Plzeň: Ševčík, 2012. ISBN 978-80-7291-224-7.
- Sykes, Paul W.; Carpenter, J. W.; Holzman, S. a Geissler, P. H. Evaluation of three miniature radio transmitter attachment methods for small passerines. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)*, 1990, roč. 18, č. 1, s. 41-48.
- Šťastný, Karel a Anton Křištín. *Ptáci Česka a Slovenska: Ottův obrazový atlas*. Praha: Ottovo nakladatelství, 2021. ISBN 978-80-7451-866-9.
- Šťastný, Karel; Hudec, Karel; Albrecht, Tomáš; Bejček, Vladimír; Bureš, Stanislav; Cepák, Jaroslav; Čapek, Miroslav; Čihák, Kamil; Honza, Marcel; Hromádko, Miloslav; Klápště, Jaroslav; Kloubec, Bohuslav; Král, Miroslav; Klvaňa, Petr; Klvaňová, Alena; Lumpe, Petr; Procházka, Petr; Schröpfer, Libor; Sitko, Jiljí; Škopek, Jaroslav; Viktora, Lukáš; Weidinger, Karel. FAUNA ČR/ PTÁCI 3/II. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Academia, 2011. ISBN 978-80-200-1834-2.
- Terhune, Theron M.; Caudill, Danny; Terhune, V. Heather a Martin, James A. A Modified Suture Technique for Attaching Radiotransmitters to Northern Bobwhite Chicks. Online. *Wildlife Society Bulletin*. 2020, roč. 44, č. 2, s. 396-405. ISSN 1938-5463. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/wsb.1077>.

Thaxter, Chris B.; Ross-Smith, Viola H.; Clark, Jacquie A.; Clark, Nigel A.; Conway, Greg J.; Marsh, Mike; Leat, Eliza H. K. a Burton, Nial H. K. A trial of three harness attachment methods and their suitability for long-term use on Lesser Black-backed Gulls and Great Skuas. Online. *Ringing & Migration*. 2015, roč. 29, č. 2, s. 65-76. ISSN 0307-8698. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/03078698.2014.995546>.

Venturato, Emilia; Cavallini, Paolo; Banti, Paolo a Dessì-Fulgheri, Francesco. Do radio collars influence mortality and reproduction? A case with ring-necked pheasants (*Phasianus colchicus*) in Central Italy. Online. *European Journal of Wildlife Research*. 2009, roč. 55, č. 6, s. 547-551. ISSN 1612-4642. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10344-009-0271-6>.

Veselovský, Zdeněk. *Obecná ornitologie*. Ilustroval Jan Dungel. Praha: Academia, 2001. ISBN 80-200-0857-8.

Wesołowski, Tomasz a Rowiński, Patryk. Breeding behaviour of Nuthatch *Sitta europaea* in relation to natural hole attributes in a primeval forest. Online. *Bird Study*. 2010, roč. 51, č. 2, s. 143-155. ISSN 0006-3657. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/00063650409461346>.

Whidden, S. Erin; Williams, Cory T.; Breton, André R. a Buck, C. Loren. Effects of transmitters on the reproductive success of Tufted Puffins. Online. *Journal of Field Ornithology*. 2007, roč. 78, č. 2, s. 206-212. ISSN 0273-8570. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2007.00103.x>.

Whitney, Kristoffer. History of wildlife tracking technologies. V: *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. Online. Oxford University Press, 2022. ISBN 9780199389414.

Wiktander, Ulf; Olsson, Ola a Nilsson, Sven G. Seasonal variation in home-range size, and habitat area requirement of the lesser spotted woodpecker (*Dendrocopos minor*) in southern Sweden. Online. *Biological Conservation*. 2001, roč. 100, č. 3, s. 387-395. ISSN 00063207. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00045-3](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00045-3).

9 Přílohy

Příloha 1: Foto brhlíků z budky č. 199



Příloha 1: Foto brhlíků z budky č. 199. Vlevo je samec (s tmavou skvrnou na hrudi). Vpravo je samice (bez tmavé skvrny na hrudi), na kterou byla přidělena atrapa dataloggeru. Autor: J. Tomáš

Příloha 2: Foto samice brhlíka lesního s atrapou dataloggeru



Příloha 2: Foto samice brhlíka lesního přilétající do budky (č. 199) s přidělanou atrapou dataloggeru. Na obrázku lze vidět zelenou část postroje. Autor: J. Tomáš

Příloha 3: Skript RStudio - statistické testy

V RStudios byly vytvořeny listy proměnných, které obsahovaly hodnoty časů strávených v budce, intervaly mezi návštěvami budky a počty přiletů pro období před/po nasazení dataloggeru a zvláště pro každé pohlaví:

```
M_pocet_přiletu_bezACM = 9
```

```
F_pocet_přiletu_bezACM = 11
```

```
M_pocet_přiletu_sACM = 13
```

```
F_pocet_přiletu_sACM = 2
```

```
# bez ACM
```

```
M_casy_v_budce_bezACM = c(17, 12, 11, 10, 22, 11, 12, 15, 44)
```

```
F_casy_v_budce_bezACM = c(14, 11, 25, 12, 18, 16, 16, 10, 14, 19, 14)
```

```
M_intervaly_bezACM = c(201, 557, 89, 349, 243, 129, 136, 522)
```

```
F_intervaly_bezACM = c(424, 504, 318, 117, 51, 258, 235, 312, 222, 403)
```

```
# s ACM
```

```
M_casy_v_budce_sACM = c(20, 6, 12, 13, 12, 28, 9, 11, 8, 2, 9, 5, 6)
```

```
F_casy_v_budce_sACM = c(346, 330)
```

```
M_intervaly_sACM = c(190, 59, 132, 364, 175, 224, 259, 128, 220, 57, 816, 351)
```

```
F_intervaly_sACM = c(922)
```

Chí kvadrát test nezávislosti.

Byla vytvořena kontingenční tabulka s řádky pohlaví a sloupci před/po zatížení:

```
priletu = matrix(c(M_pocet_přiletu_bezACM, F_pocet_přiletu_bezACM,  
                  M_pocet_přiletu_sACM, F_pocet_přiletu_sACM), nrow = 2,  
                dimnames = list(c("samec", "samice"), c("pred", "po")))
```

Byl proveden test:

```
chisq.test(priletu)
```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```
data: priletu
```

```
X-squared = 4.7141, df = 1, p-value = 0.02992
```

Lineární regresní model.

Vytvoření univerzální zápis pro vytvoření dat, pro tvorbu datového rámce:

```
zatez_pocet = length(M_casy_v_budce_sACM) +  
length(+F_casy_v_budce_sACM)  
zatez = rep(1,zatez_pocet)  
bez_zateze_pocet= length(M_casy_v_budce_bezACM) +  
length(F_casy_v_budce_bezACM)  
bez_zateze = rep(0, bez_zateze_pocet)  
M_bez = rep("samec", length(M_casy_v_budce_bezACM))  
F_bez = rep("samice", length(F_casy_v_budce_bezACM))  
M_s = rep("samec", length(M_casy_v_budce_sACM))  
F_s = rep("samice", length(F_casy_v_budce_sACM))
```

Následně byl vytvořen datový rámec, který obsahoval čas, přítomnost zátěže v rodině a pohlaví:

```
data = data.frame(cas = c(M_casy_v_budce_bezACM, F_casy_v_budce_bezACM,  
M_casy_v_budce_sACM, F_casy_v_budce_sACM),  
zatez_v_rodine = c(bez_zateze, zatez),  
pohlavi = c(M_bez,F_bez,M_s, F_s))
```

Vytvoření lineárního regresního modelu:

```
mod<-lm(cas~zatez_v_rodine* pohlavi, data)
```

Sumarizace výsledků lineárního regresního modelu:

```
summary(mod)
```

Call:

```
lm(formula = cas ~ zatez_v_rodine * pohlavi, data = data)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-8.846		-4.979	-1.364	1.654 26.889

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	17.111	2.537	6.746	1.5e-07 ***

```

zatez_v_rodine          -6.265   3.300  -1.899   0.067 .
pohlavizena            -1.747   3.420  -0.511   0.613
zatez_v_rodine:pohlavisamice 328.901  6.716  48.972 < 2e-16 ***

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.61 on 31 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.991, Adjusted R-squared: 0.9902

F-statistic: 1140 on 3 and 31 DF, p-value: < 2.2e-16

Příloha 4: Skript RStudio – krabicové grafy brhlíci

Byly nahrány data (viz První krok v příloze 3).

Následně byly vytvořeny jednotlivé grafy:

```
#samec budka
```

```

boxplot(M_casy_v_budce_bezACM, M_casy_v_budce_sACM,
        notch = F, col = c("darkblue", "lightblue"),
        ylab = "čas (s)", names = c("M před", "M po"),
        main = "Brhlík lesní, M, časy v budce")

```

```
#samice budka
```

```

boxplot(F_casy_v_budce_bezACM, F_casy_v_budce_sACM,
        notch = F, col = c("darkred", "pink"),
        ylab = "čas (s)", names = c("F před", "F po"),
        main = "Brhlík lesní, F, časy v budce")

```

```
#samec intervaly
```

```

boxplot(M_intervaly_bezACM, M_intervaly_sACM,
        notch = F, col = c("darkblue", "lightblue"),
        ylab = "čas (s)", names = c("M před", "M po"),
        main = "Brhlík lesní, M, intervaly")

```

```
# samice intervaly
```

```
boxplot(F_intervaly_bezACM, F_intervaly_sACM,  
        notch = F, col = c("darkred", "pink"),  
        ylab = "čas (s)", names = c("F před", "F po"),  
        main = "Brhlík lesní, F, intervaly")
```

Příloha 5: Skript RStudio – sloupcový graf, sýkora koňadra, voliéra

Byly vytvořeny proměnné s časem stráveným na zemi pro každé zatížení (bez zátěže, lehčí a těžší zátěž):

```
bez = 0
```

```
lehci = 3595
```

```
tezsi = 3590
```

Následně byl vytvořen sloupcový graf:

```
barplot(c(bez, lehci, tezsi),  
        main = "Sýkora koňadra, čas strávený na zemi",  
        ylab = "čas (s)",  
        col = "lightblue",  
        names.arg = c("bez zátěže", "lehčí zátěž", "těžší zátěž"))
```