

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta

Habitatové preference kulíška nejmenšího
(*Glaucidium passerinum*) v Třeboňské pánvi

Diplomová práce

Bc. Magdalena Pilařová

Školitel: doc. Mgr. Jan Riegert, Ph.D.

České Budějovice 2022

Pilařová, M., 2022: Habitatové preference kulíška nejmenšího (*Glaucidium passerinum*) v Třeboňské pánvi. [Habitat preferences of the Eurasian Pygmy Owl (*Glaucidium passerinum*) in Třeboňsko basin. Mgr. thesis, in Czech] – 43 p., Faculty of science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Annotation

Although the smallest owl species in Europe, the Eurasian Pygmy Owl (*Glaucidium passerinum*) is predominantly distributed in Siberia and Scandinavia, it is also present in central Europe. Our goal was to map Pygmy owl distribution in Třeboňsko basin during 2020-2021. This location was selected due to the reason that there is dense population. Using the species male voice playback, we also detected the presence of several other owl species. Subsequently, we examined the effects of chosen environmental factors on detectability of owl species and compared their inter- and intraspecific distribution. Finally, we analysed habitat preferences of Pygmy owl. Our results significantly contributed to our knowledge on the species ecology within the Trebon forest.

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

České Budějovice, 24. 11. 2022

.....
Bc. Magdalena Pilařová

Poděkování

Chtěla bych poděkovat především svému školiteli, Janu Riegertovi, za pomoc při mapování v Třeboni, za podnětné rady a odbornou pomoc, kterou mi poskytoval při zpracovávání mé diplomové práce, a za čas, který mi věnoval. Mé poděkování též náleží Lesům ČR za povolení výzkumu v CHKO Třeboňsko a za následné poskytnutí dat.

V neposlední řadě musím poděkovat svým rodičům za podporu během celého mého studia a Jirkovi za pomoc při zpracování dat v excelu a dodávání energie, když mi docházela.

Obsah

1	Úvod	1
1.1	Detektabilita	1
1.2	Distribuce vybraných druhů sov	1
1.3	Habitatové preference	2
2	Cíle práce	5
3	Metodika	6
3.1	Studovaný druh	6
3.2	Studovaná oblast	7
3.3	Sběr dat	8
3.4	Statistické zpracování dat	9
3.4.1	Detektabilita kulíška nejmenšího a dalších druhů sov	9
3.4.2	Porovnání distribuce sov na vnitrodruhové a mezidruhové úrovni	10
3.4.3	Habitatové preference	12
4	Výsledky	15
4.1	Detektabilita kulíška nejmenšího a ostatních druhů sov	15
4.2	Porovnání distribuce sov na vnitrodruhové a mezidruhové úrovni	17
4.2.1	Vnitrodruhové porovnání distribuce sov	17
4.2.2	Mezidruhové porovnání distribuce sov	20
4.3	Habitatové preference	22
5	Diskuze	28
5.1	Detektabilita kulíška nejmenšího a ostatních druhů sov	28
5.2	Porovnání distribuce sov na vnitrodruhové a mezidruhové úrovni	30
5.2.1	Vnitrodruhové porovnání distribuce sov	30
5.2.2	Mezidruhové porovnání distribuce sov	31
5.3	Habitatové preference kulíška nejmenšího	33
6	Závěry	36
7	Seznam použité literatury	37
8	Internetové zdroje	41
9	Přílohy	42

1 Úvod

1.1 Detektabilita

Vokalizace je důležitou součástí života jedinců čeledi puštíkovitých (Strigidae). Díky noční aktivitě spolu jedinci sov nemohou komunikovat na vizuální úrovni a využívají spíše hlasovou komunikaci. Podobně jako u ostatních druhů ptáků, sovy využívají vokalizaci k různým kontextům – lákání partnera, vymezování teritoria, kontakt s partnerem, alarmující volání, obrana teritoria (del Hoyo et al. 1999).

Detektabilita sov může být ovlivněna různými environmentálními faktory, jako je například fáze hnízdění. U kulíška brazilského (*Glaucidium brasilianum*) bylo zjištěno, že detektabilita samců se mění v závislosti na fázi hnízdění, nejnížší detektabilita byla zjištěna během krmení mláďat (Flesch & Steidl 2007). K podobnému výsledku dospěli i Norambuena & Muñoz-Pedrerros (2018) ve své studii z jižní Chile. U kulíška patagonského (*Glaucidium nana*) bylo zjištěno, že vrchol vokalizace je během námluv a inkubace patrně spojený se zvýšenou teritorialitou. Naopak během mimohnízdní sezóny s nižší mírou teritoriality byla míra detektability nejnížší.

Dalším předpokládaným vlivem na detektabilitu sov může být fáze měsíce. Vliv fáze měsíce byl prokázán například u kulíška brazilského a kulíška patagonského, kteří vokalizují více během úplňku (Ibarra et al. 2014; Pérez-Granados et al. 2021). Opačný trend byl zjištěn u puštíka západního (*Strix occidentalis*), který vokalizoval častěji během poslední čtvrtiny a novoluní části lunárního cyklu (Ganey 1990).

1.2 Distribuce vybraných druhů sov

V této diplomové práci byla studována distribuce na mezidruhové a vnitrodruhové úrovni u vybraných druhů sov (kulíška nejmenšího *Glaucidium passerinum*, puštíka obecného *Strix aluco*, sýce rousného *Aegolius funereus*, kalouse ušatého *Asio otus* a výra velkého *Bubo bubo*). Druhy, které mají podobné nároky na zdroje v životním prostředí, podléhají kompetici o potravu nebo teritorium (Schoener 1974). Tyto druhy si mohou navzájem konkurovat během získávání potravy, neboť vykazují vysoké zastoupení drobných savců v potravě. Pouze jedinci kulíška nejmenšího mají v potravě vyšší zastoupení menších druhů ptáků (Hudec & Šťastný 2005). Mezidruhová kompetice je závislá na velikosti daných jedinců, kdy větší druhy sov dominují menším druhům (Mikkola 1976). Hmotnosti těchto sov jsou 55-78 g (kulíšek nejmenší), 379-720 g (puštík obecný), 95-210 g (sýc rousný), 198-310 g (kalous ušatý) a 2000-3260 g (výr velký) (Hudec & Šťastný 2005).

Šotnár et al. (2020) popisují distribuci 4 druhů sov (kulíšek nejmenší, sýc rousný, puštík obecný a puštík bělavý *Strix uralensis*) v Karpatech. Zde byla testována průměrná vzdálenost k nejbližšímu sousedovi. Kulíšek nejmenší byl nejbližší k jedincům stejného druhu a následně k puštíkovi obecnému a sýci rousnému. Jedinci sýce rousného byli nejbližší ke kulíškovi nejmenšímu, následně k puštíkovi a sýci rousnému. Puštík obecný byl nejbližší k jedincům stejného druhu a následně ke kulíškovi nejmenšímu a sýci rousnému. Všechny sovy byly nejvíce vzdálené od puštíka bělavého.

Vrezec & Tome (2004) porovnávali distribuci puštíka obecného, sýce rousného a puštíka bělavého jak na vnitrodruhové, tak i na mezidruhové úrovni. Puštík obecný byl nejbližší jedincům stejného druhu a následně puštíkovi bělavému. Ovšem vzdálenost mezi puštíkem obecným a puštíkem bělavým byla téměř dvojnásobná oproti vzdálenosti mezi puštíky obecnými. Největší průměrná vzdálenost byla nalezena mezi jedinci puštíka obecného a sýce rousného.

1.3 Habitatové preference

Podobně jako většina ostatních druhů sov z čeledi puštíkovití, kulíšek nejmenší obývá lesní biotopy. Výběr habitatu záleží především na dostatku potravy a míst k hnízdění. Místa k hnízdění jsou pro sovy důležitým faktorem, neboť si hnízdo nestaví, ale využívají přírodní dutiny nebo již existující opuštěná hnízda jiných ptáků (del Hoyo et al. 1999; Hudec & Šťastný 2005).

Kulíšek nejmenší je typickým obyvatelem evropské tajgy, kde se vyskytuje především v jehličnatých lesích, a to konkrétně v lesích se zastoupením jedle bělokoré (*Abies alba*). Většinou se nachází v jehličnatých lesích s příměsí listnatých stromů (buku lesního *Fagus sylvatica*, topolu osiky *Populus tremula* a břízy *Betula* sp.). V rámci habitatu preferuje také výskyt pastvin, mýtin, vřesovišť a přímého přístupu k vodnímu zdroji. V rámci teritoria se také musí vyskytovat dostatek dutin, které využívá k zahnízdění (Cramp et al. 1985; del Hoyo et al. 1999). Hudec & Šťastný (2005) uvádí, že se kulíšek nejmenší obývá starší jehličnaté nebo smíšené lesy především v horách, řidčeji v pahorkatinách a vzácně i v nížinách.

V posledních letech byla provedena řada studií za účelem stanovení habitatových preferencí kulíška nejmenšího (Henrioux et al. 2003; Pačenovský & Šotnár 2010; Barbaro et al. 2016; Braunisch et al. 2019; Mestecăneanu & Mestecăneanu 2019; Šotnár et al. 2020), ze kterých byla čerpána inspirace ke stanovení metodiky mapování v této diplomové práci.

Šotnár et al. (2020) zjišťovali prostorovou distribuci čtyř druhů sov v karpatských horských lesích (viz výše), současně studoval i výběr habitatů. U kulíška nejmenšího bylo k jeho mapování využíváno imitování jeho hlasu člověkem. U ostatních sov tomu nebylo využito, aby nepřelétávaly do jimi neobydlených oblastí. Jedinci kulíška nejmenšího byli oproti ostatním sovám pozorováni v porostech s nejvyšším podílem jehličnatých lesů, a naopak se nevyskytovali v čistě listnatých lesích.

Mestecăneanu & Mestecăneanu (2019) zjišťovali výskyt kulíška nejmenšího v Rumunsku. K mapování jeho výskytu použili metodu přehrávání nahrávky. Body byly ve studované oblasti náhodně rozmístěny ve vzdálenosti minimálně 700 m. Na každém sčítacím bodu byl zaznamenán okolní habitat a bylo zjištěno, že kulíšek nejmenší nejčastěji vyskytoval v plně vzrostlých smrkových lesích, vzrostlých smíšených lesích a smrkových lesích s pastvinami.

Barbaro et al. (2016) provedli výzkum ke zjištění výběru habitatu kulíška nejmenšího ve Francouzském Předalpím pomocí přehrávání nahrávky. Sčítací body od sebe byly vzdáleny 250 m a mapování probíhalo v ranních i večerních hodinách. Optimálním habitatem kulíška nejmenšího byly smíšené lesy s převahou starších jedlí bělokorých a ploch s odumřelými smrků ztepilými (*Picea abies*) a otevřenými habitaty.

Henrioux et al. (2003) zjišťovali vliv složení lesa na výskyt kulíška nejmenšího ve Švýcarsku pomocí poslechu a nahrávky. Poté, co bylo nalezeno teritorium s výskytem kulíška nejmenšího, byly dohledány potenciální hnízdní dutiny, okolo kterých byla následně testována struktura vegetace v okolí do 20 m. Většina kulíšků nejmenších hnízdila uvnitř lesa, přičemž většina dostupných dutin byla nalezena v jedlích. Kulíšek nejmenší k hnízdění využíval dutiny v jedlích a smrcích.

Na Slovensku byl proveden výzkum popisující hnízdní biologii a etologii kulíška nejmenšího. Po nalezení teritorií bylo okolí hnízd charakterizováno katalogem biotopů Slovenska a byla odhadnuta početnost jednotlivých dřevin. Nakonec bylo zjištěno, že nejvíce hnízd se nachází ve smrkových, jedlo-bukových a buko-smrko-jedlových lesích. Teritoria se nacházela ve starých jehličnatých a smíšených lesích s přítomností suchých stromů s četnými dutinami v blízkosti otevřeného habitatu a s přístupem k vodnímu zdroji (Pačenovský & Šotnár 2010).

Ve studii ze Švýcarska a jihozápadního Německa byly náhodně vybrány lesní oblasti s přítomností či absencí studovaného druhu. Kulíšek nejmenší se vyskytoval v lesích s převahou smrků a borovic s vysokou četností vnitřního okraje lesa. Pozitivní asociace

s rozvětvenými stromy a hojným přízemním pokryvem naznačuje druhovou preferenci pro strukturně heterogenní lesy (Braunisch et al. 2019).

V Polsku kulíšek nejmenší preferuje lesy s vysokým podílem listnatých lesů a keřů, avšak u většiny zjištěných jedinců v okolí výskytu kulíška dominovala borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Kulíšci byli nalézáni díky jejich vokalizaci, případně po vokální stimulaci (Pełowska-Marczak 2019).

Shurulinkov et al. (2012) mapovali výskyt kulíška nejmenšího a sýce rousného v bulharských Rodopech. Sovy byly provokovány hlasovou nahrávkou a body od sebe byly vzdáleny 750 m. Preferovaným habitatem byly především starší smrkové a smrkovo-borovicové lesy. Smíšené lesy byly obývány řidčeji.

Z uvedených studií lze vyvodit, že v rámci Evropy se kulíšek nejmenší často vyskytuje v jehličnatých a smíšených lesích. Z jehličnanů se v jeho okolí často vyskytuje smrk, jedle a borovice a z listnáčů je ve studiích uváděn pouze buk. V rámci jeho habitatu jsou důležité staré vzrostlé stromy, které nabízejí lepší možnosti k hnízdění.

2 Cíle práce

1. Detailně zmapovat distribuci kulíška nejmenšího v Třeboňské pánvi pomocí nahrávky teritoriálního hlasu samce.
2. Zjistit vliv vybraných environmentálních faktorů (počasí, denní doba, délka noci, fáze měsíce) na detektabilitu studovaných druhů sov. Předpokládala jsem, že především fáze hnízdění a lunární cyklus bude mít vliv na detektabilitu kulíška nejmenšího. Se začátkem mapování a úplňkem bude detektabilita nižší. U všech druhů sov jsem rovněž předpokládala vliv počasí. Se zhoršeným počasím by měla být míra detektability sov obecně nižší.
3. Porovnat distribuci jednotlivých druhů sov na vnitrodruhové a mezidruhové úrovni. Předpokládala jsem, že vzdálenosti mezi jednotlivými druhy sov budou reflektovat mezidruhové predatorní vztahy. Na vnitrodruhové úrovni by měly vzdálenosti odpovídat velikosti teritorií díky vnitrodruhové kompetici o potravní zdroje.
4. Zjistit strukturu porostu okolo sčítacích bodů a stanovit habitatové preference kulíška nejmenšího porovnáním s kontrolními stanovišti. Na základě publikovaných údajů jsem předpokládala, že se kulíšek nejmenší bude vyskytovat převážně ve starších jehličnatých lesích.

3 Metodika

3.1 Studovaný druh

Kulíšek nejmenší náleží do řádu Strigiformes (sovy) a čeledi puštíkovitých. Sovy vykazují převážně striktní noční aktivitu, ale existují výjimky. Mezi ně patří i kulíšek nejmenší, který loví za soumraku nebo dokonce během dne (Šťastný & Christie 1990).

Jedná se o nejmenší druh sovy Evropy se sibiřským rozšířením. Ze severu je jeho výskyt omezen hranicí lesa a na jihu ostrůvkovitě zasahuje do střední a jižní Evropy (Hudec & Šťastný 2005). Nejdále na jihu se vyskytuje v Řecku. Celkově se početnost v Evropě odhaduje na 47-110 tisíc párů a populace je považována za stabilní. Nejpočetnější populace kulíška nejmenšího je ve skandinávských zemích a v Rusku (Albrecht et al. 2015).

Hudec & Šťastný (2005) uvádí, že v České republice jsou hlavní hnízdní oblasti kulíška nejmenšího Jižní a Západní Čechy. V Jižních Čechách se vyskytuje především v lesích s nadmořskou výškou od 390 do 1260 m a na Šumavě je dokonce považován za nejhojnější sovu. Dále tento druh osidluje západní Čechy až po Karlovarsko a Brdy, ale svým výskytem zasahuje i do východnějších částí středních Čech. V Krušných horách hnízdí v nadmořské výšce od 800 do 1000 m. Záznamy o výskytu kulíška nejmenšího pochází i z jiných částí České republiky, ale není zde početnou sovou.

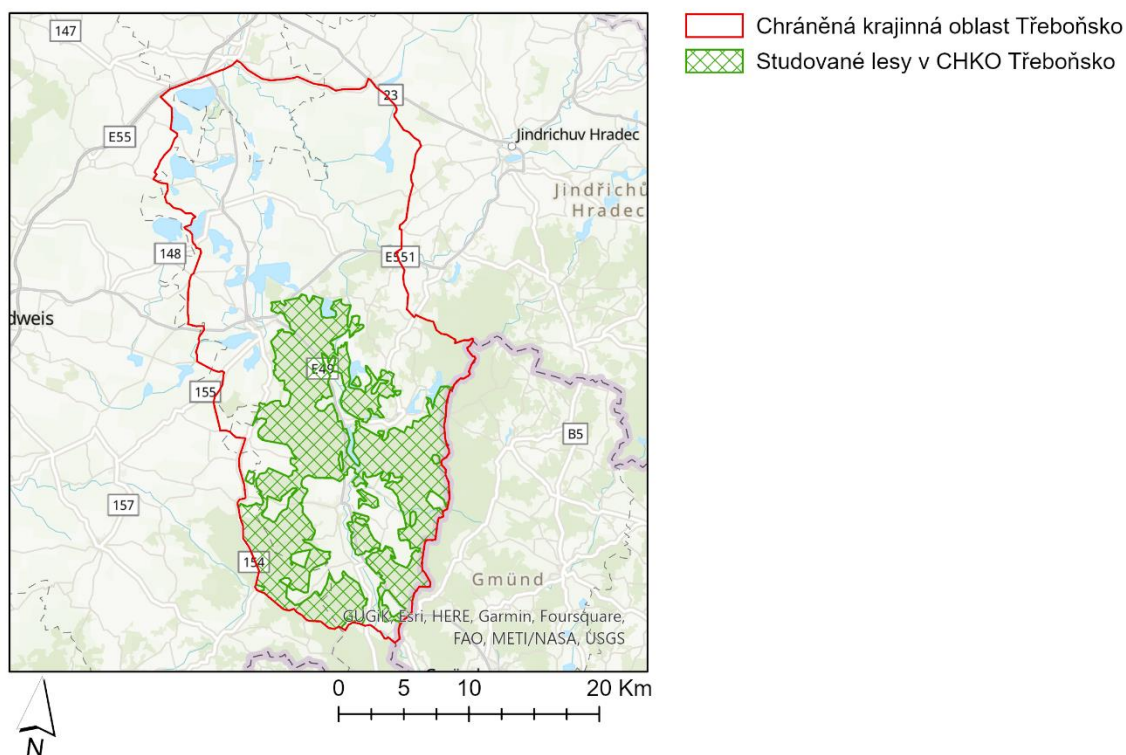
Kulíšek nejmenší je stálá sova, která ve svém teritoriu zůstává po celý rok. Je to monogamní druh, který zůstává v partnerství po dobu jedné hnízdní sezóny, avšak někdy je partnerství obnovováno (del Hoyo et al. 1999). Samec začíná teritoriální vokalizaci na začátku března, během které láká samici. Samec svým typickým teritoriálním hlasem volá především za šera, a to za soumraku nejčastěji po dobu 1 – 2 hodiny okolo západu slunce a za rozednávání nejčastěji 1 – 2 hodiny před východem slunce (Albrecht et al. 2015). Hnízdo si kulíšek nestaví, využívá dutiny vytesané jinými druhy ptáků, především z čeledi datlovitých (Picidae) nejčastěji po strakapoudu velkém (*Dendrocopos major*). Dutina je bez výstelky, a naopak veškeré peří, vývržky a srst jsou z dutiny denně odstraňovány. V dubnu nebo květnu samice snáší vejce. Inkubuje pouze samice, zatímco samec následně jí i mláďatům přináší potravu (Šťastný & Christie 1990; Hudec & Šťastný 2005).

Potrava kulíška nejmenšího je tvořena především drobnými savci (nejčastěji z čeledi hrabošovitých Microtinae), ale značná část potravy je tvořena i drobnými ptáky (Pilařová 2019). Přes svou malou velikost (přibližně velikost hýla obecného *Pyrrhula pyrrhula*) je kulíšek nejmenší neohroženým predátorem a napadá i druhy ptáků,

kteří jsou větší než on sám. Potravu loví nejčastěji za soumraku či za úsvitu, ovšem během krmení mláďat dochází k lovení i během dne (Šťastný & Christie 1990).

3.2 Studovaná oblast

Pro tuto práci byla vybrána oblast CHKO Třeboňsko, protože se zde vyskytuje hojná, nasycená populace kulíška nejmenšího. Oblast CHKO Třeboňsko se nalézá na jihu České republiky v okresech Jindřichův Hradec a České Budějovice. Podle webových stránek CHKO Třeboňsko v této oblasti hnízdí 100 – 150 párů (zdroj: trebonsko.nature.cz). Celková rozloha CHKO Třeboňsko je 687 km² a lesy zde zabírají přibližně 323 km² (dle dat lesního hospodářského plánu a osnov). Pro účely této práce jsem vybrala pouze část CHKO Třeboňsko (přibližně 345 km²) a studované lesní porosty zaujímaly rozlohu 231 km² (Obr. 1).



Obr. 1: Zobrazení studovaných lesních porostů v CHKO Třeboňsko. Chráněná krajinná oblast Třeboňsko je ohraničená červeně a studované lesy jsou vyznačené zeleným šrafováním. Použitá podkladová mapa: ESRI World Topographic Map.

V těchto lesích převládají jehličnany (celkové zastoupení 88 %), a to především borovice lesní (*Pinus sylvestris*, 55 %) a smrk ztepilý (*Picea abies*, 31 %). Z listnatých stromů (celkové zastoupení 12 %) je zde nejvíce zastoupen dub letní (*Quercus robur*, 4 %),

bříza bělokorá (*Betula pendula*, 3 %) a buk lesní (*Fagus sylvatica*, 2 %, zdroj: trebonsko.nature.cz).

3.3 Sběr dat

Monitoring výskytu kulíška v třeboňských lesích probíhal na jaře od poloviny března do poloviny května v letech 2020 a 2021. Mapovat se začínalo před západem slunce a končilo se po západu slunce, to znamená přibližně v rozmezí 17:00 – 21:00. Během dvou let byla studovaná oblast poměrně rovnoměrně pokryta sčítacími body.

Na každém sčítacím bodě byla přehrávána pomocí mobilního telefonu nahrávka teritoriálního hlasu samce, na kterou jedinci kulíška nejmenšího reagují. Tato nahrávka byla přehrávána 5 minut a poté následovaly 2 minuty poslechu a sledování. Celkem jsem tedy na každém sčítacím bodě strávila 7 minut. Podobně Mestecăneanu & Mestecăneanu (2019) ve své studii rovněž využívali k mapování nahrávku teritoriálního hlasu samce, která trvala 5 minut a následovala 1 minuta naslouchání. Vzdálenost mezi jednotlivými body byla přibližně 400 metrů, aby se předešlo opětovnému zaznamenání jednoho jedince.

Během mapování byly zaznamenávány souřadnice jednotlivých bodů, datum a čas. Následně byly doplněny další informace, které byly dohledávány online. Zaznamenávána byla fáze měsíce v procentech, kdy 100 % znamená úplněk a 0 % znamená nov (zdroj: planetcalc.com), východ a západ slunce pro jednotlivé dny (zdroj: keisan.casio.com) a počasí (v časovém rozmezí tří hodin 18:00 – 21:00) – teplota (°C), vítr (km/h), déšť (mm), vlhkost (%), oblačnost (%) a tlak (mb) (zdroj: worldweatheronline.com). Pro zjišťování počasí, východu a západu slunce byl stanoven centroid oblasti se souřadnicemi 48.9030194N, 14.8816503E. Tyto doplňující informace byly využity pro analýzu vlivu fáze měsíce a počasí na detekci kulíška nejmenšího.

Kromě mapování kulíška nejmenšího byla také zaznamenávána přítomnost jiných druhů sov, které reagovaly na nahrávku teritoriálního hlasu kulíška nejmenšího. Jednalo se o puštíka obecného, sýce rousného, kalouse ušatého a výra velkého.

Po dokončení mapování byla sesbíraná data dále tříděna v programu Microsoft Excel. Ke každému bodu byl dopočítán Juliánský den, který udává počet dní mapovacího dne od prvního dne roku. Dále byla dopočítána délka noci každého dne a čas vzhledem k západu slunce, který uvádí kolik minut před- nebo po- západu slunce proběhlo mapování (0 znamená západ slunce, záporné hodnoty znamenají počty minut před západem slunce a kladné hodnoty znamenají počty minut po západu slunce).

3.4 Statistické zpracování dat

3.4.1 Detektabilita kulíška nejmenšího a dalších druhů sov

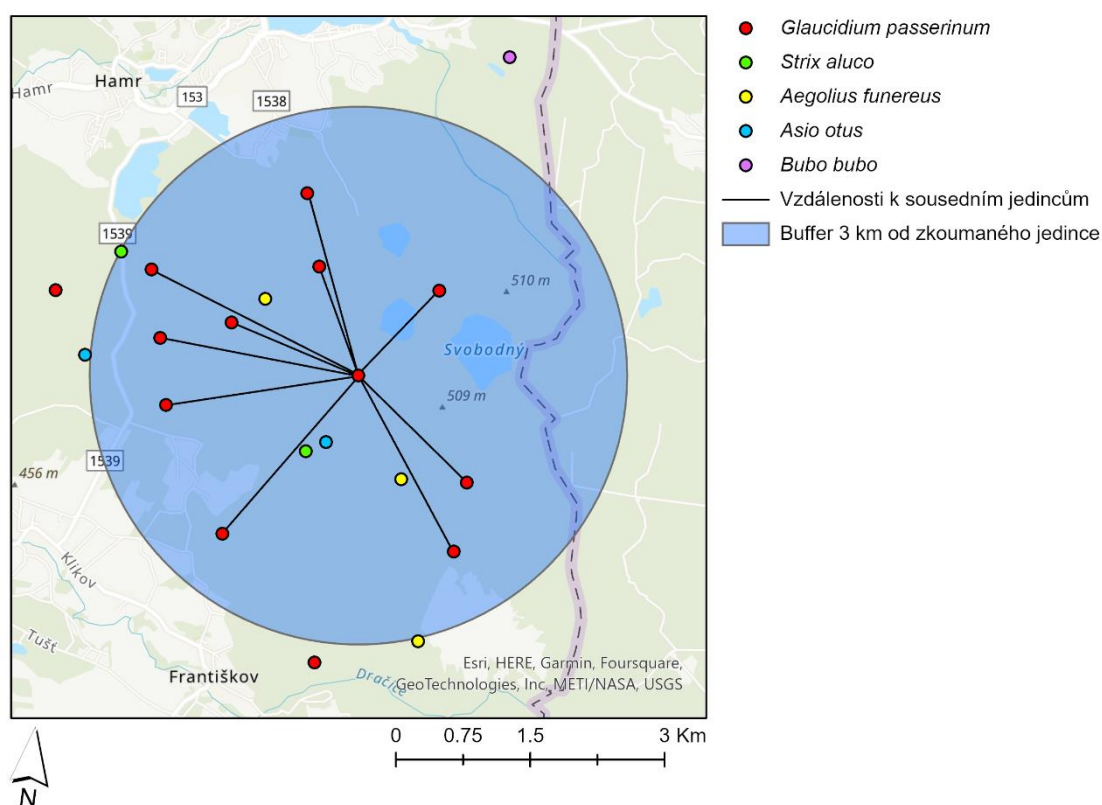
Pro zjišťování detektability kulíška nejmenšího byly použity všechny sčítací body ($n = 719$). Vliv vybraných proměnných (východ, západ slunce, délka noci, fáze měsíce, čas, Juliánský den, teplota, vítr, srážky, vlhkost vzduchu, oblačnost a tlak) na detektabilitu kulíška nejmenšího a ostatních druhů sov (přítomnost/absence) jsem testovala v programu R (R Development Core Team 2011) pomocí zobecněného lineárního modelu (GLM) s binomickou distribucí vysvětlované proměnné (logit link funkce).

Pro určení detektability ostatních druhů sov (přítomnost/absence) byl vybrán vliv oblačnosti a času. Oblačnost byla zaznamenávána v procentech zakrytí oblohy (online data, viz výše). Čas návštěvy byl převeden na minuty před a po západu slunce. Vliv těchto proměnných byl testován v interakci u jednotlivých druhů sov pomocí GLM analýz ($n = 4$). Boxplot grafy byly vytvořeny v programu Statistika 13 (Dell Inc. 2016).

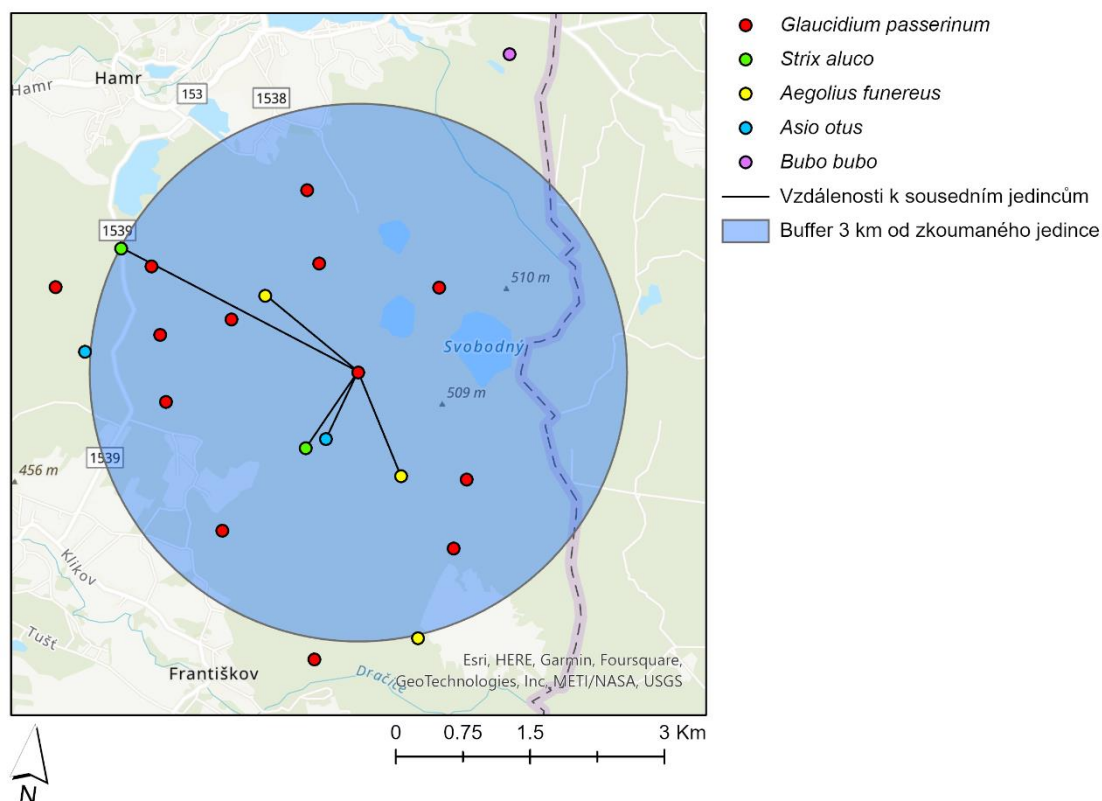
Vliv oblačnosti a času na detektabilitu jednotlivých druhů sov byl testován pomocí PCNM analýzy (Principal coordinate analysis of neighbour matrices) v programu Canoco 5 (Ter Braak & Šmilauer 2018). Tato mnohorozměrná analýza umožňuje odstranit vliv geografické polohy (geografické souřadnice) od vlivu primárních prediktorů (druh sovy). PCNM analýza je vhodná pro výpočet vzájemně korelovaných proměnných, protože všechny tyto proměnné vstupují do analýzy současně. Tato analýza zahrnuje 9 kroků: (1) test primárních prediktorů (celkový vliv primárních prediktorů na datový soubor), (2) testování primárních prediktorů pomocí redundanční analýzy (RDA) na základě parciálních permutačních testů Monte-Carlo ($n = 499$), (3) základní souřadnicová analýza (PCoA) založená na euklidovských vzdálenostech (nalezení hlavních prostorových prediktorů na základě GPS souřadnic), (4) PCNM všech prediktorů (předběžný test celkového účinku prostorových prediktorů na datovém souboru), (5) výběr PCNM (výběr prostorových prediktorů na základě souřadnic pomocí přímého výběru a částečných permutačních Monte-Carlo testů), (6) analýza prostorových prediktorů (procento variability vysvětlené prostorovými prediktory), (7) analýza primárních prediktorů (procento variability vysvětlené primárními prediktory), (8) analýza společných účinků (procento variability vysvětlené oběma typy prediktorů), (9) odstranění prostorových efektů.

3.4.2 Porovnání distribuce sov na vnitrodruhové a mezidruhové úrovni

Do programu ArcGIS Pro (ESRI 2011) jsem importovala veškeré sčítací body s výskytem sov a okolo každého jedince byl vytvořen omezující buffer, ve kterém jsem studovala vzdálenosti sousedních jedinců sov na vnitrodruhové (Obr. 2) a mezidruhové úrovni (Obr. 3). Tyto buffery byly pro každý druh sovy jiný (kulíšek nejmenší 3 km, sýc rousný 4 km, puštík obecný 5 km, kalous ušatý 5 km) a jejich velikost byla určena na základě domovského okrsku (home range) jednotlivých sov (e.g. Wijnandts 1984; Strøm & Sonerud 2001; Sunde et al. 2001). Následně jsem zjistila vzdálenosti (funkce Generate Near Table v ArcGIS Pro; ESRI 2011) mezi nalezenými jedinci sov (kulíšek nejmenší $n = 86$; puštík obecný $n = 17$; sýc rousný $n = 11$; kalous ušatý $n = 6$).



Obr. 2: Ukázka stanovení vnitrodruhových vzdáleností od kulíška nejmenšího (*Glaucidium passerinum*) v rámci bufferu 3 km. Tato analýza byla provedena pro každého zaznamenaného jedince. Velikost bufferu je pro studované druhy sov rozdílná (kulíšek nejmenší - 3 km, sýc rousný *Aegolius funereus* - 4 km, puštík obecný *Strix aluco* - 5 km, kalous ušatý *Asio otus* - 5 km). Použitá podkladová mapa: ESRI World Topographic Map.



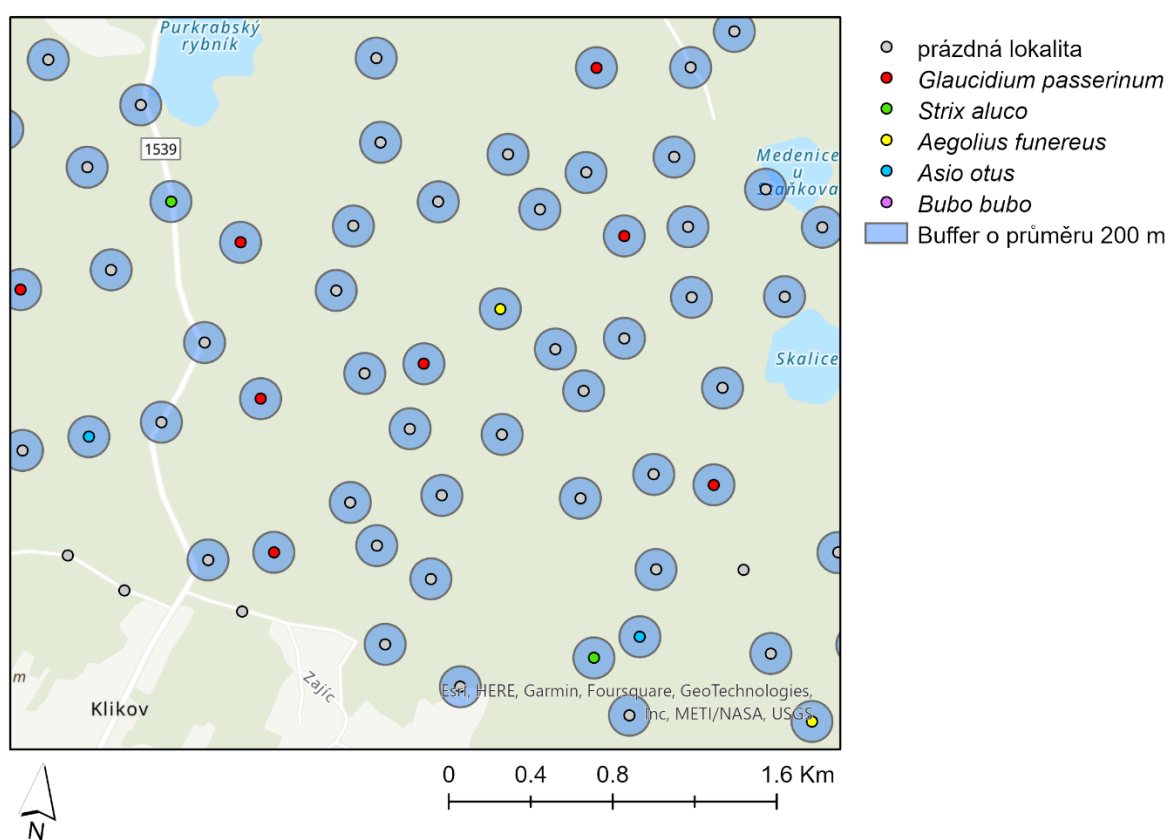
Obr. 3: Ukázka stanovení mezidruhových vzdáleností od kulíška nejmenšího (*Glaucidium passerinum*) v rámci bufferu 3 km. Tato analýza byla provedena pro každého zaznamenaného jedince. Velikost bufferu byla pro studované druhy sov rozdílná (kulíšek nejmenší - 3 km, sýc rousný *Aegolius funereus* - 4 km, puštík obecný *Strix aluco* - 5 km, kalous ušatý *Asio otus* - 5 km). Použitá podkladová mapa: ESRI World Topographic Map.

Vzdálenosti sousedních jedinců stejného druhu byly porovnány v programu Statistika 13 (Dell Inc. 2016) Kruskal-Wallis testem a následně vyneseny do grafu. Závislá proměnná byla vzdálenost mezi jedinci a nezávislá proměnná byla druh sovy. Následně byl zjištěn počet jedinců stejného druhu v bufferu okolo každého jedince. Porovnání na mezidruhové úrovni proběhlo pomocí Kruskal-Wallis testu v programu Statistika 13 (Dell Inc. 2016) a bylo vyneseno do grafu. Závislá proměnná byla počet sousedních jedinců a nezávislá proměnná byla druh sovy. Výr velký byl z této analýzy vyřazen, protože v celé studované oblasti byl zjištěn pouze jeden jedinec.

Rovněž byla provedena analýza ke stanovení distribuce sov na mezidruhové úrovni. Vzdálenosti sousedních jedinců odlišného druhu sovy byly porovnány v programu Statistika 13 (Dell Inc. 2016) Kruskal-Wallis testem a následně vyneseny do grafu. Závislá proměnná byla vzdálenost mezi jedinci a nezávislá proměnná byla druh sovy.

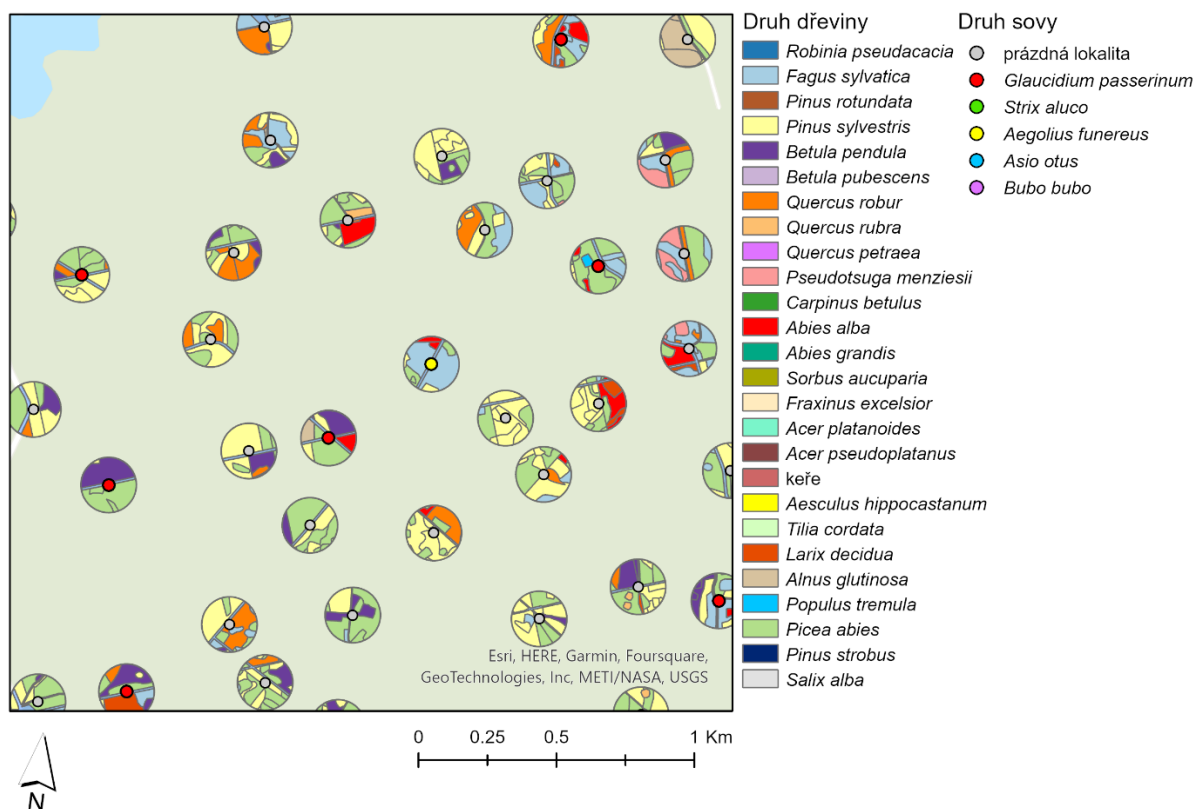
3.4.3 Habitatové preference

Po dokončení mapování v CHKO Třeboňsko byly jednotlivé sčítací body importovány do programu ArcGIS Pro (ESRI 2011). Okolo jednotlivých bodů byl vytvořen buffer o průměru 200 m, aby docházelo k jejich minimálnímu překryvu. Na jednotlivých bodech jsem zjišťovala přítomnost/absenci jednotlivých druhů sov. Obsazené body jsou barevně rozlišené podle druhu sovy (Obr. 4). Celkem bylo během let 2020 a 2021 provedeno sčítání na 719 bodech. Díky některým překrývajícím se bufferům a absenci podkladových dat v určitých oblastech do analýzy nakonec vstupovalo 602 sčítacích bodů.



Obr. 4: Ukázka bufferů o průměru 200 m okolo jednotlivých sčítacích bodů. Použitá podkladová mapa: ESRI World Topographic Map.

Do bufferů byla následně promítnuta data z LHP (lesní hospodářský plán) od Lesy ČR. Tato data obsahují informace o druhu dřeviny, etážích, zakmenění dřeviny a věku lesa pro jednotlivé polygony. Každý buffer tedy obsahuje sloučené informace z přítomných polygonů o druhovém složení lesa, zakmenění dřeviny a jeho věkovou kategorii (Obr. 5). Následně jsou porovnávány body s výskytem kulíška nejmenšího a body s jeho absencí.



Obr. 5: Ukázka dat LHP (druhové složení lesa) propojených do jednotlivých bufferů. Použitá podkladová mapa: ESRI World Topographic Map.

Díky vysokému počtu sčítacích bodů bez výskytu kulíška nejmenšího ($n = 516$) bylo náhodně vybráno 100 sčítacích bodů, které byly v analýze porovnávány s body s přítomností kulíška nejmenšího ($n = 86$).

Pomocí mnohorozměrné PCNM analýzy (viz výše) jsem porovnála procentuální zastoupení 6-ti nejběžnějších druhů stromů (buk lesní, borovice lesní, bříza bělokorá, dub letní, jedle bělokorá, smrk ztepilý) a ostatní druhy stromů (se zastoupením ≤ 5) byly zahrnuty do položky „ostatní“. Pro druhové složení lesa a věkové kategorie byl spočítán Shannon-Wiener index diverzity (Shannon & Weaver 1964), který je v grafu označen zkratkou SW druh a SW VK. Dále zde byl porovnáván jehličnatý, listnatý les a průměrné zakmenění jednotlivých druhů dřevin stromů v rámci bufferu. Zakmenění dřeviny je v grafu označeno zkratkou ZD a název dřeviny. Věk lesa v bufferech byl kategorizován do 7 kategorií (1. kategorie: 1 – 10 let; 2. kategorie: 11 – 20 let; 3. kategorie: 21 – 40 let; 4. kategorie: 41 – 60 let; 5. kategorie: 61 – 80 let; 6. kategorie: 81 – 100 let; 7. kategorie: 101 – 310 let). V grafu jsou tyto kategorie znázorněny zkratkami VK 1 – VK 7. Data do analýzy vstupovala v procentech a následně byla použita arcsinová transformace. Testovala jsem vliv těchto nezávislých proměnných na absenci/přítomnost kulíška nejmenšího. Vliv proměnných,

které byly testovány PCNM analýzou, byl následně ověřen Mann-Whitney U Testem (příloha I) a výsledky byly vyneseny do grafů.

Ke zjištění habitatových preferencí jsem dále použila kompozitní analýzu (Aebischer et al. 1993) pomocí porovnání bufferů s výskytem a absencí kulíška nejmenšího. Na základě přechozí PCNM analýzy bylo vybráno 17 habitatů (jehličnatý, listnatý les; 6 nejvíce zastoupených druhů stromu (buk lesní, borovice lesní, bříza bělokorá, dub letní, jedle bělokorá, smrk ztepilý); Shannon Wiener index diverzity pro druhové složení lesa; věkové kategorie a Shannon Wiener index diverzity věkových kategorií), které byly porovnány v programu R (R Development Core Team 2011). Pro kompozitní analýzu byl použit programový balíček (Package) adehabitatHS. Nulové hodnoty byly v tabulce nahrazeny minimální hodnotou 0,001. Tato analýza zahrnuje 2 kroky: (1) test významnosti habitatu, (2) vytvoření klasifikační matice, která zobrazuje, zda je habitat v řádku více preferován než habitat ve sloupci (příloha II).

4 Výsledky

4.1 Detektabilita kulíška nejmenšího a ostatních druhů sov

V průběhu let 2020 a 2021 byla v Třeboňské pánvi zjišťována přítomnost kulíška nejmenšího, puštíka obecného, sýce rousného, kalouse ušatého a výra velkého (Tab. 1).

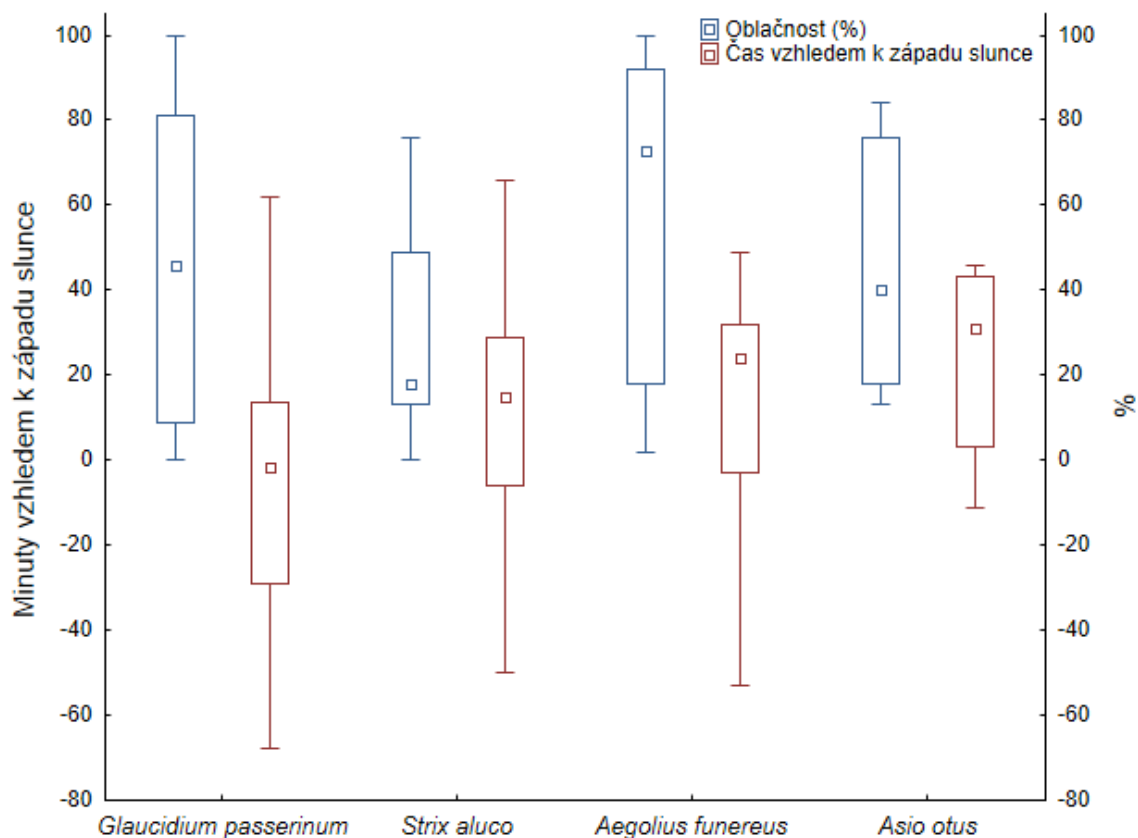
Tab. 1: Celkové počty jedinců jednotlivých druhů sov zjištěných v Třeboňské pánvi. Mapování proběhlo celkem na 719 sčítacích bodech.

Druh	Počet jedinců	Počet jedinců/km ²	Úspěšnost (%)
<i>Glaucidium passerinum</i>	86	0,37	11,96
<i>Strix aluco</i>	17	0,07	2,36
<i>Aegolius funereus</i>	11	0,05	1,53
<i>Asio otus</i>	6	0,03	0,83
<i>Bubo bubo</i>	1	0,004	0,14

Pomocí GLM analýzy byl testován vliv proměnných na detektabilitu kulíška nejmenšího a ostatních druhů sov. U kulíška nejmenšího nebyl nalezen žádný vliv na jeho detektabilitu, ale u ostatních sov byl nalezen vliv interakce oblačnosti a času na jejich detektabilitu (Tab. 2, Obr. 6). Jako první ze všech pozorovaných druhů sov vokalizuje kulíšek nejmenší, a to nejčastěji 1,5 minuty před západem slunce, při poměrně vyšší oblačnosti (46 %). Jako druhý se ozývá puštík obecný (15 minut po západu slunce) ovšem při nízké oblačnosti (18 %). Sýc rousný vykazoval aktivitu později než kulíšek nejmenší a puštík obecný, a to nejčastěji 24 minut po západu slunce při nejvyšší oblačnosti (73 %). Nejvíce nočním druhem ze studovaných sov je kalous ušatý, který byl zaznamenán obvykle 31 minut po západu slunce při podobné oblačnosti jako kulíšek nejmenší (40 %).

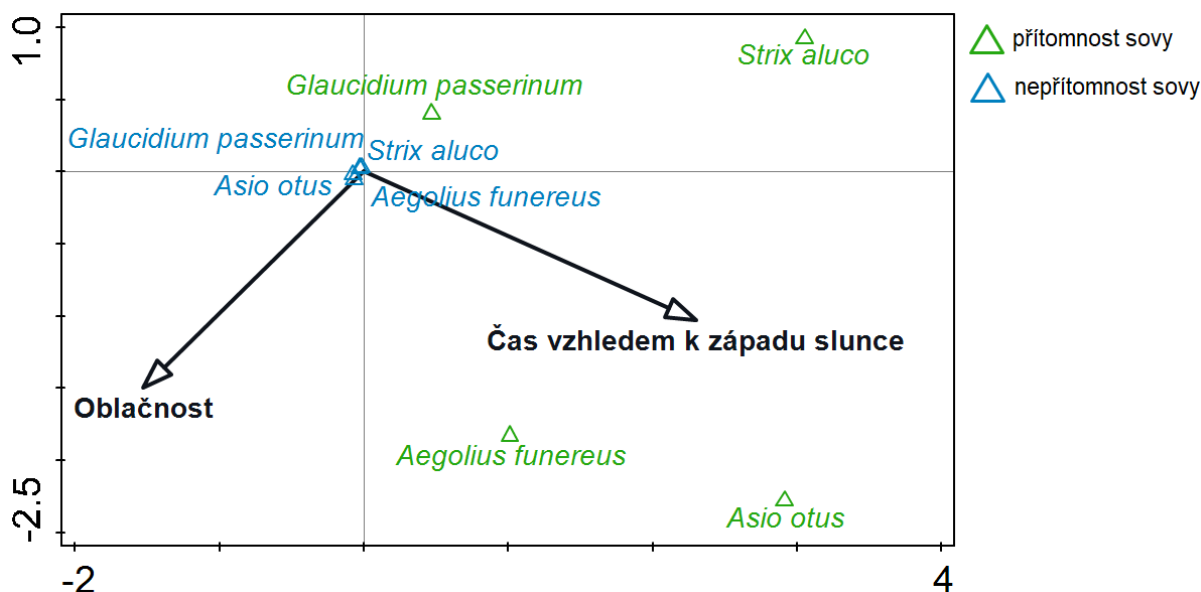
Tab. 2: Detektabilita jednotlivých druhů sov. Pomocí GLM analýzy byl testován vliv interakce mezi časem (minuty před západem slunce) a oblačností na výskyt/absenci jednotlivých druhů sov. Tučně jsou zvýrazněné signifikantní P hodnoty.

Druh sovy	% vysvětlené variability	Chi	Hodnota P
<i>Glaucidium passerinum</i>	0,57	3,02	0,389
<i>Strix aluco</i>	10,23	14,94	0,002
<i>Aegolius funereus</i>	6,47	6,91	0,075
<i>Asio otus</i>	10,12	7,24	0,065



Obr. 6: Porovnání noční aktivity mezi jednotlivými druhy sov (kulíšek nejmenší *Glaucidium passerinum*, puštík obecný *Strix aluco*, sýc rousný *Aegolius funereus* a kalous ušatý *Asio otus*) vzhledem k času a oblačnosti (%). Čas je převeden dle západu slunce, kdy 0 znamená západ slunce, záporné hodnoty jsou počty minut před západem slunce a kladné hodnoty jsou počty minut po západu slunce. Legenda: body – medián, obdélníky – 25-75 % dat, vousy – rozsah neodlehých hodnot.

Na základě PCNM analýzy jsem zjistila, že čas vzhledem k západu slunce a oblačnosti vysvětloval 0,7 % variability, prostorové proměnné ($n = 4$) vysvětlovaly 5,6 % variability a jejich průnik byl 0,1 % variability. Hlavní gradienty jsou na I. ordinační ose znatelné pro přítomnost a absenci jednotlivých sov (Obr. 7). Detektabilita jednotlivých druhů sov byla signifikantně ovlivněna časem (25,98 % vysvětlené variability, Pseudo-F = 4,7, $P = 0,002$) a oblačností (16,21 % vysvětlené variability, Pseudo-F = 3,0, $P = 0,016$). Kalous ušatý a sýc rousný jsou ze studovaných druhů sov nejvíce nočními druhy.



Obr. 7: Detektabilita jednotlivých druhů sov (kulíšek nejmenší *Glaucidium passerinum*, puštík obecný *Strix aluco*, sýc rousný *Aegolius funereus*, kalous ušatý *Asio otus*), kde oblačnost a denní doba (čas vzhledem k západu slunce) jsou vysvětlovanými proměnnými. Kalous ušatý a sýc rousný vykazují více noční aktivitu než puštík obecný a kulíšek nejmenší (zelené trojúhelníky). PCNM analýza (I. a II. ordinační osa dohromady vysvětlují 0,99 % variability).

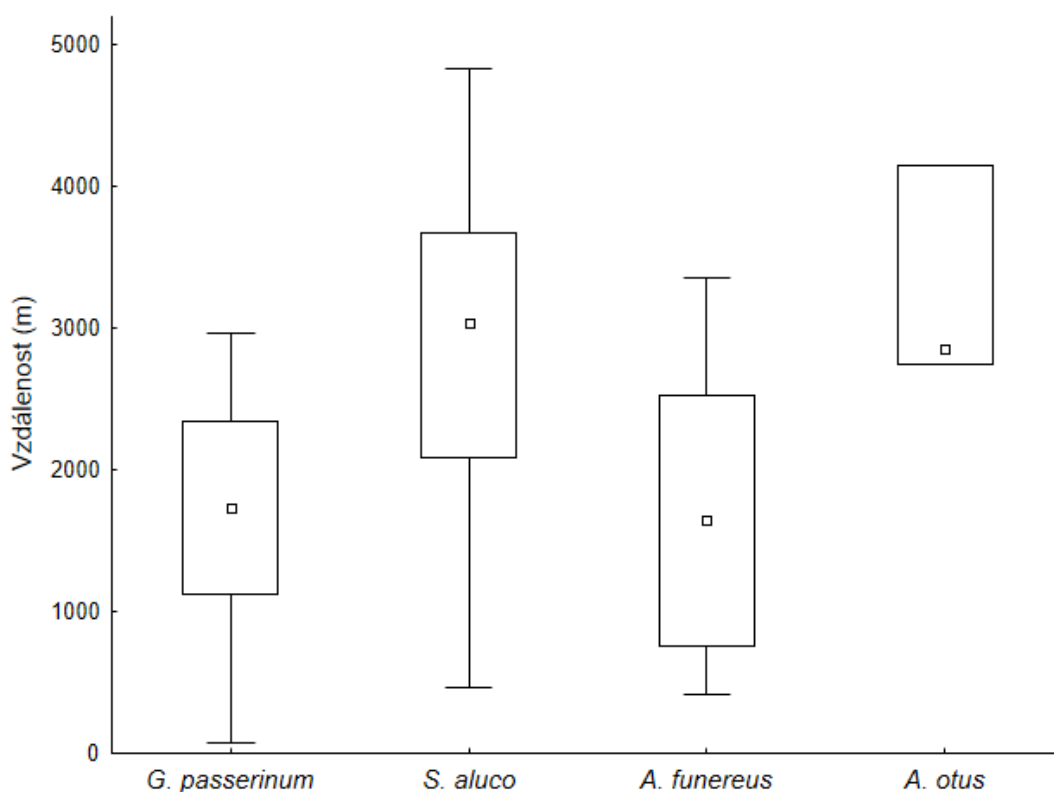
4.2 Porovnání distribuce sov na vnitrodruhové a mezidruhové úrovni

4.2.1 Vnitrodruhové porovnání distribuce sov

Z porovnávaných druhů sov se nejblíže jedincům stejného druhu vyskytovali sýci rousní (medián = 1654 m; min = 413 m). Kulíšek nejmenší byl od jedinců stejného druhu vzdálen minimálně 76 m (medián = 1739 m). Jedinci kalouse ušatého byli od jedinců stejného druhu poměrně vzdáleni (medián = 2861 m; min = 2743 m). Z porovnávaných druhů sov se vyskytuje nejdále od jedinců stejného druhu puštík obecný (medián = 3043 m; min = 469 m; Obr. 8). Porovnání vzdáleností mezi jedinci stejného druhu se významně liší mezi jednotlivými druhy sov (Kruskal-Wallis test; $\chi^2 = 53,57$; $P < 0,001$; Tab. 3). Vnitrodruhové vzdálenosti byly vyšší u puštíka obecného a kalouse ušatého v porovnání s kulíškem nejmenším. Zároveň byly tyto vzdálenosti významně vyšší u puštíka obecného v porovnání se sýcem rousným. Vzdálenosti mezi sýci rousnými byly dále významně nižší v porovnání s kalousem ušatým (Tab. 3, Obr. 8).

Tab. 3: Porovnání vzdáleností mezi jedinci stejného druhu u jednotlivých druhů sov pomocí Kruskal-Wallis testu ($P < 0,001$) na mezidruhové úrovni. Nad diagonálou jsou v tabulce vyznačené P hodnoty (tučně jsou zvýrazněné signifikantní hodnoty), pod diagonálou jsou uvedené Z hodnoty (tučně jsou zvýrazněné signifikantní hodnoty).

	<i>G. passerinum</i>	<i>S. aluco</i>	<i>A. funereus</i>	<i>A. otus</i>
<i>G. passerinum</i>		<0,001	1,000	0,001
<i>S. aluco</i>	9,823		<0,001	1,000
<i>A. funereus</i>	0,263	4,430		0,003
<i>A. otus</i>	3,758	1,342	3,464	



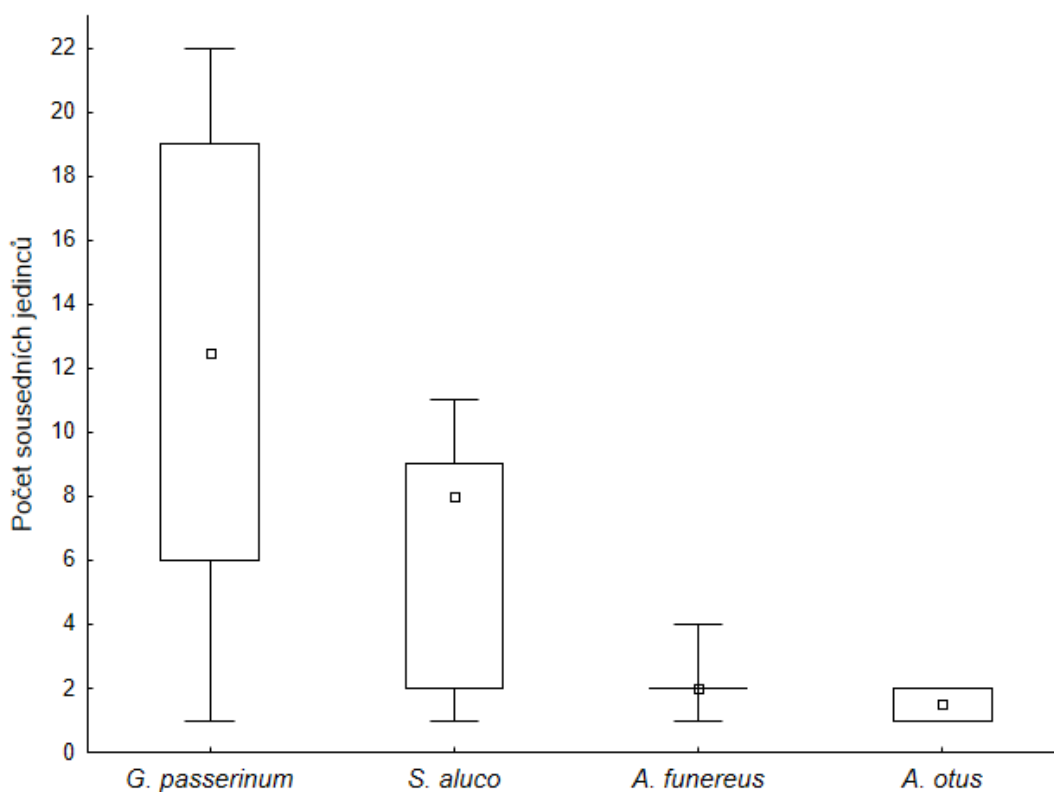
Obr. 8: Vzdálenosti jednotlivých druhů sov od jedinců stejného druhu ve stanovených bufferech (kulíšek nejmenší *Glaucidium passerinum* – 3 km, sýc rousný *Aegolius funereus* – 4 km, puštík obecný *Strix aluco* – 5 km, kalous ušatý *Asio otus* – 5 km). Legenda: body – medián, obdélníky – 25-75 % dat, vousy – min-max.

Nejvíce okolních jedinců stejného druhu bylo zjištěno u kulíška nejmenšího (medián = 12,5). Druhý největší počet sousedních jedinců byl zjištěn u puštíka obecného (medián = 8). U kalouse ušatého (medián = 1,5) a sýce rousného (medián = 2) byl nalezen podobný počet sousedících jedinců (Obr. 9). Porovnání počtu sousedních jedinců stejného druhu u studovaných druhů sov vykazuje signifikantní průkaznost (Kruskal-Wallis test; $\chi^2 = 18,01$; $P < 0,001$; Tab. 4). Počet sousedících jedinců stejného druhu byl signifikantně

vyšší u kulíška nejmenšího v porovnání se sýcem rousným a kalousem ušatým. Rozdíl mezi kulíškem nejmenším a puštíkem obecným byl marginálně signifikantní (Tab. 4, Obr. 9).

Tab. 4: Porovnání počtu sousedících jedinců stejného druhu u jednotlivých druhů sov pomocí Kruskal-Wallis testu ($P < 0,001$) na mezidruhové úrovni. Nad diagonálou jsou v tabulce uvedeny P hodnoty (tučně jsou zvýrazněné signifikantní hodnoty), pod diagonálou jsou uvedeny Z hodnoty (tučně jsou zvýrazněné signifikantní hodnoty).

	<i>G. passerinum</i>	<i>S. aluco</i>	<i>A. funereus</i>	<i>A. otus</i>
<i>G. passerinum</i>		0,080	<0,001	0,006
<i>S. aluco</i>	2,475		0,147	0,390
<i>A. funereus</i>	4,769	2,249		1,000
<i>A. otus</i>	3,290	1,846	0,266	



Obr. 9: Počet sousedících jedinců stejného druhu u studovaných druhů sov stanovených bufferech (kulíšek nejmenší *Glaucidium passerinum* – 3 km, sýc rousný *Aegolius funereus* – 4 km, puštík obecný *Strix aluco* – 5 km, kalous ušatý *Asio otus* – 5 km). Legenda: body – medián, obdélníky – 25-75 % dat, vousy – min-max.

4.2.2 Mezidruhové porovnání distribuce sov

Statisticky signifikantní průkaznost byla zaznamenána pouze u porovnání vzdáleností u kulíška nejmenšího ($P = 0,006$) a sýce rousného ($P = 0,001$) s ostatními druhy sov. U puštíka obecného ($P = 0,162$) a kalouse ušatého ($P = 0,487$) nebyly vzdálenosti ostatními druhy sov statisticky průkazné (Tab. 5; Tab. 6).

Kulíškovi nejmenšímu byli nejbližší jedinci sýce rousného (medián = 1796 m; min = 239 m). Druhým nejbližším druhem sovy byl kalous ušatý (medián = 1896 m; min = 330 m). Puštík obecný byl třetí nejbližší druh sovy od kulíška nejmenšího (medián = 1942 m; min = 164 m). Nejvzdálenějším druhem sovy byl výr velký (medián = 2723 m; min = 2721 m; Obr. 10, Obr. 12).

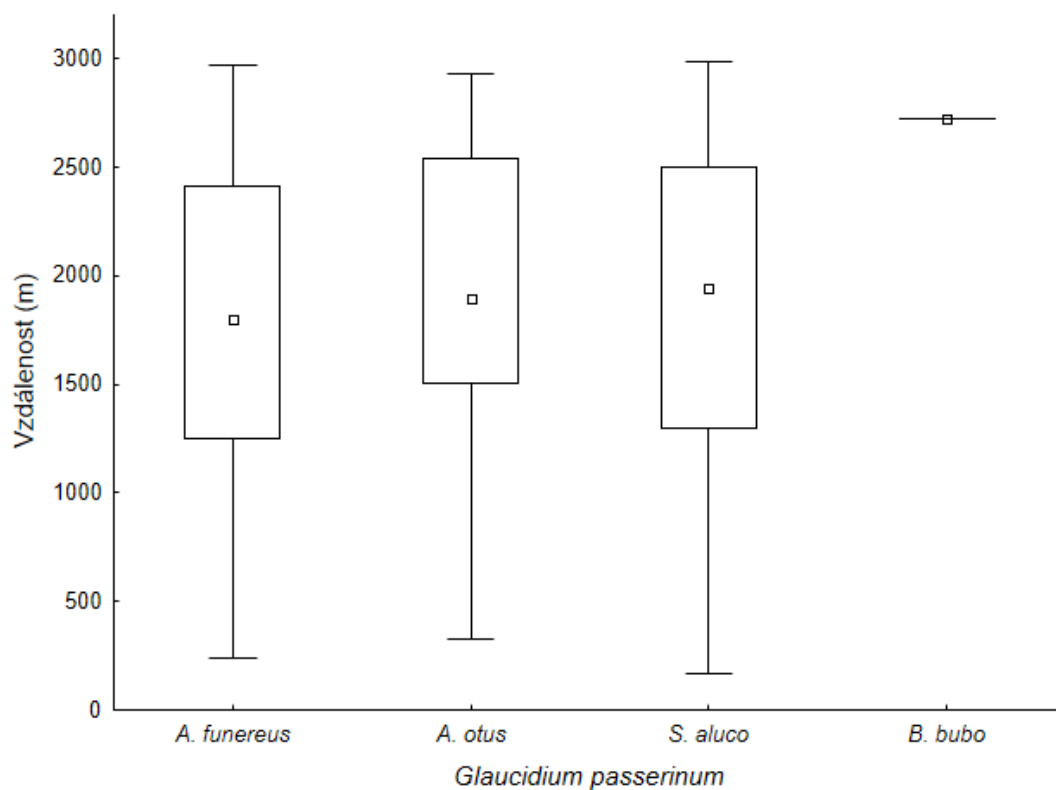
Sýci rousnému byli nejbližší jedinci kulíška nejmenšího (medián = 2127 m; min = 239 m). Jedinci kalouse ušatého byli od jedinců sýce rousného vzdáleni minimálně 936 m (medián = 2501 m). Třetím druhem, který byl nejméně vzdálený od sýce rousného byl puštík obecný (medián = 2770 m; min = 285 m). Nejvzdálenějším druhem sovy od jedinců sýce rousného byl výr velký (medián = 3836). Ve stanovené vzdálenosti (4 km) byl nalezen pouze jeden jedinec výra velkého (Obr. 11, Obr. 12).

Tab. 5: Hodnoty P spočítané Kruskal-Wallis testem u mezidruhového porovnání vzdáleností u studovaných druhů sov (signifikantní a marginálně signifikantní hodnoty jsou tučně zvýrazněné).

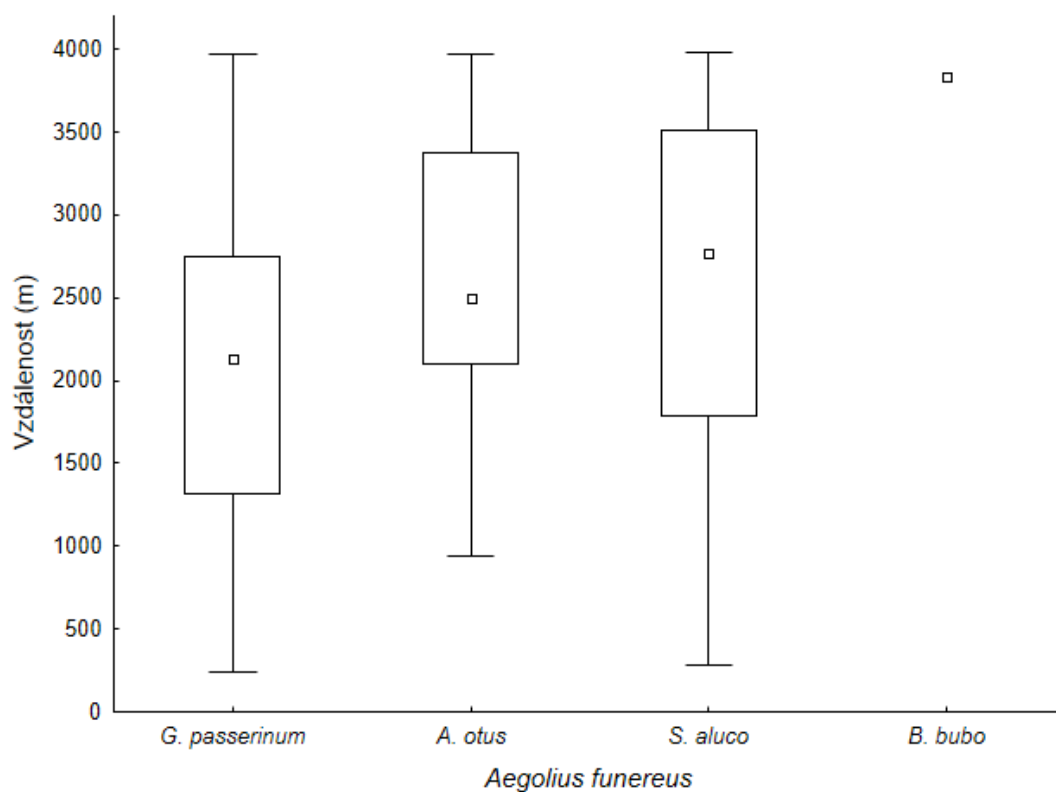
	<i>G. passerinum</i>	<i>S. aluco</i>	<i>A. funereus</i>	<i>A. otus</i>	<i>B. bubo</i>
<i>G. passerinum</i>		0,065	1,000	0,407	0,460
<i>S. aluco</i>	1,000		1,000	1,000	0,152
<i>A. funereus</i>	0,674	0,005		0,056	0,482
<i>A. otus</i>	1,000	1,000	1,000		1,000

Tab. 6: Hodnoty Z spočítané Kruskal-Wallis testem u mezidruhového porovnání vzdáleností u studovaných druhů sov (signifikantní a marginálně signifikantní hodnoty jsou tučně zvýrazněné).

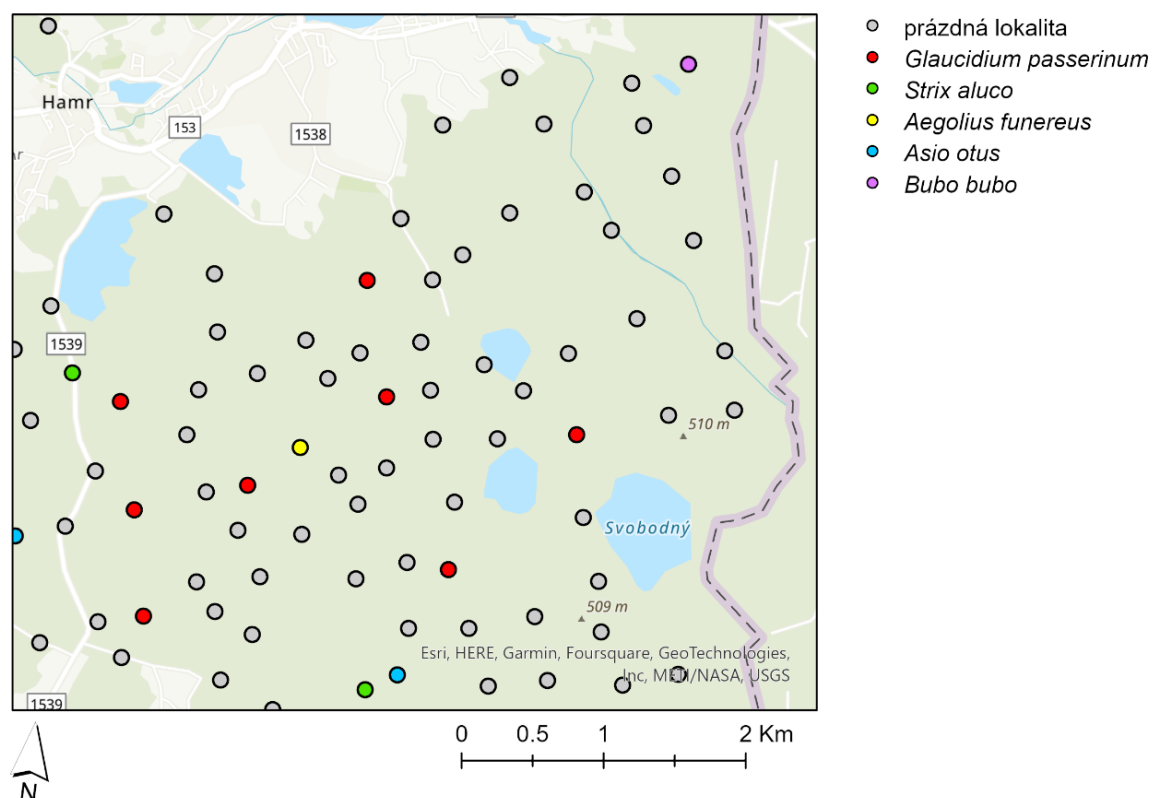
	<i>G. passerinum</i>	<i>S. aluco</i>	<i>A. funereus</i>	<i>A. otus</i>	<i>B. bubo</i>
<i>G. passerinum</i>		2,720	0,989	2,046	1,996
<i>S. aluco</i>	0,587		0,465	0,419	2,428
<i>A. funereus</i>	1,829	3,506		2,773	1,976
<i>A. otus</i>	0,560	0,947	0,409		1,144



Obr. 10: Vzdálenosti jednotlivých druhů sov od jedinců kulíška nejmenšího (*Glaucidium passerinum*) v bufferu 3 km. Legenda: body – medián, obdélníky – 25-75 % dat, vousy – min-max.



Obr. 11: Vzdálenosti jednotlivých druhů sov od jedinců sýce rousného (*Aegolius funereus*) v bufferu 4 km. Legenda: body – medián, obdélníky – 25-75 % dat, vousy – min-max.



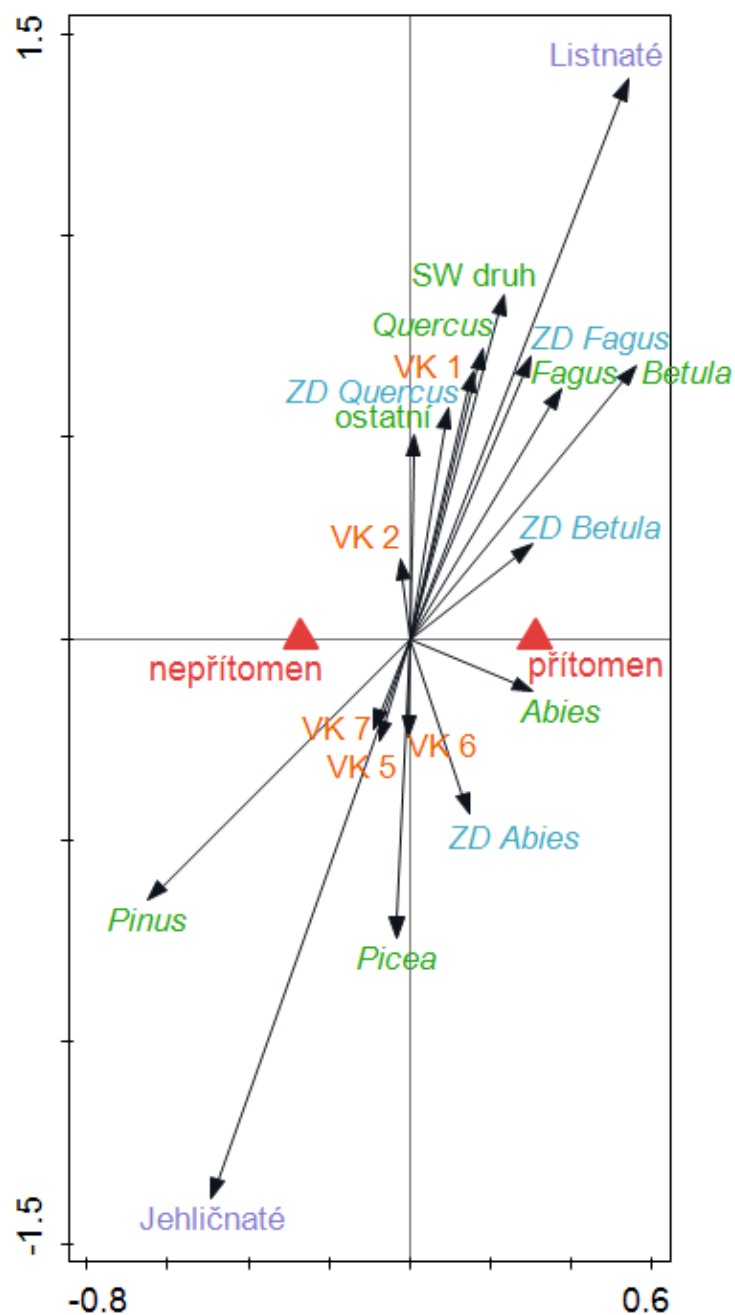
Obr. 12: Okolí okolo sčítacího bodu s výskytem výra velkého (*Bubo bubo* – fialový bod).

4.3 Habitatové preference

Na základě PCNM analýzy jsem zjistila, že výskyt/absence kulíška vysvětloval 0.3 % variability, prostorové proměnné ($n = 3$) vysvětlovaly 3.8 % variability a jejich průnik byl 0.5 % variability. Hlavní gradient v zastoupení jednotlivých proměnných struktury lesa je patrný mezi dolním levým a pravým horním kvadrantem ordinačního diagramu (Tab. 7, Obr. 13). Výskyt kulíška nejmenšího byl signifikantně ovlivněn strukturou lesních porostů (31,2 % vysvětlené variability, Pseudo-F = 2,4, $P = 0,004$). Kulíšek nejmenší se spíše vyskytoval v lese s nižším podílem borovice lesní, vyšším podílem listnatých lesů a vyšším zastoupením jedle bělokoré, břízy bělokoré, buku lesního a dubu letního.

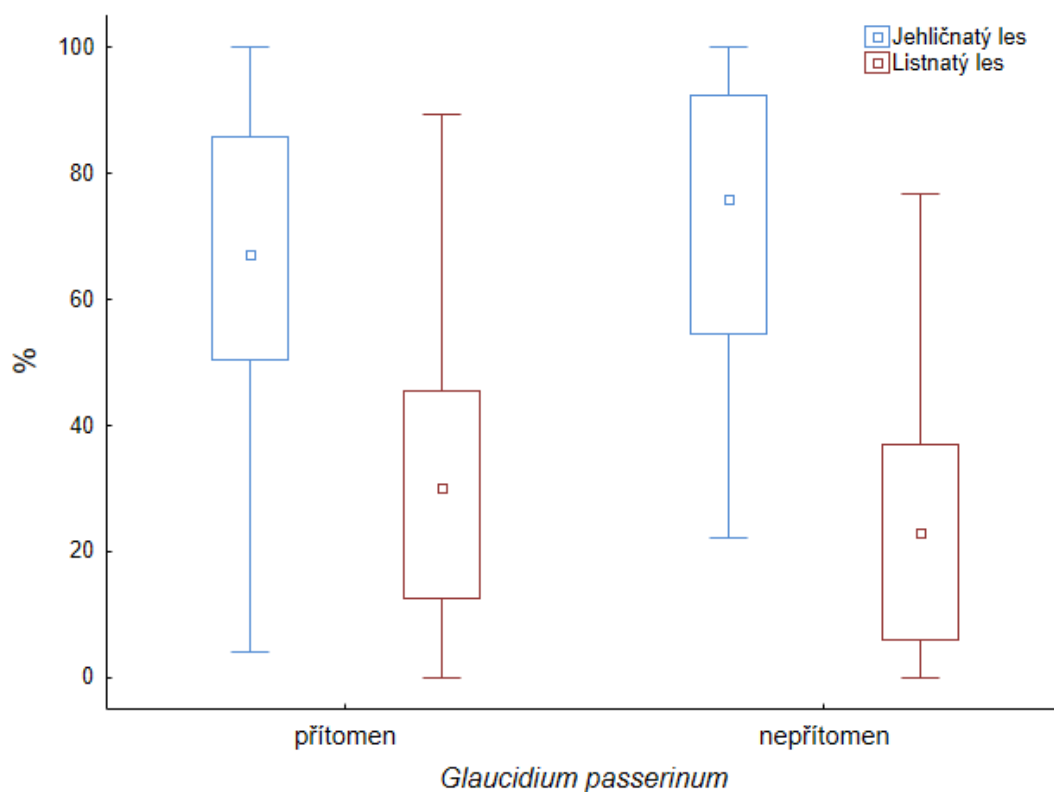
Tab. 7: Korelace jednotlivých proměnných s I. a II. ordinační osou k PCNM analýze na Obr. 13. Legenda: ZD = zakmenění dřeviny; VK = věková kategorie (1. kategorie: 1 – 10 let; 2. kategorie: 11 – 20 let; 3. kategorie: 21 – 40 let; 4. kategorie: 41 – 60 let; 5. kategorie: 61 – 80 let; 6. kategorie: 81 – 100 let; 7. kategorie: 101 – 310 let); SW = Shannon-Wiener index diverzity.

	I. ordinační osa	II. ordinační osa
Jehličnatý	-0,15	-0,88
Listnatý	0,16	0,88
<i>Fagus sylvatica</i>	0,09	0,44
<i>Pinus sylvestris</i>	-0,19	-0,41
<i>Betula pendula</i>	0,17	0,43
<i>Quercus robur</i>	0,05	0,46
<i>Abies alba</i>	0,09	-0,08
<i>Picea abies</i>	-0,01	-0,47
ostatní	0,00	0,32
SW druh	0,07	0,54
ZD <i>Fagus sylvatica</i>	0,03	0,36
ZD <i>Pinus sylvestris</i>	-0,07	-0,01
ZD <i>Betula pendula</i>	0,09	0,15
ZD <i>Quercus robur</i>	0,11	0,39
ZD <i>Abies alba</i>	0,01	-0,02
ZD <i>Picea abies</i>	0,04	-0,28
VK 1	0,05	0,42
VK 2	-0,01	0,13
VK 3	0,04	-0,05
VK 4	-0,04	-0,06
VK 5	-0,02	-0,16
VK 6	0,00	-0,15
VK 7	-0,03	-0,14
SW VK	0,02	0,04

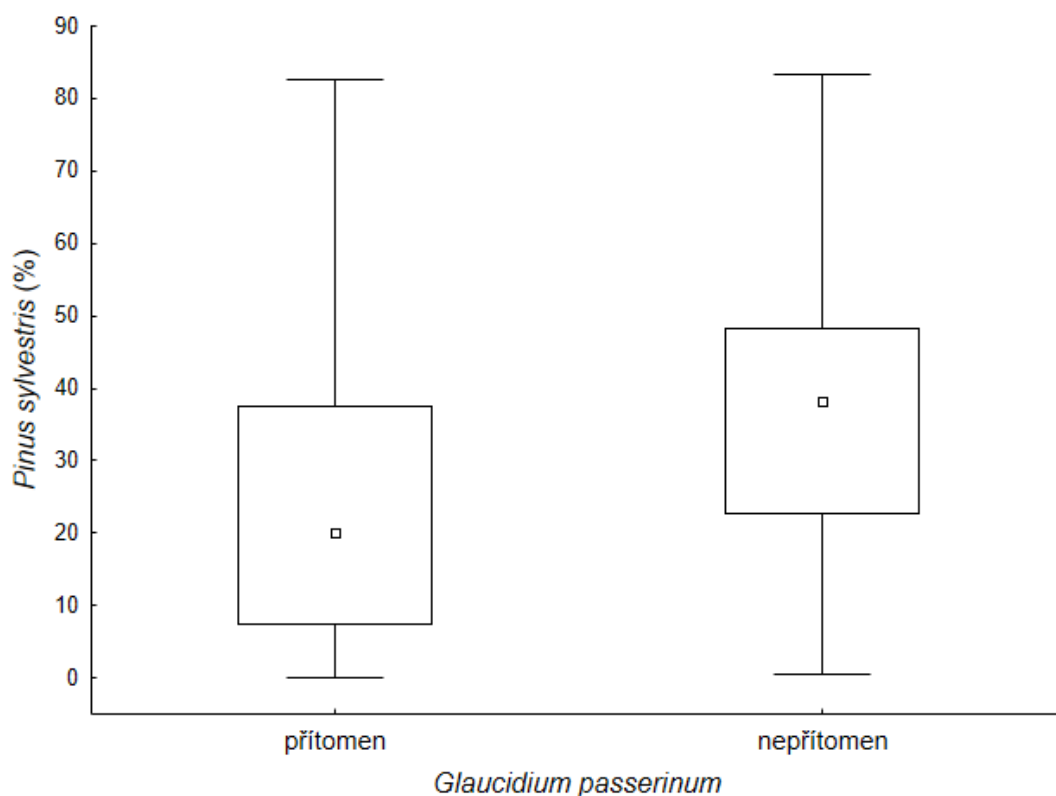


Obr. 13: Habitatové preference kulíška nejmenšího (*Glaucidium passerinum*) na Třeboňsku. PCNM analýza (I. a II. ordinační osa dohromady vysvětlují 18,06 % variability). Červeným trojúhelníkem je označena přítomnost či absence kulíška nejmenšího. Zeleně jsou označené jednotlivé druhy stromů borovice lesní (*Pinus*), smrk ztepilý (*Picea*), jedle bělokorá (*Abies*), bříza bělokorá (*Betula*), buk lesní (*Fagus*), dub letní (*Quercus*), ostatní druhy a Shannon-Wiener index diverzity. Oranžově jsou označené věkové kategorie (1. kategorie: 1 – 10 let; 2. kategorie: 11 – 20 let; 3. kategorie: 21 – 40 let; 4. kategorie: 41 – 60 let; 5. kategorie: 61 – 80 let; 6. kategorie: 81 – 100 let; 7. kategorie: 101 – 310 let), modře je označené zakmenění dřeviny a fialově je označen jehličnatý a listnatý les. Zobrazeny jsou pouze proměnné, které vykazují s ordinačními osami korelaci více než 1 %.

Signifikantní rozdíl mezi výskytem a absencí kulíška nejmenšího byl zjištěn u podílu jehličnatého lesa (Obr. 14, Mann-Whitney U test, $Z = -1,96$, $P = 0,05$), listnatého lesa (Obr. 14, Mann-Whitney U test, $Z = 2,22$, $P = 0,03$) a podílu borovice lesní (Obr. 15, Mann-Whitney U test, $Z = -4,03$, $P < 0,001$).



Obr. 14: Porovnání procentuálního zastoupení jehličnatých a listnatých stromů v habitatech lišících se přítomností a absencí kulíška nejmenšího (*Glaucidium passerinum*). Legenda: body – medián, obdélníky – 25-75 % dat, vousy – rozsah neodlehých hodnot.



Obr. 15: Porovnání procentuálního zastoupení borovice lesní (*Pinus sylvestris*) v habitatech lišících se přítomností a absencí kulíška nejmenšího (*Glaucidium passerinum*). Legenda: body – medián, obdélníky – 25-75 % dat, vousy – rozsah neodlehých hodnot.

Pomocí kompozitní analýzy s marginálně signifikantním výsledkem ($\lambda = 0,725$; $P = 0,072$) byly vybrané habitaty seřazeny od nejvíce preferovaného habitatu po nejméně preferovaný habitat (Tab. 8). Jednotlivé habitaty byly porovnány v klasifikační matici (příloha II). Nejvíce preferovanými habitaty se ukázaly lesy s vyšším podílem břízy bělokoré, buku lesního a jedle bělokoré. Naopak nejméně preferované byly lesy s vysokým podílem jehličnanů, stromů ve věku 61 – 80 let a borovice lesní.

Tab. 8: Vybrané habitaty (1 - 17) seřazené podle preferencí kulíška nejmenšího (*Glaucidium passerinum*). 1 - nejvíce preferovaný, 17 - nejméně preferovaný; provedeno kompozitní analýzou ($\lambda = 0,725$; $P = 0,072$). Legenda: VK = věková kategorie (1. kategorie: 1 – 10 let; 2. kategorie: 11 – 20 let; 3. kategorie: 21 – 40 let; 4. kategorie: 41 – 60 let; 5. kategorie: 61 – 80 let; 6. kategorie: 81 – 100 let; 7. kategorie: 101 – 310 let); SW = Shannon-Wiener index diverzity.

Pořadí	Habitat
1	<i>Betula pendula</i>
2	<i>Fagus sylvatica</i>
3	<i>Abies alba</i>
4	VK 3
5	listnatý
6	<i>Picea abies</i>
7	VK 7
8	VK 6
9	VK 1
10	VK 4
11	SW VK
12	SW druh
13	VK 2
14	<i>Quercus robur</i>
15	jehličnatý
16	VK 5
17	<i>Pinus sylvestris</i>

5 Diskuze

5.1 Detektabilita kulíška nejmenšího a ostatních druhů sov

U kulíška nejmenšího nebyl nalezen vliv žádné z testovaných proměnných na jeho detektabilitu. Rovněž nebyla nalezena žádná studie, ve které by detektabilita kulíška nejmenšího byla popisována. V této analýze byl předpokládán vliv fáze měsíce a Juliánského dne na detektabilitu kulíška nejmenšího. Byla stanovena hypotéza, že na vrcholu rozmnožovacího období bude vokalizace kulíška nejmenšího častější, jako tomu je například kulíška patagonského vyskytujícího se v Jižní Americe (Norambuena & Muñoz-Pedrerros, 2018). Vliv lunárního cyklu na detektabilitu kulíška nejmenšího byl předpokládán kvůli zvýšené či snížené viditelnosti během noci. Tento vliv byl popsán například u puštíka západního a puštíka obecného, kteří vokalizovali více během nového měsíce a poslední čtvrti a méně během první čtvrti a úplňku (Hansen 1952 citováno v Ganey 1990; Ganey 1990). Naopak u kulíška brazilského bylo prokázáno, že vokalizuje více při úplňku (Pérez-Granados et al. 2021). Kvůli možné predaci ostatních druhů sov bylo očekáváno, že kulíšek nejmenší bude méně vokalizovat během úplňku. Fáze měsíce ovšem vliv na detektabilitu kulíška nejmenšího neměla, pravděpodobně to může souviset s tím, že fáze měsíce nemusí správně vyjadřovat svítivost měsíce kvůli oblačnosti.

Na vokalizaci kulíška nejmenšího má vliv i přítomnost sousedících sov jiného druhu z důvodu možné predace. Při mapování rovněž dochází ke kombinaci různých faktorů na konkrétním místě a v konkrétní čas, které se nelze vyjádřit, a přesto mohou mít během monitoringu zásadní vliv.

Všichni nalezení jedinci všech druhů sov reagovali na nahrávku teritoriálního hlasu samce kulíška nejmenšího. Bylo prokázáno, že puštík obecný (Kloubec 2000) a sýc rousný (Kloubec & Pačenovský 1996) často reagují na hlas samce či jeho imitaci, proto byla předpokládána stejná reakce i u ostatních zaznamenávaných druhů sov. Přesto pravděpodobně nebyli nalezení všichni jedinci všech druhů sov. Kupříkladu většina nálezů kalouse ušatého byla zaznamenána na základě pozorování nikoliv vokalizace, a proto se domnívám, že ve studované oblasti bude více jedinců tohoto druhu.

U kulíška nejmenšího nebyl nalezen průkazný vliv oblačnosti a času na jeho detektabilitu. Nejčastěji se ozýval 1,5 minuty před západem slunce, při poměrně vyšší oblačnosti (46 %). Kuzmenko (2020) poukazuje, že vokalizace kulíška nejmenšího během hnízdního období je charakteristická dvěma vrcholy během dne. Večer se samci začínají ozývat 30 minut po západu slunce a ráno 30 minut před východem slunce. Ovšem pokud

mapování probíhá za použití zvukové nahrávky, jedinec dobře reaguje jak za soumraku, tak i během dne. Nicméně na detekci kulíška nejmenšího má vliv interakce vnějších faktorů na dané lokalitě v daný čas.

U puštíka obecného byl zjištěn signifikantní vliv oblačnosti a času na jeho detektabilitu. Puštík obecný nejčastěji vokalizoval 15 minut po západu slunce, a to při nízké oblačnosti (18 %), že čehož vyplývá, že tento druh sovy více vokalizuje za dobré viditelnosti. Sharikov & Shekhovtsov (2013) zaznamenali vokální projev puštíka obecného hlavně po západu slunce a na podzim byl vrchol houkání později než na jaře. Vokalizace puštíka obecného je negativně ovlivňována deštěm a větrem, takže pravděpodobnost objevení puštíka obecného je vyšší za suchých a klidných nocí (Zuberogoitia et al. 2018). Ke stejnému výsledku dospěli Lengagne & Slater (2002), kteří testovali rozdíl ve vokalizaci puštíka obecného během suchých a deštivých nocí. Hanmer et al. 2022 ve své studii potvrzují výsledky této práce z hlediska oblačnosti. Vyšší oblačnost (zejména nad 50 %) je spojena s nižší detekcí puštíka obecného.

V této studii byl zjištěn marginální vliv oblačnosti a času na detektabilitu kalouse ušatého. Jako více noční druh se projevil kalous ušatý, který se nejčastěji objevoval 31 minut po západu slunce a při vysoké oblačnosti. V porovnání s naším výzkumem se v Rusku kalous ušatý ozýval průměrně 50 minut po západu slunce (Andreychev et al. 2021). V severní Americe vrchol vokalizace kalouse ušatého byla přibližně 2 hodiny po západu slunce, avšak u 38 % studovaných jedinců došlo k vokalizaci do první hodiny po západu slunce (Clark & Anderson 1997). V těchto studiích nebyl nalezen vliv oblačnosti na detektabilitu kalouse ušatého, ovšem Andreychev et al. (2021) uvádí vliv srážek (dešťových i sněhových) na jeho vokalizaci. Van Manen (2001) zmiňuje vliv oblačnosti na čas odletu kalouse ušatého z jeho úkrytu. Pokud je oblačnost vyšší, jedinec pravděpodobně vyrazí na lov dříve.

Oblačnost a čas marginálně ovlivnily detektabilitu sýce rousného. Ten se ozýval 24 minut po západu slunce při vysoké oblačnosti (73 %). Jako jediný ze studovaných druhů častěji vokalizuje i za zhoršeného počasí. Nebyl nalezen podobný výzkum zabývající se časem vokalizace. Ševčík et al. (2019) ve své studii uvádí, že délka vokalizace trvala déle v pozdní hnízdní sezóně (duben/květen) a byly zjištěny dva vrcholy vokalizace během noci (23:00-00:00 a 03:00-04:00). Vliv jiných proměnných (dešť, vítr, přítomnost jiných sov) nebyl na vokalizaci průkazný. Mrlík (1994) zkoumal různé vlivy na vokalizaci sýce rousného a uvádí, že jedinci při kontrolách houkali méně při vyšší oblačnosti a větru.

5.2 Porovnání distribuce sov na vnitrodruhové a mezidruhové úrovni

5.2.1 Vnitrodruhové porovnání distribuce sov

Celkem bylo zjištěno poměrně málo jedinců sýce rousného ($n = 11$) a nalezení jedinci se vyskytovali blízko sebe (medián = 1654 m). V porovnání s ostatními druhy sov se vyskytují nejbližší a lze tedy předpokládat, že vykazují shlukový výskyt. Stejný výsledek byl prokázán ve Slovinsku (Vrezec & Tome 2004).

Kulíšek nejmenší je pro jedince stejného druhu spíše nevýraznou hrozbou, a proto se jedinci mohou vyskytovat blízko u sebe (medián = 1739 m). Ovšem i tak se kulíšci nejmenší navzájem vyhýbají. Jednak kvůli kompetici o partnery, teritorium, potravu ale také kvůli možné predaci. U kulíška nejmenšího dochází v jeho potravě k zastoupení jedinců stejného druhu, ale pravděpodobně se může jednat o kainismus nebo kronismus (Pilařová 2019). V Třeboňsku je hojná a nasycená populace kulíška nejmenšího díky vysoké nabídce hnízdních dutin (Koukalová in prep., bakalářská práce), a kvůli tomu se jedinci vyskytují poměrně blízko sebe.

Kalouse ušatý jsou od jedinců stejného druhu poměrně vzdáleni (medián = 2861 m). Bylo nalezeno pouze 6 jedinců tohoto druhu, ovšem jedinci se vyhýbají. Celkově bylo okolo kalouse ušatého nalezeno velmi málo sousedních jedinců (medián = 1,5). V Srbsku bylo zjištěno, že jedinci kalouse ušatého jsou od sebe méně vzdáleni (průměrně 1476 m; Rajković 2009) než bylo zjištěno v této diplomové práci. Toto je pravděpodobně způsobeno nižší hustotou populace na Třeboňsku.

Jedinci puštíka obecného si udržují největší vzdálenost od jedinců stejného druhu v porovnání s ostatními druhy sov (medián = 3043 m; min = 469 m) a mají vysoký počet sousedních jedinců (medián = 8). Vrezec & Tome (2004) zjistili, že puštíci obecní vykazují shlukový výskyt s nízkou průměrnou vzdáleností od nejbližšího souseda (899 m). Vzhledem k minimální vzdálenosti (469 m) mezi jednotlivými záznamy lze toto říci i o populaci puštíka obecného na Třeboňsku.

Šotnár et al. (2020) testovali prostorovou distribuci sov na Slovensku a zjišťoval jak mezidruhové, tak i vnitrodruhové vztahy. V jeho studii bylo zjištěno, že sýc rousný je k jedincům stejného druhu vzdálen průměrně 951 m, kulíšek nejmenší 592 m a puštíček obecný je k jedincům stejného druhu vzdálen 993 m. Tyto vzdálenosti jsou nižší, než bylo zjištěno v této práci, to ovšem může být zapříčiněno tím, že celkově bylo nalezeno signifikantně více jedinců (kulíšek nejmenší $n = 105$; sýc rousný $n = 63$; puštíček obecný $n = 79$) na studované ploše o velikosti 317 km².

5.2.2 Mezidruhové porovnání distribuce sov

V této analýze bylo předpokládáno, že vzdálenost mezi kulíškem nejmenším a ostatními druhy sov bude reflektovat nebezpečnost daného druhu na základě mezidruhových interakcí. Podle zjištěné vzdálenosti bylo zjištěno, že pro kulíška je nejnebezpečnějším druhem sovy výr velký (medián = 2723 m; min = 2721 m). Mikkola (1976) uvádí, že predace mezi sovami a dravci je běžná. Následně porovnává zastoupení ostatních druhů sov a dravců v jejich potravě. Na základě seřazení jedinců dle velikosti je odvozeno, že nebezpečnost druhu pro ostatní jedince souvisí s jeho velikostí. Obecně větší jedinci sov projevují agresi vůči menším sovám, ovšem některé druhy sov jsou vůči jiným ptákům tolerantní (puštík vousatý *Strix nebulosa*; sovice sněžní *Bubo scandiacus*; sovice krahujová *Surnia ulula*; kalous pustovka *Asio flammeus*; kalous ušatý; sova pálená *Tyto alba*). Avšak i u těchto jedinců bylo v potravě nalezeno několik jedinců jiných druhů sov. V záznamech potravy výra velkého bylo nalezeno 275 jedinců sov a nejčastějšími nalezenými druhy byli kalousi ušatí (n = 118) a puštíci obecní (n = 62). Dalšími nebezpečnými predátory jsou puštík bělavý a puštík obecný. U menších druhů sov, jako je sýček obecný (*Athene noctua*) a kulíšek nejmenší, není v potravě zastoupen žádný jiný druh sovy.

Výr velký je považován za vrcholného predátora, a tudíž je nebezpečný nejen pro kulíška nejmenšího ale i pro další druhy sov. Lourenço (2006) ve své studii z jižního Portugalska zjistil, že se v potravě výra velkého vyskytují různé druhy sov (Strigiformes), a to konkrétně sova pálená, sýček obecný, puštík obecný a kalous ušatý. K podobnému výsledku dospěl i Sándor & Ionescu (2009), kteří v jeho potravě zjistili zastoupení kalouse ušatého, sýčka obecného, puštíka obecného a puštíka bělavého. Ve studii z Norska (Obuch & Bangjord 2016) bylo zjištěno, že se výr velký potravou přizpůsobil lesním porostům a v jeho potravě se vyskytují některé další druhy sov – sovice krahujová, sýc rousný, kalous ušatý a kalous pustovka. Nebyla tedy nalezena žádná studie, ve které by se v potravě přímo vyskytoval kulíšek nejmenší. Ovšem na základě nalezených studií je možné vyvodit, že výr velký je pro jedince kulíška nejmenšího i ostatní druhy sov hrozbou.

Druhým nejnebezpečnějším druhem sovy pro kulíška nejmenšího jsou jedinci puštíka obecného (medián = 1942 m). V rámci mé studie jsem tedy předpokládala, že se kulíšek nejmenší bude vyhýbat kontaktu s puštíkem obecným kvůli potenciální predaci. Overskaug et al. (1995) a Obuch (2011) zaznamenali jedince kulíška nejmenšího v potravě puštíka obecného. Výskyt kulíška nejmenšího je tedy přímo ovlivněn výskytem puštíka obecného. Pačenovský & Kürthy (2022) uvádí, že úbytek kulíška nejmenšího na studované lokalitě na Slovensku (Kamenný hrb) bylo způsobeno zvýšenou denzitou puštíka obecného.

Během 30 let zde počet teritorií klesl z 8 na 5. Z těchto studií vyplývá, že puštík obecný je pro kulíška nejmenšího rozhodně hrozbou, a přesto je minimální vzdálenost od puštíka obecného poměrně malá (min = 164 m). Tento výsledek byl pravděpodobně způsobený nasycenou populací kulíška nejmenšího ($n = 86$; $0,37$ jedince/km²) v Třeboňské pánvi. Jedinci se zde pravděpodobně musí vměstnat do neobsazených teritorií, a to i v případě, že je teritorium blízko jedince puštíka obecného.

Jedinci sýce rousného pro kulíška nejmenšího nepředstavují přílišnou hrozbu (vzdálenost: medián = 1796 m; min = 239 m). Pačenovský & Šotnár (2010) ve své studii ze Slovenska uvádí, že kulíšek nejmenší a sýc rousný žijí ve velké části svého rozšíření sympatricky, Jäderholm (1987), Whitman (2009), Zárybnická et al. (2015), Rajkovic (2018) a Tumiel & Mirski (2018) rozebírají potravu sýce rousného a v žádné z těchto studiích se v potravě sýce kulíšek nejmenší nevyskytuje. V potravě sýce se nevyskytuje ani žádný další druh sovy kromě jedinců stejného druhu, protože hlavní složkou jeho potravy jsou drobní savci.

Kulíšek nejmenší byl poměrně často zaznamenán v blízkosti kalouse ušatého (medián = 1896 m; min = 330 m), který pro něj nepředstavuje prediční hrozbu. Kalous ušatý je potravní specialista zaměřený k lovu drobných savců (především hrabošů *Microtus* sp.; Balčiauskienė et al. 2006; Sergio et al. 2008; Dziemian et al. 2012; Cecere 2013; González-Rojas et al. 2017; Selçuk 2019).

Nejvzdálenějším druhem sovy od sýce rousného byl výr velký (medián = 3836 m), který pro něj představuje největší nebezpečí a jedinci sýce rousného se často vyskytují v jeho potravě (viz výše).

Druhým nejvzdálenějším druhem sovy od sýce rousného byl puštík obecný (medián = 2770 m; min = 285 m). Puštík obecný pro sýce rousného i ostatní druhy sov představuje hrozbu (viz výše). Obuch (2011) porovnává potravu puštíka obecného a zaznamenal všechny ostatní druhy sov v potravě puštíka obecného, i když ve všech případech se jednalo o minoritní složku potravy (kulíšek nejmenší 0,004 %; sýc rousný 0,01 %, kalous ušatý 0,003 %). Borgo (2015) ve své studii studoval vztah mezi sýcem rousným a puštíkem obecným a uvádí, že noční vokalizace sýce rousného klesá se zkracující se vzdáleností od puštíka obecného kvůli možné predaci. Ve studii nebyla přímo zachycena predace, ale popisuje případ, kdy se puštík obecný přiblížil k vokalizujícímu sýci rousnému a ten okamžitě přestal vokalizovat a přemístil se jinam, kde se později začal opět slabě ozývat. Zaznamenaná velká vzdálenost mezi těmito druhy tedy reflektuje nebezpečnost puštíka obecného vůči sýci rousnému.

Kalous ušatý pravděpodobně není pro sýce rousného přílišnou hrozbou (vzdálenost: medián = 2501 m; min = 936 m) a to kvůli potravní specializaci kalous ušatého na drobné savce (viz výše). Díky tomu si však mohou konkurovat během získávání potravy a vzájemně se vyhýbají.

5.3 Habitatové preference kulíška nejmenšího

Vzhledem ke složení lesa v CHKO Třeboňsko (jehličnany 88 %, a to především borovice lesní 55 %; listnáče 12 %; zdroj: trebonsko.nature.cz) a na základě předchozích studií (Henrioux et al. 2003; Pačenovský & Šotnár 2010; Barbaro et al. 2016; Braunisch et al. 2019; Mestecăneanu & Mestecăneanu 2019; Šotnár et al. 2020) jsem předpokládala, že kulíšek nejmenší preferuje habitaty s vysokým podílem jehličnatých lesů.

Výsledky této diplomové práce naznačují, že kulíšek nejmenší se sice vyskytuje v jehličnatých lesích, ovšem vykazuje preference pro příměs listnatých druhů stromů. Naopak vysoký podíl borovice lesní je v obsazených teritoriích nežádoucí. Upřednostňování oblastí s vyšším podílem listnatých lesů může být vysvětleno vyšší potravní nabídkou, zejména ptáků (Willson & Comet 1996; Kučera 1998), které tvoří značnou část potravy kulíška nejmenšího (Pilařová 2019). Dalším vysvětlením je pravděpodobně nižší riziko predace adultních jedinců kulíška nejmenšího a jeho mláďat ze strany ostatních druhů dravců díky lepšímu úkrytu v hustých korunách listnatých stromů v období vyvádění mláďat. Willson & Comet (1996) uvádí, že hustota listnatých stromů je v prvních třech metrech konzistentně vyšší než u jehličnatých stromů. Dalším možným vysvětlením je využívání spižíren. Mikusek (2019) uvádí, že většina kulíškových spižíren se nachází v otevřeném prostředí, a to na větvích. V jeho studii se položky nacházely především na smrkových větvích, což bylo způsobeno dominancí smrku v okolí. Ovšem kvůli vyšší hustotě větví listnatých stromů (viz výše) lze předpokládat, že také větve a dutiny listnatých stromů byly často využívány jako zásobárny.

V mnoha předchozích studiích je uvedeno, že se kulíšek nejmenší vyskytuje v lesích s vyšším podílem jehličnatých lesů, což je v souladu s výsledky této diplomové práce. Ve výzkumu z oblasti Karpatkých horských lesů byli kulíšci nejmenší pozorováni nejvíce v porostech s nejvyšším podílem jehličnanů a nebyli vůbec zaregistrováni v čistě listnatých porostech (Šotnár et al. 2020). V jižních Karpatech (v oblasti Fagarašských hor, Iezer-Păpușa a pohoří Leaota) se většina jedinců kulíška nejmenšího vyskytovala ve vzrostlých smrkových lesích a vzrostlých smíšených lesích a smrkových lesích s pastvinami (Mestecăneanu & Mestecăneanu 2019). Ve Francouzském Předalpí si kulíšek nejmenší

vybíral habitaty se smíšenými lesy, ve kterých je dominantní složkou jedle, a naopak se vyhýbal oblastem, ve kterých je dominantní smrkový a bukový les. Ve svém teritoriu také vyhledával mrtvé smrky ke hnízdění a otevřené prostory k lovení (Barbaro et al. 2016). Ve Švýcarském pohoří Jura se jedinci kulíška nejmenšího vyskytují ve smrkových i jedlových lesích (Henrioux et al. 2003). Ve studii ze Slovenska je uvedeno, že v habitatu kulíška nejmenšího jsou důležité staré jehličnaté a smíšené lesy, přítomnost suchých stromů s četnými dutinami, pastviny a blízkost vodního zdroje (Pačenovský & Šotnár 2010). Jedinci kulíška se vyskytovali jak ve vysokohorských jehličnatých lesích, tak i ve smíšených lesích (smrk-buk-borovice, buk-borovice a dub-borovice; Pačenovský & Shurulinkov 2008). Ve Švýcarsku a jihozápadním Německu bylo zjištěno, že si jedinci kulíška nejmenšího vybírají lesní porosty s jehličnatými dřevinami (smrk, borovice, jedle), přičemž se nejčastěji nacházejí v lesích s dominancí smrku a borovice (Braunisch et al. 2019). V Polsku, v Kampinoském národním parku, okolí výskytu kulíška nejmenšího bylo rozmanité s vysokým podílem listnatých lesů a keřů. Avšak u většiny teritorií (4 jedinci z 6 nalezených) v okolí záznamu kulíška dominovala borovice lesní (Peplowska-Marczak 2019). V západním pohoří Rodopy v Bulharsku byly preferované staré smrkové lesy a smrkovo-borovicové lesy a méně častěji smíšené lesy (Shurulinkov et al. 2012). V rámci Evropy se tedy kulíšci nejmenší vyskytují především v lesních porostech se zastoupením starších jehličnatých stromů. V této diplomové práci bylo zjištěno, že na Třeboňsku se vyskytují v jehličnatých lesích s vyšším podílem listnatých stromů (bříza, buk) a nižším podílem borovice lesní.

Výsledky této práce ukazují, že kulíšek nejmenší nejvíce preferuje lesní porosty s věkem stromů 21–40 let (VK 3) a následně 101–310 let (VK 7). Druhá nejpreferovanější věková kategorie je v souladu s předchozími studiemi. Ovšem nejpreferovanější věková kategorie je v ostatních studiích popisována spíše jako nežádoucí. Strøm & Sonerud (2001) zjistili, že v jihovýchodním Norsku kulíšek nejmenší nejvíce preferuje lesy s plně vzrostlými stromy. Rovněž Mestecăneanu & Mestecăneanu (2019) ve své studii z jižních Karpat uvádí, že nepozorovali žádné jedince v mladých a relativně mladých lesích. Braunisch et al. (2019) uvádí, že vhodnost habitatu nejprve výrazně poklesla s věkem lesního porostu (stáří okolo 30 let) a následně vhodnost habitatu vzrostla a zvyšovala se až do věku 104 let, což byl věk nejstaršího lesního porostu. V Bulharsku se kulíšek nejmenší vyskytoval v lesích starších než 80–100 let (Pačenovský & Shurulinkov 2008).

Jedním možným vysvětlením je, že preference mladších stromů v této oblasti souvisí s druhem stromu. V současnosti je v lesích Třeboňska stanoven dlouhodobý cíl zvýšit podíl

jedlí bělokorých, buků lesních, dubů letních a celkové diverzity podrostu (zdroj: trebonsko.nature.cz). Tudíž lze předpokládat, že mladší stromy jsou ve skutečnosti kulíškem preferovanější druhy stromů a nezáleží zde na preferenci věku, ta se ukazuje až u druhé kategorie. Dalším možným vysvětlením je lepší úkryt proti ostatním druhům dravců vzhledem k vyšší hustotě koruny mladších stromů (viz výše).

6 Závěry

1. Detektabilita kulíška nejmenšího není ovlivněna žádnou z testovaných environmentálních proměnných, spíše je ovlivněna výskytem ostatních druhů sov.
2. Detektabilita ostatních druhů sov je ovlivněna oblačností a denní dobou (viz níže).
3. Puštík obecný vokalizuje ze studovaných sov nejdříve při nízké oblačnosti. Z toho vyplývá, že jedinci toho druhu sovy více vokalizují za dobré viditelnosti.
4. Sýc rousný vokalizuje později při vysoké oblačnosti. Jako jediný ze studovaných druhů se častěji objevuje i za zhoršeného počasí.
5. Kalous ušatý se ze studovaných sov objevuje nejpozději při poměrně vyšší oblačnosti. Tento druh sovy je tedy více aktivní během temných nocí.
6. Vzdálenosti na mezidruhovú úrovni jsou větší než na vnitrodruhovú úrovni. Jednotlivé druhy sov mohou navzájem podléhat predaci, ale sovy stejného druhu si většinou pouze konkurují o zdroje.
7. Mezidruhovú vzdálenost mezi sovami reflektuje nebezpečnost daného druhu. Nejnebezpečnějším (tím pádem nejvzdálenějším od ostatních druhů sov) druhem sovy je výr velký. Nebezpečnost daného druhu souvisí s velikostí jednotlivých druhů sov.
8. Kulíšek nejmenší se spíše vyskytuje v oblastech s nižším podílem borovice lesní, vyšším podílem listnatých lesů a vyšším zastoupením břízy bělokoré, buku lesního a jedle bělokoré. Zastoupení borovice lesní je však stále poměrně vysoké (20 %).
9. Kulíšek nejmenší preferuje oblasti se starším porostem (101-310 let). Jeho preference pro mladší porosty (21-40 let) je pravděpodobně způsobena zčásti druhovým složením stromů v CHKO Třeboňsko a zčásti úkrytem, který poskytuje vyšší hustota jejich korun.

7 Seznam použité literatury

- Aebischer NJ, Robertson PA, Kenward RE. 1993. Compositional analysis of habitat use from animal radiotracking data. *Ecology* 74: 1313–1325.
- Albrecht J, Bureš J, Cepák J, Čapek M, Havlíček J, Hora J, Klimeš Z, Kloubec B, Kubelka V, Pakandl M, et al. 2015. Ptáci jižních Čech. České Budějovice: Jihočeský kraj. ISBN: 978-80-87520-12-3
- Andreychev A, Lapshin A, Kuznetsov V. 2021. Vocalization of Long-eared owl *Asio otus* (Strigiformes, Strigidae) in the Middle Volga, Russia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 22(12): 5325-5330.
- Balčiauskienė L, Jovaišas A, Naruševičius V, Petraška A, Skuja S. 2006. Diet of tawny owl (*Strix aluco*) and long-eared owl (*Asio otus*) in Lithuania as found from pellets. *Acta Zoologica Lituanica* 16(1): 37-45.
- Barbaro L, Blache S, Trochard G, Arlaud C, de Lacoste N, Kayser Y. 2016. Hierarchical habitat selection by Eurasian Pygmy Owls *Glaucidium passerinum* in old-growth forests of the southern French Prealps. *J Ornithol* 157: 333-342.
- Borgo A. 2015. Effects of the risk of intraguild predation on the vocal activity and detectability of Tengmalm's owl (*Aegolius funereus*). *GORTANIA. Botanica, Zoologia* 37: 95-104.
- Braunisch V, Roder S, Coppes J, Froidevaux JSP, Arlettaz R, Bollmann K. 2019. Structural complexity in managed and strictly protected mountain forests: Effects on the habitat suitability for indicator bird species. *Forest Ecology and Management* 448: 139-149.
- Cecere JG, Bombino S, Santangeli A. 2013. Winter Diet of Long-eared Owl *Asio otus* in a Mediterranean Fragmented Farmland. *The Wilson Journal of Ornithology* 125(3): 655-665.
- Clark KA, Anderson SH. 1997. Temporal, climatic and lunar factors affecting owl vocalizations of Western Wyoming. *J. Raptor Research Foundation, Inc.* 31(4): 358-363.
- Cramp S, Simmons KEL. (eds.) 1985. Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. vol. 4: Terns to Woodpecker. Oxford University Press, Oxford. ISBN 978-0198575078
- del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J. (eds.) 1999. Handbook of the birds of the world. Vol. 5. Barn-owls to Hummingbirds. Barcelona: Lynx Edicions. ISBN 84-87334-25-3.
- Dell Inc. 2016. Dell Statistica (data analysis software system), version 13. software.dell.com.
- Dziemian S, Piłacińska B, Pitucha G. 2012. Winter diet composition of urban long-eared owls (*Asio otus*) in Rzeszów (SE Poland). *Biological Lett.* 49(2): 107-114.
- ESRI. 2011 ArcGIS desktop: release 10. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA.

- Flesch AD, Steidl RJ. 2007. Detectability and response rates of Ferruginous Pygmy-Owls. *The Journal of Wildlife Management* 71(3): 981-990.
- Ganey JL. 1990. Calling behavior of spotted owls in northern Arizona. *The Condor* 95: 485-490.
- González-Rojas JI, Padilla-Rangel H, Ruvalcaba-Ortega I, Cruz-Nieto MA, Canales-del-Castillo R, Guzmán-Velasco A. 2017. Winter diet of the Long-eared owl *Asio otus* (Strigiformes: Strigidae) in the grasslands of Janos, Chihuahua, Mexico. *Revista Chilena de Historia Natural* 90(1): 1-5.
- Hanmer HJ, Boothby C, Toms MP, Noble DG, Balmer DE. 2022. Large-scale citizen science survey of a common nocturnal raptor: urbanization and weather conditions influence the occupancy and detectability of the Tawny Owl *Strix aluco*. *Bird Study* 68(2): 1-12.
- Hansen AL. 1952. Natuglens (*Strix a. aluco*) dogn-og arsrytyme. *Dan. Ornithol. Forcu. Tidsskr.* 46: 158-172.
- Henrioux P, Henrioux JD, Walder P, Chopard G. 2003. Effects of forest structure on the ecology of Pygmy Owl *Glaucidium passerinum* in the Swiss Jura Mountains. *VOGELWELT* 124: 309-312.
- Hudec K, Štastný K, et al. 2005. Ptáci 2/II. Academia: Praha. ISBN 80-200-1114-5.
- Ibarra JT, Martin K, Altamirano TA, Vargas FH, Bonacic C. 2014. Factors Associated with the Detectability of Owls in South American Temperate Forests: Implication for Nocturnal Raptor Monitoring. *The Journal of Wildlife Management* 78(6): 1078-1086.
- Jäderholm K. 1987. Diets of the Tengmalm's Owl *Aegolius funereus* and the Ural Owl *Strix uralensis* in Central Finland. *Ornis Fennica* 64:149-153.
- Kloubec B. 2000. Jarní hlasová aktivita puštíka obecného (*Strix aluco*) v jižních Čechách. *Buteo* 11: 87-96.
- Kloubec B, Pačenovský S. 1996. Hlasová aktivita sýce rousného (*Aegolius funereus*) v jižních Čechách a na východním Slovensku: cirkadiánní a sezónní průběh, vlivy na její intenzitu. *BUTEO* 8: 5-22.
- Kučera M. 1998. Analýza ptačích společenstev v části NP a CHKO Šumava. *Silva Gabreta* 2: 295-325.
- Kuzmenko Y. 2020. Eurasian pygmy-owl *Glaucidium passerinum* in Ukrainian Polissia. *Studia Biologica* 14(4): 35-48.
- Lourenço R. 2006. The food habits of Eurasian Eagle-owls in southern Portugal. *Journal of Raptor Research* 40(4): 297-300.

- Lengagne T, Slater PJB. 2002. The effects of rain on acoustic communication: tawny owls have good reason for calling less in wet weather. 269(1505): 2121-2125.
- Mestecăneanu A, Mestecăneanu F. 2019. Some observations regarding the Eurasian pigmy owl (*Glaucidium passerinum* Linnaeus, 1758) from the Făgăraș, Iezer-Păpușa and Leaota Mountains (Southern Carpathians, Romania). Muzeul Olteniei Craiova. *Oltenia. Studii și comunicări. Științele Naturii* 35(1): 145-154.
- Mikkola H. 1976: Owls killing and killed by other owls and raptors in Europe. *British Birds* 69: 144–154.
- Mikusek R. 2019. The role of caches in the Eurasian Pygmy Owl *Glaucidium passerinum* during breeding season. *Ornis Polonica*: 60: 1-15.
- Mrlík V. 1994. Sýc rousný (*Aegolius funereus*) v Moravském krasu a poznámky k jeho hlasové aktivitě. *Sylvia* 30: 141-147.
- Norambuena HV, Muñoz-Pedreros A. 2018. Detection and vocalisations of three owl species (Strigiformes) in temperate rainforests of southern Chile. *New Zealand Journal of Zoology* 45(2): 121-135.
- Obuch J. 2011. Spatial and temporal diversity of the diet of the tawny owl (*Strix aluco*). *Slovak Raptor Journal* 5: 1-120.
- Obuch J, Bangjord G. 2016. The Eurasian eagle-owl (*Bubo bubo*) diet in the Trøndelag region (Central Norway). *Slovak Raptor Journal* 10: 51-64.
- Overskaug K, Kristiansen E, Sunde P. 1995. Sex-specific diet analysis of the Tawny owl (*Strix aluco*) in Norway. *The journal of raptor research* 29(2): 137-140.
- Pačenovský S, Kürthy A. 2022. Qualitative and Quantitative Changes in a Guild of Forest Owls: Eurasian Pygmy Owl (*Glaucidium passerinum*), Tawny Owl (*Strix aluco*), Boreal Owl (*Aegolius funereus*) at Kamenný Hrb – Bankov Sit. *Owls – Clever Survivors*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.102932>
- Pačenovský S, Shurulinkov P. 2008. Latest data on distribution of the Pygmy Owl (*Glaucidium passerinum*) in Bulgaria and Slovakia including population density comparison. *Slovak Raptor Journal* 2: 91-106.
- Pačenosvký S, Šotnár K. 2010. Notes on the reproduction, breeding biology and ethology of the Eurasian pygmy owl (*Glaucidium passerinum*) in Slovakia. *Slovak Raptor Journal* 4: 49-81.
- Peplowska-Marczak D. 2019. Pygmy owl *Glaucidium passerinum* and Tengmalm's owl *Aegolius funereus* in Kampinos Forest: an analysis of factors which condition the occurrence of both species. *World Scientific News* 130: 99-115.

- Pérez-Granados C, Schuchmann KL, Marques M. 2021. Vocal activity of the Ferruginous pygmy-owl (*Glaucidium brasilianum*) is strongly correlated with moon phase and nocturnal temperature. *Ethology Ecology & Evolution* 33(1): 62-72.
- Pilařová M. 2019. Variabilita složení potravy kulíška nejmenšího (*Glaucidium passerinum*) a krahujce obecného (*Accipiter nisus*) v západní Palearktidě. Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.
- R Development Core Team (2011) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.
- Rajković DZ. 2009. Biologija gneždenja utine *Asio otus* na području Stanišića (SZ Bačka). *Ciconia* 18: 81-90. Srbsky s anglickým souhrnem a tabulkami.
- Rajković DZ. 2018. Diet composition and prey diversity of Tengmalm's owl *Aegolius funereus* (Linnaeus, 1758; Aves: Strigidae) in central Serbia during breeding. *Turkish Journal of Zoology* 42: 346-351.
- Sándor AD, Ionescu DT. 2009. Diet of the eagle owl (*Bubo bubo*) in Braşov, Romania. *North-Western Journal of Zoology* 5(1): 170-178.
- Schoener TW. 1974. Resource partitioning in Ecological Communities. *Science* 185: 27-39.
- Selçuk AY, Özkoç ÖÜ, Bilir MA, Kefelioğlu H. 2019. Diet composition of the Long-eared Owl (*Asio otus*) in Eastern Anatolia (Turkey). *Turkisch Journal of Forestry* 20(2): 72-75.
- Sergio F, Marchesi L, Pedrini P. 2008. Density, diet and productivity of Long-eared Owls *Asio otus* in the Italian Alps: the importance of *Microtus* voles. *British Trust for Ornithology, Bird Study* 55: 321-328.
- Shannon C, Weaver W. 1964. *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois press:Urbana.
- Sharikov AV, Shekhovtsov SM. 2013. Seasonal and daily vocal activity of the tawny owl (*Strix aluco*) and the pygmy owl (*Glaucidium passerinum*) in Moscow region. *Zoologicheskii Zhurnal* 92(1): 68-76. Rusky s anglickým abstraktem.
- Shurulinkov P, Stoyanov G, Komitov E, Daskalova G, Ralev A. 2012. Contribution to the Knowledge on Distribution, Number and Habitat Preferences of Rare and Endangered Birds in Western Rhodopes Mts, Southern Bulgaria. *Strigiformes and Piciformes, Acta zoologica bulgarica* 64(1): 43-56.
- Sunde P, Overskaug K, Bolstad JP, Øien IJ. 2001. Living at the limit: ecology and behaviour of Tawny Owls *Strix aluco* in a northern edge population in central Norway. *Ardea* 89(3): 495-508.

- Strøm H, Sonerud GA. 2001. Home range and habitat selection in the Pygmy Owl *Glaucidium passerinum*. *Ornis Fennica* 78: 145-158.
- Ševčík R, Riegert J, Šindelář J, Zárybnická M. 2019. Vocal activity of the Central European Boreal Owl population in relation to varying environmental conditions. *Ornis Fennica* 96: 1-12.
- Šotnár K, Obuch J, Pačenovský S, Jarčuška B. 2020. Spatial distribution of four sympatric owl species in Carpathian Montana forests. *Raptor Journal* 14: 1-13.
- Šťastný K, Christie D. 1990. Birds of Britain and Europe: a comprehensive illustrated guide to over 360 species. London: Hamlyn. ISBN 0-600-56951-9.
- Ter Braak CJF, Šmilauer P. 2018. Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.10. Microcomputer Power, Ithaca, USA, 536 pp.
- Tumiel T, Mirski P. 2018. Diet of boreal owl (*Aegolius funereus*) in lowlands of north-eastern Poland. *Slovak Raptor Journal* 12: 41-45.
- Van Manen W. 2001. Influence of weather circumstances on behaviour and hunting success of wintering long-eared Owls *Asio otus*. *Limosa* 74: 51-86.
- Vrezec A, Tome D. 2004. Habitat selection and patterns of distribution in a hierarchic forest owl guild. *Ornis Fennica* 81: 109-118.
- Whitman JS. 2009. Diet and prey consumption rates of nesting Boreal Owls, *Aegolius funereus*, in Alaska. *The Canadian Field-Naturalist* 123(2): 112-116.
- Wijnandts H. 1984. Ecological energetics of the Long-eared owl (*Asio otus*). *Ardea* 72: 1-92.
- Willson MF, Comet TA. 1996. Bird communities of northern forests: ecological correlates of diversity and abundance in the understory. *The Condor* 98: 350-362.
- Zárybnická M, Kloubec B, Obuch J, Riegert J. 2015. Fledgling productivity in relation to diet composition of Tengmalm's owl *Aegolius funereus* in Central Europe. *Ardeola* 62(1): 163-171.
- Zuberogoitia I, Burgos G, González-Oreja JA, Morant J, Martínez JE, Albizua JZ. 2018. Factors affecting spontaneous vocal activity of Tawny Owls *Strix aluco* and implications for surveying large areas. *Ibis* 161(3): 495-503.

8 Internetové zdroje

- <https://keisan.casio.com/exec/system/1224686065> [online]. 2022 [citováno 5. 8. 2022].
- <https://planetcalc.com/524/> [online]. 2022 [citováno 5. 8. 2022].
- <https://trebonsko.nature.cz/> [online]. 2022 [citováno 28. 7. 2022].
- <https://www.worldweatheronline.com/> [online]. 2022 [citováno 5. 8. 2022].

9 Přílohy

Příloha I: Výsledek porovnání proměnných o struktuře lesních porostů v bufferech s výskytem a absencí kuliška nejmenšího. Mann-Whitney U test. Tučně jsou vyznačené signifikantní hodnoty $P < 0,05$. Legenda: ZD = zakmenění dřeviny; VK = věková kategorie (1. kategorie: 1 – 10 let; 2. kategorie: 11 – 20 let; 3. kategorie: 21 – 40 let; 4. kategorie: 41 – 60 let; 5. kategorie: 61 – 80 let; 6. kategorie: 81 – 100 let; 7. kategorie: 101 – 310 let); SW = Shannon-Wiener index diverzity.

Proměnná	U	Z	P
Jehličnatý	3581,00	-1,96	0,05
Listnatý	3486,00	2,22	0,03
<i>F. sylvatica</i>	3589,00	1,94	0,05
<i>P. sylvestris</i>	2825,00	-4,03	<0,001
<i>B. pendula</i>	3681,00	1,69	0,09
<i>Q. robur</i>	4227,00	0,20	0,84
<i>A. Alba</i>	3657,00	1,76	0,08
<i>P. abies</i>	4108,50	0,52	0,60
ostatní	4134,50	0,45	0,65
SW druh	3701,00	1,63	0,10
ZD <i>F. sylvatica</i>	3706,50	1,62	0,11
ZD <i>P. sylvestris</i>	3437,00	-2,36	0,02
ZD <i>B. pendula</i>	4068,50	0,63	0,53
ZD <i>Q. robur</i>	4078,00	0,61	0,55
ZD <i>A. alba</i>	3745,50	1,51	0,13
ZD <i>P. abies</i>	3942,50	0,98	0,33
VK 1	3868,00	1,18	0,24
VK 2	4229,00	-0,19	0,85
VK 3	4055,00	0,67	0,50
VK 4	4130,00	-0,46	0,64
VK 5	3951,50	-0,95	0,34
VK 6	4268,50	0,08	0,93
VK 7	4096,50	-0,55	0,58
SW VK	4068,00	-0,63	0,53

Příloha II: Porovnání jednotlivých habitatů pomocí klasifikační matice, která ukazuje, zda je habitat v řádku preferovanější než habitat ve sloupci. Čím více (či méně) je znamének (+;-) u habitatu, tím více (či méně) je habitat preferovaný. Legenda: VK = věková kategorie (1. kategorie: 1 – 10 let; 2. kategorie: 11 – 20 let; 3. kategorie: 21 – 40 let; 4. kategorie: 41 – 60 let; 5. kategorie: 61 – 80 let; 6. kategorie: 81 – 100 let; 7. kategorie: 101 – 310 let); SW = Shannon-Wiener index diverzity.

	Jehličnatý	Listnatý	<i>F. sylvatica</i>	<i>P. sylvestris</i>	<i>B. pendula</i>	<i>Q. robus</i>	<i>A. alba</i>	<i>P. abies</i>	SW druh	VK 1	VK 2	VK 3	VK 4	VK 5	VK 6	VK 7	SW VK
Jehličnatý		-	-	+++	---	-	---	---	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Listnatý	+		-	+++	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>F. sylvatica</i>	+	+		+++	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+++	+	+	+
<i>P. sylvestris</i>	---	---	---		---	-	---	---	---	-	-	---	-	-	-	-	---
<i>B. pendula</i>	+++	+	+	+++		+	+	+	+	+	+	+	+	+++	+	+	+
<i>Q. robus</i>	+	-	-	+	-		-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>A. alba</i>	+++	+	-	+++	-	+		+	+	+	+	+	+	+++	+	+	+
<i>P. abies</i>	+++	-	-	+++	-	+	-		+	+	+	-	+	+++	+	+	+
SW druh	+	-	-	+++	-	+	-	-		-	+	-	-	+	-	-	-
VK 1	+	-	-	+	-	+	-	-	+		+	-	+	+	-	-	+
VK 2	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-		-	-	+	-	-	-
VK 3	+	+	-	+++	-	+	-	+	+	+	+		+	+	+	+	+
VK 4	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-		+	-	-	+
VK 5	-	-	---	+	---	-	---	---	-	-	-	-	-		-	-	-
VK 6	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+		-	+
VK 7	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+		+
SW VK	+	-	-	+++	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	