


MOHOU BÝT FOTOPASTI VHODNOU METODOU PRO STUDIUM AVIFAUNY V REMÍZCÍCH JAKO SPECIFICKÝCH POROSTŮ DŘEVINNÉ VEGETACE V KULTURNÍ KRAJINĚ?

COULD CAMERA TRAPS BE A SUITABLE TOOL FOR STUDYING AVIFAUNA IN WOODLOTS AS SPECIFIC STANDS OF WOODY VEGETATION IN CULTURAL LANDSCAPE?

DENISA DVOŘÁKOVÁ  - JAN ŠIPOŠ - JIŘÍ STEHNO - JOSEF SUCHOMEL

Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

 e-mail: denisa.dvorakova@mendelu.cz

ORCID: *D. Dvořáková* 0000-0002-7853-7524

J. Šipoš 0000-0001-7814-7561

J. Suchomel 0000-0002-6455-135X

ABSTRACT

This study focuses on bird monitoring in woodlots using two monitoring methods. Woodlots are located on the border of the Highlands Region and the South Moravian Region in the heterogeneous wooded landscape. Birds were monitored in 11 woodlots using two approaches – line transect and camera traps. The line transects took place between 2020 and 2022 in the spring and autumn, and monitoring with camera traps took place from March 2022 to December 2023. In the woodlots, spatial and structural characteristics such as height, width, length, circumference, and area of the woodlot stand were measured. Processing of the data obtained was carried out in the GIS system and overall evaluation in the statistical program R and Canoco 5 using the GLMM and pCCA methods. We revealed that each bird monitoring method captured a different spectrum of bird species depending on the woodlot geometry. The bird species composition of long, narrow and bushy woodlots was better matched by species recorded by camera traps, and the species composition of wide woodlots with taller and older forest stands was better matched by species records from transect. Regarding the use of traditional ornithological methods and camera traps, for the best results, it is advisable to combine both methods.

[For more information see Summary at the end of the article.](#)

Klíčová slova: remízky; diverzita ptáků; liniový transekt; fotopasti

Key words: woodlots; bird diversity; line transect; camera traps

ÚVOD

Ptáci žijící v kulturní krajině patří mezi vhodné bioindikátory, které vypovídají o stavu životního prostředí (DONALD et al. 2001). Z globálního hlediska dochází k výraznému snižování početnosti populací řady druhů zemědělské krajiny, včetně těch nejběžnějších, což je dááno do souvislosti s intenzivním hospodařením a zejména pak s intenzifikací zemědělství (GUILHERME, MIGUEL PEREIRA 2013; REIF, HANZELKA 2016). Na základě nejnovějších vědeckých studií se zdá, že největší vliv na diverzitu a rozšíření organismů mají faktory prostředí na úrovni krajiny (KIESECKER et al. 2001; ŠÁLEK et al. 2010, 2021; TSCHARNTKE et al. 2012). Ty jsou významné zejména v homogenní krajině, např. v agrocenózách, kde druhy přežívají v mozaice izolovaných biotopů, které jsou propojeny migrujícími jedinci (RICKETTS

2001; FAHRIG et al. 2011; DUFLOT et al. 2014; PEROVIĆ et al. 2015). Klíčovou roli hrají v tomto směru habitaty tvořené dřevinnou vegetací, jako např. skupiny stromů, solitérní dřeviny, remízky nebo okraje lesů (LÖW 1995). Tato rostlinná společenstva představují pro ptáky v zemědělské krajině hnízdní a potravní stanoviště, úkryt před predátory a také možnost migrace otevřenými plochami (CROZIER, NIEMI 2003; DOLMAN et al. 2007). Z tohoto důvodu jsou dnes nezbytnou součástí Územního systému ekologické stability (ÚSES), který zahrnuje jednak biokoridory spojující větší plochy stanovišť (tzv. biocentra) a dále interakční prvky, tj. izolované fragmenty porostů dřevinné vegetace (LÖW 1995). Mezi interakčními prvky hrají pak specifickou roli remízky. Jde o ekologicky významnou část, která v uvedené síti představuje stabilizační prvek, jenž vytváří příznivé podmínky pro řadu druhů živočichů včetně ptáků, z důvodu úkrytových možností, potravní na-

bídky či rozmnožování (Löw 1995). Z některých prací vyplývá, že remízky v zemědělské krajině jsou jedním z nejzásadnějších krajinných prvků udržujících vysokou diverzitu ptáků (DVOŘÁKOVÁ et al. 2023a).

K získání informací o složení avifauny v lesních ekosystémech jsou běžně využívány metody klasického ornitologického monitoringu. Mezi tradiční metody sledování ptačích druhů na různé prostorové škále patří například mapování hnízdních okrsků či bodové a liniové transeky (SUTHERLAND et al. 2004). Tyto metody jsou založené na krátkých průzkumech studovaných stanovišť a nepřetržitý monitoring pomocí těchto metod není běžný, neboť jde o časově velmi náročnou činnost (především metoda mapování hnízdních okrsků), včetně vysokých nároků na monitorovací úsilí a personální zajištění (WIX, REICH 2019).

Vedle těchto tradičních metod lze však využít i dalších přístupů, které se nabízejí při studiu jiných skupin obratlovců, jako např. monitoring pomocí diktafonů (akustický monitoring) nebo pomocí fotopastí. Monitoring ptáků pomocí fotopastí patří mezi okrajové metody studia ptačích společenstev (WIX, REICH 2019; DVOŘÁKOVÁ et al. 2023b). Fotopasti jsou široce používány zejména pro výzkum a monitoring savců, kde jsou následně analýzy získaných dat již poměrně sofistikované a prověřené řadou studií (O'CONNELL et al. 2011). Ptáci jsou v takto získaných souborech fotografií zastoupeni zpravidla nedostatečně, a slouží tak jen jako zdroj doplňkových informací. Díky umístění fotopastí se pak studie zabývající se monitoringem ptáků soustředí spíše na druhy preferující přízemní vrstvy studovaného habitatu (WIX, REICH 2019). Existují však práce, které poukazují na velký potenciál využití fotopastí při výzkumu a monitoringu ptáků. Jedná se např. o studium a monitoring vzácných druhů, studie predace hnízd nebo případně průzkum týkající se behaviorálních projevů jednotlivých druhů (O'BRIEN, KINNARD 2008; DINATA et al. 2008).

Při používání fotopastí v ornitologických výzkumech vždy vyvstává otázka, jak odlišné výsledky poskytuje tato metoda při srovnání s klasickým ornitologickým monitoringem – zda je vhodným doplňkem tradičních metod, nebo zda je možné využívat tuto metodu pro vybrané ornitologické studie samostatně. V naší studii jsme proto zkusili porovnat obě metody v rámci výzkumu avifauny izolovaných porostů

dřevinné vegetace. Práce si klade následující cíle: 1. určit, jak se liší druhové zastoupení ptáků zjišťované pomocí různých metod monitoringu (i. e. fotopastí, transekt), 2. jaké druhy ptačích predátorů a rušitelů se v remízích vyskytují a 3. vymezit, které charakteristiky remízků nejvíce ovlivňují ptačí společenstva.

MATERIÁL A METODIKA

Charakteristika lokalit

Pro porovnání jednotlivých metod monitoringu ptáků pomocí liniového transektu a fotopastí bylo vybráno 11 experimentálních ploch – remízků, odpovídajících habitatům izolovaného charakteru. Charakteristiky sledovaných remízků jsou uvedeny v tabulce 1. Studované plochy se nacházejí na rozhraní jižní Moravy a Vysočiny v lesnaté a horizontálně členěné krajině Lomnicka (obr. 1).

Metoda liniového transektu

Ptáci byli zaznamenáváni vizuálně i akusticky průchodem stanovišť v linii čtyřikrát ročně, a to dvakrát v hnízdním období (duben až červen) a dvakrát na podzim v době migrace (září až listopad). Každý remízek byl navštíven za účelem monitoringu během tří let tedy celkem dvanáctkrát (v r. 2020 až 2022). Rychlost průchodu jednotlivými remízky bylo nutné uzpůsobit jeho celkové ploše. Jednotlivé průchody trvaly od 10 do 20 minut. Pozorování ptáků probíhalo vždy v ranních a dopoledních hodinách (6:00 až 10:00) pro zachycení co možná největší aktivity ptáků a pouze za příznivých podmínek počasí (tzn. slunečno a bezvětří). Zaznamenávání byli pouze ptáci s jasnou vazbou na remízek, tzn. ti ptáci, kteří se na ploše prokazatelně vyskytli a bylo možné jejich přítomnost ověřit buď vizuálně, nebo akusticky. Ptáci přelétající remízek nebyli do monitoringu zahrnuti, protože jejich vztah ke sledované ploše nebylo možno žádným způsobem potvrdit. Důraz byl kladen i na to, aby nebyl konkrétní pozorovaný jedinec započítán vícekrát, z důvodu vyšší objektivity dat při odhadu počtu sledovaných jedinců.

Tab. 1.

Charakteristiky jednotlivých experimentálních stanovišť
Characteristics of individual experimental habitats

Remízek/ Woodlot	Zeměpisná šířka/ Latitude	Zeměpisná délka/ Longitude	Obvod/ Circumference (m)	Plocha/ Area (m ²)	Délka/ Length (m)	Šířka/ Width (m)	Výška porostu/ Stand height (m)	Nadmořská výška/Altitude (m)
1	49,399112	16,415098	337	6889,7	137,0	48,9	8,9	396
2	49,395393	16,417214	178,3	1434,7	77,6	19,2	6,4	420
3	49,409069	16,388281	251,4	3053,2	108,2	32,7	7,7	564
4	49,412661	16,391154	144,4	1407,9	44,1	32,8	6,4	558
5	49,438728	16,427063	260,2	2820	115,2	24,7	9,1	457
6	49,44317	16,441368	181,6	2379,2	64,3	37,8	6,3	571
7	49,444894	16,443721	286,6	5238,9	109,3	50,3	8,8	592
8	49,440922	16,45116	255,3	3558	100,8	36,8	6,3	594
9	49,374639	16,480929	74	400,4	24,4	17,1	6,2	432
10	49,374992	16,481732	80,7	478	25,6	20,3	5,8	423
11	49,418009	16,466866	171,4	795,4	81,2	9,9	4,2	542

Metoda monitoringu pomocí fotopastí

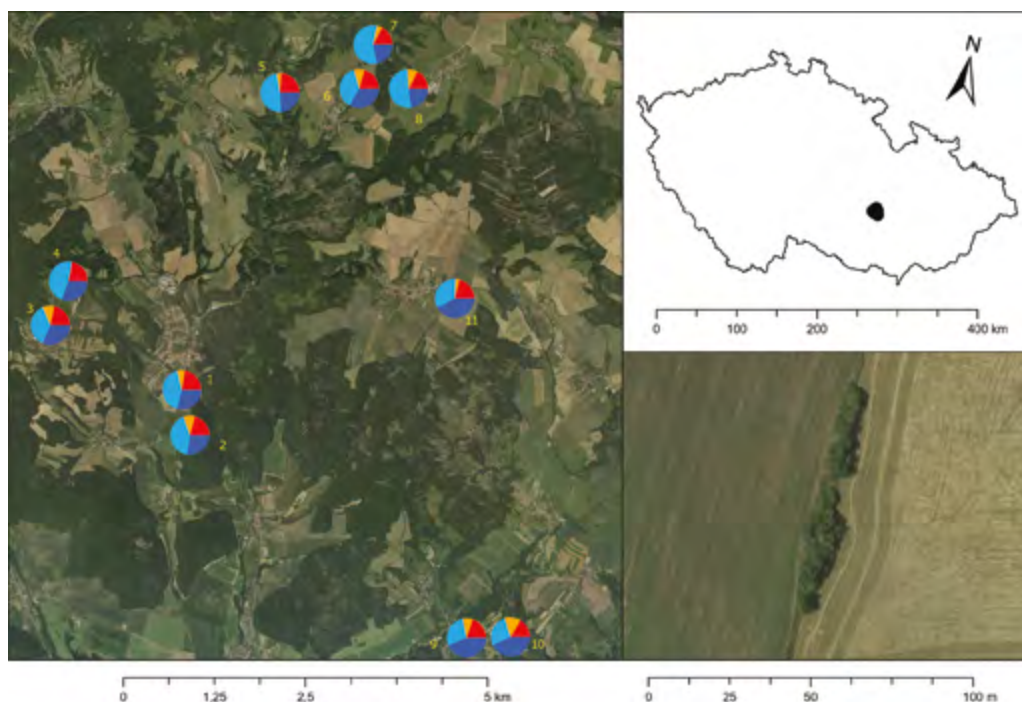
Za účelem zjištění výskytu ptáků byla do každého remízku instalována 1 fotopast (model: Bunaty WIDE FULL HD s úhlem záběru 80°). Parametry fotopastí byly nastaveny následovně: rozlišení na 12 Mpx, zpoždění pasivního infračerveného senzoru (PIR) na 1 minutu a pohybový senzor na vysokou citlivost. Každá fotopast byla do remízku umístěna tak, aby zachytila co největší pohyb sledovaných živočichů (na místa, kde se předpokládá vysoký pohyb zvířat, jako jsou například stezky, volná prostranství atd.) Monitoring ptáků pomocí fotopastí probíhal od března 2022 do prosince 2022. Každý měsíc byly kontrolovány přístroje a následně stahovány fotografie. Poté byly determinovány vyfotografované druhy ptáků. Při determinaci druhů na fotografiích byl kladen důraz na důkladné prohlédnutí celého snímku, aby se zamezilo případným přehlédnutým druhům, a tím zkruslení výsledků. Zjišťovaly se nejen jednotlivé ptačí druhy, ale i frekvence (četnost) jejich výskytu za určité období ze vzorku fotografií od března 2022 do prosince 2022. Fotopasti byly taktéž využity k monitoringu ptačích rušitelů jak savčích, tak ptačích, kteří by mohli ovlivňovat výskyt ptáků na sledovaných plochách.

Charakteristiky remízku

V prostředí softwaru ArcGIS Pro (ESRI 2021) byl každý remízek zakreslen do mapy pomocí polygonů, přičemž se zaevidovaly jeho základní prostorové charakteristiky. Obvod (m), plocha (m²), šířka (m) a délka (m) byly změřeny v softwaru GIS pomocí polygonů. Výška (m) jednotlivých remízků byla změřena pomocí laserového metru na základě vybraných deseti jedinců stromového patra v linii tak, aby byla výška měřena od jednoho okraje remízku ke druhému. Výška je tedy počítána jako průměrná hodnota vycházející z výšek deseti jedinců stromového patra.

Statistická analýza

Aby bylo možné identifikovat souvislosti mezi lokálními charakteristikami (tzn. plocha, délka, obvod, šířka, výška remízků a frekvence rušitelů) remízků a počtem druhů ptáků v jednotlivých remízčích, byl využit zobecněný lineární model se smíšeným efektem (GLMM) s Poissonovým rozdělením chyb. Smíšený model byl nastaven pomocí funkce „glmer“ balíčku „lme4“ v softwaru R (BATES et al. 2015). Shromážděná data byla časově autokorelovaná v důsledku opakova-



Obr. 1.

Grafické zobrazení polohy jednotlivých remízků ve sledované oblasti s detailem na remízku č. 11 a umístění sledované oblasti v České republice. Mapa zobrazuje pomocí koláčových grafů poměr počtu druhů ptačích (oranžově) a savčích (červeně) rušitelů/predátorů ptáků v jednotlivých remízčích, dále počet druhů ptáků zjištěných pomocí liniového transektu (světle modrá) a pomocí metody fotopastí (tmavě modrá). Jednotlivé remízky jsou číselně označeny žlutou barvou. Mapa byla vytvořena v softwaru GIS (ESRI 2021) pomocí podkladových dat databáze ArcČR 500 (ARCDATA PRAHA 2016) a ortofoto mapy České republiky (ČÚZK 2023)

Fig. 1.

Graphical representation of the location of individual woodlots in the Czech Republic with detail on woodlot no. 11. The map with the pie charts shows the share of the number of avian (orange) and mammal species (red) disturbers/predators of birds in individual woodlots as well as the number of bird species detected using a linear transect (light blue) or the camera trap method (dark blue). Individual woodlots are given in yellow numbers. The map was created in GIS software (ESRI 2021) using background data from the ArcČR 500 database (ARCDATA PRAHA 2016) and an orthophoto map of the Czech Republic (ČÚZK 2023)

ného sběru dat v čase v každém remízku. Proto proměnná „číslo remízku“ v modelu vystupovala jako faktor s náhodným efektem. Kombinace vysvětlujících proměnných, která vysvětlila nejvyšší variabilitu v počtu druhů ptáků, byla vybrána metodou postupného výběru pro GLMM model s využitím „dredge“ funkce (BARTOŇ 2022).

Pro vizualizaci asociace mezi charakteristikami remízků a jejich druhovým složením byla použita parciální kanonická korespondenční analýza (pCCA). Jako kovariáta v modelu vystupoval faktor ročního období. Početnost každého druhu byla transformována dekadickým logaritmem. Naměřené faktory prostředí byly obecnou charakteristikou každého remízku, která se v čase neměnila. Z toho důvodu byl test faktorů prostředí na úrovni remízku proveden pomocí omezeného permutačního testu, kdy byla u jednotlivých randomizací druhového složení zachována sekvence v čase pomocí cyklických posuvů (cyclic shifts for time series or linear transect). Takto nastavený permutační test odstraní systematický trend, který by mohl probíhat na všech plochách bez ohledu na jejich studované charakteristiky. Testování a výběr nejvíce parsimonní kombinace vysvětlujících proměnných byly vykonány pomocí sekvenční dopředné selekce (i.e. forward selection). Ordinační analýzy byly provedeny pomocí programu CANOCO 5 (TER BRAAK, ŠMILAUER 2012).

VÝSLEDKY

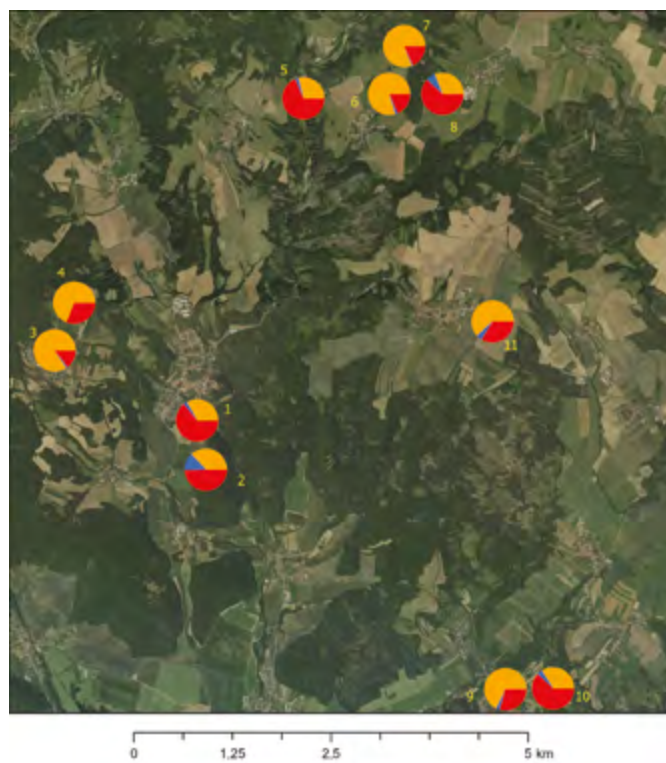
Ve sledovaných remízích bylo zaznamenáno celkem 45 druhů ptáků ze 7 řádů a 22 čeledí (tab. 2 a 3). Frekvence výskytu zjištěná pomocí fotopastí byla celkem 2366 zaznamenaných ptačích jedinců. Celková abundance zjištěná pomocí liniového monitoringu byla 461 ptačích jedinců. Nejpočetnějším řádem byli pěvci (Passeriformes) s celkovým počtem 31 druhů. Následovali šplhavci (Piciformes) se 4 druhy, dravci (Accipitriformes) se 2 druhy, měkkozobí (Columbiformes) se 2 druhy, hrabaví (Galliformes), sokoli (Falconiformes) a sovy (Strigiformes) s 1 druhem. Počet zaznamenaných druhů ptáků pomocí fotopastí kolísal mezi 5 až 14 druhy na remízku. Frekvence výskytu v jednotlivých remízích se pohybovala mezi 1 až 1103 vyfotografovaných jedinců (tab. 2). Počty ptačích druhů zaznamenaných pomocí liniové metody monitoringu ptáků se pohybovaly mezi 9 až 18 druhů a abundance jednotlivých ptačích druhů kolísaly mezi 1 až 91 jedinci (tab. 3). Nejpočetnějším druhem byl strnad obecný (*Emberiza citrinella*) s 92 jedinci, zaznamenaný s využitím liniové metody monitoringu ptáků. Pomocí metody fotopastí byl nejčetněji zaznamenaným druhem kos černý (*Turdus merula*) s celkovými 1103 záznamy.

Na základě porovnání obou metod ptačího monitoringu se zjištěné ptačí druhy od sebe z části liší. Některé druhy byly zachyceny pouze pomocí metody liniového monitoringu, např. pěnice slavíková (*Sylvia borin*), další pouze za pomoci fotopastí, např. ořešník kropenatý (*Nucifraga caryocatactes*) nebo puščík obecný (*Strix aluco*). Z podílu druhů zachycených jednotlivými metodami na celkovém počtu druhů vyplývá (obr. 1), že pomocí metody fotopastí bylo zjištěno více ptačích druhů v porostech užších a delších (např. remízky 9, 10 a 11), na rozdíl od remízků vyšších a širších, kde bylo více ptačích druhů zjištěno pomocí liniového transektu (např. remízky 4, 5 a 8).

Co se týče zjištěných potencionálních rušitelů/predátorů ptáků (savčích a ptačích), tak nejméně druhů bylo zachyceno v remízku 4 a 7 (obr. 1). V těchto remízích byly také zachyceny nejnižší frekvence jejich výskytu (obr. 2). Naopak nejvíce druhů ptačích rušitelů bylo zachyceno v remízku číslo 2 a 3. Nejvyšší frekvence výskytu ptačích rušitelů byly v remízku 11 (tab. 4). Co se týče druhových poměrů savčích a ptačích rušitelů, tak ve větší míře v remízích převažovaly druhy savčích predátorů nad ptačími (obr. 1). Nejpočetnější zachycené druhy byly z řádu hlodavci (Rodentia) s 969 vyfocenými jedinci, dále kuna (*Martes sp.*) s frekvencí 118 jedinců a liška obecná (*Vulpes vulpes*) se 185 snímků (tab. 4) a z ptačích predátorů to byla nejčastěji a nejpočet-

něji zaznamenávaná sojka obecná (*Garrulus glandarius*) s 51 jedinci. Analýzy ale nepotvrdily průkaznou souvislost mezi frekvencí výskytu predátorů a druhovou početností ptáků.

Na základě výsledků permutačního testu vztahu jednotlivých charakteristik remízku s rozložením abundance jednotlivých druhů jsme zjistili, že struktura ptačího společenstva byla nejvíce ovlivněna šířkou remízku (pCCA: pseudo-F = 1,8, p = 0,017). Z ordinačního diagramu vyplývá, že počet a složení ptačích druhů zjištěných z liniového transektu lépe koreloval s druhovým složením zjištěným v remízích s větší plochou a šířkou a s vysokým stromovým porostem, než počet a složení ptačích druhů zjištěných z fotopastí (obr. 3). Ptačí druhy zjištěné z fotopastí korelovaly s remízky, které byly prostorově delší a užší s nízkou výškou korunového patra (např. remízek 11).



Obr. 2.

Grafické zobrazení poměrů zachycených frekvencí výskytu ptačích (modře) a savčích (červeně) rušitelů/predátorů ptáků v jednotlivých remízích a dále frekvence výskytu ptáků (oranžově) zjištěných pomocí fotopastí. Jednotlivé remízky jsou číselně označeny žlutou barvou. Mapa byla vytvořena v softwaru GIS (ESRI 2021) pomocí podkladových dat databáze ArcČR 500 (ARCDATA PRAHA 2016) a ortofoto mapy České republiky (ČÚZK 2023)

Fig. 2.

Graphical representation of the frequency ratios of the occurrence of avian (blue) and mammalian (red) disturbers/predators of birds in individual woodlots, as well as the frequency of occurrence of birds (orange) detected by camera traps. Individual woodlots are given in yellow numbers. The map was created in GIS software (ESRI 2021) using background data from the ArcČR 500 database (ARCDATA PRAHA 2016) and an orthophoto map of the Czech Republic (ČÚZK 2023)

Tab. 2.

Zjištěné ptačí druhy a jejich frekvence v jednotlivých remízcích na základě metody použití fotopastí

Detected bird species and their occurrence frequency and quantities in individual woodlots based on the method of using camera traps

Ptačí druh/Číslo remízku/ Bird species/Number of woodlot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Celkem/ In total
<i>Accipiter gentilis</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Buteo buteo</i>	-	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-	4
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	-	-	-	-	-	1	10	-	3	2	-	16
<i>Columba palumbus</i>	1	3	28	2	3	3	-	-	-	-	-	40
<i>Cyanistes caeruleus</i>	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Dendrocopos major</i>	4	-	1	-	3	-	1	-	8	2	-	19
<i>Dryocopus martius</i>	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	3
<i>Emberiza citrinella</i>	-	-	-	20	-	-	-	1	14	2	100	137
<i>Erithacus rubecula</i>	-	2	-	3	-	-	-	-	33	12	385	435
<i>Fringilla coelebs</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	6	9
<i>Fringilla montifringilla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Garrulus glandarius</i>	1	16	2	-	-	4	-	6	3	19	-	51
<i>Chloris chloris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
<i>Jynx torquilla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
<i>Lanius collurio</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	71
<i>Nucifraga caryocatactes</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Parus major</i>	-	1	6	2	4	1	-	2	3	5	46	70
<i>Passer montanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Phasianus colchicus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	26	27
<i>Picus viridis</i>	2	1	-	-	1	-	-	1	-	3	-	8
<i>Sitta europaea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
<i>Streptopelia decaocto</i>	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Strigiformes sp.</i>	-	5	-	-	-	-	-	-	-	1	-	6
<i>Strix aluco</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
<i>Sylvia atricapilla</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	3	1	2	8
<i>Curruca curruca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
<i>Troglodytes troglodytes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Turdus iliacus</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Turdus merula</i>	25	19	246	29	16	195	74	20	118	97	264	1103
<i>Turdus philomelos</i>	19	13	13	11	3	3	30	12	98	53	74	329
<i>Turdus viscivorus</i>	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Celkem/In total	59	61	304	69	32	210	116	47	286	200	982	2366
Počet druhů/Number of species	9	9	10	7	7	8	5	8	11	13	14	

Tab. 3.

Zjištěné ptačí druhy a jejich abundance v jednotlivých remízcích na základě vizuálního a akustického monitoringu ptáků průchodem stanovišť (remízků) v linii

Detected bird species and their abundance in individual woodlots based on visual and acoustic monitoring of birds using linear transect method

Ptačí druh/Číslo remízku Bird species/Number of woodlot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Celkem/ In total
<i>Aegithalos caudatus</i>	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2
<i>Buteo buteo</i>	-	2	-	-	-	3	2	2	-	1	-	10
<i>Carduelis carduelis</i>	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	30	34
<i>Certhia familiaris</i>	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	3
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	-	-	-	-	-	1	5	-	-	-	-	6
<i>Columba palumbus</i>	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3
<i>Corvus corax</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
<i>Cyanistes caeruleus</i>	5	4	4	2	10	8	4	10	2	3	3	55
<i>Curruca communis</i>	1	2	2	2	-	-	-	-	1	1	1	10
<i>Dendrocopos major</i>	4	1	-	1	1	-	1	1	-	-	2	11
<i>Emberiza citrinella</i>	19	22	17	9	-	1	2	6	3	-	13	92
<i>Erithacus rubecula</i>	-	2	2	2	2	-	1	-	1	-	-	10
<i>Falco tinnunculus</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3
<i>Fringilla coelebs</i>	1	1	2	3	3	-	-	1	-	-	-	11
<i>Garrulus glandarius</i>	1	-	-	-	-	-	5	2	1	6	-	15
<i>Lanius collurio</i>	-	-	-	1	-	-	-	7	-	-	2	10
<i>Motacilla flava</i>	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Muscicapa striata</i>	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	4
<i>Parus major</i>	11	9	7	3	3	1	1	1	-	1	1	38
<i>Passer montanus</i>	-	2	-	5	-	-	-	-	-	-	-	7
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
<i>Phylloscopus collybita</i>	-	1	-	-	5	-	1	1	-	-	-	8
<i>Poecile palustris</i>	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2
<i>Regulus regulus</i>	-	-	2	-	1	-	-	1	-	-	-	4
<i>Serinus serinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Sitta europaea</i>	1	-	1	-	3	-	1	-	-	-	-	6
<i>Sylvia atricapilla</i>	2	1	2	4	8	3	1	4	-	1	-	26
<i>Sylvia borin</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Turdus merula</i>	-	2	9	8	2	3	6	7	1	2	4	44
<i>Turdus philomelos</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	5
<i>Turdus pilaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	1	31
<i>Turdus viscivorus</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2
Celkový součet/In total	53	53	50	40	42	24	32	81	10	16	60	461
Počet druhů/Number of species	13	14	12	11	14	9	13	18	7	8	11	

Dále bylo na základě GLMM modelu s použitím studované plochy (číslo remízku) jako náhodného efektu zjištěno, že počet druhů ptáků v remízku nejvíce souvisí s jeho šířkou ($p < 0,0001$) a délkou ($p < 0,001$) (tab. 5).

DISKUSE

Dle naší studie druhové složení zjištěné pomocí liniového transektu lépe koreluje se širšími, plošně rozsáhlejšími remízky s vysokým lesním porostem, zatímco druhové složení zjištěné metodou fotopastí lépe odpovídalo užším a delším remízkům (obr. 1 a 3). Rozdílnost mezi oběma metodami se dá vysvětlit tím, že pomocí liniové metody lépe zaznamenáme ptáky nacházející se například v korunách stromů a pomocí metody fotopastí to mohou být druhy vyskytující se často na zemi nebo v lesním keřovém patře. To potvrzují výzkumy, které zjistily, že ptáci korunové vrstvy porostu jsou lépe zachyceni pomocí metody bodového transektu, na rozdíl od metody fotopastí, která je

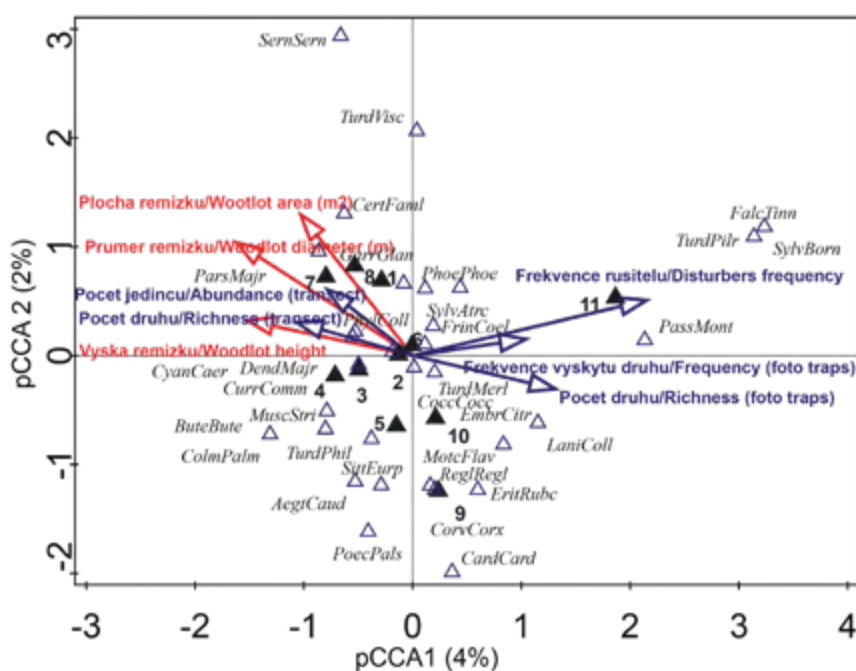
nedokázala zaznamenat, nebo je zaznamenala nedostatečně (FONTÚRBEL et al. 2020). S tím také souvisí náš výsledek průkazné korelace druhového složení zjištěného pomocí liniového transektu a druhové složení ptáků v remízcích s vysokým korunovým patrem (obr. 3). Zjištěná korelace pravděpodobně souvisí se strukturou nejvyššího korunového patra, které je v remízcích s vysokými stromy lépe rozvinuto, a tudíž může být metoda použití fotopastí ochuzená o druhy korunového zápoje (SPARKS et al. 1996; DVOŘÁKOVÁ et al. 2022).

Pouhé použití fotopastí nemusí poskytnout dostatečný obraz o skladbě ptačích druhů na stanovišti, protože zachycují druhy ptáků v závislosti na umístění fotopastí v porostu. Z výsledků je zřejmé, že pokud by byla pro výzkum avifauny remízků použita pouze metoda fotopastí, získali bychom zavádějící výsledky, které by naznačovaly, že úzké a dlouhé remízky podporují největší diverzitu ptáků. Totéž vyplývá z výsledků řady prací, které uvádějí, že fotopastí jsou vhodné pro monitoring ptáků pohybujících se především na zemi a v podrostové vegetaci (O'BRIEN, KINNARD 2008; FONTÚRBEL et al. 2020; PUFFER et al. 2021; ZWERTS et al. 2021) a pro objektivnější zhodnocení složení ptačího

Tab. 4.

Zjištěné druhy potencionálních ptačích rušitelů a jejich frekvence výskytu v jednotlivých remízcích na základě metody použití fotopastí. Tabulka obsahuje i citace publikací zmiňujících informace o predaci ptáků jednotlivými druhy rušitelů/predátorů
Detected species of potential bird disturbers and their occurrence frequency in individual woodlots based on the method of using photo traps. References to publications on predation of birds by individual species of disturbers/predators are also given

Rušitel/Číslo remízku Disturber/Number of woodlot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Celkem	Citace/Reference
<i>Accipiter gentilis</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	(REBOLLO et al. 2017)
<i>Apodemus flavicollis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	(WALANKIEWICZ 2002)
<i>Buteo buteo</i>	-	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-	4	(SELÁS 2001)
<i>Canis lupus familiaris</i>	28	8	2	-	-	-	-	2	-	5	-	45	(BANKS, BRYANT 2007)
<i>Felis catus</i>	8	14	12	4	-	3	-	9	24	5	4	83	(DAUPHINE, COOPER 2009)
<i>Dendrocopos major</i>	4	-	1	-	3	-	1	-	8	2	-	19	(WEIDINGER 2009)
<i>Garrulus glandarius</i>	1	16	2	-	-	4	-	6	3	19	-	51	(FÖRSCHLER 2002)
<i>Homo sapiens</i>	45	-	1	-	-	-	4	4	-	-	-	54	(PRICE 2008)
<i>Jynx torquilla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	(MADHAV, VICTOR 2011)
<i>Lanius collurio</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	71	(ŠTASTNÝ, HUDEC 2011)
<i>Martes sp.</i>	17	7	16	2	11	2	2	14	23	7	17	118	(SONERUD 2022)
<i>Meles meles</i>	3	1	-	-	5	19	-	5	1	-	-	34	(HOUNSOME, DELAHAY 2005)
<i>Mustela nivalis</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2	(DUNN 1977)
<i>Nucifraga caryocatactes</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	(LIANG et al. 2020)
Rodentia	-	-	-	20	27	-	-	-	74	344	504	969	(REMEŠ 2004)
<i>Sciurus vulgaris</i>	7	1	2	-	7	-	-	-	-	-	-	17	(SHUTTLEWORTH 2001)
Strigiformes sp.	-	5	-	-	-	-	-	-	-	1	-	6	(SASVÁRI, HEGYI 1998)
<i>Strix aluco</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	(SASVÁRI, HEGYI 1998)
<i>Sus scrofa</i>	-	20	2	2	4	3	1	-	-	-	1	33	(MORI et al. 2021)
<i>Vulpes vulpes</i>	6	31	17	3	21	21	19	60	2	3	2	185	(KUJAWA, ŁĘCKI 2008)
Celkem/In total	119	104	56	31	79	53	27	105	135	388	606	1703	
Počet druhů/ Number of species	9	10	10	5	8	7	5	9	7	9	8		



Použité zkratky ptačích druhů/Abbreviations of bird species: MotcFlav—*Motacilla flava*, PhylColl—*Phylloscopus collybita*, PhoePhoe—*Phoenicurus phoenicurus*, CyanCaer—*Cyanistes caeruleus*, CardCard—*Carduelis carduelis*, PoecPals—*Poecile palustris*, CoccCocc—*Coccothraustes coccothraustes*, TurdPhil—*Turdus philomelos*, SittEurp—*Sitta europaea*, CurrComm—*Curruca communis*, FrinCoel—*Fringilla coelebs*, DendMajr—*Dendrocopos major*, ColmPalm—*Columba palumbus*, ButeBute—*Buteo buteo*, CerthFaml—*Certhia familiaris*, SernSern—*Serinus serinus*, MuscStri—*Muscicapa striata*, ParsMajr—*Parus major*, TurdVisc—*Turdus viscivorus*, GarrGlan—*Garrulus glandarius*, CorvCorx—*Corvus corax*, EritRubc—*Erithacus rubecula*, AegtCaud—*Aegithalos caudatus*, TurdMerl—*Turdus merula*, LaniColl—*Lanius collurio*, ReglRegl—*Regulus regulus*, EmbrCitr—*Emberiza citrinella*, SylvAtr—*Sylvia atricapilla*, PassMont—*Passer montanus*, FalcTinn—*Falco tinnunculus*, SylvBorn—*Sylvia borin*, TurdPilr—*Turdus pilaris*

Obr. 3.

Parciální kanonická korespondenční analýza (pCCA), ukazující souvislost mezi parametry remízků a distribucí četnosti jednotlivých ptačích druhů. Jako kovariáta se v modelu použil faktor zastupující roční období sledování. Proměnné charakterizující: a) zaznamenaný počet druhů (pomocí metody pochůzek a fotopastí) a b) frekvenci ptačích rušitelů byly pasivně promítnuty do ordinačního diagramu. Proměnné: Plocha remizku/Woodlot area (m²), Prumer remizku/Woodlot diameter (m), Vyska remizku/Woodlot height, Počet jedincu/Abundance (transect), Počet druhu/Richness (transect), Frekvence rusitelu/Disturbance frequency, Frekvence vyskytu druhu/Frequency (foto traps), Počet druhu/Richness (foto traps)

Fig. 3.

Partial canonical correspondence analysis (pCCA), showing the association between woodlot parameters and the movement frequency of individual bird species. A factor representing the sampling year was used as a covariate in the model. Variables characterizing: a) the recorded number of species (using the method of linear transect and camera traps) and b) the frequency of bird disturbers were passively projected onto the ordination diagram

Tab. 5.

Výsledná tabulka ukazující nejvíce parsimonní kombinaci proměnných prostředí, vysvětlující variabilitu v počtu druhů ptáků mezi remízkou. K výběru kombinace vysvětlujících proměnných byla použita „dredge“ funkce pro zobecněný lineární model se smíšeným efektem (GLMM), ve kterém proměnná „číslo remízků“ vystupovala jako faktor s náhodným efektem

The table shows the most parsimonious combination of environmental variables and explains the variability in the number of bird species among woodlots. A “dredge” function was used for a generalized linear mixed-effects model (GLMM) to select the combination of explanatory variables. The variable “woodlots ID” appeared as a random effect factor in the model

	regresní koeficienty/ regression coefficients	S.E.	korekce S.E./ S.E correction	z-statistika/ z-statistic	p-hodnota/ p-value
(Intercept)	0,001364	0,103223	0,105321	0,013	0,989670
Délka/Length (m)	0,467901	0,125091	0,127631	3,666	0,000246
Šířka/Width (m)	-0,557959	0,140538	0,143000	3,902	<0,0001

společnosti je třeba tuto metodu kombinovat s klasickými metodami ptačího monitoringu, založenými na poslechu ptačího zpěvu a vizuálním pozorování (ZHANG et al. 2018; WIX, REICH 2019). Je vhodné také zmínit, že sčítáním ptáků pomocí liniového transektu je možné mimo druhové složení zjistit také početnost (abundanci) (BURNHAM et al. 1981). Dodržením metodických postupů eliminujeme riziko sčítání stejných jedinců vícekrát. Při použití fotopastí toto riziko eliminovat nelze, jelikož z podstaty metody není možné vyloučit vyfotografování téhož jedince vícekrát. Pouhé výsledky získané z fotopastí je možné považovat za údaje relativní. Mezi oběma metodami je navíc rozdíl v časovém hledisku. Fotopasti zaznamenávají druhy v delším období (v podstatě nepřetržitě) a také v jiných časových intervalech (např. noční druhy ptáků).

Řada studií uvádí, že kvalita a prostorové charakteristiky habitatu tvoří významné faktory pro dlouhodobé přežívání populací různých druhů ptáků (MULWA et al. 2012; HÄKKILÄ et al. 2018). Z toho důvodu je důležité správně stanovit (tzn. použít vhodnou metodu monitoringu), které charakteristiky remízků souvisí s počtem druhů vyskytujících se v těchto habitatech. Z výsledků získaných z obou monitorovacích metod měly nejsilnější vliv na diverzitu ptáků v remízcích jejich lokální charakteristiky jako je výška a šířka. Vyšší a širší remízky hostily větší rozmanitost lesních generalistů a specialistů zjištěných převážně pomocí metody liniového transektu (např. datel černý *Dryocopus martius*) nebo šoupálek dlouhoprstý (*Certhia familiaris*) (obr. 3). K podobnému výsledku ve svých výzkumech dospěli BLAKE, KARR (1987) nebo CHEN et al. (2006). V užších typech remízků s nízkou výškou stromů a bohatým keřovým patrem se objevovaly druhy hnízdící v keřovém porostu anebo žijící skrytě, jako například tuhýk obecný (*Lanius collurio*), pěnice slavíková (*Sylvia borin*) nebo mlynařík dlouhoocasý (*Aegithalos caudatus*), ale i druhy specializované na otevřenou krajinu jako je například strnad obecný (*Emberiza citrinella*). Tyto druhy jsme zaznamenávali hlavně prostřednictvím fotopastí, méně pomocí metody liniového transektu (obr. 3). K podobnému výsledku dospěli ve studii FONTÚRBEL et al. (2020), kdy zjistili, že pro záznam ptáků podrostové vegetace je vhodným způsobem monitoringu metoda fotopastí.

V porostech užších a delších a nižšího vzrůstu se také objevovali v nejvyšší míře rušitelé a predátoři ptáků zaznamenaní pomocí metody fotopastí (obr. 2 a 3), analýzy ale nepotvrdily průkaznou souvislost mezi frekvencí výskytu a druhovou početností ptáků na lokalitě. Důvod, proč tyto typy remízků vykazovaly souvislost s predátory ptáků, může obecně souviset s vysokou aktivitou predátorů v těchto habitatech ať už kvůli shánění potravy, nebo migraci (ŠÁLEK et al. 2009). Predátoři mohou využít tyto typy stanovišť jako migrační koridory bez ohledu na jejich prostorové charakteristiky jako je šířka nebo délka, pro efektivní pohyb ve fragmentované krajině. Karnivorní predátoři využívají lineární vegetační struktury také z důvodu výskytu potencionální kořisti, například ptáků (ŠÁLEK et al. 2009). Někteří predátoři, například ti co se pohybují v podrostu a za kořisti nešplhají, jako je jezevec lesní (*Melospiza meles*), si mohou také vybírat nižší porosty dřevin z důvodu výskytu kořisti, podobně jako ti predátoři, pro které není příliš profitabilní hledat potravu ve větší výšce, např. z důvodu nižšího výskytu ptáků, kteří hnízdí spíše v podrostu (MATYSIOKOVÁ, REMEŠ 2024).

ZÁVĚR

Objektivní posouzení vlivu remízku na ptačí společenstva závisí na vhodně zvolené metodě monitoringu. Z našich výsledků vyplývá, že metoda fotopastí má své limity a na rozdíl od tradičních metod založených na poslechu a vizuálním pozorování (v našem případě lineární transekt) nadhodnocuje výskyt některých skupin ptáků, zejména těch využívajících lesní podrost. Na druhou stranu, tato metoda může být vhodnou doplňkovou formou monitoringu ptáků v úzkých krajinných prvcích s hustou podrostovou vegetací.

Poděkování:

Tato studie vznikla za podpory projektu interní grantové agentury Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně (AF-IGA-2022-IP-034).

LITERATURA

- ARCDATA PRAHA. 2016. ArcČR® 500: Digitální vektorová geografická databáze České republiky [online]. ArcČR® 500 verze 3.3 [cit. 2022-12-27]. Dostupné na/Available on: <https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-4-0>
- BANKS P.B., BRYANT J.V. 2007. Four-legged friend or foe? Dog walking displaces native birds from natural areas. *Biology Letters*, 3(6): 611–613. DOI:10.1098/rsbl.2007.0374
- BARTOŇ K. 2022. MuMIn: Multi-Model Inference [online] [cit. 2022-06-18]. Dostupné na/Available on: <https://CRAN.R-project.org/package=MuMIn>
- BATES D., MÄCHLER M., BOLKER B.M., WALKER S.C. 2015. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67 (1): DOI:10.18637/jss.v067.i01
- BLAKE J.G., KARR J.R. 1987. Breeding birds of isolated woodlots: area and habitat relationships. *Ecology*, 68 (6): 1724–1734. DOI:10.2307/1939864
- BURNHAM K.P., ANDERSON D.R., JEFFREY L.L. 1981. Line transect estimation of bird population density using a Fourier series. *Studies in Avian Biology*, 1981 (6): 466–482.
- CROZIER G.E., NIEMI G.J. 2003. Using patch and landscape variables to model bird abundance in a naturally heterogeneous landscape. *Canadian Journal of Zoology*, 81(3): 441–452. DOI:10.1139/z03-022
- ČÚZK. 2023. Prohlížecí služba WMS – Ortofoto [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální [cit. 2023-06-18] Dostupné na/Available on: https://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx
- DAUPHINE N., COOPER R. 2009. Impacts of free-ranging domestic cats (*Felis catus*) on birds in the United States: A review of recent research with conservation and management recommendations. In: Rich, T.D. et al. (eds.): *Tundra to tropics. Connecting birds, habitats and people. Proceedings of the Fourth International Partners in Flight Conference*. McAllen Convention Center, February 13–16, 2008. [S.l.], Partners in Flight: 205–219.
- DINATA Y., NUGROHO A., ACHMAD HAIDIR I., LINKIE M. 2008. Camera trapping rare and threatened avifauna in west-central Sumatra. *Bird Conservation International*, 18(1): 30–37. DOI:10.1017/S0959270908000051
- DOLMAN P.M., HINSLEY S.A., BELLAMY P.E., WATTS K. 2007. Woodland birds in patchy landscapes: the evidence base for strategic networks: Woodland birds in patchy landscapes. *Ibis*, 149: 146–160. DOI:10.1111/j.1474-919X.2007.00748.x
- DONALD P.F., GREEN R.E., HEATH M.F. 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 268 (1462): 25–29. DOI:10.1098/rspb.2000.1325
- DUFLOT R., GEORGES R., ERNOULT A., S. AVIRON S., BUREL F. 2014. Landscape heterogeneity as an ecological filter of species traits. *Acta Oecologica*, 56: 19–26. DOI:10.1016/j.actao.2014.01.004

- DUNN E. 1977. Predation by weasels (*Mustela nivalis*) on breeding tits (*Parus* Spp.) in relation to the density of tits and rodents. *Journal of Animal Ecology*, 46(2): 633–652. DOI: 10.2307/3835
- DVOŘÁKOVÁ L., KUCZYŃSKI L., RIVAS-SALVADOR J., REIF J. 2022. Habitat characteristics supporting bird species richness in mid-field woodlots. *Frontiers in Environmental Science*, 10: 816255. DOI: 10.3389/fenvs.2022.816255
- DVOŘÁKOVÁ D., ŠIPOŠ J., SUCHOMEL J. 2023a. Impact of agricultural landscape structure on the patterns of bird species diversity at a regional scale. *Avian Research*, 14: 100147. DOI: 10.1016/j.avrs.2023.100147
- DVOŘÁKOVÁ D., ŠIPOŠ J., SUCHOMEL J. 2023b. Which parameters of woody biocorridors have a positive effect on bird diversity in cultural landscapes? *North-Western Journal of Zoology*, 19 (1): 51–56.
- ESRI. 2021. ArcGIS Pro. Python. 2021. Redlands: CA: Environmental Systems Research Institute [cit. 2023-07-19]. Dostupné na/ Available on: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-pro/overview>
- FAHRIG L., J. BAUDRY J., BROTONS L., BUREL F.G., CRIST T.O., FULLER R.J., SIRAMI C., SIRIWARDENA G.M., MARTIN J.L. 2011. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes: Heterogeneity and biodiversity. *Ecology Letters*. 14(2): 101–112. ISSN 1461023X. DOI:10.1111/j.1461-0248.2010.01559.x
- FONTÚRBEL F. E., RODRÍGUEZ-GÓMEZ G.B., FERNÁNDEZ N., GARCÍA B., ORELLANA J.I., CASTAÑO-VILLA G.J. 2020. Sampling understory birds in different habitat types using point counts and camera traps. *Ecological Indicators*, 119: 106863. DOI:10.1016/j.ecolind.2020.106863
- FÖRSCHLER M. 2002. Predation strategy of the Eurasian Jay (*Garrulus glandarius*) and antipredator response by the Citril Finch (*Serinus citrinella*). *Revista Catalana d'Ornitologia*, 19: 41–43.
- GUILHERME J. L., MIGUEL PEREIRA H. 2013. Adaptation of bird communities to farmland abandonment in a mountain landscape. *PLoS ONE*, 8(9): e73619. DOI:10.1371/journal.pone.0073619
- HÄKKILÄ M., ABREGO N., OVASKAINEN O., MÖNKKÖNEN M. 2018. Habitat quality is more important than matrix quality for bird communities in protected areas. *Ecology and Evolution*, 8 (8): 4019–4030. DOI: 10.1002/ece3.3923
- HOUNSOME T., DELAHAY R. 2005. Birds in the diet of the Eurasian badger *Meles meles*: a review and meta-analysis. *Mammal Review*, 35 (2): 199–209. DOI: 10.1111/j.1365-2907.2004.00061.x
- CHEN S., DING P., ZHENG G., WANG Y. 2006. Bird community patterns in response to the island features of urban woodlots in eastern China. *Frontiers of Biology in China*, 1 (4): 448–454. DOI: 10.1007/s11515-006-0061-4
- KIESECKER J.M., BLAUSTEIN A.R., BELDEN L.K. 2001. Complex causes of amphibian population declines. *Nature*, 410 (6829): 681–684. DOI: 10.1038/35070552
- KUJAWA K., ŁĘCKI R. 2008. Does red fox *Vulpes vulpes* affect bird species richness and abundance in an agricultural landscape? *Acta Ornithologica*, 43 (2): 167–178. DOI: 10.3161/000164508X395289
- LIANG D., LIU Y., GAO G., LUO X. 2020. Breeding biology of a high altitudinal *Aethopyga* sunbird in southwestern China. *Journal of Natural History*, 54 (37–38): 2381–2390. DOI: 10.1080/00222933.2020.1845408
- LÖW J. 1995. Rukověť projektanta místního územního systému ekologické stability: metodika pro zpracování dokumentace. Brno, Doplněk: 122 s. ISBN 978-80-85765-55-7.
- MADHAV N.V., J. R. VICTOR J.R. 2011. Wryneck *Jynx torquilla* feeding on bird in Sundarbans, West Bengal, India. *Indian Birds*, 7 (2): 48
- MATYSIOKOVÁ B., REMEŠ V. 2024. Nest predation decreases with increasing nest height in forest songbirds: a comparative study. *Journal of Ornithology*, 165: 257–261. DOI: 10.1007/s10336-023-02108-1
- MORI E., LAZZERI L., FERRETI F., GORDIGIANI L., RUBOLINI D. 2021. The wild boar *Sus scrofa* as a threat to ground-nesting bird species: an artificial nest experiment. *Journal of Zoology*, 314 (4): 311–320. DOI: 10.1111/jzo.12887
- MULWA R.K., BÖHNING-GAESE K., SCHLEUNING M. 2012. High bird species diversity in structurally heterogeneous farmland in Western Kenya. *Biotropica*, 44 (6): 801–809. ISSN 00063606. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2012.00877.x
- O'BRIEN T.G., KINNAIRD M.F. 2008. A picture is worth a thousand words: the application of camera trapping to the study of birds. *Bird Conservation International*, 18 (S1): S144–S162. DOI: 10.1017/S0959270908000348
- O'CONNELL A.F., NICHOLS J.D., KARANTH K.U. (eds.) 2011. Camera traps in animal ecology. Methods and analyses. Tokyo, Springer: 271 s. DOI: 10.1007/978-4-431-99495-4
- PEROVIĆ D., GÁMEZ-VIRUÉS S., BÖRSCHIG C., KLEIN A.M., KRAUSS J., STECKEL J., RUTHENWÖHRER C., ERASMI S., TSCHARNTKE T., WESTPHAL C. 2015. Configurational landscape heterogeneity shapes functional community composition of grassland butterflies. *Journal of Applied Ecology*, 52 (2): 505–513. DOI: 10.1111/1365-2664.12394
- PRICE M. 2008. The impact of human disturbance on birds: a selective review. In: Lunney D. et al. (eds): Too close for comfort: Contentious issues in human-wildlife encounters. B.m., Royal Zoological Society of New South Wales: 163–196. DOI: 10.7882/FS.2008.023
- PUFFER S.R., L. A. TENNANT L.A., LOVICH J.E., AGHA M., SMITH A.L., DELANEY D.K., ARUNDEL T.R., FLECKENSTEIN L.J., BRIGGS J., WALDE A.D., ENNEN J.R. 2021. Birds not in flight: using camera traps to observe ground use of birds at a wind-energy facility. *Wildlife Research*, 49 (3): 283–294. DOI: 10.1071/WR21071
- REBOLLO S., GARCÍA-SALGADO G., PÉREZ-CAMACHO L., MARTÍNEZ-HESTERKAMP S., NAVARRO A., FERNÁNDEZ-PEREIRA J.M. 2017. Prey preferences and recent changes in diet of a breeding population of the Northern Goshawk *Accipiter gentilis* in Southwestern Europe. *Bird Study*, 64 (4): 464–475. DOI: 10.1080/00063657.2017.1395807
- REIF J., HANZELKA J. 2016. Grassland winners and arable land losers: The effects of post-totalitarian land use changes on long-term population trends of farmland birds. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 232: 208–217. DOI: 10.1016/j.agee.2016.08.007
- REMEŠ V. 2004. Birds and rodents destroy different nests: a study of Blackcap *Sylvia atricapilla* using the removal of nest concealment: Birds, rodents and nest predation. *Ibis*, 147(1): 213–216. DOI: 10.1111/j.1474-919X.2004.00339.x
- RICKETTS T.H. 2001. The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. *The American Naturalist*, 158 (1): 87–99. DOI: 10.1086/320863

- SASVÁRI L., HEGYI Z. 1998. Bird predation by tawny owls (*Strix aluco* L.) and its effect on the reproductive performance of tits. *Acta Oecologica*, 19 (6): 483–490. DOI: 10.1016/S1146-609X(99)80002-2
- SELĀS V. 2001. Predation on reptiles and birds by the common buzzard, *Buteo buteo*, in relation to changes in its main prey, voles. *Canadian Journal of Zoology*, 79 (11): 2086–2093. DOI: 10.1139/cjz-79-11-2086
- SHUTTLEWORTH C.M. 2001. Interactions between the red squirrel (*Sciurus vulgaris*), great tit (*Parus major*) and jackdaw (*Corvus monedula*) whilst using nest boxes. *Journal of Zoology*, 255 (2): 269–272. DOI: 10.1017/S0952836901001339
- SONERUD G.A. 2022. Predation of boreal owl nests by pine martens in the boreal forest does not vary as predicted by the alternative prey hypothesis. *Oecologia*, 198 (4): 995–1009. DOI: 10.1007/s00442-022-05149-0
- SPARKS T.H., PARISH T., S.A. HINSLEY S.A. 1996. Breeding birds in field boundaries in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 60 (1): 1–8. DOI: 10.1016/S0167-8809(96)01067-5
- SUTHERLAND W.J., NEWTON I., GREEN R.E. 2004. *Bird Ecology and Conservation. A handbook of techniques*. Oxford, Oxford University Press: 386 s. ISBN 978-0-19-852086-3
- ŠÁLEK M., KREISINGER J., SEDLÁČEK F., ALBRECHT T. 2009. Corridor vs. hayfield matrix use by mammalian predators in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 134 (1–2): 8–13. DOI: 10.1016/j.agee.2009.06.018
- ŠÁLEK M., KREISINGER J., SEDLÁČEK F., ALBRECHT T. 2010. Do prey densities determine preferences of mammalian predators for habitat edges in an agricultural landscape? *Landscape and Urban Planning*, 98 (2): 86–91. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2010.07.013
- ŠÁLEK M., KALINOVÁ K., DAŇKOVÁ R., GRILL S., ŽMIHORSKI M. 2021. Reduced diversity of farmland birds in homogenized agricultural landscape: A cross-border comparison over the former Iron Curtain. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 321: 107628. DOI: 10.1016/j.agee.2021.107628
- ŠĀSTNÝ K., HUDEC K. (ed.) 2011. *Ptáci – Aves. Díl III/2*. Praha, Academia: 649–1189. Fauna ČR, sv. 30/2. ISBN 978-80-200-1834-2
- TER BRAAK C., ŠMILAUER P. 2012. *Canoco reference manual and user's guide: software of ordination (version 5.0)*. Microcomputer Power (Ithaca, NY, USA).
- TSCHARTKE T., TYLIANAKIS J.M., R T.A., DIDHAM R.K., FAHRIG L., BATÁRY P., BENGTSOON J., CLOUGH Y., CRIST T.O., DORMANN C.F., EWERS R.M., FRÜND J., R. D. HOLT R.D., HOLZSCHUH A., KLEIN A.M., KLEIJN D., KREMEN C., LANDIS D.A., LAURANCE W., LINDENMAYER D., SCHERBER C., SODHI N., STEFFAN-DEWENTER I., THIES C., VAN DER PUTTEN W.H., C. WESTPHAL C. 2012. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes – eight hypotheses. *Biological Reviews*, 87 (3): 661–685. DOI: 10.1111/j.1469-185X.2011.00216.x
- WALANKIEWICZ W. 2002. Breeding losses in the collared flycatcher *Ficedula albicollis* caused by nest predators in the Białowieża National Park (Poland). *Acta Ornithologica*, 37 (1): 21–26. DOI:10.3161/068.037.0104
- WEIDINGER K. 2009. Nest predators of woodland open-nesting songbirds in central Europe: Identification of nest predators. *Ibis*, 151 (2): 352–360. DOI: 10.1111/j.1474-919X.2009.00907.x
- WIX N., REICH M. 2019. Time-triggered camera traps versus line transects – advantages and limitations of multi-method studies for bird surveys. *Bird Study*, 66 (2): 207–223. DOI: 10.1080/00063657.2019.1654975
- ZHANG Q., GONG Y., SONG X., WANG X., YANG C., SHU Z., ZOU F. 2018. Comparing the effectiveness of camera trapping to traditional methods for biodiversity surveys of forest birds. *Biodiversity Science*, 26 (3): 229–237. DOI: 10.17520/biods.2017275
- ZWERTS J.A., STEPHENSON P.J., MAISELS E., ROWCLIFFE M., ASTARASS C., JANSEN P.A., VAN DER WAARDE J., STERCK L.E.H.M., VERWEIJ P.A., BRUCE T., BRITTAIN S., VAN KUIJK M. 2021. Methods for wildlife monitoring in tropical forests: Comparing human observations, camera traps, and passive acoustic sensors. *Conservation Science and Practice*, 3 (12): e568. DOI: 10.1111/csp2.568

COULD CAMERA TRAPS BE A SUITABLE TOOL FOR STUDYING AVIFAUNA IN WOODLOTS AS SPECIFIC STANDS OF WOODY VEGETATION IN CULTURAL LANDSCAPE?

SUMMARY

Classic ornithological monitoring methods are commonly used to obtain information on the avifauna of woody vegetation in the cultural landscape. Traditional methods of monitoring bird species at different spatial scales include, for example, mapping of nesting areas or point and line transects (SUTHERLAND et al. 2004). However, in addition to these traditional methods, other approaches that are offered in the study of other groups of vertebrates, such as monitoring using camera traps, can also be used. Bird monitoring using camera traps is one of the marginal methods of studying bird communities (WIX, REICH 2019; DVOŘÁKOVÁ et al. 2023b). Camera traps are widely used especially for research and monitoring of mammals, where the subsequent analysis of the obtained data is already quite sophisticated and verified by a number of studies (O'CONNELL et al. 2011). However, there are studies that point to the great potential of using camera traps in bird research and monitoring. These include, for example, the study and monitoring of rare species, studies of nest predation, or possibly research regarding the behavioral manifestations of individual species (O'BRIEN, KINNAIRD 2008; DINATA et al. 2008).

When using camera traps in ornithological research, the question always arises as to how different results this method provides when compared to classic ornithological monitoring, whether it is a suitable addition to traditional methods, or whether it is possible to use this method for selected ornithological studies independently. Therefore, in our study we used the possibility of comparing both methods within the framework of research on the avifauna of isolated stands of woody vegetation (woodlots). Our work has the following objectives: (i) to find out how the type of monitoring method (i.e. camera traps, transect) influences the structure of sampled bird species and (ii) what types of bird predators and disturbers occur in the woodlots, and (iii) to determine the spatial characteristics of the woodlots that have the greatest impact on bird communities.

To compare the methods of bird monitoring using line transect and camera traps, 11 experimental areas (woodlots) were selected (Table 1). The studied areas are located on the border of South Moravia and Vysočina (Czech Republic) in the wooded and horizontally divided landscape. Birds were recorded visually and acoustically by passing habitats in a line four times a year in the breeding season and in autumn during migration. Furthermore, in order to detect the presence of birds and bird predators, a camera trap was installed in each woodlot (model: Bunaty WIDE FULL HD with an angle of 80°). Bird monitoring with camera traps took place from March 2022 to December 2022. Additionally, the basic spatial characteristics of each woodlot were recorded: circumference (m), area (m²), width (m) and length (m) were measured in ArcGIS Pro software (ESRI 2021) by drawing polygons. The height (m) of individual groves was measured using a laser meter based on selected ten individuals of the tree storey in a line so that the height was measured from one edge of the woodlot to the other. Data analysis was performed in the R and Canoco 5 statistical program using a generalized linear mixed-effects model (GLMM) with Poisson error distribution and partial canonical correspondence analysis (pCCA).

A total of 45 species of birds from seven orders and 22 families were recorded in the observed woodlots (Table 2 and 3). Based on the results of the ordination analysis, we can say that both monitoring methods differ in the recorded species composition (Fig. 3). Some species were recorded using the line monitoring method only, for example, the garden warbler (*Sylvia borin*), some using camera traps, for example, the spotted nutcracker (*Nucifraga caryocatactes*) or the tawny owl (*Strix aluco*), and other bird species were recorded using both methods, for example, the blackbird (*Turdus merula*) and the red-backed shrike (*Lanius collurio*) (Table 2 and 3). Regarding the identified potential birds disturbers (Table 4), the fewest species of birds disturbers were recorded in the woodlot no. 4 and 7 (Fig. 1). The lowest frequency of their occurrence was also recorded in these woodlots (Fig. 2). On the contrary, the majority of bird disturbers were recorded in the woodlot no. 2 and 3. The highest occurrence frequency of bird disturbers was in woodlot 11. The analyzes, however, did not confirm a significant relationship between the frequency of predator occurrence and the species richness or abundance.

Based on the results of the permutation test of the relationship between individual characteristics of the woodlot and the abundance distribution of individual species we found that the structure of the bird community was most influenced by the width of the woodlot (pCCA: pseudo-F = 1.8, $p = 0.017$). The ordination diagram shows that the number and composition of bird species sampled based on the line transect were better correlated with the species composition detected in a wider area-sized woodlot with tall tree cover than with the number and composition of the bird species detected from camera traps (Fig. 3). The bird species detected in the camera traps were correlated with woodlots that were spatially longer and narrower with dense understory vegetation. Furthermore, based on the GLMM model using the studied area (woodlot number) as a random effect, it was found that the number of bird species in the woodlot was the most closely related to its width ($p < 0.0001$) and length ($p < 0.001$) (Tab. 5).

An objective assessment of the relationship between the parameters of the woodlot and the bird communities depends on an appropriately chosen monitoring method. Our results show that the camera trap method has its limits and unlike traditional methods based on acoustic and visual monitoring it overestimates the occurrence of some groups of birds, especially those using the understory forest floor. On the other hand, this method can be a suitable supplementary form of bird monitoring in narrow landscape elements with dense undergrowth vegetation. This is proven by our results when the species composition in these types of woodlots most closely corresponded to the species composition obtained using camera traps.

Zasláno/Received: 7. 12. 2023

Přijato do tisku/Accepted: 19. 01. 2024