



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra biologických disciplín

Bakalářská práce

Biotopové preference sluky lesní \kur {(Scolopax rusticola)} s ohledem
na změny lesních porostů: možnosti využití akustického monitoringu

Autorka práce: Alexandra-Valerie Patrovská

Vedoucí práce: Martin Musil, Ing. Ph.D.

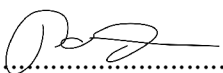
České Budějovice

2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne 12. 04. 2023



.....

Podpis

Abstrakt

Sluka lesní (*Scolopax rusticola*) je jedním z mnoha druhů čelících úbytku kvůli degradaci životního prostředí. Prozatím není k dispozici dostatek údajů o jejich biotopových preferencích a zjišťování stavu populace tradičními metodami se prokázalo jako nedostatečné. Tato práce je zaměřena na: 1) sběr informací z předchozích výzkumů o biotopových preferencích a o bioakustickém monitoringu a 2) zhodnocení využitelnosti bioakustického monitoringu na základě poskytnutých bioakustických záznamů na různých lokalitách v ČR v letech 2018-2021 od AOPK spolu s nastíněním biotopových preferencí sluky.

Sluka lesní je akusticky nejaktivnější v období toku a rozmnožování a dle většiny výzkumů včetně tohoto preferuje lesy s menší tolerancí bučin. Záznamy ze čtyř let byly rozděleny do dekád a pentád, nejvíce záznamů se slukou bylo od dubna do června. Pro nastínění biotopových preferencí byla data AOPK protnuta s vrstvou ekosystémů taktéž z AOPK v programu QGIS, z čehož byla potvrzena preference lesních ekosystémů, kde se i nejvíce pořizovaly záznamy. Ke zjištění preference konkrétního lesního ekosystému bylo zvoleno porovnání poměrového zastoupení jednotlivých lesních ekosystémů na lokalitách se slukou a na lokalitách bez ní. Největší část tvořily u obou případů jehličnaté hospodářské lesy a to přes 50 %, na lokalitách se slukou byly méně zastoupeny bučiny, které tvořily po zaokrouhlení 16 % a na lokalitách bez sluky 20 %. Jiná jasná preference konkrétních lesních ekosystémů nevyšla a ostatní výzkumy se v preferencích příliš neshodují, až na onu nižší preferenci bučin.

Klíčová slova: sluka lesní, biotopové preference, bioakustika, lesní ekosystémy

Abstract

The Eurasian woodcock (*Scolopax rusticola*) is one of many species facing decline due to environmental degradation. For the time being, there is insufficient data on its habitat preferences and surveys of its population status using traditional methods have proved inadequate. This paper is aimed at 1) collecting information from previous research on habitat preferences and bioacoustic monitoring and 2) assessing the utility

of bioacoustic monitoring based on bioacoustic records provided by AOPK at various sites in the Czech Republic during 2018-2021, along with outlining the habitat preferences of the woodcock

The Eurasian woodcock is acoustically most active during the roding season. According to most research include this one woodcock prefers forests, with less tolerance for beech forests. Records from four years were divided into decades (period of 10 days) and pentads (period of 5 days). Woodcock was recorded at most from April to June. To outline habitat preferences, the AOPK data was intersected with the ecosystem layer also from the AOPK in the QGIS program, from which the preference for forest ecosystems was confirmed, where the most records were taken. In order to determine the preference of a specific forest ecosystem, a comparison of the relative representation of individual forest ecosystems in localities with woodcock and in localities without it was chosen. In both cases, the largest part was made up of coniferous commercial forests – over 50%. In the localities with woodcock, beech forests were less represented, which after rounding made up 16 % and 20% on localities without woodcock. Another clear preference for specific forest ecosystems did not emerge, and other research do not agree much in preferences, except for the lower preference for beech forests.

Keywords: Eurasian woodcock, habitat preferences, acoustic monitoring, forest ecosystem

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala doktoru Janu Havlíčkovi, Ph.D. za trpělivé a vstřícné vedení mé práce, jeho čas a ochotu. Dále bych tímto chtěla vyjádřit velké poděkování mé rodině, bez jejíž podpory bych neměla šanci tuto práci dokončit. Nakonec patří můj velký dík doktoru Martinu Musilovi, který převzal mou práci pár měsíců před odevzdáním a pomohl mi ji svou podporou a klidem dotáhnout do konce.

Obsah

Úvod.....	8
1. Biotopové preference sluky lesní (<i>Scolopax rusticola</i>)	11
2. Metody zjišťování početnosti a biotopových preferencí.....	14
2.1. Odchyt a značení jedinců.....	14
Odchyt.....	14
2.2. Bodové sčítání	15
2.3. Radiotracking	15
2.4. GPS.....	16
2.5. Fluorescenční prášek	16
2.6. Bioakustický monitoring	16
Metodika	20
1.1 LESY	23
Výsledky	24
1.2 Zastoupení ekosystémů	27
1.2.1 Lesní ekosystémy	28
Diskuse.....	31
Závěr	33
Seznam použité literatury.....	34
Seznam tabulek	38
Seznam grafů.....	39
Seznam použitých zkratk.....	40

Přílohy.....	41
--------------	----

Úvod

Je známo, že celosvětově biodiverzita klesá a jedním z podstatných faktorů je ztráta habitatu, ať už vlivem klimatu nebo člověka. Ačkoli probíhá diskuse, v jakém měřítku a s jakými dopady se ztráta projevuje, pro ochranu dotčených druhů je především třeba znalost jejich biologie a biotopových preferencí (Pimm *et al.*, 2014, Chase *et al.*, 2020).

Příkladem zástupce lesních druhů ptáků, u něž byl zaznamenán pokles početnosti i rozšíření napříč evropským areálem z důvodu změn prostředí, je sluka lesní *Scolopax rusticola* (Heward *et al.*, 2015, Keller *et al.* 2021).

Sluka lesní patří k nenápadně zbarveným lesním ptákům aktivních spíše v noci, kdy probíhá krmení, rozmnožování i migrace. Jsou druhem polygammím se specifickým způsobem námluv, hnízdí jednou za rok ve vystlaném důlku na zemi v lesním porostu (Bouchner, 1975, Svensson, 2016). První pokusy hnízdění probíhají v březnu, v chladnějších oblastech v dubnu. V příznivých letech po první snůšce úspěšně odchovaných mláďat se samice pokoušejí o odchov dalších. (Hoodless a Coulson, 1998)

Z předchozích poznatků můžeme vyvodit, že populaci sluky lesní lze nejsnadněji sledovat skrze samce v období toku (Hirons, 1980). Za soumraku lze pozorovat tokající samce při jejich námlouvacím rituálu, jednoduše nazývaného „roding“, při němž na sebe upozorňují letem nízko nad zemí za specifických hlasových projevů (Hoodless *et al.*, 2008). Tok probíhá už od konce března až do poloviny července v nočních hodinách od 19:00 do 06:00, ovšem nejaktivnější jsou samci v dubnu, květnu a červnu kolem 21:00 a potom kolem 04:00 (Kodet a Kodetová, 2021, Braňa *et al.*, 2013). Podle všeho se samci drží své trasy ovlivněnou prostředím a opakují ji beze změn. U nových jedinců, kteří oblast neznají, bylo vyzorováno přesné napodobování trasy jedinců zkušenějších a mláďata přesně kopírují trasu svého otce (Tester a Watson, 1973).

Jak bylo zmíněno, sluka lesní patří k migrujícím druhům, což představuje problém ochrany, neboť je třeba chránit jak hnízdiště v jedné oblasti, tak zimoviště v další oblasti a samozřejmě dlouhé migrační cesty mezi nimi. Například jedinci odchyceni

a označení satelitními vysílači ve Španělsku při jarní migraci táhli na východ do chladných oblastí a hnízdili od Baltského moře až po střední Sibiř, tak se mimo jiné zjistil fakt, že většina jedinců narozených v oblasti Baltu odlétá prezimovat do Španělska (Arizaga *et al.*, 2015). Analýza izotopů vodíku v peří mláďat sluk opět ve Španělsku částečně potvrdila, že velká část pochází z okolí Baltu (30 %), překvapivější ovšem bylo 60 % ze střední Evropy. Pouze zanedbatelné procento jedinců pocházelo z Francie či Španělska, což evokuje k předpokladu, že jedinci z těchto zemí migrují dále na jih (Hobson *et al.*, 2013).

Úbytek

Pokles populace sluky lesní se týká spíše západní části Evropy, v severských zemích (Finsko, Švédsko, Rusko) a v Pobaltí je populace v posledních deseti letech stabilní. Naopak v západních zemích (Spojené království, Francie) je dlouhodobě pozorován pokles populace, a to už od 80. let 20. stol. (například v Británii mezi roky 2003 a 2013 klesla o 29 % (Heward *et al.*, 2015)). Nicméně je třeba vzít v potaz nedostatek údajů, jelikož dle reportingu EU můžeme zejména potvrdit fakt, že populační trend sluky lesní je velice obtížné sledovat, např. v ČR není dostatek údajů a nelze vyvodit, zda populace klesá, či stoupá, a podobně jsou na tom další evropské země. (Article 12, 2020, Keller *et al.*, 2021)

U druhů, jako je právě sluka lesní, o jejichž preferencích nevíme zatím dost, jsou příčiny úbytku dosud neznámé (Heward *et al.*, 2018), nicméně jedním z faktorů ovlivňujících pokles populace je pravděpodobně změna prostředí, zejména rozložení velkých souvislých lesních ploch (Heward *et al.*, 2015) a úbytek původních druhů rostlin (Machado *et al.*, 2008). Dalším faktorem je lov. Sluky jsou tradičně loveny během toku a hnízdění. Na Azorských ostrovech během lovecké sezóny v únoru 2001 bylo 95 % jedinců zastřeleno při rodingu (Tavecchia *et al.*, 2002). V některých oblastech omezení lovu prokazatelně zvýšilo úspěšnost populace dané lokality (Aradis *et al.*, 2008), ovšem ne vždy pomůže omezení či zákaz lovu, pokud degraduje přirozené prostředí, mizí původní druhy rostlin apod. (Machado *et al.*, 2008).

Sluka lesní je kvůli svému skrytému způsobu života a nenápadnému vzhledu jen málo prostudovaným druhem, který vzhledem ke svému stylu života potřebuje speciální metodiku a nelze ho tedy podchytit metodami pro běžné druhy.

Cílem této práce je z rešeršního zpracování co nejvíce výzkumů vyvodit biotopové preference sluky lesní *Scolopax rusticola* a zhodnotit využitelnost bioakustického monitoringu za účelem sběru informací o abundanci a biotopových preferencích tohoto druhu v porovnání s jinými metodami.

1. Biotopové preference sluky lesní (*Scolopax rusticola*)

Sluka lesní obývá vlhké lesy a v zimních měsících i sušší křovinatá místa Evropy, Sibiře, Amurské oblasti i Japonských ostrovů (Bouchner, 1975, Svensson, 2016).

V období rozmnožování sluka lesní preferuje přirozenou vegetaci s původními rostlinnými druhy a nejlépe zcela nenarušenou krajinu (Machado *et al.*, 2008). Jeden z největších problémů je úbytek ptačích druhů spojených se zemědělskou krajinou v souvislosti se změnou zemědělských technik (Abischer *et al.*, 2000). Intenzivní zemědělství a změny v krajině ohrožují sluku lesní i kvůli ubývajícím loukám a chudnoucí biomasou. Ovšem mnoho opatření pro šetrnější zacházení s přírodou, jako bezorebné obdělávání půdy, přímé setí a travnaté meze, by mohlo sluce lesní naopak prospívat (Duries *et al.*, 2005).

Ve Spojeném království byly zjištěny regionální rozdíly výskytu sluky lesní. Oproti jižní Anglii a Walesu byla početnost ve Skotsku a severní i východní Anglii dvojnásobná. Největší obsazení lesů slukou lesní bylo zaznamenáno v severním Skotsku – 69 % a nejmenší v South Midlands – 11 %. Je možné, že v severních a západních částech Spojeného království budou počty kolísat v závislosti na cyklu obnovy lesů (Hoodles *et al.*, 2009). Ve Francii se sluky lesní hojně vyskytují ve smíšených lesích Compiègne a Rambouillet (Ferrand, 1989.)

Je třeba poukázat na poměrně překvapivou preferenci vegetace typickou pro kyselé půdy, místo vegetace půdy neutrální, kde se hojně vyskytují tolik důležité a vyhledávané žížaly. Podle všeho podrost hojný v kyselých půdách je vhodnější pro hnízdění (Hoodles *et al.*, 2009). Ovšem oblasti zásaditých půd jsou preferována jako krmná stanoviště. Byla vyzkoušena krmná místa v mladých porostech zelené byliny bažanky *Mercurialis perennis* s vysokou pokryvností půdy o vysokých hodnotách pH, kde byla hustota žížal o 82 % vyšší, než na jiných náhodně vybraných místech (Hirons a Johnson, 1987). Hustota žížal souvisí s typem humusu, ideální je pro ně humus typu mull a půdy s ním. Půdy s tímto humusem jsou preferovány slukami lesními více než ostatní typy humusu, kde se žížal tolik nevyskytuje (Duries *et al.*, 2005). Hnízda byla spíše na plochách s řídkou přizemní vegetací a s ostružiním. Mláďata byla ovšem v oblastech s hustou vegetací, pravděpodobně pro ochranu před predátory

a dostupnost potravy. Dostupnost potravy a struktura vegetace přímo ovlivňuje výběr stanovišť pro rozmnožování, hnízdění a krmení (Hirons a Johnson, 1987).

Výrazně zvýšený výskyt sluky lesní byl zjištěn dále od městských oblastí a ve smíšených lesích s větším výskytem břízů než buků, což nejspíš souvisí s preferencemi určitého věku a struktury lesa pro hnízdění. Sluky byly také zaznamenány častěji v oblastech s borovicemi a modřínou než jedlemi a smrky (Hoodles *et al.*, 2009, Heward *et al.*, 2018).

Mnoho výzkumů se zaměřovalo zejména na nížinné lesy bohaté na buky a borovice, ale je známo, že se sluka vyskytuje i hnízdí v nezanedbatelných počtech v severním Skotsku a horských oblastech severní Anglie. Horské klima vyhovuje břízám a podle všeho jsou slukami vyhledávány ponejvíce mladé břízy (Hoodles a Hirons, 2007). Bukovým lesům se, jak bylo usouzeno na základě nízké frekvence tokajících samců, sluky lesní spíše vyhýbají (Hoodles *et al.*, 2009). Na Azorských ostrovech se nejhojněji vyskytují v oblastech s původními endemickými druhy jako jsou např. vavříin *Laurus sp.* a jalovec *Juniperus sp.* (Machado *et al.*, 2008).

Při porovnání výskytu v nížinných oblastech Whitwell Wood (Derbyshire) a v horských oblastech Millden (Angus) byla na obou místech zjištěna preference rozsáhlých lesů nad 80 ha a důležitost žižal v potravě. Důležitost žižal dokládá fakt, že sluky létají za potravou jak do lesa, tak na pastviny a pole. V březnu a dubnu je hustota žižal větší na pastvinách než v lesích, a právě v těchto měsících se sluky v podvečer vyskytují frekventovaněji na otevřených pastvinách a polích, než potom v květnu a červnu, kdy je hustota žižal vyšší v lesích (Hoodles a Hirons, 2007). Braña *et al.* (2010) z tohoto chování usuzuje, že u sluky lesní probíhá běžný konflikt pudu sebezáchovy a hladu. Sluky vylétají při snížené intenzitě světla, což částečně omezí predátory, ale zároveň jsou na otevřeném prostoru mnohem snazším cílem, ovšem pro větší zisk potravy tento risk podstoupí.

Dalším faktorem výběru vhodného habitatu je nadmořská výška. Jak je již zmíněno výše, Hoodles a Hirons, (2007) vypožorovali vyšší abundanci sluky lesní v horských oblastech ve Skotsku. V centrální oblasti Kantaberského pohoří ve Španělsku bylo zachyceno nejvíce tokajících samců ve výškách nad 800 m n. m. a oblastech s největším počtem tokajících samců byla zároveň naměřena největší

hustota žížal, tudíž nadmořská výška a výskyt žížal jsou prediktorem pro výběr habitatu (Braňa *et al.* 2013).

Mnoho dalších poznatků o preferencích biotopu nám prozrazují studie o migraci, protože úspěch migrace je podmíněn výběrem stanoviště (Crespo *et al.*, 2016). Ve výzkumu výskytu sluky lesní v Maďarsku bylo spočítáním kroužkovaných jedinců zjištěno, že jejich areál výskytu se v zimních měsících značně rozšiřuje oproti měsícům letním, což značí široký a rozsáhlý areál zimování (Shally a Gergely, 2019). Důvodem mohou být teploty; když je příliš chladno, sluky se přesunou jinam a vrátí se, až se trochu oteplí (Guzmán *et al.*, 2017). O letním areálu je příliš málo poznatků, nicméně bylo zaznamenáno, že se sluky v létě vyskytují na daleko menších plochách (Shally a Gergely, 2019). Při migraci hrají důležitou roli zastávky. Bylo zjištěno, že jedinci, jež se zastavili na plochách bohatých na ornou půdu s otevřenými prostupnými lesy, se zdrželi déle než jedinci, jež zastavili na plochách s menším zastoupením orných půd a uzavřenějšími lesy. Neoptimálnější je zřejmě tzv. mozaikovitá krajina, což je kombinace lesů a orných oblastí (Crespo *et al.*, 2016). Ovšem migrující jedinci mají omezený výběr stanovišť pro odpočinek, proto se třeba při podzimní migraci přes Dobrudžu, zejména přes deltu Dunaje, musejí spokojit jen s obhospodařovanými topolovými lesy (Kiss *et al.*, 1995).

2. Metody zjišťování početnosti a biotopových preferencí

2.1. Odchyt a značení jedinců

Jednou ze základních ornitologických metod využívaných za účelem zjišťování údajů (např. směr migrace, biometrika aj.) o populacích ptáků, včetně sluky lesní, je kroužkování (Shally a Gergely, 2019). Při samotném kroužkování je pak podmínkou získání dalších údajů o daném jedinci, jeho zpětný odchyt, či jiný způsob získání kroužku (např. zástřel, nález kadáveru atd.).

Odchyt

Možností odchytu je několik, ale vzhledem k tomu, že tento druh žije velice skrytým životem, máme k dispozici málo údajů (Shally a Gergely, 2019). Odchyt slouží hlavně ke sběru informací o stavu a rozměrech jedinců, spočítání juvenilních a dospělých, případně k připevnění sledovacího zařízení (Moore *et al.*, 2019).

Ornitologická síť (mist net)

Jedná se o nejpoužívanější, relativně jednoduchou a časově nenáročnou metodu odchytu volně žijících ptáků (Karr, 1981)

Odchyt probíhá během toku, tj. v nočních hodinách od dubna do července. Nejčastěji se používají nylonové sítě po 18 a 12 metrech s velikostí oka 30x30 mm, tzv. „bahňákovky“, a ty jsou pak obvykle stavěny do tvaru čtverce nebo do tvaru písmena U, tedy čtverce s jednou otevřenou hranou. Sítě jsou nataženy před soumrakem na lesních cestách a pasekách. Pro zvýšení úspěšnosti lze využít lákání pomocí návnady, např. nahrávky různých frekvencí v kombinaci třeba s papírovým modelem sluky lesní s pravými slučími ocasními pery. Každý chycený jedinec je okroužkován a někteří jsou po roce odchyceni znovu (Heward *et al.*, 2017, Sikora, 2005).

Odchyt pomocí podběráku

Účinnou metodou odchytu je odchyt jedinců do podběráků. Metoda se zaměřuje na jedince krmící se na otevřených prostranstvích, je tedy na sluky lesní nejlépe

aplikovatelná v zimních měsících, kdy se odlétají nakrmit na pastviny a pole, jak popisují Hoodless a Hiron (2007). Poté co je pták detekován, pozorovatel se k němu přiblíží a přikryje ho sítí s velikostí oka 30x30 mm na obruči z nerezového drátu o průměru 40–60 cm připevněnou k držadlu (Shally a Gergely, 2019, Sikora, 2005). K detekci jedince je možné využít termovizi a ke zvýšení úspěšnosti odchyty tzv. dazzling, neboli oslnění jedince světlem (Hoodless a Heward, 2019).

2.2. Bodové sčítání

Jedná se o tradiční ornitologickou metodu využívanou na celé spektrum druhů u sluky s tou nevýhodou, že nepokryje celou noc, ale pouze malá časová okna.

Pozoruje se nejlépe v době rozmnožování s přesnou znalostí času západu a východu slunce za soumraku a k ránu. Pozorovatel může být jeden, nebo jich na jedné lokalitě spolupracuje více, přičemž každý sčítá na jednom či více předem určených bodů. Lze sčítat v tzv. bodových transektech, kdy si pozorovatel dle vlastního uvážení zvolí několik bodů, na kterých pravidelně bude sčítat vizuálně či akusticky zaregistrované sluky. Na jednom bodě se obvykle sčítá nejlépe několikrát do měsíce vždy večer i ráno určitý časový úsek v závislosti na předchozím uvážení a aktivitě ptáků, většinou v rozmezí 38–60 min. (Kubelka *et al.*, 2019, Buck a Evan, 2019). Dále lze určit body na základě mřížky, přičemž každá buňka má svého pozorovatele. Body jsou od sebe vzdálené od 640 m do 2 km v závislosti na době, ve které je prováděn výzkum. Vhodná doba výzkumu závisí na zeměpisné šířce, nicméně vždy je třeba vyhnout se době migrace, a naopak vyhledávat dobu hnízdění (Buck a Evan, 2019, Machado *et al.*, 2008). V České republice je tato metoda aplikována například v rámci sčítání organizovaném Skupinou pro výzkum a ochranu bahňáků (Kubelka *et al.* 2019).

2.3. Radiotracking

Radiové vysílače jsou drahé a použití je limitováno velikostí zvířete (Shally a Gergely, 2019). I s radiotrackingem souvisí odchyt do sítí, po odchycení jsou ptáci vybaveni radiovými vysílači na elastickém vláknu připevněném kolem krku ptáka (Hoodless a Hiron, 2007), případně se postrojem nebo cementem připevní

na záda (Aradis *et al.*, 2008, Doherty *et al.*, 2010) a následně jsou opět vypuštěni. K lokalizaci je použit vhodný přijímač s anténou, klasický dosah je v hustším lese kolem 500 m, v řídkém porostu až 1000 m (Hoodles a Hiron, 2007). Jedinci jsou sledováni denně dokud neskončí studované období, nebo dokud neuhynou, případně neselže vysílačka, či jedinec nezmizí z dané oblasti (Aradis *et al.*, 2008).

2.4. GPS

Často používaná metoda k trasování jednotlivců zejména při migraci. Vhodná doba odchytu je před jarní a před podzimní migrací. Opět je třeba jedince odchytit, nejlépe za pomoci podběráku. Na záda se mu cementem nebo postrojem upevní GPS vysílač a propustí se. (Elizondo *et al.*, 2019, Moore *et al.*, 2019)

2.5. Fluorescenční prášek

Mláďata do 7 dnů nelze sledovat pomocí vysílačů, neb jsou moc malá. Steketee a Robinson (1993) v USA při studiu sluky americké *Scolopax minor* využili metodu značení a stopování pomocí fluorescenčního prášku, který je využíván na sledování malých savců. Na ptáky tato metoda nebyla dosud zřejmě před touto studií aplikována. Pomocí stopařských psů byla nalezena mláďata a pochytna do malých sítí či rukou, následně jim byl aplikován prášek na dolní končetiny a břicho. Tak pozorovatelé mohli později za použití UV lampy přesně zaznamenat ze stop prášku trasu, kterou se mláďata vydala.

2.6. Bioakustický monitoring

Bioakustický monitoring je stále populárnější neinvazivní metodou pro studium zvířat komunikujících pomocí vokalizace (Frommolt *et al.*, 2014). Stal se stěžejním pro pozorování obojživelníků (Willacy *et al.*, 2015), mořských savců (Pavan *et al.*, 2008) a v podstatě i nočních ptáků (Salamon *et al.*, 2016). První bioakustická nahrávka za účelem studie živočichů byla provedena v roce 1977 a od té doby se používá stále hojněji (Pereira, 2011). Běžně se pro studie druhové rozmanitosti, početnosti a chování ptáků využívají nákladné metody, které mnohdy vyžadují narušení přirozených podmínek a vystresování studovaných jedinců (Teixeira *et al.*, 2019). Pokud chceme pozorovat ptačí populace ve větším měřítku,

což je velice náročné (Bardeli *et al.*, 2010), stále populárnější metoda (Frommolt *et al.*, 2014) v podobě bioakustického monitoringu nabízí vhodnou alternativu a má předpoklady být do budoucna mnohem více využívána na poli pozorování ohrožených druhů žijících skrytým životem (Teixeira *et al.*, 2019). Sledování velikosti populace jakéhokoli ptačího druhu ve velkém měřítku je velice náročné, proto přinesl bioakustický monitoring a detekce ptačích hlasových projevů velký pokrok (Bardeli *et al.*, 2010). Je to metoda, která může sledovat chování i ve vztahu k ochraně ohrožených druhů a bez jakéhokoli narušení studovat vokální projevy při rozmnožování, poplachu, sociálního chování ad. (Teixeira *et al.*, 2019) Už Hobson *et al.* (2002) uvádí že pro zjišťování abundance ptactva jsou bioakustické nahrávky stejně vypovídající jako bodové sčítání s výhodnou možností využití neoborných pracovníků (minimálně pro část terénních prací). Při dlouhodobých akustických záznamech lze zjistit jak výskyt druhu, tak odhad počtu jedinců a změny hustoty populace (Frommolt *et al.*, 2014). Tradiční metody průzkumu ptačích populací jsou omezeny dostupností zkušených výzkumníků. Bioakustické metody dokáží částečně nahradit zkušenosti a zaznamenají i tišší druhy, které nebyly lidským pozorovatelem zaregistrovány, až zpětnou analýzou nahrávek (Sedláček *et al.*, 2015). Ovšem je nutné zvolit vhodný typ diktafonu, jelikož jsou mezi nimi podstatné rozdíly v ceně, citlivosti, spolehlivosti, funkci vyfiltrovat okolní šum a zachytit co nejvíce druhů (Rempel *et al.*, 2013).

Zvolení vhodné metody závisí na konkrétním biotopu, klimatických podmínkách, předchozích znalostech hlasových projevů sledovaného druhu, poloze nahrávaného jedince a individualitou druhu, tzn. vzít v potaz, zda se jedinci shlukují ve velkých počtech o vysoké hustotě a v jakých případech se hlasově projevují (jestli pouze při pohybu atd.) (Granados, Traba, 2021).

Ke zvolení správné bioakustické metody nevyhnutelně patří i zvolení vhodné metody na eliminaci šumu a okolních zvuků při nahrávání. Žádná odšumovací metoda nebyla zatím určena jako univerzálně nejlepší. Pro každý výzkum je vhodná jiná, závisí na prostředí výzkumu i sledovaném druhu. Při odšumování je třeba vzít v potaz časovou a frekvenční doménu a pracovat s nimi tak, aby to konkrétnímu výzkumu vyhovovalo (Xie *et al.*, 2021). Je nutné ale podotknout, že

nahráný šum odráží skutečný šum pozadí, který ovlivňuje detektabilitu jedinců i při tradičním bodovém sčítání.

ARU – autonomous recording unit nabízí vhodnou alternativu pro dlouhodobé (sezonní, či roční) sčítání (Klingbeil a Willig, 2015). Jednotky ARU je třeba rozmístit v terénu a je důležité brát ohled na několik faktorů, které podmiňují výběr vhodné metody odhadu početnosti a hustoty ptáků. Musí se zvolit počet a typ ARU, tj. kolik jednotek rozmístíme a zda budou mít jeden nebo více mikrofonů, což je pak pro dlouhodobější výzkumy finančně náročné (Granados, Traba, 2021).

ARBIMON – Automated Remote Biodiversity Monitoring Network funguje na základě automatizovaného systému pro sběr dat a identifikaci jednotlivých ptačích druhů na základě zvukových záznamů jejich vokálních projevů. Každých 10 min. jsou odesílány jednodominutové nahrávky na základnovou stanici, frekvence odesílání a délka nahrávek se dá přenastavit dle potřeby. Záznamy se odesílají bezdrátově pomocí antén až 2 km skrz vegetaci. Kvůli vodotěsným obalům a solárním panelům mohou být data sbírána dlouhodobě, a protože jsou hned odesílána a vyhodnocována, je možné s nimi okamžitě pracovat. Tento model zejména šetří čas pro velkou samostatnost, nicméně vyhodnocení pouze pomocí strojového učení nezaručí bezchybnou identifikaci a je třeba počítat i s poměrně vysokými finančními náklady (Aide *et al.*, 2013).

Při výzkumu sluky americké (*Scolopax minor*) v Tennessee bylo poukázáno na efektivitu bioakustických záznamů pro eliminaci nedostatků bodového sčítání pozorovateli, kteří naopak zase eliminovali nedostatky bioakustického nahrávání. Nejpřesnějšího pozorování bylo tedy dosaženo kombinací; pozorovatelé na místě, analýza bioakustických nahrávek, automatická detekce ptačích hlasových projevů (Buck a Evan, 2019). Kombinace lidských pozorovatelů a jednotek ARU (paired acoustic sampling) vyžaduje terénní průzkum zkušenými odborníky, aby určili vzdálenost k detekovaným jedincům a čas detekce (Bombaci a Pejchar, 2019), přičemž je žádoucí odbornost a zkušenosti (Granados, Traba, 2021). Při nedostatku odborných zkušených pracovníků jsou pak výhodná bezobslužná nahrávací zařízení (Venier *et al.*, 2011). Například při monitorování bukače velkého *Botaurus stellaris* byla jeho hlasová aktivita zaznamenávána celou noc

bezobslužným modelem o sestavě čtyř kanálových rekordérů s kardioidními mikrofony, detekce hlasu se řídila šablonou spektrogramu přes software Avisoft. Zdokumentovány byly jak změny v počtu volajících ptáků, tak změny v jejich prostorovém rozložení spojené se změnami ve struktuře biotopu. Poloha byla počítána z časových rozdílů příjmu volání bukače velkého na záznamníky (Frommolt *et al.*, 2014).

Z předchozích poznatků můžeme vyvodit, že populaci sluky lesní lze nejnadhěji sledovat skrze samce v období toku (Hirons, 1980) a individualita jejich vokálních projevů může být využita k přesnějšímu monitorování, ačkoli určí pouze samčí populaci a o samičí populaci neřekne nic, neboť ji nemůžeme odhadnout, jelikož sluky lesní jsou polygamní. Pro pozorovatele je nemožné rozlišit různé jedince, ale pomocí spektrogramu bylo z 39 samců správně přiřazeno 95 % hlasů k jedincům (Hoodless *et al.*, 2008). Při několikaletém monitorování konkrétní oblasti byly zachyceny sluky, které se opakovaně vracely v období toku a byly jednotlivě rozpoznatelné. Vhodnou metodou pro zdokonalení rozpoznávání hlasové individuality je monitorování jedné oblasti, kam se vrací určití jedinci a jejich hlasová individualita může být zevrubně prostudována. (Mulhauser a Zimmermann, 2010).

Metodika

Nahrávací zařízení jsou umístována do speciálních pouzder a ty pak do terénu vždy na kmeny menších stromů pod korunu mikrofonem dolů a displejem od kmene do prostoru. Pozici každého záznamníku zaznamenáme do zařízení GPS a zapisujeme, na kterou světovou stranu je záznamník orientován. Všechny nahrávky ve formátu WMA jsou převedeny do spektrogramu (grafické znázornění určitého časového úseku nahrávky) automatizovaně v programu AM. Pomocí těchto spektrogramů jsou jednotlivé nahrávky následně vyhodnoceny s možností přehrání jednotlivých časových úseků (Hertl, 2018).

Nálezové údaje vybraných, nebo všech druhů ptáků byly zaznamenány do Nálezové databáze ochrany přírody (AOPK ČR 2022). Dle metodiky projektu (Havlíček nepubl.) patří sluka lesní mezi povinně zaznamenávané druhy, tudíž lze záznamy bez sluky považovat za negativní kontroly.

Záznamy byly exportovány do souboru XLS v MS Excel (Microsoft 365). Výstup akustického monitoringu obsahuje: seznam nahrávacích akcí poskytnutých AOPK; ke každé akci je přiřazena lokalita definovaná souřadnicemi bodu, časový úsek definován konkrétními daty (od – do) a seznam zachycených druhů.

Metodika vědecké práce na základě akustického monitoringu

Ze vstupního souboru se zjistil počet akcí, počet lokalit a délka monitoringu. Zpracování dat bylo zaměřeno na zjištění "akusticky aktivního" období sluky lesní. Pro každou monitorovací akci byla přiřazena informace o tom, zda byl zachycen zájmový druh a v jaké dekádě/pentádě se nahrávání uskutečnilo. Ze všech let, tzn. 2018, 2019, 2020, 2021 byly sesumírovány měsíce, ve kterých se nahrávalo, a ty

byly rozděleny do dekad¹ a pentád². Výstupem je pak počet akcí se slukou a bez ní v jednotlivých časových obdobích znázorněn procentuálními grafy.

Pro zpracování dat o typickém biotopu sluky byly vybrány lokality, kde byla zachycena sluka a lokality bez ní a kde byl monitoring proveden v akusticky aktivním období. Tyto lokality byly exportovány do programu QGIS 3.24 (QGIS 2022).

Pro každý nahrávací bod byla vytvořena kruhová obalová zóna o poloměru 500 m, která je reprezentována vektorovou vrstvou. Následně byla provedena kalkulace ploch jednotlivých kategorií ekosystémů pomocí průniku vrstvy obalové zóny s vrstvou konsolidovaných ekosystémů (KVES 2021, datanature.cz), což je podrobná bezešvá vrstva krajinného pokryvu rozděleného do 39 různých kategorií (tab. 1) zahrnující celé území ČR (webgis.nature.cz).

Výsledkem byl soubor dat, kde byly ke každé lokalitě přiřazeny plochy jednotlivých kategorií v oblasti o průměru 500 m od bodu umístění monitorovacího zařízení³. Z těchto ploch bylo vypočítáno procentuální zastoupení každé kategorie na každé lokalitě. Každá kategorie měla tak přiřazený seznam procentuálních poměrů a z tohoto seznamu se určil průměr, medián, maximální hodnota a minimální hodnota, z čehož bylo usouzeno, že za bližší zkoumání stojí lesní ekosystémy, které tvořily největší části ploch kolem nahrávacích zařízení, a ještě větší podíl na lokalitách, kde byla zachycena sluka lesní.

¹ Dekády jsou časové úseky v jednotlivých měsících o deseti dnech s určitou variabilitou, tzn. každý měsíc má 3 dekády

² pentády jsou časové úseky v jednotlivých měsících po pěti dnech s určitou variabilitou, tzn. každý měsíc má 6 pentád

³ Hraniční lokality, které zasahují více krajů, jsou sčítány zvlášť a body, kde oblast přesahuje hranice České republiky, jsou vyloučeny

Tabulka 1: kategorie KVES

KATEGORIE	
Urbánní systémy	Souvislá městská zástavba
	Nesouvislá městská zástavba
	Průmyslové a obchodní jednotky
	Dopravní síť
	Skládky a staveniště
	Městské zelené plochy, okrasná zahrada, park, hřbitov
	Rozptýlená zeleň
	Sportovní a rekreační plochy
Zemědělské ekosystémy	Orná půda
	Ovocný sad, zahrada
	Chmelnice
	Vinice
	Hospodářské louky
Travné ekosystémy	Aluviální a vlhké louky
	Suché trávníky
	Mezofilní louky
	Alpínské louky
	Vřesoviště
Lesní ekosystémy	Hospodářské lesy jehličnaté
	Hospodářské lesy listnaté
	Hospodářské lesy smíšené
	Lužní a mokřadní lesy
	Doubravy a dubohabřiny
	Suťové lesy
	Bučiny
	Suché bory
	Smrčiny
	Rašelinné lesy
	Přírodní kosodřevina
	Přírodní křoviny
	Nepůvodní kosodřevina
	Nepůvodní křoviny
Mokřadní ekosystémy	Mokřady a pobřežní vegetace
	Rašeliniště a prameniště
	Bažina, močál
Vodní ekosystémy	Makrofytní vegetace stojatých vod
	Rybníky a nádrže
	Vodní toky
Území bez vegetace	Skály, lomy (umělé)
	Skály, sutě

1.1 LESY

Pro lesní ekosystémy byly sečteny plochy každé podkategorie pro tři případy; se slukou, bez ní, a po sečtení těchto dvou i celkem. Aby se mohlo určit poměrové zastoupení jednotlivých podkategorií lesních ekosystémů ve všech třech případech (se slukou, bez ní, celkem), bylo třeba počítat s nimi odděleně. Sečetly se všechny plochy podkategorií lesních ekosystémů, kde byla zachycena sluka a z toho se pak vypočítalo kolik procent v této ploše tvoří každá jednotlivá podkategorie. Stejně se postupovalo v případě lokalit bez sluky, a nakonec i celkem. Nejprve se zjistilo poměrové zastoupení lesních podkategorií na lokalitách se slukou a následně se porovnávalo, zda jsou nálezy sluky v nějakých ekosystémech častější nebo naopak méně, tedy že je procentuální zastoupení nějaké podkategorie v okolí nahrávacích zařízení s nálezem sluky vyšší nebo nižší, než je tomu na místech bez nálezů sluky a případně to porovnat se zastoupením podkategorií kolem všech nahrávacích zařízení. Pro lepší přehlednost se podkategorie s malým procentuálním zastoupením sloučily a dále byly označovány jako „ostatní“⁴ (tab 2).

Tabulka 2: "ostatní" podkategorie lesních ekosystémů

OSTATNÍ
Suťové lesy
Suché bory
Přírodní křoviny
Přírodní kosodřevina
Nepůvodní kosodřevina
Nepůvodní křoviny

⁴ V grafu 1.5 byly pod „ostatní“ zahrnuty i rašelinné a lužní a mokřadní lesy pro větší přehlednost.

Výsledky

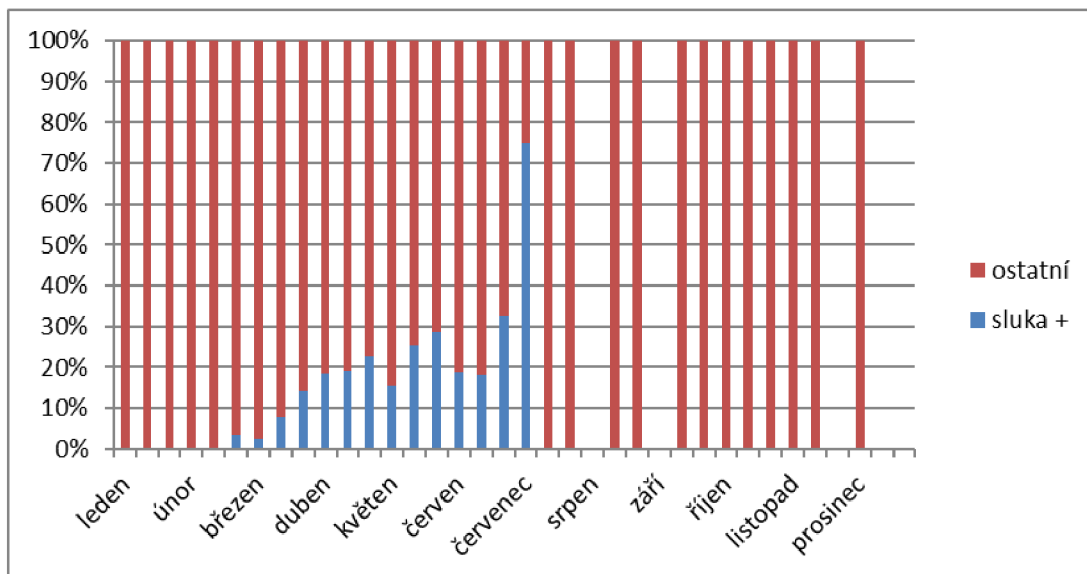
Bioakustická data ČR poskytnuta AOPK z let 2018–2021 tvoří celkem 5008 záznamů na 3023 lokalitách a z toho 719 záznamů na 549 lokalitách pozitivních na přítomnost sluky lesní (tab. 3). Na jedné lokalitě bylo maximálně 14 záznamů a z toho 9 pozitivních.

Tabulka 3: nahrávky celkem a pozitivní na sluku dle počtu dnů

akce podle počtu dnů		
dny - počet	počet akcí v této délce	počet se slukou
1	2474	230
2	2266	469
3	178	15
4	53	4
5	19	0
6	4	0
8	1	0
10	2	0
29	5	0
30	1	0
31	4	1
76	1	0
sum	5008	719

Po rozdělení záznamů do jednotlivých dekád lze zaznamenat zvýšenou aktivitu sluky vyjádřenou v procentuálním poměru vůči záznamům ostatních druhů v měsících duben, květen a červen (graf 1.1) s výraznou odchylkou v první dekádě v červenci (měsíc 7), kde celkový počet nahrávek je tvořen pouze 8 záznamy, z nichž 6 je pozitivních (tab. 4).

Graf 1.1: záznamy rozdělené po dekádách s procentuálním vyjádřením pozitivních nálezů sluky vůči ostatním

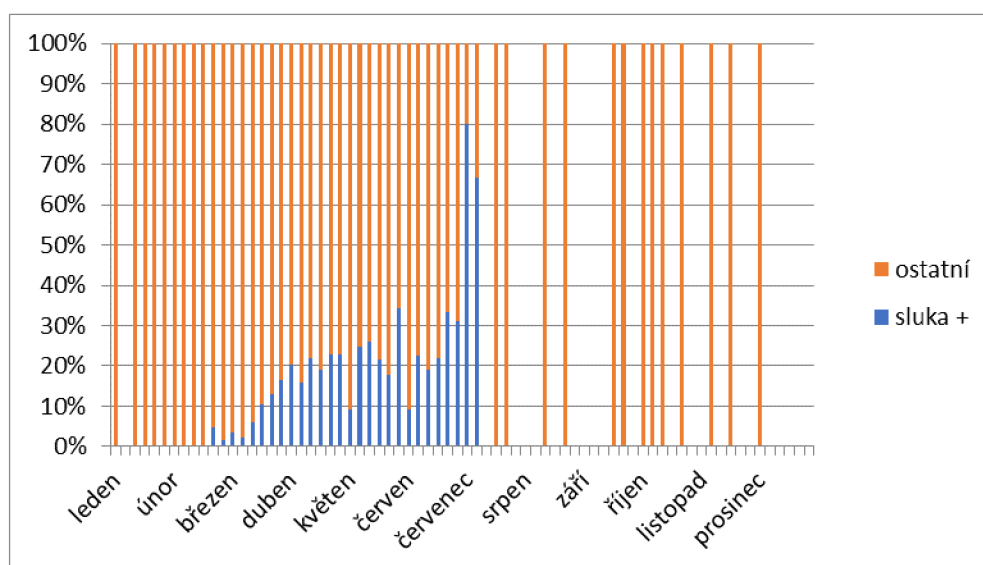


Tabulka 4: počet záznamů v jednotlivých dekádách celkem a pouze se slukou

měsíc	dekády sluka +			dekády celkem		
	1	2	3	1	2	3
1	0	0	0	1	8	81
2	0	0	6	206	278	168
3	10	33	104	381	424	722
4	132	73	92	715	381	402
5	24	83	69	154	326	240
6	24	38	25	128	208	77
7	6	0	0	8	17	20
8	0	0	0	0	3	3
9	0	0	0	0	4	16
10	0	0	0	21	8	1
11	0	0	0	1	4	0
12	0	0	0	2	0	0
		suma	719		suma	5008

Pro pentády byl vytvořen obdobný graf (graf 1.2) jako pro dekády (graf 1.1) a potvrzuje aktivní měsíce sluky, pouze jsou vyjádřené v pentádách. Potvrzuje akusticky aktivní měsíce sluky lesní, ovšem lze vidět, že ne ve všech pentádách, stejně jako v dekadách, ač složených ze čtyř let, proběhlo nahrávání, vznikají tak velké mezery.

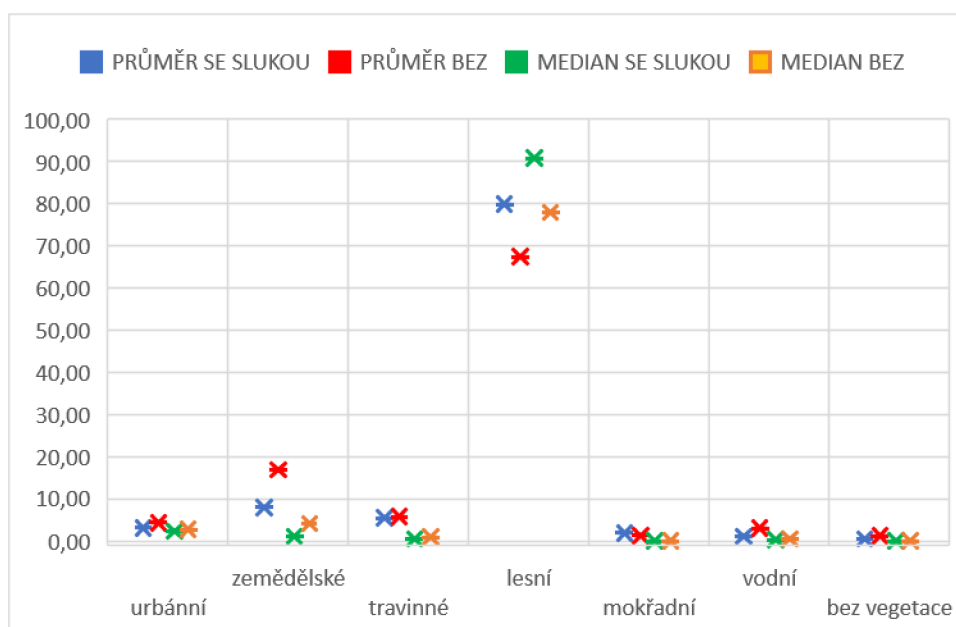
Graf 1.2: procentuální vyjádření pozitivních nálezů sluky vůči celkovým záznamům v jednotlivých pentádách



1.2 Zastoupení ekosystémů

Dle grafu (graf 1.3) bylo vyhodnoceno, že největší podíl ekosystémů tvoří lesy. Na lokalitách s nálezem sluky tvořily lesní ekosystémy průměrně 79 % plochy s mediánem 90,80 %, což převyšuje lokality bez nálezů sluky o průměru 67,39 % a mediánu 77,90 % (tab. 5). Dle grafu 1.4, kde jsou porovnány lokality s nálezem sluky a lokality s negativní kontrolou na sluku, si jsou maximální hodnoty podobné, ale minimální hodnota se slukou je značně vyšší, stejně tak hodnota mediánu a průměru. Lze usuzovat, že sluka lesní preferuje lesní ekosystémy a ty byly zvoleny k bližší analýze.

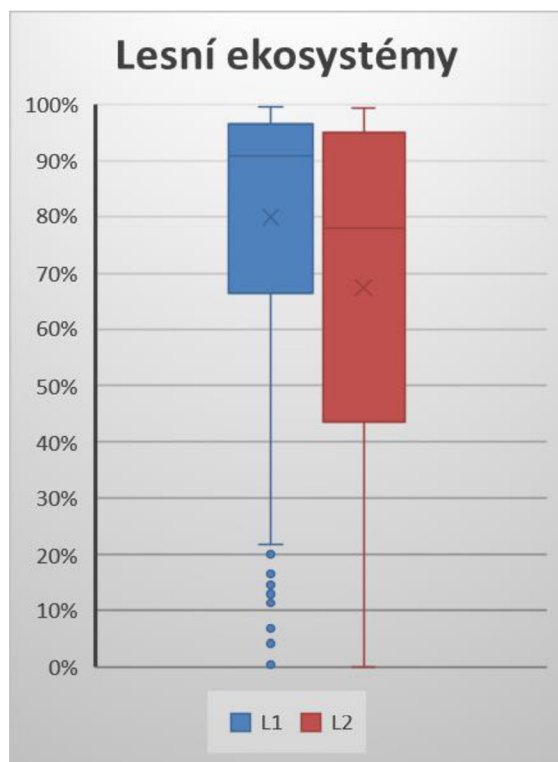
Graf 1.3: průměry a mediány zastoupení jednotlivých ekosystémů na lokalitách s nálezem a bez nálezů sluky lesní [%]



Tabulka 5: ukazatelé (minimum, maximum, průměr, medián) prezentující zastoupení ekosystémů (system) v [m²] a [%] na lokalitách s nálezem sluky lesní (sluka +) a bez ní (AA_NEG)

Ekosystémy - plocha [m ²]														
SYSTEM	SLUKA +							AA_NEG						
	urbánní	zemědělské	travné	lesní	mokřadní	vodní	bez vegetace	urbánní	zemědělské	travné	lesní	mokřadní	vodní	bez vegetace
MIN	1713,4	0,0	0,0	2797,1	0,0	0,0	0,0	747,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MAX	227845,9	660734,4	684010,5	778482,9	345885,8	324350,0	359077,0	414532,6	760834,6	658063,0	777245,9	573230,5	580858,8	274181,2
PRUM	24270,8	62667,5	43074,9	624594,2	14875,1	8559,3	4135,7	33896,7	131981,3	45383,3	527093,9	10225,8	23698,3	9905,1
MED	18523,0	8959,3	3878,9	710206,9	0,0	2463,5	0,0	21558,4	32567,2	7393,7	609444,4	0,0	3683,6	0,0
Ekosystémy - plocha [%]														
SYSTEM	SLUKA +							AA_NEG						
	urbánní	zemědělské	travné	lesní	mokřadní	vodní	bez vegetace	urbánní	zemědělské	travné	lesní	mokřadní	vodní	bez vegetace
MIN	0,22	0,00	0,00	0,36	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MAX	29,13	84,46	87,43	99,53	44,23	41,46	45,90	52,99	97,27	84,13	99,39	73,27	74,26	35,06
PRUM	3,10	8,01	5,51	79,85	1,90	1,09	0,53	4,33	16,87	5,80	67,39	1,31	3,03	1,27
MED	2,37	1,15	0,50	90,80	0,00	0,31	0,00	2,76	4,16	0,95	77,90	0,00	0,47	0,00

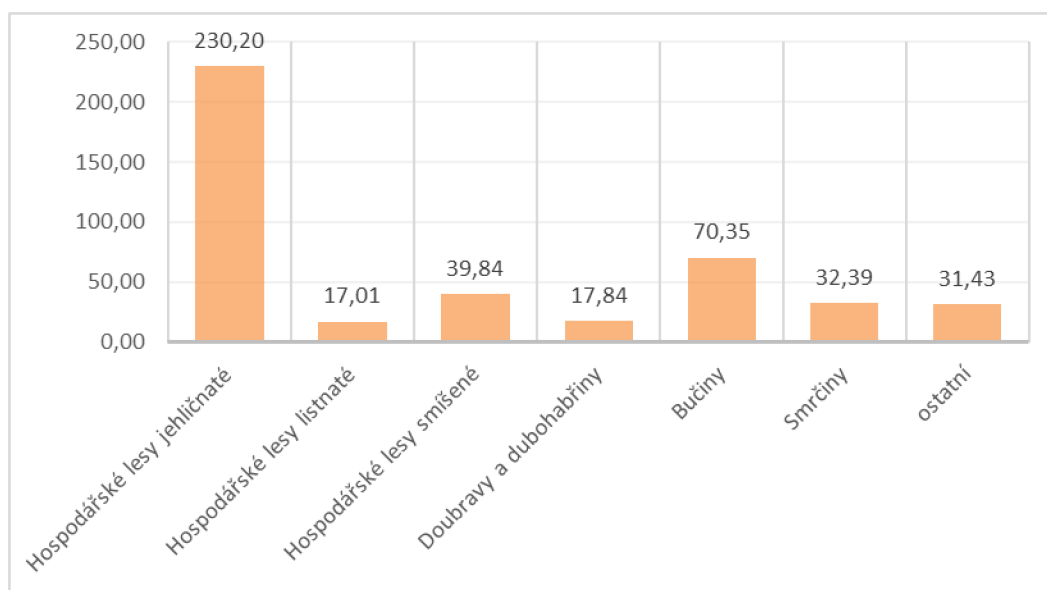
Graf 1.4: porovnání zastoupení lesních ekosystémů na lokalitách s nálezem sluky (L1) a na lokalitách bez nálezu (L2). Medián L1 je 90,80 % a u L2 77,90 %. Průměr L1 je 79,85 % a u L2 67,39 %. Maximum L1 je 99,53 % a u L2 99,39 %. Minimum L1 je 0,39 % a u L2 0,00 %. U L1, tedy lokalit se slukou, lze vidět pod minimem odlehlé hodnoty.



1.2.1 Lesní ekosystémy

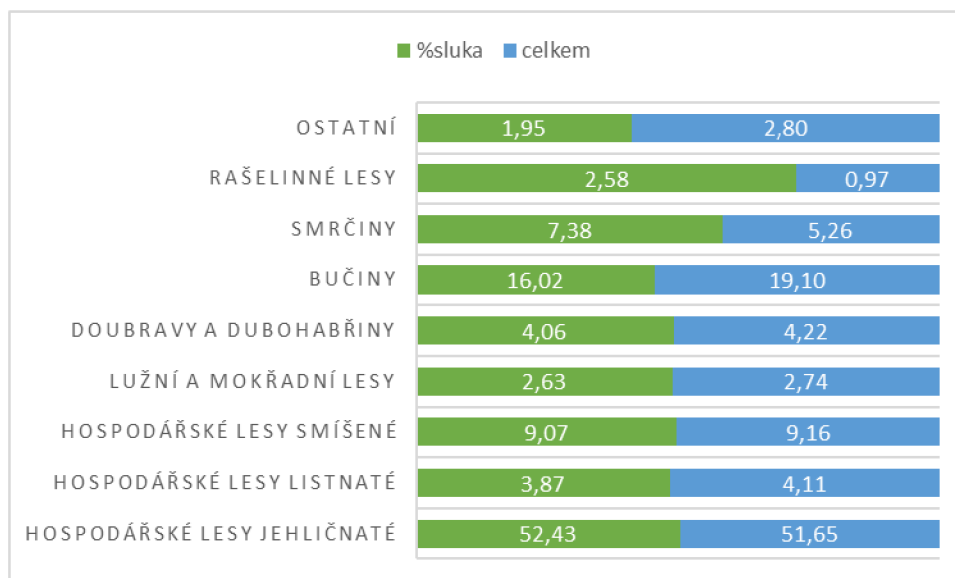
Lesní ekosystémy jsou rozděleny do několika podkategorií (tab.1) a největší část lokalit s nálezem sluky lesní tvoří jehličnaté hospodářské lesy a dále bučiny, smíšené hospodářské lesy a smrčiny (graf 1.5).

Graf 1.5: zastoupení jednotlivých podkategorií lesních ekosystémů na lokalitách se slukou [m²]



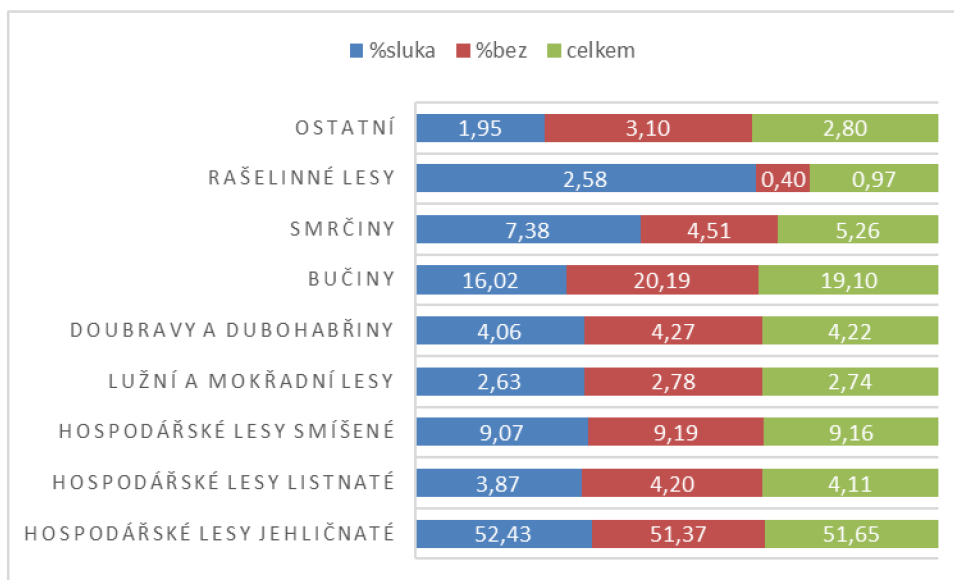
Ovšem sluka lesní nebyla zachycena ve výrazně jiném procentuálním zastoupení, než je celkové zastoupení lesních kategorií v lokalitách, kde se nahrávalo. Trochu vystupují bučiny, které tvoří na lokalitách se slukou o 3,08 % méně plochy, než tvoří celkově na všech lokalitách, a pak rašelinné lesy, kde se sluka vyskytuje více, ale jejichž celkové procentuální zastoupení je malé a v lokalitách, kde byla sluka zaznamenána, tvoří pouze 2,58 %, tedy jen o 1,60 % větší plochu než celkově (graf 1.6).

Graf 1.6: poměrová zastoupení podkategorií lesů se slukou a celkem [%]

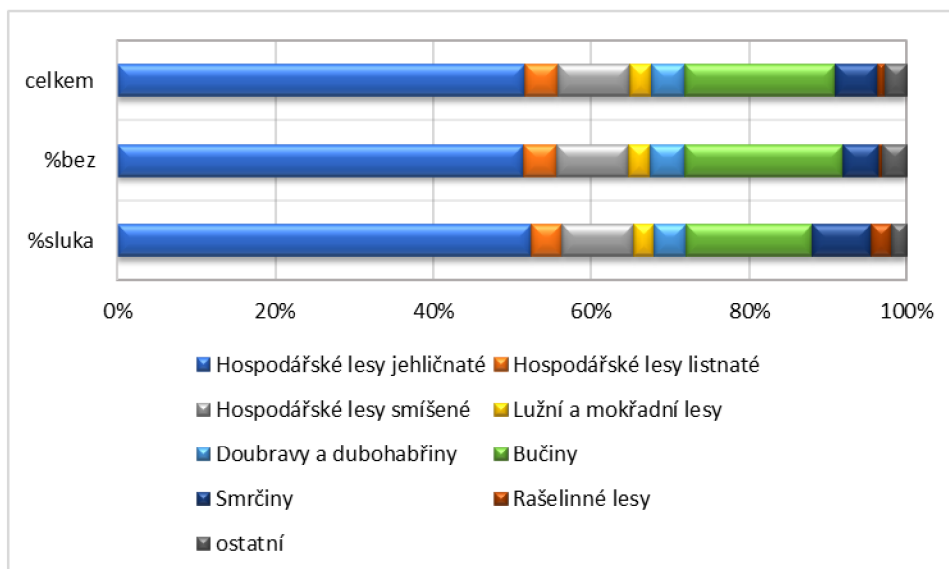


Graf 1.8 ukazuje lépe převahu hospodářských jehličnatých lesů a bučin pro všechny tři případy (se slukou, bez, celkem), i to že na lokalitách se slukou jsou bučiny méně a smrčiny a rašelinné lesy více, ovšem všechny tyto odchylky jsou v jednotkách procent (graf 1.7).

Graf 1.7: poměrová zastoupení lesních podkategorií pro lokality se slukou, bez ní, celkem [%]



Graf 1.8: poměrové zastoupení podkategorií lesů pro lokality se slukou, bez ní a celkem [%]



Diskuse

V této práci byly sloučeny čtyři roky akustických záznamů, ovšem i různé lokality, a jako nejvíce pozitivní měsíce na akustickou aktivitu byly zaznamenány stejné měsíce (březen-červen), přičemž nejbohatší měsíc na nálezy byl duben. Dle Kodet a Kodetová, (2021) probíhá tok od března do poloviny června a nejaktivnější bývají sluky právě v dubnu. V práci Hoodles *et al.* (2006) bylo studováno akusticky aktivní období sluky lesní ve Spojeném království pomocí bodového sčítání (započítány sluky, které byly slyšeny i viděny). Sčítání probíhalo v měsících březen až červen v prvním roce a květen až červen ve druhém roce, přičemž roky byly sloučeny a nejbohatší měsíc na pozitivní nálezy byl květen a zejména červen.

Sluky lesní se hustěji vyskytují na zalesněných plochách, čím větší, tím více (Heward *et al.*, 2018). Byla zjištěna markantní převaha lesních ekosystémů, ovšem většina záznamů byla pořízena v lese nebo blízko něj, což by mohlo být interpretováno jako zkreslená preference lesů, když nejsou stejnou měrou pokryty ostatní ekosystémy. Přesto lesy tvořily větší procento plochy kolem záznamníků, které zachytily sluku lesní než kolem těch, které ji nezachytily. Tuto převahu preference lesů potvrzují i data ze Spojeného království, konkrétně ze Skotska, kde obsazení lesů slukou lesní tvoří 69 %, ale naopak v South Midlands tvoří lesy pouze 11 % (Hoodles *et al.*, 2009).

Výzkum Machado *et al.* (2008) uvádí, že sluka v období rozmnožování preferuje nenarušenou krajinu s původními druhy rostlin. V této práci byla ovšem v období toku/rozmnožování (akusticky aktivního období) hojně zachycována v hospodářských lesích, zejména jehličnatých. Výskyt sluky lesní v deltě Dunaje, kde jsou pouze hospodářské topolové lesy, poukazuje, že se sluky přizpůsobí, pokud nemají na výběr lepší alternativu (Kiss *et al.*, 1995). Výzkum Heward *et al.* (2018) v Británii, kde dominují též jehličnaté lesy zahrnul však i dostatečný vzorek listnatých lesů, což doložilo preference jehličnatých. Je možné, že ani zde není velké procento jehličnatých lesů na lokalitách se slukou jen dílem obecné preference lesů. Vzhledem k velkému procentu jehličnatých lesů by mohla být provedena druhová analýza stromů, v Británii byl zjištěn větší výskyt sluk v lesích s více borovicemi a modřínů než se smrky (Heward, 2018). Nicméně vrstva ekosystémů dostupná veřejně AOPK nabízí jen obecnější rozdělení (tab. 1) bez druhového složení.

Na druhou stranu Hoodles *et al.* (2009) uvádí upřednostňování smíšených lesů místo jehličnatých a listnatých, stejně tak ve Francii byly vypořádány preference konkrétních dvou smíšených lesů (Ferrand 1989). Ty tady tvořily 9,07 % lesní plochy v lokalitách s nálezem sluky, což je nepatrně méně, než na lokalitách bez nálezu sluky (9,19 %) (graf 1.7), ovšem data tvoří pouze hospodářské smíšené lesy. Hoodles *et al.* (2009) zmiňuje menší frekvencovanost tokajících samců v bučinách, což potvrzuje o něco menší zastoupení (zhruba o 3 %) bučin v lesních ekosystémech na lokalitách s nálezem sluky, než jinde (graf 1.7), neboť akustický monitoring se zaměřuje na tokající samce a jejich hlasový projev (Hirons, 1980).

Bioakustický monitoring je vhodnou alternativou pro bodové sčítání (Frommolt *et al.*, 2014), v této práci byla zpracována data sesbíraná akustickým monitoringem na velkém množství lokalit během 4 let. Záznamníky nebyly rozmístěny pravidelně ani opakovaně na jedno místo, nejčastěji byly rozmístěny v lese a jeho okolí a aktivní byly na jaře a v létě. Ze zimních měsíců je velice málo záznamů, proto se ukázalo, že rozdělení měsíců na pentády nebylo účinné, neboť v mnoha pentádách se nenahrávalo, bylo málo, či naopak mnoho záznamů, a výsledky se mohly jevit zkresleně. V Tennessee bylo sloučeno bodové sčítání pozorovateli a bioakustický monitoring pomocí záznamníků a bylo dosaženo nejlepších výsledků, neboť se z obou stran takto eliminovaly chyby (Buck a Evan, 2019), proto by stálo za zvážení zkusit zkombinovat tyto metody i u nás.

Běžně používané metody jako značení jedinců kroužkem, radiotracking a GPS jsou často využívány pro údaje o populaci a migraci, vyžadují odchyt a jsou invazivní (Schally a Gergely, 2019, Elizondo *et al.*, 2019, Hoodless a Hirons, 2007). Bioakustický monitoring může stejně dobře sledovat populaci, avšak neinvazivně (Frommolt *et al.*, 2014). Na dané lokalitě lze potvrdit přítomnost sluky lesní, byť bioakusticky je možné sledovat pouze samce (Hirons, 1980).

Data poskytnutá AOPK dala pouze informaci, zda na nějaké lokalitě sluka lesní (konkrétně samec) je, na což je akustický monitoring vhodný. Nicméně dle Hoodless *et al.* (2008) je možné pomocí spektrogramu rozpoznat podle hlasových projevů jednotlivé samce od sebe, což by o biotopových preferencích vypovědělo více, zejména na místech, kam se jedinci vrací (Mulhauser a Zimmermann, 2010).

Závěr

Závěrem lze potvrdit, že bioakustický monitoring je vhodný pro sledování výskytu sluky lesní v období toku, tedy od března do června. Rozdělit měsíce do pentád není vhodné, dekády vypoví více. Pro odhadnutí biotopových preferencí v období toku by bylo vhodné umístit záznamníky do většího množství druhů ekosystémů nejlépe na stejná místa opakovaně po několik let. Použitá data tvořila velký nepřehledný soubor a zpracování nahrávek spektrogramem nebylo zaměřeno přímo na sluku lesní, ale na všechny ptačí druhy. Struktura nebyla vhodná na kvantitativní zpracování dat, tedy nebylo vyhodnoceno, kolik jedinců bylo zachyceno. Nebyl tak plně využit potenciál akustického monitoringu, který dle jiných autorů při vhodné kvalitě dat dokáže rozpoznat jednotlivé samce sluk lesních.

Pro upřesnění preference konkrétních lesních biotopů by byla vhodná druhová analýza vegetace, v tomto rozboru vychází, že sluka lesní se spokojí v podstatě s jakýmkoli typem lesa, včetně hospodářských. Pro potvrzení nebo vyvrácení nevybíravosti by se mohl sloučit bioakustický monitoring s bodovým sčítáním pro přesnější pozorování a samozřejmě pomocí spektrogramu určit jednotlivce dle individuality hlasu.

Seznam použité literatury

Aebischer, N., Evans, A., & Grice, P. (2000). *vi–Ecology and Conservation of Lowland Farmland Birds*

Aide, T. M., Corrada-Bravo, C., Campos-Cerqueira, M., Milan, C., Vega, G., & Alvarez, R. (2013). Real-time bioacoustics monitoring and automated species identification.

Arizaga, J., Crespo, A., Telletxea, I., Ibáñez, R., Díez, F., Tobar, J. F., Pérez, J. A. (2015). Solar/Argos PTTs contradict ring-recovery analyses: Woodcocks wintering in Spain are found to breed further east than previously stated. *Journal of Ornithology*, 156, 515-523.

Article 12 web tool (2020) [10.4 :2022], dostupné z: <https://nature-art12.eionet.europa.eu/article12//>

Bardeli, R., Wolff, D., Kurth, F., Koch, M., Tauchert, K. H., & Frommolt, K. H. (2010). Detecting bird sounds in a complex acoustic environment and application to bioacoustic monitoring. *Pattern Recognition Letters*, 31(12), 1524-1534.

Bombaci, S. P. a Pejchar, L. (2019). Using paired acoustic sampling to enhance population monitoring of New Zealand's forest birds. *New Zealand Journal of Ecology*, 43(1): 1-11.

Bouchner, M. (1975). *Kapesní atlas ptáků*. 4. vydání, Státní pedagogické nakladatelství, Praha

Braña, F., González-Quirós, P., Prieto, L., & González, F. (2013). Spatial distribution and scale-dependent habitat selection by Eurasian Woodcocks *Scolopax rusticola* at the south-western limit of its continental breeding range in northern Spain. *Acta Ornithologica*, 48(1), 27-37.

Braña, F., Prieto, L., & González-Quirós, P. (2010). Habitat change and timing of dusk flight in the Eurasian woodcock: a trade-off between feeding and predator avoidance? In *Annales Zoologici Fennici* (Vol. 47, No. 3, pp. 206-214). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.

Buck, E. J. (2019). Acoustic Monitoring of American Woodcock.

Crespo, A., Rodrigues, M., Telletxea, I., Ibanez, R., Diez, F., Tobar, J. F., & Arizaga, J. (2016). No habitat selection during spring migration at a meso-scale range across mosaic landscapes: A case study with the woodcock (*Scolopax rusticola*). *PLoS One*, 11(3), e0149790.

Doherty, K. E., Andersen, D. E., Meunier, J., Oppelt, E., Lutz, R. S., & Bruggink, J. G. (2010). Foraging location quality as a predictor of fidelity to a diurnal site for adult female American woodcock *Scolopax minor*. *Wildlife Biology*, 16(4), 379-388.

Duriez, O., Ferrand, Y., Binet, F., Corda, E., Gossmann, F., & Fritz, H. (2005). Habitat selection of the Eurasian woodcock in winter in relation to earthworms availability. *Biological conservation*, 122(3), 479-490.

Elizondo, E. C., Duguay, J. P., & Collier, B. A. (2019). Evaluation of habitat characteristics and the appropriate scale for evaluating diurnal habitat selection of wintering American woodcock in Louisiana. In *Proceedings of the American Woodcock Symposium* (Vol. 11, pp. 124-129).

Ferrand, Y. (1989). Contribution à l'étude du comportement du mâle de bécasse des bois" *Scolopax rusticola* L." en période de reproduction: méthode de dénombrement (*Doctoral dissertation, Montpellier 3*).

Frommolt, Karl-Heinz, and Klaus-Henry Tauchert (2014). "Applying bioacoustic methods for long-term monitoring of a nocturnal wetland bird." *Ecological Informatics*, 4-12.

Guzmán, J. L., Caro, J., & Arroyo, B. (2017). Factors influencing mobility and survival of Eurasian Woodcock wintering in Spain.

Heward, C. J., Hoodless, A. N., Conway, G. J., Aebischer, N. J., Gillings, S., & Fuller, R. J. (2015). Current status and recent trend of the Eurasian Woodcock *Scolopax rusticola* as a breeding bird in Britain. *Bird Study*, 62(4), 535-551.

Heward, C. J., Hoodless, A. N., Conway, G. J., Fuller, R. J., MacColl, A. D., & Aebischer, N. J. (2018). Habitat correlates of Eurasian Woodcock *Scolopax rusticola* abundance in a declining resident population. *Journal of Ornithology*, *159*, 955-965.

Heward, C. J., Lowe, A., & Hoodless, A. N. (2017). A method for mist-netting breeding Eurasian Woodcock: use of visual and audio lures increases capture rate. *Ringing & Migration*, *32*(1), 50-53

Hirons, G. (1980). The significance of roding by Woodcock *Scolopax rusticola*: an alternative explanation based on observations of marked birds. *Ibis*, *122*(3): 350

Hirons, G., & Johnson, T. H. (1987). A quantitative analysis of habitat preferences of Woodcock *Scolopax rusticola* in the breeding season. *Ibis*, *129*(2), 371-381.

Hobson, K. A., Rempel, R. S., Greenwood, H., Turnbull, B., & Van Wilgenburg, S. L. (2002). Acoustic surveys of birds using electronic recordings: new potential from an omnidirectional microphone system. *Wildlife Society Bulletin*, 709-720.

Hobson, K. A., Van Wilgenburg, S. L., Guzmán, J. L., & Arroyo, B. (2013). Origins of juvenile Woodcock (*Scolopax rusticola*) harvested in Spain inferred from stable hydrogen isotope ($\delta^2\text{H}$) analyses of feathers. *Journal of Ornithology*, *154*, 1087-1094.

Hoodless, A. N., & Coulson, J. C. (1998). Breeding biology of the woodcock *Scolopax rusticola* in Britain. *Bird Study*, *45*(2), 195-204.

Hoodless, A. N., & Heward, C. J. (2019). Migration Timing, Routes, and Connectivity of Eurasian Woodcock Wintering in Britain and Ireland. In *Proceedings of the Eleventh American Woodcock Symposium* (Vol. 11, pp. 136-145). University of Minnesota Libraries Publishing.

Hoodless, A. N., & Hirons, G. J. (2007). Habitat selection and foraging behaviour of breeding Eurasian Woodcock *Scolopax rusticola*: a comparison between contrasting landscapes. *Ibis*, *149*, 234-249.

Hoodless, A. N., Inglis, J. G., Doucet, J. P., & Aebischer, N. J. (2008). Vocal individuality in the roding calls of Woodcock *Scolopax rusticola* and their use to validate a survey method. *Ibis*, *150*(1), 80-89.

Hoodless, A. N., Lang, D., Aebischer, N. J., Fuller, R. J., & Ewald, J. A. (2009). Densities and population estimates of breeding Eurasian Woodcock *Scolopax rusticola* in Britain in 2003. *Bird Study*, *56*(1), 15-25.

Hoodless, A., Lang, D., Fuller, R. J., Aebischer, N., & Ewald, J. (2006). Development of a survey method for breeding Woodcock and its application to assessing the status of the British population. In *Proc. 6th European Woodcock and Snipe Workshop* (pp. 48-54). Wageningen, The Netherlands: Wetlands International.

Chase, J. M., Blowes, S. A., Knight, T. M., Gerstner, K., & May, F. (2020). Ecosystem decay exacerbates biodiversity loss with habitat loss. *Nature*, *584*(7820), 238-243.

Chytrý, M., Kučera, T., & Kočí, M. (2001). Katalog biotopů České republiky. *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha*.

Karr, J. R. (1981). Surveying birds with mist nets. *Studies in Avian Biology*, *6*, 62-67.

Keller, V., Herrando, S., Vorišek, P., Franch, M., Kipson, M., Milanese, P. & Foppen, R. P. B. (2020). *European breeding bird atlas 2: Distribution, abundance and change*.

Poskytování dat AOPK ČR. *Poskytování dat AOPK ČR* [online]. Dostupné z: <https://data.nature.cz/sds/17>

QGIS, 2022: open source geografický informační systém (GIS) publikovaný pod všeobecnou licenci

WebGIS [online]. Copyright © [cit. 17.03.2023]. Dostupné z: https://webgis.nature.cz/publicdocs/opendata/kves/Konsolidovana_vrstva_ekosys temu_2021_popis.pdf

Seznam tabulek

Tabulka 1: kategorie KVES	22
Tabulka 2: "ostatní" podkategorie lesních ekosystémů.....	23
Tabulka 3: nahrávky celkem a pozitivní na sluku dle počtu dnů.....	24
Tabulka 4: počet záznamů v jednotlivých dekádách celkem a pouze se slukou.....	25
Tabulka 5: ukazatelé (minimum, maximum, průměr, medián) prezentující zastoupení ekosystémů (system) v [m ²] a [%] na lokalitách s nálezem sluky lesní (sluka +) a bez ní (AA_NEG).....	28

Seznam grafů

Graf 1.1: záznamy rozdělené po dekáдах s procentuálním vyjádřením pozitivních nálezů sluky vůči ostatním	25
Graf 1.2: procentuální vyjádření pozitivních nálezů sluky vůči celkovým záznamům v jednotlivých pentádách.....	26
Graf 1.3: průměry a mediány zastoupení jednotlivých ekosystémů na lokalitách s nálezem a bez nálezu sluky lesní [%].....	27
Graf 1.4: porovnání zastoupení lesních ekosystémů na lokalitách s nálezem sluky (L1) a na lokalitách bez nálezu (L2).	28
Graf 1.5: zastoupení jednotlivých podkategorií lesních ekosystémů na lokalitách se slukou	29
Graf 1.6: poměrová zastoupení podkategorií lesů se slukou a celkem [%]	29
Graf 1.7: poměrová zastoupení lesních podkategorií pro lokality se slukou, bez ní, celkem [%]	30
Graf 1.8: poměrové zastoupení podkategorií lesů pro lokality se slukou, bez ní a celkem [%]	30

Seznam použitých zkratek

mm – milimetr

cm – centimetr

m – metr

km – kilometr

ha – hektar

m n. m. – metrů nad mořem

min. – minuta

sp – species

Přílohy

Tabulka ke grafu 1.4

	sluka +	bez sluky
MIN	0,36	0,00
MAX	99,53	99,39
PRUM	79,85	67,39
MED	90,80	77,90
dolní kvart inc	66,49	43,66
dolní kvart ex	66,32	43,62
horní kvart inc	96,50	95,02
horní kvart ex	96,50	95,02

Tabulka ploch lesních ekosystémů s vypočítanými procenty, z nichž vychází grafy 1.6, 1.7, 1.8

kategorie lesů	sluka + [m ²]	bez sluky [m ²]	celkem [m ²]	sluka+ [%]	bez sluky [%]	celkem [%]
Hospodářské lesy jehličnaté	230,2020853	637,0147418	867,2168271	26,54	73,46	51,65
Hospodářské lesy listnaté	17,00963921	52,06355844	69,07319765	24,63	75,37	4,11
Hospodářské lesy smíšené	39,83875173	113,930346	153,7690977	25,91	74,09	9,16
Lužní a mokřadní lesy	11,53384354	34,41560079	45,94944433	25,10	74,90	2,74
Doubravy a dubohabřiny	17,83911092	52,98900527	70,82811619	25,19	74,81	4,22
Suťové lesy	0,929705408	1,789602244	2,719307651	34,19	65,81	0,16
Bučiny	70,34636415	250,3815264	320,7278906	21,93	78,07	19,10
Suché bory	2,059917941	16,26659947	18,32651741	11,24	88,76	1,09
Smrčiny	32,39228518	55,87136673	88,26365191	36,70	63,30	5,26
Rašelinné lesy	11,33035436	5,012002771	16,34235713	69,33	30,67	0,97
Přírodní křoviny	3,430471791	12,34884403	15,77931582	21,74	78,26	0,94
Nepůvodní kosodřevina	0,282347285	0,281548574	0,563895859	50,07	49,93	0,03
Nepůvodní křoviny	1,860651633	7,760373395	9,621025028	19,34	80,66	0,57
celk. plocha	439,0555285	1240,125116	1679,180644			

Tabulka sloučení lesních ekosystémů s malými hodnotami do kategorie „ostatní“

	sluka + [%]	bez sluky [%]
Sušové lesy	0,21	0,14
Suché bory	0,47	1,31
Přírodní křoviny	0,78	1,00
Nepůvodní kosodřevina	0,06	0,02
Nepůvodní křoviny	0,42	0,63
ostatní	1,95	3,10

Upravená tabulka pro grafy 1.6, 1.7, 1.8

kategorie lesů	sluka + [%]	bez [%]	celkem [%]
Hospodářské lesy jehličnaté	52,43	51,37	51,65
Hospodářské lesy listnaté	3,87	4,20	4,11
Hospodářské lesy smíšené	9,07	9,19	9,16
Lužní a mokřadní lesy	2,63	2,78	2,74
Doubravy a dubohabřiny	4,06	4,27	4,22
Bučiny	16,02	20,19	19,10
Smrčiny	7,38	4,51	5,26
Rašelinné lesy	2,58	0,40	0,97
ostatní	1,95	3,10	2,80

Tabulka pro dekády

	dekáda_číslo	sluka +	ostatní	početCELKEM
leden	1	0	1	1
	2	0	8	8
	3	0	81	81
únor	4	0	206	206
	5	0	278	278
	6	6	162	168
březen	7	10	371	381
	8	33	391	424
	9	104	618	722
duben	10	132	583	715
	11	73	308	381
	12	92	310	402
květen	13	24	130	154
	14	83	243	326
	15	69	171	240
červen	16	24	104	128
	17	38	170	208
	18	25	52	77
červenec	19	6	2	8
	20	0	17	17
	21	0	20	20
srpen	22	0	0	0
	23	0	3	3
	24	0	3	3
září	25	0	0	0
	26	0	4	4
	27	0	16	16
říjen	28	0	21	21
	29	0	8	8
	30	0	1	1
listopad	31	0	1	1
	32	0	4	4
	33	0	0	0
prosinec	34	0	2	2
	35	0	0	0
	36	0	0	0
	sum	719	4289	5008

Tabulka pro pentády

	pentáda_číslo	sluka +	ostatní	početCELKEM
leden	1	0	1	1
	2	0	0	0
	3	0	4	4
	4	0	4	4
	5	0	5	5
	6	0	76	76
únor	7	0	57	57
	8	0	152	152
	9	0	90	90
	10	0	185	185
	11	5	103	108
	12	1	59	60
březen	13	5	141	146
	14	6	275	281
	15	10	155	165
	16	22	191	213
	17	58	385	443
	18	46	233	279
duben	19	78	306	384
	20	64	339	403
	21	34	122	156
	22	29	124	153
	23	45	151	196
	24	47	159	206
květen	25	5	49	54
	26	37	112	149
	27	30	85	115
	28	35	127	162
	29	14	65	79
	30	55	106	161
červen	31	6	60	66
	32	19	65	84
	33	26	110	136
	34	11	39	50
	35	16	32	48
	36	9	20	29
červenec	37	4	1	5
	38	2	1	3
	39	0	0	0
	40	0	17	17
	41	0	20	20
	42	0	0	0
srpen	43	0	0	0
	44	0	0	0
	45	0	3	3
	46	0	0	0
	47	0	3	3
	48	0	0	0
září	49	0	0	0
	50	0	0	0
	51	0	0	0
	52	0	4	4
	53	0	16	16
	54	0	0	0
říjen	55	0	3	3
	56	0	18	18
	57	0	8	8
	58	0	0	0
	59	0	1	1
	60	0	0	0
listopad	61	0	0	0
	62	0	1	1
	63	0	0	0
	64	0	4	4
	65	0	0	0
	66	0	0	0
prosinec	67	0	2	2
	68	0	0	0
	69	0	0	0
	70	0	0	0
	71	0	0	0
	72	0	0	0
sum		719	4289	5008