

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Ověření metody REM při sčítání býložravých kopytníků v lesním prostředí

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Jan Suk

Vedoucí práce: Ing. Miloš Ježek, Ph.D.

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jan Suk

Lesní inženýrství
Lesní inženýrství

Název práce

Ověření metody REM při sčítání býložravých kopytníků v lesním prostředí

Název anglicky

Evaluation of REM method for herbivores density calculation in the forest environment

Cíle práce

Sčítání zvěře je dlouze diskutovaným tématem jak v lesnických tak mysliveckých odborných kruzích. Zejména proto, že znalost počtu zvěře, nebo vývoj početnosti, je zásadní při stanovení udržitelného managementu. Zejména v současné době bude z důvodu rozlehlých zalesněných ploch nutné použít metody, které skutečně podají relevantní výsledky. Jednou z těchto metod by mohla být metoda REM (Random Encounter Model; Rowcliffe et al. 2008), která vychází z využití předpokladu náhodného pohybu zvěře po prostoru a k záznamu jejich přítomnosti využívá fotopasti. Cílem této práce proto bude vytvořit literární rešerši na téma využití REM ve světě a možnou aplikaci na podmínky ČR a zároveň ověřit metodu v praxi v lesním prostředí na pozemcích Školního lesního podniku ČZU.

Metodika

Základem práce bude zpracování literární rešerše na téma využití REM ve světě a možnou aplikaci na podmínky ČR. Dále pak dojde k ověření metodiky v honitby ŠLP Kostelec nad Černými lesy. Data budou sbírána pomocí fotopastí, které musí být rozmístěny po prostoru náhodně. Fotopasti rozmístíme v terénu do výšky 1,3 až 1,5 metru a změříme radius efektivního snímkování pro každou z umístěných fotopastí (tj. maximální vzdálenost ve které budeme zaznamenávat nafočená zvířata). Případně vyznačíme v prostoru maximální vzdálenost, do které budeme zvěř počítat (pomocí značky v prostoru). Doba expozice fotopastí určuje přesnost získaných výsledků. Minimální doba expozice fotopastí v terénu bude 30 dní. Po uplynutí stanovené doby expozice stáhneme fotopasti z terénu a pořízené snímky uložíme na externím úložišti. U každé fotopasti určíme efektivní dobu snímkování (tj. čas, který uplynul od doby prvního záznamu zvěře po poslední záznam zvěře). Efektivní doba snímkování může být rozdílná od doby expozice v terénu, protože může dojít k vybití akumulátoru nebo zaplnění paměťového úložiště fotopasti. Fotografie následně vyhodnotíme. Při hodnocení jednotlivých snímků zaznamenáváme druh a pohlaví, případně stáří zaznamenané zvěře. Po analýze snímků sečteme počty jednotlivých druhů zvěře, případně jejich pohlaví nebo věkových kategorií. Denzitu následně vypočteme podle Rowcliffe et al. (2008). Na závěr bude sestaveno doporučení a metodika pro užití v praxi.

Harmonogram:

1. květen 2019 – srpen 2019: zpracování literární rešerše

2. září 2019 – prosinec 2019: terénní práce
3. listopad 2019 – leden 2020: analýza dat
4. prosinec 2019 – leden 2020: sestavení výsledků práce a zpracování diskuze
5. leden 2020 – únor 2020: sestavení kompilátu finální verze práce a její odevzdání



Doporučený rozsah práce

30-40 stran A4

Klíčová slova

densita, REM, fotopast, srnec obecný, prase divoké

Doporučené zdroje informací

- Acevedo P, Vicente J, Höfle Ú, Cassinello J, Ruiz-Fons F, Gortazar C, 2007. Estimation of European wild boar relative abundance and aggregation: a novel method in epidemiological risk assessment. *Epidemiol. Infect.* 135, 519-527.
- Engeman RM, Massei G, Sage M, Gentle MN, 2013. Monitoring wild pig populations: a review of methods. *Environ. Sci. Poll. Res.* 20 (11), 8077-8091.
- Jiménez J, Higuero R, Charre-Medellin JF, Acevedo P, 2017. Spatial mark-resight models to estimate feral pig population density. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy* 28 (2), 208-213. 10.4404/hystrix-28.2-12141
- Rowcliffe JM, Carbone C, Jansen PA, Kays R, Kranstauber B, 2011. Quantifying the sensitivity of camera traps: an adapted distance sampling approach. *Methods in Ecology and Evolution* 2 (5), 464-476.
- Rowcliffe JM, Field J, Turvey ST, Carbone C, 2008. Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology* 45 (4), 1228-1236.
- Rowcliffe JM, Kays R, Carbone C, Jansen PA, 2013. Clarifying assumptions behind the estimation of animal density from camera trap rates. *Journal of Wildlife Management* 77 (5), 876-876. Doi 10.1002/Jwmg.533.
-

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Miloš Ježek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Konzultant

doc. Ing. Tomáš Kušta, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 14. 7. 2019

doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 23. 03. 2021

„Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma ***Ověření metody REM při sčítání býložravých kopytníků v lesním prostředí*** vypracoval samostatně pod vedením Ing. Miloše Ježka, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.“

V Radosticích dne2021

.....

Jan Suk

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce **Ing. Miloši Ježkovi, Ph.D.** za připomínky a rady, které mi poskytl při zpracování diplomové práce. Také bych velice rád poděkoval za pomoc při zpracování dat, četné rady a konzultace **doc. Ing. Tomáši Kuštovi, Ph.D** a **Tomasz Pawel Podgórski, Ph.D.** Za vstřícné jednání a poskytnutí potřebných informací a materiálů děkuji zaměstnancům ŠLP v Kostelci nad Černými lesy. V neposlední řadě děkuji své rodině a přátelům, kteří mi byli a jsou velkou oporou při studiích.

Abstrakt

Diplomová práce ověřuje použití REM metody, která je založena na získávání dat z fotopastí pro určení odhadu hustoty populace volně žijících býložravých kopytníků. Důvodem této studie jsou narůstající škody na mladých kulturách lesních dřevin, kde zvěř představuje limitní faktor pro úspěšnou obnovu. Současné metody sčítání zvěře jsou často nedostačující a ovlivněné subjektivitou lidského faktoru. Proto byl sestaven experiment v honitbě Bohumile, kde bylo systematicky rozmístěno 14 fotopastí, které od 16. 4. 2020 do 2. 10. 2020 zaznamenávaly pohyb zvěře a dalších objektů. Cílem studie bylo ověření REM metody v podmínkách ČR a ověřit její funkčnost v praxi. Získané snímky byly zpracovány v programu Agouti. Následně byla provedena statistická analýza v programu MS excel a softwaru Oriana 4.0. Bylo zjištěno, že odhad hustoty populace srnčí zvěře v jarním období je 140,6 ks na výměru celé honitby, který mnohonásobně převyšuje odhad populace, která byla získána z výkazů od uživatele honitby. Dále byl zjištěn nepoměr ve struktuře pohlaví srnčí zvěře ve prospěch samic. V práci bylo také zahrnuto sledování návštěvnosti lesa a byl diskutován její vliv na přesnost REM metody.

Klíčová slova: denzita, fotopast, REM, srnec obecný, populace

Abstract

The thesis verifies the use of the REM (random encounter model) method, which is based on the collection of data from camera traps in order to determine the density of wild herbivorous ungulates. Background of the study is current problem in the Czech Republic, which is strong increase of damaging of young forest cultures caused by wild game. Current methods which are used for estimation deer density are often insufficient and influenced by the subjectivity of the human factor. Therefore, the experiment was held in the hunting ground Bohumile, where 14 camera traps were systematically distributed. Camera traps collected data about the movement of wild game and other objects from 16th April 2020 to 2nd October 2020. The aim of this study was to discuss the use of the REM method in Czech conditions and verify its functionality in the forest stands. Collected photos were analysed in Agouti programme. Afterwards statistical analysis was made in MS Excel and in the software Oriana 4.0. It was found out that the estimated density of roe deer population was 140.6 individuals during spring period. This number is many times higher than recommended density from the reports from the landowner. Moreover, the disproportion within sex structure in roe deer (in favour of females) population was discovered. The thesis includes monitoring of forest visitors and its influence on accuracy of the REM method was discussed.

Key words: density, REM, camera trap, roe deer, population

Obsah

1	Úvod.....	18
2	Cíle práce	19
3	Literární rešerše	20
3.1	Zjišťování početnosti zvěře.....	20
3.2	Metody sčítání.....	20
3.3	Metody přímé	21
3.3.1	Sčítání zvěře naháňkou	21
3.3.2	Sčítání metodou výhodných pozic (statické).....	22
3.3.3	Letecké sčítání	23
3.3.4	Metoda sčítání zvěře s využitím ručních termovizí	24
3.4	Metody nepřímé	26
3.4.1	Zjišťování početnosti zvěře podle pobytových znaků – stopních linií	26
3.4.2	Využití evidence odlovů	26
3.4.3	Metoda sčítání podle množství vyprodukovaného trusu	27
3.4.4	Měření dopadu spárkaté zvěře na okolní ekosystémy	28
3.5	Metoda sčítání zvěře pomocí fotopastí	29
3.5.1	Historie fotografování zvěře a předchůdci nynějších fotopastí	29
3.5.2	Fotopast obecně a princip fungování	30
3.5.3	Samotné sčítání pomocí fotopastí, výhody, nevýhody, použití	33
3.6	Metoda REM.....	35
4	Metodika	38

4.1	Popis a lokalizace oblasti studie.....	38
4.2	Použité fotopasti a jejich použití.....	40
4.3	Instalace fotopastí.....	42
4.3.1	Design rozmístění fotopastí v oblasti studie.....	42
4.3.2	Nastavení fotopastí na stanovišti	44
4.3.3	Instalace pozorovací výseče před fotopastí	47
4.3.4	Sběr dat a údržba fotopastí.....	49
4.4	Myslivecký management v honitbě Bohumile.....	50
4.5	Zpracování dat v platformě Agouti.....	51
4.6	Výpočet velikosti populace	53
4.7	Analýza dat.....	53
4.8	Zjišťování návštěvnosti lesů turisty	54
5	Výsledky	55
5.1	Vyhodnocení záznamů a snímků	55
5.1.1	Vyhodnocení záznamů přežvýkavých kopytníků	57
5.2	Výsledky zjištěné pomocí REM metody.....	58
5.2.1	Pohybová aktivita býložravých kopytníků v čase.....	58
5.2.2	Aktivita srnčí zvěře během dne v závislosti na pohybu návštěvníků	61
5.2.3	Rychlost pohybu býložravých kopytníků	68
5.2.4	Pohlaví kopytníků	69
5.3	Početnost býložravých kopytníků	70

5.4	Početnost návštěvníků.....	72
5.4.1	Početnost návštěvníků zjištěná metodou REM.....	72
5.4.2	Početnost návštěvníků zjištěná pomocí sčítacích sloupků.....	73
6	Diskuze	74
7	Závěr	76
8	Seznam použité literatury	78

Seznam obrázků

- Obrázek 1: Vzorová mapa oblasti, která je sčítaná metodou naháňky, zobrazuje pozice sčítačů, směr tlaku honců a počet pozorování (14). Zdroj: (Mayle,1999)..... 21
- Obrázek 2: Příkladový zakres detekce objektů na transektu. Ze vzdáleností mezi objekty a transektem lze vypočítat průměrnou šíři transektu. (Zdroj: (Havránek, 2019)) 25
- Obrázek 3: Princip PIR čidla. Když se zvíře pohybuje přes detekční okno (A), způsobí to, že pyroelektrický senzor zaregistruje rozdíl v množství infračerveného záření přijatého dvěma prvky (B). Pokud je tento rozdíl větší než určitá prahová hodnota, zařízení pořídí záznam. Většina fotopastí má více detekčních oken (C), jak je určeno strukturou Fresnelovy čočky. Zdroj: (Wearn, 2017)..... 31
- Obrázek 4: Typické schéma PIR detektoru fotopasti - znázornění slepého místa v detekční zóně. a) zvíře je detekováno při přechodu z jedné zóny do druhé; b) zvíře není detekováno a může se pohybovat téměř až ke kameře, aniž by bylo detekováno, protože nepřešlo hranici zóny k porovnání teplot. Zdroj: (Apps, 2018). 32
- Obrázek 5: Rozdíl ve viditelném spektru IR diod s různou vlnovou délkou. (Zdroj: http://www.fotopast-fotozved.cz/Jak_vybrat_fotopast.php)..... 33
- Obrázek 6: (a) Schéma výseče s označenými vzdálenosti (šedé body) na čtvercové síti 1x1m, body XC a XD v zákresu naznačují pozici zachycené zvěře, černý bod – pozice fotopasti; (b) Označení té samé výseče před fotopastí v terénu; (c)+(d) Pozice sledované zvěře zaznamenané fotopastí (XC a XD). 37
- Obrázek 7: Přední strana použité fotopasti Bushnell Trophy Cam Aggressor HD (zdroj: <https://www.cameraland.co.uk/bushnell-trophy-trailcam-hd-aggressor-20mp-low-glow>) 41
- Obrázek 8: Mapa rozmístění fotopastí v honitbě Bohumile, situováno na sever. (QGIS) 43
- Obrázek 9: Ovládací prvky a umístění baterií použitých fotopastí (zdroj: <https://www.cameraland.co.uk/bushnell-trophy-trailcam-hd-aggressor-20mp-low-glow>) 45

Obrázek 10: Schéma pozorovací výseče před fotopastí. Znázorněné červené body naznačují umístění přírodních markerů, znázorněný je také úhel, který je schopna fotopast zachytit..... 48

Obrázek 11: Konečná podoba pozorovací výseče v terénu. Foceno směrem od fotopasti. (Zdroj: Jan Suk) 49

Seznam grafů

Graf 1: Časová perioda snímkování pomocí fotopastí v terénu.....	40
Graf 2: Souhrn záznamů, které byly pořízeny a následně analyzovány, rozděleny podle jednotlivých fotopastí, observací a snímků.....	56
Graf 3: Souhrn záznamů kopytníků, které byly pořízeny a následně analyzovány, rozděleny podle jednotlivých fotopastí, observací a snímků.....	57
Graf 4: Poměr počtu observací na snímek, rozděleno dle fotopasti	58
Graf 5: Pohybová aktivita všech druhů býložravých kopytníků v %, vztaženo k časové hodnotě: měsícům.....	59
Graf 6: Pohybová aktivita srnčí zvěře v %, vztaženo k časové hodnotě: týdny	59
Graf 7: Pohybová aktivita býložravých kopytníků v %, v průběhů celého dne v hodinách.	60
Graf 8: Histogram aktivity srnčí zvěře v průběhu dne během měsíce dubna, jeden bod = jedna observace.....	61
Graf 9: Histogram aktivity srnčí zvěře v průběhu dne během měsíce května, jeden bod = dvě observace.....	62
Graf 10: Histogram aktivity srnčí zvěře v průběhu dne během měsíce června, jeden bod = tři observace.....	63
Graf 11: Histogram aktivity srnčí zvěře v průběhu dne během měsíce července, jeden bod = dvě observace	64
Graf 12: Histogram aktivity srnčí zvěře v průběhu dne během měsíce srpna, jeden bod = dvě observace.....	65
Graf 13: Histogram aktivity srnčí zvěře v průběhu dne během měsíce září, jeden bod = tři observace	66

Graf 14: Rychlost mobility srnčí zvěře celkem, dle pohlaví a stáří, rychlost je udaná v m /s.....	68
Graf 15: Rychlost mobility ostatních kopytníků celkem, bez rozdílu pohlaví či stáří, rychlost je udaná v m /s	69
Graf 16: Struktura pohlaví kopytníků v řádu jednotlivých observací dle druhu, pohlaví, a stáří v %	69
Graf 17: Struktura pohlaví kopytníků v řádu jednotlivých sekvencí dle druhu, pohlaví, a stáří v %	70
Graf 18:Hustota populace srnčí zvěře a její rostoucí trend znázorněno dle měsíců a za celou dobu pozorování.....	71
Graf 19: Návštěvnost honitby lidmi rozdělené dle měsíců v závislosti na hustotě populace srnčí zvěře, levá svislá osa zobrazuje početnost srnčí zvěře, pravá osa zobrazuje počet lidí na měsíc	72
Graf 20: Návštěvnost honitby lidmi rozdělené dle měsíců v závislosti na hustotě populace srnčí zvěře, levá svislá osa zobrazuje početnost srnčí zvěře, pravá osa zobrazuje počet lidí na den.....	73
Graf 21: Návštěvnost lesa lidmi z čítacích sloupků vztažené k měsícům	73

Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozdělení půdy dle užití v honitbě Bohumile	38
Tabulka 2: Vybrané klimatické údaje, [ø za období 1961–2001] stanice Truba ČZU (Remeš, 2009).....	39
Tabulka 3: Technická specifikace použité fotopasti Bushnell Trophy Cam Aggressor HD (zdroj: instalační manuál, součást balení).....	42
Tabulka 4: Skutečný odlov v honitbě Bohumile v období od 1. 4. 2019 do 31. 3. 2020. U zvěře sičí a mufloní není stanoven plán lovu, nenormuje se, přesto je lovena. (Zdroj ŠLP, roční výkaz o honitbě)	51
Tabulka 5: Souhrn veškerých vyhodnocených observací za danou dobu sledování	56
Tabulka 6: Statistické vyhodnocení denní aktivity srnčí zvěře	67
Tabulka 7: Hustota populací kopytníků dle druhu v honitbě Bohumile.....	71

Seznam použitých zkratek a symbolů

ŠLP – Školní lesní podnik

OSSM – Orgán státní správy myslivosti

JKS – Jarní kmenové stavy

ORP – Obec s rozšířenou působností

nm – Nanometr

Mb/s – Megabyte za sekundu

Ah – Ampérhodina

mAh – Miliampérhodina

1 Úvod

Zjišťování početnosti zvěře je dlouho diskutovaným tématem v lesnických, zemědělských a mysliveckých odborných kruzích. Člověk v důsledků zvyšování životních standardů a snahy získávat přírodní zdroje výraznou měrou přeměňuje krajinu a mění přírodní podmínky řady druhů lovné zvěře. Zejména býložravá spárkatá zvěř se tomuto trendu rychle přizpůsobila a našla útočiště v krytu rozlehlých polí osetých jednou plodinou nebo v lesních komplexech, kde nachází potřebný klid, kryt a potravu a její početnost neustále roste. Tento fakt dokládá i statistika odlovů spárkaté zvěře, kterou lze jako jedinou brát za přiměřený odraz reálných stavů zvěře a její populační dynamiky, protože nynější myslivecké plánování je zakládáno na zcela zkreslených údajích. S populační hustotou zvěře také koreluje její negativní vliv na lesní prostředí. Býložravá zvěř v lesním prostředí způsobuje značné škody, kdy v roce 2019 v rámci celé České republiky tato škoda činila 27,393 miliónu korun. Tato vyčíslená škoda je však velmi orientační, protože nejsou k dispozici údaje od všech vlastníků a často škoda není vůbec vyčíslena, i když způsobena byla. (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky, 2020).

Znalost celkového počtu zvěře je proto zásadní pro určení vhodných managementových opatření. Zvláště v dnešní době, kdy lesníky čeká zalesňování rozsáhlých holin, vzniklých z důvodů rozsáhlé kůrovcové kalamity napříč republikou, mohou být vysoké stavy býložravé zvěře pro budoucí kultury limitujícím faktorem. O významu těchto škod svědčí i plánovaná novelizace zákona o myslivosti, obzvláště způsob stanovování výše lovu a kontroly jejího plnění. Z pohledu ochrany lesa bez snížení stavů spárkaté zvěře a efektivní ochrany mladých kultur a porostů nebude obnova lesa možná.

Ke stanovení výše odlovu je nezbytné znát početnost zvěře, která se v honitbě vyskytuje. Proto použití nových technologických zařízení, zejména fotopastí s metodou REM (*Random Encounter Model*) umožňuje stanovit densitu spárkaté zvěře se spolehlivou přesností a neinvazivním způsobem, kdy není zvěř při sčítání rušena.

2 Cíle práce

Hlavním cílem diplomové práce je vytvořit literární rešerši na nový model sčítání zvěře pomocí fotopastí s použitím metody REM, její historie a dosavadní použití ve světě, kde zdrojem jsou nejnovější vědecké poznatky. Následně vytvořit možnou terénní aplikaci této formy sčítání zvěře, která bude vytvořena v souladu s podmínkami České republiky. Veškeré terénní práce budou aplikovány ve vzorové honitbě na lesních pozemcích, které spravuje Školní lesní podnik v Kostelci nad Černými lesy při České zemědělské univerzitě v Praze. Zároveň představit novou platformu pro vyhodnocování několika desítek tisíc snímků pořízených pomocí fotopastí, která by usnadnila uživatelskou náročnost, snížila chybovost při vyhodnocování a zároveň byla efektivní. Cílem této práce je také sestavení doporučení a metodiky pro užití fotopastí společně s REM metodou v myslivecké praxi, zejména při sčítání spárkaté zvěře.

3 Literární rešerše

3.1 Zjišťování početnosti zvěře

Sčítání zvěře je v hospodářsky vyspělých zemích nezbytně důležitým podkladem pro zjištění velikosti populace určitého druhu zvěře. Následně z tohoto sčítaného množství zvěře lze stanovit plán lovu. Tato praxe je používána v zemích, ve kterých není prováděná myslivost typická pro střední Evropu, ale stát dohlíží na zachování zvěře jako přírodního bohatství. Pro stanovení výše odstřelu v našich podmínkách je hlavním kritériem výše škod na zemědělských a lesních porostech, které jsou často limitující pro dané hospodářské subjekty (Hanzal, 2016). Jak zmiňuje (Meriggi, 2008) v Evropě stále existují plány lovu, které jsou příliš založené na znalostech lovců a lovecké tradici, což zkresluje výsledky sčítání.

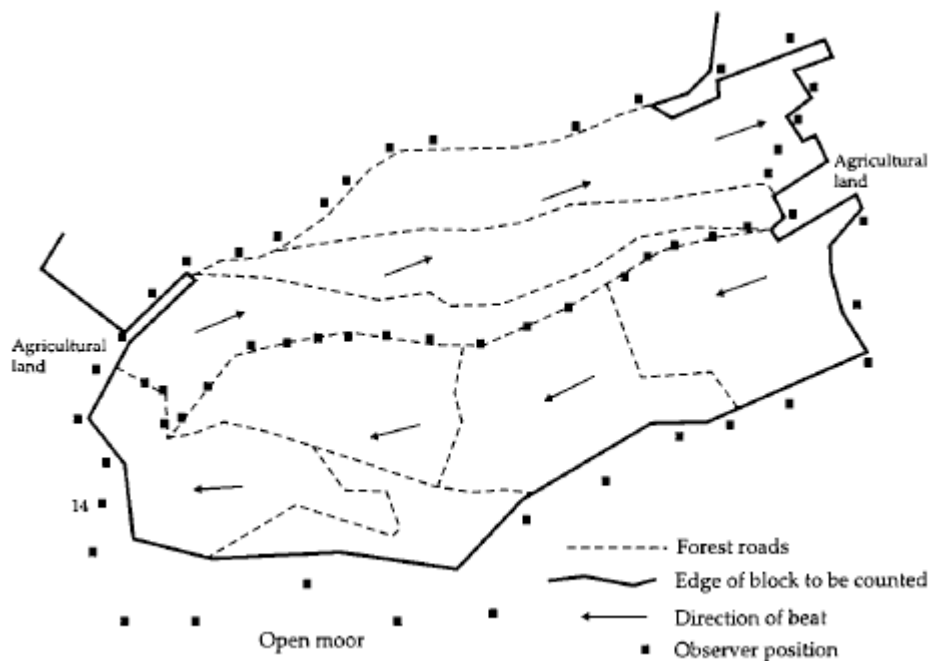
3.2 Metody sčítání

Sčítání populací volně žijící zvěře je velice složitou dovedností, a tak bylo vytvořeno široké spektrum sčítacích metod. Každá metoda je specifická, proto každá z nich zahrnuje různé míry výhod, které jsou na druhé straně potlačeny nevýhodami (Putman, 2011). Nelze tak jednoduše definovat, která z metod je nejvhodnější. Metody se od sebe odlišují v přesnosti, proveditelnosti, uživatelské zručnosti, finanční a časové náročnosti. Výběr metody vždy záleží na určitém kompromisu, který závisí na požadované přesnosti populační hustoty zvěře, použitelnosti metody v daném prostředí a cílům samotného sčítání. Výše zmíněné množství sčítacích metod, lze dělit dle doby sčítání (denní/noční, celoroční/sezónní) nebo podle velikosti sčítací plochy (celoplošné/zkusné plochy, reprezentativní plochy). Nejčastěji jsou však metody rozdělené na **metody přímé**, kdy jsou jedinci daných druhů sčítáni pomocí přímého pozorování v terénu (posedy, vyvýšená místa, pomocí termokamer z jedoucích vozidel), a **metody nepřímé**, kdy se velikost populace stanovuje na základě doprovodných markantů tj. pobytové stopy – stopy, trus nebo míra poškození daného ekosystému (Košnář, 2013). Avšak použití jakékoliv sčítací metody vykazuje více či méně přesný odhad reálné skutečné velikosti sledované populace. V následujících kapitolách a podkapitolách budou prezentovány nejčastěji využívané sčítací metody spárkaté zvěře.

3.3 Metody přímé

3.3.1 Sčítání zvěře naháňkou

Jedná se organizačně náročné sčítání zvěře pomocí naháňky, kdy není zvěř lovena, ale sčítána jak představenými sčítači, tak honci, kteří se snaží zvěř na sčítače vyhnat (Hanzal, 2016). Oblast, která se bude vyhodnocovat pomocí této metody, musí být dobře identifikovaná a každý člen sčítání musí mít mapu, která zobrazuje průběh a pozici všech zúčastněných viz *obr. 1*. Honci (je také možno použít lovecky upotřebitelné psy) musí zlehka procházet lečí a vyhánět zvěř na přestavené sčítače. Sčítači a honci zaznamenávají druh zvěře, čas, pohlaví, popřípadě věk zvěře (Mayle, 1999). Všichni účastníci zaznamenají zvěř, která proběhne řadou (ať už honců nebo sčítačů) vždy po levé, nebo po pravé straně, předchází se tak dvojitému sčítání jednoho kusu (Hanzal, 2016). Celé sčítání musí být dobře koordinováno, kdy vedoucí honců a závodčí střelců se dorozumívají pomocí vysílaček. Tato metoda je vhodná spíše ke sčítání větších druhu spárkaté zvěře jako například jelena lesního (*Cervus elaphus*), méně vhodná je pro druhy zvěře menšího vzrůstu, tj. zvěř srnčí (*Capreolus capreolus*), kterou je složitější vyhnat z krytu nebo blíže identifikovat (pohlaví, stáří) (Mayle, 1999). Hanzal (2016) uvádí, že tato metoda se používá v menších oborách a omezeně ve volných honitbách.



Obrázek 1: Vzorová mapa oblasti, která je sčítána metodou naháňky, zobrazuje pozice sčítačů, směr tlaku honců a počet pozorování (14). Zdroj: (Mayle, 1999)

3.3.2 Sčítání metodou výhodných pozic (statické)

Tato metoda je nejčastěji používanou metodou pro sčítání spárkaté zvěře u nás (Hanzal, 2016). Každý uživatel honitby je každoročně povinen v termínu, který stanoví krajský úřad uskutečnit sčítání zvěře výsledek do 5 dnů písemně ohlásit Orgánu státní správy myslivosti (často ORP) (Žižka, 2006). Metoda spočívá v obsazení vyvýšených míst (posedy, kazatelny), ze kterých je možné sledovat plochy atraktivní pro zvěř, tj. místa pro přikrmování či s atraktivní přirozenou potravou. Pozorování zvěře musí být provedeno v periodě, kdy zvěř má největší pohyblivost za potravou, tj. východ a západ slunce. Sčítání by mělo trvat nejméně 2,5 – 3 hodiny, což odpovídá jednomu zažívacímu cyklu u přežvýkavců. Pro použití této metody je nejvhodnější začátek jara (březen–duben), kdy výška pozemní vegetace a spadané listy listnatých stromů dostatečně dovolují snazší pozorování zvěře (Mayle, 1999). Sčítači zapisují podle druhu, pohlaví a věku veškerou zvěř, kterou pozorovali a zapisují neobvyklé znaky (vlastnosti) jednotlivých kusů, které by mohly vést k eliminaci dvojitého sčítání.

Metoda sčítání zvěře z výhodných pozic byla úspěšně použita ke stanovení početnosti jelena lesního (*Cervus elpahus*), jelena siky (*Cervus nippon*) a srnce obecného (*Capreolus capreolus*) ve Skotsku (Ratcliffe, 1987). Byly vybrané 40-100 hektarové bloky horské oblasti s dobrou viditelností z výhodných pozic do porostů, nejčastěji přes údolí nebo na hřebenech kopců s pohledem dolů. Ke sčítání byly používány dalekohledy, se kterými „skenovali“ po dobu minimálně 2,5 hod vyhrazený blok. K přesnému posouzení pohlaví a věku dále používali monokuláry s dostatečným zvětšením (15-50 x 65 mm). Putman (2011) uvádí největší nevýhodu této metody, že použití této metody je značně limitováno terénem, proto není tato metoda proveditelná v nížinách či horských oblastech s nezvládnutým terénem.

Sčítání pomocí této metody je značně nepřesné, avšak vyšší míry přesnosti dosahuje v oborách nebo v honitbách, které mají málo či vůbec prostupné hranice (Daniels, 2006). Jako hlavní nevýhodu Mayle (1999) spatřuje, že výsledky sčítání pro jeden den (v ČR velmi časté) jsou ovlivněny sezonním chováním zvěře, počasím (viditelností) a rušením zvěře v den sčítání.

3.3.3 Letecké sčítání

Letecké sčítání spárkaté zvěře se nejčastěji používá a je opodstatněné na bezlesých pláních, nebo tam kde přízemní vegetace není tak hustá, aby zakryla pozorované druhy zvěře, tím pádem by významná část populace mohla být nezjištěna (Putman, 2011). Nejčastěji se pro letecké sčítání používají lehká vrtulová letadla nebo vrtulníky, které letí po trase, která je předem definována. Výška letu nad pozorovanou oblastí je klíčová ke správnému rozpoznání zvěře, kdy Potvin (2005) při svém výzkumu uvádí, že stálá udržovaná výška v 60 metrech nad zemí je zcela dostačující k rozpoznání a sčítání zvěře. Potvrzuje to také Daniels (2006), kdy výška stroje při leteckém sčítání ve Skotsku byla přibližně 30-70 metrů nad zemí. Pro relativně přesné a efektivní sčítání se nejčastěji používá 4 členů posádky: pilot, navigátor/pozorovatel, a dva pozorovatelé/zapisovači (umístění u zadních oken). Ke zvýšení přesnosti výpočtů a ke snížení započítání jednoho kusu dvakrát je užitečné snímkování (fotografování) nebo pořizování video záznamů a jejich následné vyhodnocení pomocí IT techniky (Mayle, 1999). Zimní období je pro pozorování a následné sčítání kvůli sněhové pokrývce výhodnější, kdy zvěř na bílém podkladu lépe vynikne. Zimní období je také výhodnější z pohledu rozdílů teplot mezi prostředím a cílovými objekty, proto je výhodné použít při leteckém sčítání termovizní přístroje. Avšak i termovizní přístroje mají své limity použití, kdy zvěř, která je překryta hustou vegetací, snižuje její viditelnost, což snižuje schopnost jí detekovat (Havránek, 2019). I v tomto případě leteckého snímání hraje výška letu hlavní roli. Daniels (2006) zmiňuje dostačující výšku okolo 70 metrů nad povrchem země. Bartoš (2009), který prováděl výzkum v České republice v přezimovacích obůrkách a farmách s jelení zvěří, zmiňuje, že pro jeho výzkum byla ideální letová výška 600 metrů, protože při nízkých letových výškách ≤ 40 metrů je vysoká relativní letová rychlost a termozáznamy se stávaly nekvalitní z důvodu rozmazávání obrazu. Další nevýhodou při nízkých letech bylo vysoké plašení a zneklidnění zvěře. Letecké sčítání je vhodné pro rovný nebo lehce zvlněný terén, limitující je však počasí, a hlavně celková viditelnost. V porovnání s pozemními přímými metodami letecké sčítání s největší pravděpodobností minimalizuje chyby a maximalizuje efektivitu nákladů a je málo náročné na cenu lidské práce. Variabilní náklady se ale mohou lišit, a to hlavně od vzdálenosti, kterou musí stroj urazit do pozorované oblasti a zpět na letiště (Daniels, 2006).

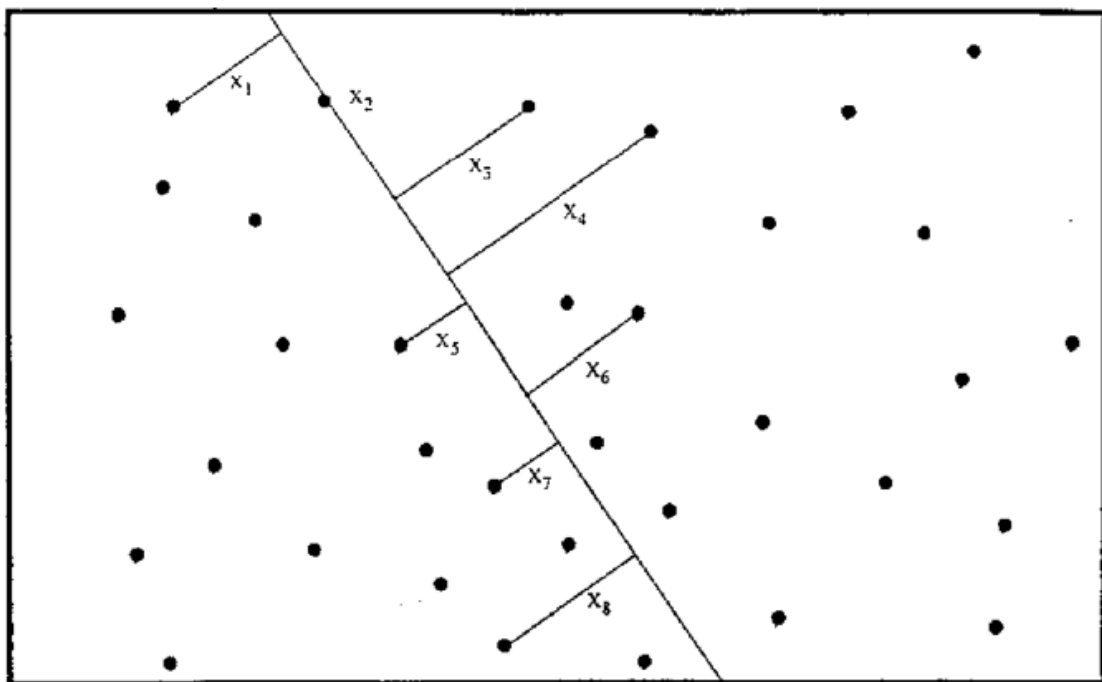
Nejnovější druhem letecké metody je použití malých dálkově ovládaných leteckých systémů RPAS (dronů), které jsou taktéž vybaveny termokamerou. Tyto systémy se používají ke zjišťování přítomnosti zvěře v zemědělských plodinách nebo při vyhledávání srnčat v pícninách před kosením. Používání těchto systémů je podmíněno získáním *Povolení k létání letadla bez pilota* a *Povolení k provádění leteckých prací/činností* od Úřadu pro civilní letectví (Hanzal, 2016).

3.3.4 Metoda sčítání zvěře s využitím ručních termovizí

Sčítání pomocí ruční termovizní kamery je jednou z nejnovějších metod, jak stanovit velikost určité volně žijící populace. Ke sčítání se používají ruční termovizní kamery, se kterými jsou sčítači schopni spolehlivě detekovat a rozeznat zvěř do 500 m, ale při této a vyšší vzdálenosti se snižuje schopnost determinovat pohlaví nebo věk zvěře (Mayle, 1999). Pro sčítání pomocí ruční termovize se v praxi používají dvě metody- metoda přímého sčítání pozorovaných kusů a nepřímá metoda „*Distance sampling*“. Přímé sčítání zvěře pomocí ruční termovizní kamery je možné použít pouze v otevřené krajině, tedy na loukách a polích, kde nám v pozorování nebrání žádné mechanické překážky. Metoda „*Distance sampling*“ je označována za souhrn metod, ve kterých se zaznamenávají vzdálenosti mezi předem známým bodem nebo linií a sledovaným objektem. Sledovanými objekty jsou nejčastěji zvířata nebo jejich tlupy, ale mohou to být také rostliny nebo neživé předměty (Thomas, 2010). Tato metoda je použitelná pro oblasti se sníženou viditelností a následnou detekcí, nejčastěji pro sčítání v lesních porostech. Pro použití této metody v praxi se nejvíce využívá liniových transektů. Sledovaná oblast může být rozdělena určitým počtem náhodně zvolených linií nebo je rozdělena liniemi systematicky. Po těchto vytyčených liniích následně sčítači buď prochází, nebo projíždí a zaznamenávají zvěř, kterou se jim podařilo vyhledat. Zaznamenávají také kolmou vzdálenost od linie ke sčítanému objektu, která je pro tuto metodu stěžejní (Thomas, 2010). Jako liniové transekty použil Havránek (2019) ve svém výzkumu lesní cestní síť, která je svou hustotou dostačující ke sběru dostatečného množství dat. Pro co nejvíce přesné sčítání touto metodou je nutné dodržet základní předpoklady. V průběhu sčítání musí být zpozorovány a následně zaznamenány veškeré objekty - v našem případě zvěř, kterou je možné z liniového transektu pozorovat. Při pozorování a vyhodnocování zvěře je nesmí sčítači plašit, aby se docílilo podmínky, že zvěř je rovnoměrně a nezávisle rozmístěna po sledovaném regionu. Poslední hlavní podmínkou je proškolený personál,

který je vybaven co nejmodernější technikou (nejnovější modely ručních termovizí, laserovými dálkoměry), protože netrénovaný personál bez dostatečně výkonné techniky může vzdáleností mezi transektem a objektem vysoce znepresnit.

V České republice se tomuto typu sčítání detailně věnoval Havránek (2019), který pro sčítání zvěře v daných honitbách použil obě metody, jak metodu přímou, tak metodu nepřímou „*Distance sampling*“. Sčítání prováděla tříčlenná posádka jedoucí v osobním automobilu, a to ve složení: řidič (projíždí území dle předem připravených plánů), a dva sčítači/zapisovači, kteří monitorují území na levou/pravou stranu od vozidla. Metoda přímá byla použita v otevřené krajině a metoda nepřímá v lesních komplexech. Princip nepřímé metody je ve zjištění početnosti zvěře v okolí transektu, zjištěná početnost je následně přepočtena na celou plochu lesa sledovaného území viz *obr. 2*. Liniové transekty by měly dosahovat nejméně 25 km na 1000 ha lesa. Výhodnou dobou pro sčítání se jeví zimní měsíce po ukončení doby lovu sledovaného druhu zvěře, kdy zvěř není stresována loveckým tlakem a dodržuje své životní cykly (Havránek, 2019).



Obrázek 2: Příkladový zakres detekce objektů na transektu. Ze vzdáleností mezi objekty a transektem lze vypočítat průměrnou šíři transektu. (Zdroj: (Havránek, 2019))

3.4 Metody nepřímé

3.4.1 Zjišťování početnosti zvěře podle pobytových znaků – stopních linií

V oblastech, kde se pravidelně objevuje sněhová pokrývka je možno použít sčítání stop/stopních drah. Porovnáním stop/stopních drah vedoucí do (první den) a vně (následující den) pozorované oblasti je možné stanovení odhadu relativní početnosti zvěře touto metodou (Mayle, 1999). Metoda je založena na předpokladu, že zvěř projde stejným místem následující den. Jelikož tento předpoklad je nezdědka pravděpodobný, výstupy této metody by měly spíše stanovovat presenci/absenci sledovaného druhu, než reálné stavy zvěře (Putman, 2011). Tato metoda sčítání je používána v mnoha zemích střední Evropy, kde právě sněhová pokrývka umožňuje sčítání kopytníků, jako jsou Rumunsko, Litva, Estonsko, Lotyšsko a dříve i v Polsku (Apollonio, 2010).

Vlastní sčítání lze také realizovat na jaře, kdy vegetace není příliš hustá a stopní dráhy jsou viditelné. Využití této metody je možné u lesních bloků, kdy pozorovatel obchází hranice lesa a zaznamenává počet „ochozů“ na každých 100 metrech (pro snazší praxi lze použít kroky). Průměrný počet cest na 100 m se poté použije jako index přítomnosti dané zvěře. Tato metoda je velice snadno použitelná pro mnoho habitatů. Zároveň je levná, ale na úkor zjištění jen hrubého odhadu sledované populace zvěře. Nelze také určit pohlavní skladbu zvěře, natož určit její věk.

3.4.2 Využití evidence odlovů

Využití jasných a stručných záznamů o úmrtnosti a plodnosti populace zvěře je prostředkem pro zpětný výpočet velikosti populace. Tyto informace mohou být také použity jako základ pro předpovídání pravděpodobných budoucích změn ve velikosti populace. Tyto metody se obecně spoléhají na znalost pohlaví a věku všech uhynulých zvířat, a tak bude přesnost ovlivněna počtem zvířat, která uhynou a nejsou nalezena, zároveň jakoukoli emigrací a přesností určení věku (Mayle, 1999). Počet ulovené zvěře v kterémkoli roce může poskytnout pouze údaj o minimální velikosti populace před lovem, např. pokud byl odlov celkem 120 ks zvěř, pak minimální populace před lovem musela být 120 ks. U populací druhů jelenů využívajících lesního prostředí je obvykle nutný odlov 10–25 %, aby byla populace stabilní, v závislosti na přirozené úmrtnosti a úrovni plodnosti. Pro tuto metodu lze použít rozvaha, pro kterou určila počet

jednotlivců v populaci nějaká z přímých metod (sčítání z vyvýšených pozic atd.) a záznamy o věku a pohlaví ulovené zvěře. Ačkoli tato metoda poskytuje rychlý odhad pro předpovídání velikosti populace, bude tento odhad ovlivněn přesností počátečního odhadu populace a nezaznamenané zvěře, která nebyla ulovena, ale došlo k úmrtí (sražená zvěř, přirozené úmrtí, predace). Metoda také předpokládá, že neexistuje žádná imigrace/emigrace, tj. „uzavřená“ populace (Mayle, 1999). Je pozoruhodné, že stále ve vysokém počtu regionů, i když je možné v tamních oblastech použít celou řadu dalších metod, je tato metoda sčítání pomocí evidence odlovů hlavní metodou. I když je zřejmé, že roční evidence odlovů lineárně nesouvisí s početností zvěře (ovlivněna loveckým úsilím), stále je tato metoda využívána ke zjištění relativní početnosti v celé Skandinávii (kromě zjišťování početnosti jelenů a losů), Rakousku, Německu, Maďarsku, a Portugalsku (Apollonio, 2010).

3.4.3 Metoda sčítání podle množství vyprodukovaného trusu

Hromádky trusu jsou jedním nejzřejmějším znakem přítomnosti zvěře v dané lokalitě. Nacházejí se ve všech stanovištních typech, a proto je lze použít ke zjištění pouze přítomnosti jednotlivých druhů, nebo ke zjištění odhadu hustoty populace v různých stanovištích, ze kterých lze vypočítat celkovou velikost populace daných druhů spárkaté zvěře v celé honitbě. Za hromádku se považuje nejméně 6 kuliček trusu na jednom místě (Mayle, 1999). Podle tvaru a velikosti trusu lze identifikovat většinu druhů zvěře (často i pohlaví), které se v honitbě vyskytují, a podle jeho množství lze také celkem spolehlivě odhadnout počet zvěře. Roční období, věk, pohlaví a fyziologický stav zvěře však zapříčiňuje kolísání množství trusu, což lze považovat za nevýhodu (Hanzal, 2016). Pro sčítání zvěře podle množství vyprodukovaného trusu se používají dvě hlavní metody, metoda *Faecal Standign Crop* (FSC) a *Faecal Accumulation Rate* (FAR). FSC metoda je založena na počítání hromádek trusu v náhodně rozmístěných zkusných plochách, obvykle stratifikovaných podle stanoviště. Tyto údaje se převádějí na odhady velikosti populace zvěře pomocí intenzity defekace dle druhu zvěře a na periodě rozpadu trusu (Smart, 2004). U jelena lesního (*Cervus elaphus*) je možné vzhledem k zažívacímu traktu kalkulovat s 20 defekacemi denně. Mitchell (1985) se zmiňuje, že u srnčí zvěře (*Capreolus capreolus*) je 17 defekací denně na chudších stanovištích a na bohatších 23 defekací denně, což v průměru znamená 21 denně na průměrně bohatém stanovišti. FAR metoda se používá tak, že použité zkusné plochy se nejdříve vyčistí od všeho trusu a

po stanoveném čase se provede průzkum kolik hromádek trusu se v zkusné ploše nachází. Tato metoda není závislá na údajích ohledně periody rozkladu trusu, ale stále závisí na intenzitě defekace, která se mění s každým druhem zvěře (Smart, 2004). Metoda FAR je v porovnání s metodou FSC přesnější, protože rozdíl period rozpadu trusu bude snížený na minimum, nebo odstraněn, ale na druhou stranu je tato metoda náročnější na čas (2x návštěva stanoviště). Metodu FAR pro sčítání zvěře je vhodnější používat v honitbách, kde je zastoupení zvěře ≥ 30 ks/km² (Mayle, 1999).

V České republice Cukor (2017) touto metodou stanovoval početnost jelení zvěře v Krušných horách, kdy použil metodu FAR a sčítal hromádky trusu na pruhových transektech o šíři 1 metru a délky 200 metrů, tedy celkem 200 m². Celkem použil 20 takových transektů, kdy každý přibližně reprezentoval 300 hektarů. Pro objektivitu výsledků byly transekty umístěny napříč rozdílnými stanovišti, tj. porosty rozdílných věkových tříd (20–100 let). Cukor (2017) porovnával tuto metodu s metodou zpětného výpočtu z odlovů z předchozích let a s JKS (jarními kmenový stavy). U prvních dvou výše zmíněných metod nezjistil statisticky významné rozdíly, ale JKS byly značně podhodnoceny. Také Vala (2011) v Krušných horách zkoumal početnost jelení zvěře, kdy ve 2 honitbách vytyčil po 8 transektech, kdy nejdříve využil metodu FSC a následně z těchto ploch byly odstraněny veškeré hromádky trusu a zhruba po měsíci byla použita metoda FAR. Z výzkumu vyplynulo, že ve stejných podmínkách byly zjištěny statisticky výrazné rozdíly mezi oběma metodami. Zároveň byly prokázány nevýznamné rozdíly hustoty zvěře v různých typech stanovišť (Vala, 2011).

3.4.4 Měření dopadu spárkaté zvěře na okolní ekosystémy

Fytofágové (býložravci) přirozeně pokrývají potravní potřeby spásáním rostlinných těl, okusem letorostů či ohryzem nebo loupáním kůry, tyto potravní potřeby mohou taky informovat o přítomnosti určitých druhů zvěře (Hanzal, 2016). Úroveň dopadu okusu nebo spásání lze použít pro stanovení indexu přítomnosti zvěře: nízký, střední, vysoký. Intenzita dopadu na lokalitu bude ovlivněna počtem přítomné zvěře, potravní návyky, typem stanoviště a dostupností (zda bylo použito oplocení či ne) preferovaných druhů rostlin/stromů. Z těchto důvodů nebyl nalezen žádný vztah mezi početností zvěře a úrovněmi dopadu (Mayle, 1999). Zdá se však, že pro každé stanoviště existuje prahová hustota, pod níž se zdá, že dochází k velmi malému poškození, a nad kterou bude poškození/dopad patrný. V mnoha situacích budou nepřijatelné úrovně

dopadu (na plodinu/lesní porost) důvodem pro rozhodnutí stanovit velikost populace zvěře (Mayle, 1999). Okusovým indexem se ve svém výzkumu zabýval Morellet (2001), který uvedl, že tento index je velice užitečný prostředek k monitorování interakcí mezi způsobeným okusem a srnčí zvěří. Tento index úzce následuje kolísání početnosti srnčí zvěře v čase, proto změna četnosti okusu úzce souvisí se změnami ve velikosti populace srnčí zvěře (Morellet, 2001).

3.5 Metoda sčítání zvěře pomocí fotopastí

3.5.1 Historie fotografování zvěře a předchůdci nynějších fotopastí

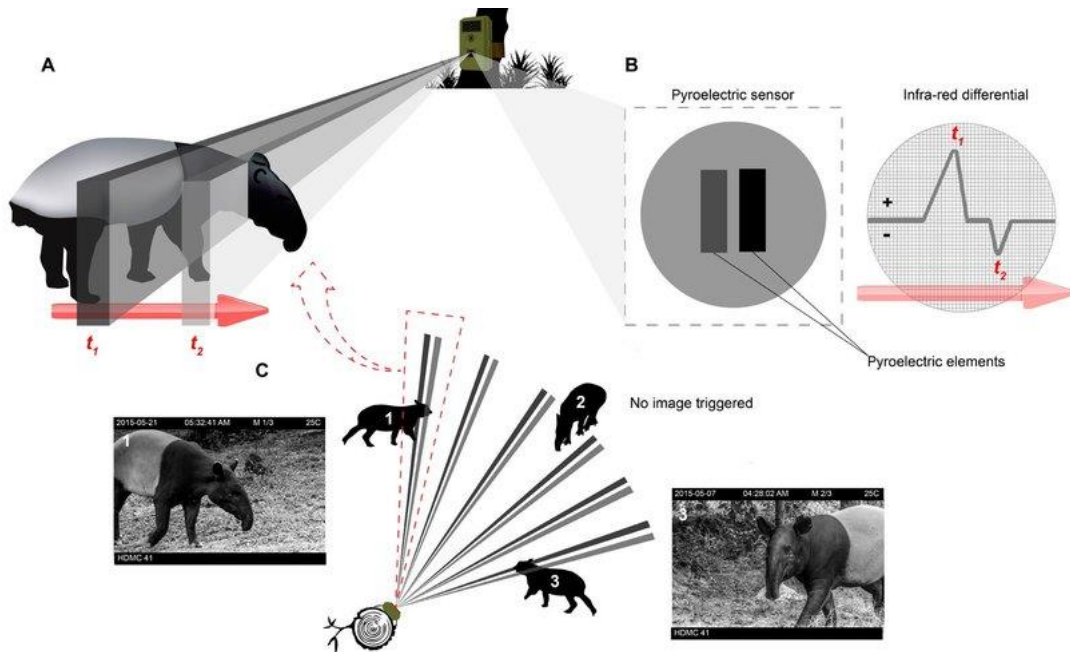
Počátky fotografování volně žijící zvěře pomocí těžkého fotoaparátu se složitou obsluhou sahá do druhé poloviny 19. století. Prvním průkopníkem „nezávislého fotografování“ byl Eadweard James Muybridge v roce 1878, kdy závěrku fotoaparátu nespouštěla obsluha, ale natažené struny, které při projetí skrze napnuté struny koněm, spustily závěrku jeho dvanácti kamer. Toto byl jeden z prvních záznamů, kdy se zvíře svým pohybem samo dokázalo vyfotit fotoaparátem. George Shiras v 90 letech 19. století vyvinul závratný systém spínacího drátu a svítilny, kdy se zvěř sama mohla v noci pomocí této technologie pouhým průchodem vyfotografovat. George Shiras fotografoval řadu volně žijících zvířat jako jsou medvěd hnědý (*Ursus arctos*), los evropský (*Alces alces*), norek americký (*Mustela vison*), mýval severní (*Procyon lotor*). Shiras byl úspěšný ve fotografování širokého spektra volně žijících živočichů, protože využíval různých metod užití spínacího drátu. Spínací drát obmotal okolo návnady například sýru, kdy takto fotografoval mývaly. Pro fotografování různých druhů jelenů použil spínací drát, který přetínal pravděpodobné ochozy (frekventované stopní dráhy zvěře) jelenů (Kucera, 2011). Ve druhé polovině 20. století Seydack (1984) popsal provoz 35 mm kamerového systému pro sčítání savců deštných pralesů v Jižní Africe. Seydack (1984) použil inovativní spouštěcí systém fotoaparátu, který už byl menší, napájen 6-V baterií měl kapacitu blesku 16 žárovek. Spouštěcí systém spočíval k připojení a umístění spouštěcího „plátu“ na předpokládaný ochoz zvěře, když na něj zvíře šláplo a vážilo více než 2 kila, byla fotografie pořízena. Ve svém výzkumu systematicky instaloval 6 kamerových systému k ochozům zvěře v rámci pozorovaného bloku o 100 hektarech. Takto nainstalované kamery 1 měsíc zaznamenávaly přítomnost zvěře a následně další měsíc byly přesunuty do dalšího zkoumaného bloku. Tento postup byl 6x opakován po dobu tří

let. Bylo zjištěno 14 jednotlivých druhů a odhady hustoty populace lesoně pestrého (*Tragelaphus scriptus*) identifikoval nejméně 61 jedinců podle vzorů srsti a u samců morfologii rohů. Seydack (1984) seskupil druhy, které zjistil, do: (1) těch, které jsou jednotlivě rozeznatelné, a proto pro ně lze vypočítat odhad hustoty populace; (2) ty, které nejsou jednotlivě rozeznatelné, ale stejně jako dikobraz africký (*Hystrix cristata*) a ženetka skvrnitá (*Genetta trigrina*), jsou poměrně hojné a (3) jedinci, kteří nejsou jednotlivě rozeznatelní, ale jsou buď vzácní, nebo je obtížné je odhalit kvůli charakteristice jejich chování. Došel k závěru, že existuje „... vysoký potenciál pro techniku zaznamenávající fotografie jako univerzální nástroj kvantitativního výzkumu a obecného sčítání divoké zvěře“ (Seydack, 1984). Carthew a Slater (1991) popsali automatický fotografický systém, který jako spouštěcí zařízení používal pulzní infračervený paprsek. Když paprsek zachytí zvíře, infračervený senzor odešle signál do upravené automatické 35mm kamery s bleskem, automatickým řízením expozice a časovým zařízením, aby se na každém snímku zaznamenal datum a čas. Tento systém využili k pozorování zvířat procházejících se po stezkách nebo vrcholcích polen, stejně tak k identifikaci denních a nočních opylovačů navštěvující kvetoucí rostliny v Austrálii.

3.5.2 Fotopast obecně a princip fungování

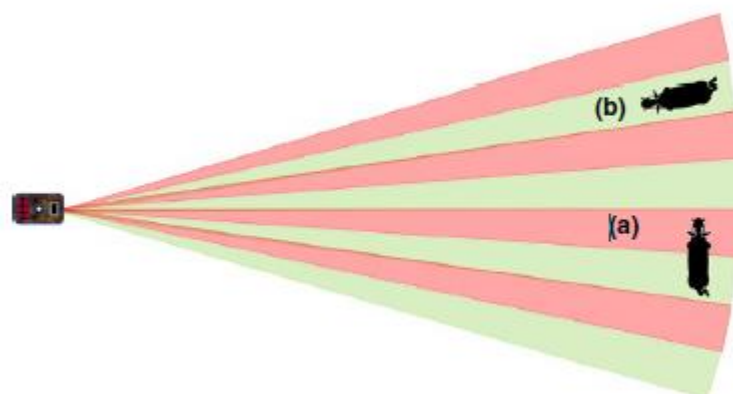
Fotopast (anglicky *Camera Trap*) je malé digitální plně automatické zařízení pořizující denní/noční statické snímky či videa, kdy se pořizené záznamy ukládají na SD kartu. Dva hlavní komponenty fotopasti jsou kamera pro pořizování snímků a spoušť pro spuštění kamery. Téměř u všech na trhu dostupných fotopastí ke spuštění snímání obrazu slouží PIR (*passive infrared*) senzor neboli infračervené pohybové čidlo, které reaguje na odlišnou povrchovou teplotu objektu od pozadí, který se pohybuje v jeho zorném poli (Apps, 2018). Postupné změny teploty, jako jsou mraky procházející sluncem, nevytvářejí dostatečně lokalizovaný teplotní rozdíl, aby PIR spustil kameru. Menší cíle jsou obtížněji detekovatelné, protože vyzařují méně tepla, také vzdálenější cíle jsou obtížněji detekovatelné, protože méně tepla, které vyzařují, dosáhne detektoru. Ve výsledku jsou větší zvířata detekována na větší vzdálenost snáze než menší (Welbourne, 2016). Detekční schopnost se také sníží, když horké pozadí sníží teplotní rozdíl mezi pozadím a cílem. Pokud se fotopast sama dostatečně zahřeje slunečním svitem je PIR senzor oslepen, tím že teplota sensoru je vyšší než pozadí a sledovaný objekt (zvěř), tím pádem se vůbec nespustí a může to trvat několik hodin. Tato okolnost

může vést ke zmeškání snímků až do soumraku. Tento problém se objevuje hlavně v jižních státech a Africe, proto je nezbytné umístit fotopasti vždy do stínu (Apps, 2018). Princip fungování PIR detektoru znázorňuje *obr. 3*. Infračervené světlo, které vyzařuje zvíře, člověk, nebo motorové vozidlo je zacíleno *Fresnelovou čočkou* na vnitřní pyroelektrický prvek, ve kterém je vyvolávané velmi nepatrné kolísání signálu. Tento typ detektoru pro získání informací nevyzařuje aktivně žádnou energii, spotřeba v klidovém režimu je tedy minimální.



Obrázek 3: Princip PIR čidla. Když se zvíře pohybuje přes detekční okno (A), způsobí to, že pyroelektrický senzor zaregistruje rozdíl v množství infračerveného záření přijatého dvěma prvky (B). Pokud je tento rozdíl větší než určitá prahová hodnota, zařízení pořídí záznam. Většina fotopastí má více detekčních oken (C), jak je určeno strukturou Fresnelovy čočky. Zdroj: (Wearn, 2017).

Největší nevýhodou je nižší spolehlivost, slepá místa v detekční zóně a kalibrační prodleva *obr. 4*. PIR čidla mají své provozní limity, tj. omezená schopnost detekce velmi pomalého nebo velmi rychlého pohybu a nemožnost rozpoznání pohybu za přepážkou, která brání průchodu infračerveného záření, například skla (Marek, 2019).



Obrázek 4: Typické schéma PIR detektoru fotopasti - znázornění slepého místa v detekční zóně. a) zvíře je detekováno při přechodu z jedné zóny do druhé; b) zvíře není detekováno a může se pohybovat téměř až ke kameře, aniž by bylo detekováno, protože nepřešlo hranici zóny k porovnání teplot. Zdroj: (Apps, 2018).

Fotopasti se využívají hlavně k dlouhodobému monitorování zvířete, proto jsou vybaveny přisvětlovacím systémem pro pozorování za špatných světelných podmínek nebo v noci. Přisvětlovací systém je založen na principu světelného záblesku jako u klasického fotoaparátu nebo na infračerveném záření (Marek, 2019). Fotopasti jsou nejčastěji vybaveny xenonovým bleskem, bílými žárovkami s LED technologií nebo infračerveným žárovkami s LED technologií o vlnových délkách 850 nm až 940 nm.

U prvních dvou výše zmíněných přisvětlovacích systémů je jak pro zvířata, tak pro lidi viditelný světelný zdroj i odraz. Záblesk narušuje chování zvířat a nutí je vyhýbat se místům, kde jsou kamery umístěné, potřebuje-li uživatel barevné noční fotografie, je použití těchto blesků nezbytné (Apps, 2018). Dříve používaný xenonový blesk produkuje přisvětlení velkého dosahu, ale na úkor nízké energetické efektivity. Další nevýhodou je poměrně velký hluk při sepnutí a zhruba půlminutová doba zotavení před dalším použitím. Nástupcem viditelného záblesku se stala technologie LED, která je mnohem úspornější, čímž se prodlužuje výdrž baterií fotopasti. Není hlučná a oproti xenonovému blesku lze pořizovat snímky kontinuálně. Nynější nejvíce používaným přisvětlovacím systémem je použití IR (*infrared*) diod k přisvětlení. Tento přisvětlovací typ sice není tak výkonný jako předchozí ekvivalenty, ale největší nespornou výhodou je snímání bez vyrušení okolí. Princip fungování je podobný jako u infračerveného detektoru pohybu, kdy vyzařující světelné paprsky se odrazí od detekovaného objektu a dopadnou na obrazový snímač kamery. Lidské oko je schopno vidět infračervené (IR) přisvětlení i o vlnové délce 850 nm, ale toto přisvětlení je možné vidět jen při pohledu na světelný

zdroj (červená barva). Většina savců tento druh přisvícení může také zaregistrovat a reagovat na něj ústupem nebo rychlým odskočením (Apps, 2018). Použití přisvětlení o vlnové délce 940 nm je pro člověka téměř neviditelné, někteří lidé při pohledu přímo na zdroj přisvícení mohou slabě vidět tmavě červenou barvu *obr. 5*. Pro většinu zvířete, která se vyskytuje v našich podmínkách je také téměř neviditelný, ale například některé druhy afrických koček a slonů, se při zaznamenávání chovají, jako kdyby tento „přisvit“ viděly (Apps, 2018). Nespornou nevýhodou je, že IR přisvícení nedovoluje pořídit barevné fotky, pouze šedé – černobíle. Pořízené noční fotografie IR přisvícením jsou nízkého rozlišení a omezeným kontrastem a obvykle nejsou dostatečně kvalitní pro rozpoznání jednotlivých zvířat s přirozeným (charakteristickým) zbarvením. (Apps, 2018).



Obrázek 5: Rozdíl ve viditelném spektru IR diod s různou vlnovou délkou. (Zdroj: http://www.fotopast-fotozved.cz/Jak_vybrat_fotopast.php)

3.5.3 Samotné sčítání pomocí fotopastí, výhody, nevýhody, použití

Sčítání zvířete pomocí fotopastí je možné provést dvěma základními způsoby. První metodou je realizováno samotné sčítání zvířete, kdy celkovým výsledkem je denzita sledované populace zvířete na daném území. Druhá metoda kombinuje informace zaznamenané monitoringem pomocí fotopastí s další, jinou sčítací metodou zvířete. V případě druhé metody jsou použita jen základní data o struktuře populace, tedy o zastoupení samců, samic a mladé nedospělé zvířete (Havránek, 2019).

Existuje více druhů metod sčítání s rozdílnou přesností, jejichž cílem je určení denzity zvířete. Jedním z velmi frekventovaně používaných postupů je stanovení početnosti zvířete na základě jedinečných individuálních znaků, kdy lze bezpečně odlišit každého jedince individuálně. Tato metoda rozpoznávání jednotlivých jedinců je ve vědecké literatuře označována jako tzv. metoda „*capture-recapture*“ tedy metoda zpětných odchytů. Tento způsob sčítání zvířete je s úspěchem používán pro zjištění údajů zvířete s nízkou hustotou (Rowcliffe, 2008). Relativně málo druhů zvířat mají individuální znaky (nejčastěji srsti) vysoké variability, aby je bylo možné jednotlivě rozpoznat, proto

hodně studií je zaměřeno na sledování tečkovaných a pruhovaných kočkovitých šelem. Jacques (2019) úspěšně tuto metodu použil pro stanovení velikosti populace velice plachého rysa červeného (*Lynx rufus*) ve fragmentované krajině státu Illinois v Severní Americe. Tato metoda byla také použita v příhraniční části Krušných hor v Německu v rámci projektu „Populační ekologie jelení zvěře (*Cervus elaphus*) v Krušných horách a na Labských pískovcích“. Tento program je řešen Katedrou lesnické zoologie Technické Univerzity v Drážďanech (TUD), Saskou lesní správou a Kompetenčním centrem pro les a lesní hospodářství (KWuF) zastoupen panem Dr. D.-R. Eisenhauerem. Hlavní podmínkou, proč lze metodou „capture-recapture“ stanovovat početnost jelení zvěře v Sasku, je výrazně nižší denzita tamní jelení zvěře. Pro individuální rozpoznání jsou vyhledávány kolouši, kdy v prvních dnech po narození jsou jim do slech umístěny ušní známky, dle kterých lze od sebe jednotlivé kusy odlišit. Někteří jedinci jsou také označeni obojky vybavené lokátorem a GPS telemetrií, které lze také individuálně rozpoznat. U samců jelena evropského je individuální rekognoskace také možná, a to díky variabilitě a různorodosti členitosti paroží. V případě použití metody „capture-recapture“ se jedná o dlouhodobou aktivitu, která vyžaduje mnohdy vysoké financování (Havránek, 2019).

Největší výhodou sčítání zvěře pomocí fotopastí, které jsou spouštěny procházející zvěří pomocí IR senzoru, je relativní nízká cena práce a nenáročná uživatelská údržba. Je to metoda neinvazivní, kdy vznikají minimální enviromentální disturbance. Tato metoda je použitelná na všech stanovištích, univerzální ve všech klimatických podmínkách a v obtížném terénu, kde by jiné terénní metody pravděpodobně selhaly. Další velice důležitou vlastností této metody je, že ji lze použít k získání informací o vysoce vzácných druzích (Rowcliffe, 2008). Nespornou výhodou je také možnost nepřetržitého (den/noc) pozorování daného úseku po libovolnou délku pozorování, tj. den, měsíc rok.

Jako nevýhodu lze považovat poměrně vysoké pořizovací náklady fotopastí a jejich zabezpečení. Dále provoz všech fotopastí na trhu je podmíněn bateriovým systémem, který má danou výdrž a kapacitu. S tím také souvisí obsluha fotopastí, která je dána výdrží daných baterií a velikosti úložného prostoru SD karet. Nespornou nevýhodou je, že fotopast je často objektem nenávratných krádeží, které jednak způsobí ztrátu materiální, ale za druhé způsobí ztrátu nenahraditelných dat (fotografií zvěře).

Raritně může být fotopast poničena ptactvem, kdy IR senzor nebo čočka fotoaparátu je rozklována datlovitými ptáky nebo strakapoudy (Apps, 2018).

3.6 Metoda REM

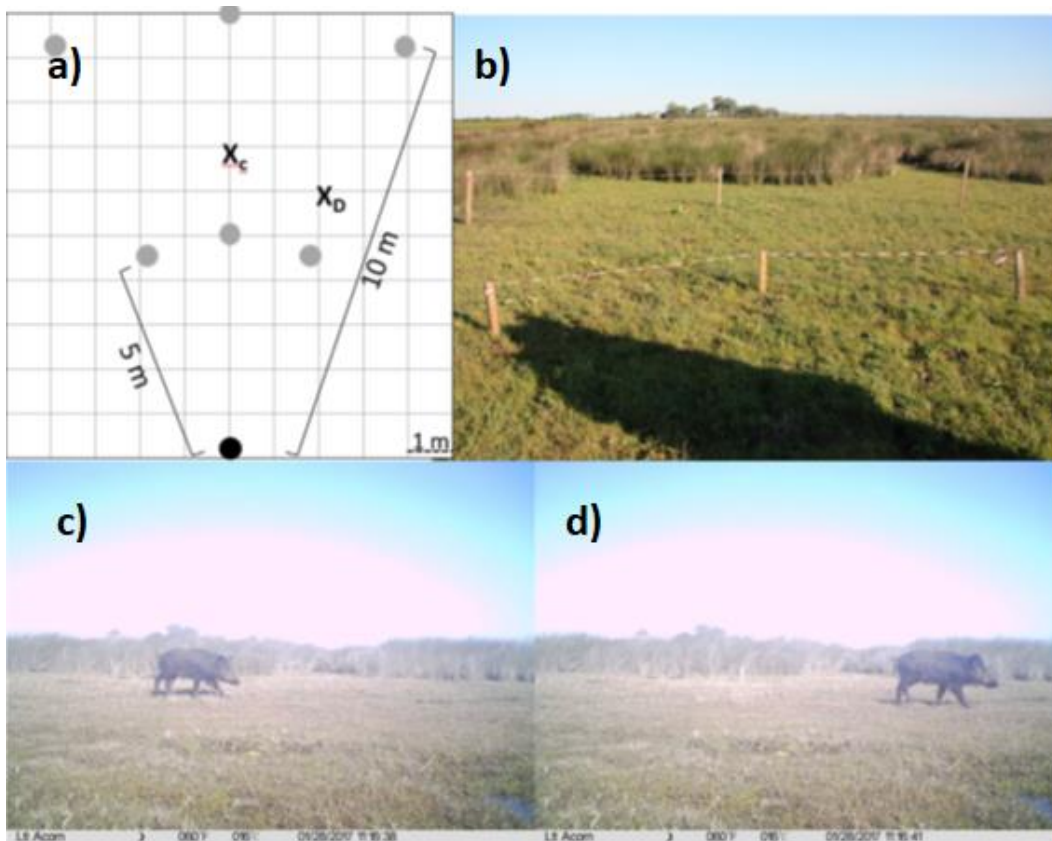
Po celá desetiletí je pro ekology a myslivce odhad velikosti populace jednou z nejdiskutovanějších otázek v managementu volně žijící zvěře. V posledních letech vědci v Evropě nastolili otázku o potřebě odhadu hustoty a požadovali pohled více orientovaný na ekosystém, který by se spíše než na jejich skutečný počet soustředil na dopad populací volně žijících živočichů na lesní porosty a zemědělskou půdu. V myslivecké praxi se stále vyžaduje vypracovat plán lovu, který je založen na odhadu velikosti populace, který je zároveň zákonnou nutností. I když samotný počet volně žijící zvěře nestačí k odvození skutečného dopadu populace zvěře na životní prostředí, jsou tyto údaje jedním z předpokladů, jak je možné vyhodnotit interakci mezi populací a prostředím, ve kterém žije.

Rowcliffe (2008) představil REM (*Random Encounter Model*) tzn. *model náhodného setkání*, který není závislý na znalosti individuálních znaků jednotlivých jedinců. REM popisuje míru kontaktu mezi zvířaty a fotopastmi, ze kterých lze odvodit odhad hustoty populace sledované zvěře. Model poskytuje faktor, který lineárně mění míru záznamů s hustotou v závislosti na dvou klíčových biologických proměnných (průměrná velikost skupiny zvířat a denní rozsah) a dvou charakteristikách IR pohybového senzoru (vzdálenost a úhel, v nichž detekuje zvířata). Rowcliffe (2008) testoval model v oboře se známou velikostí populace s výskytem čtyř druhů (klokana rudokrkého (*Macropus rufogriseus*), srnčíka čínského (*Hydropotes inermis*), munžaka malého (*Muntiacus reevesi*) a marou stepní (*Dolichotis patagonum*). Získal přesné velikosti populace ve třech ze čtyř případů (početnost maru stepní byla nižší v porovnání s reálnými počty velikosti populace). Nepřesnost velikosti populace maru stepní byla způsobena předpojatým umístěním kamer s ohledem na rozšíření tohoto druhu. Za splnění podmínky náhodného umístění fotopastí a přesného měření modelových parametrů, může tato metoda být vhodným prostředkem pro stanovení odhadu velikosti populace zvěře s relativně nízkými náklady na použitou pracovní sílu (Rowcliffe, 2008).

Rowcliffe (2011) se ve své další studii zaměřil na schopnost detekce fotopasti, která je klíčová pro metodu REM. Míra detekce živočichů pomocí fotopastí citlivých na pohyb může v zásadě poskytnout informace o množství mnoha druhů suchozemských obratlovců, které je jinak obtížné zjistit. Model náhodného setkání REM poskytuje prostředky pro odhad početnosti zvěře z míry četnosti detekce kamery, ale vyžaduje po fotopasti citlivost, která musí být kvantifikována. Pomocí vzorkování vzdáleností a úhlů od fotopasti vyvinuly metodu pro odhad oblasti účinně monitorované kamerami, která je jedním z nejdůležitějších kodexů rychlosti detekce, zjistili že u běžně dostupných fotopastí chybovost detekce byla menší než 5 %. Dále díky souboru dat, který zaznamenávaly kamery jeden rok na ostrovech Barro Colorado a Panama, zjistili, že detekční vzdálenost silně pozitivně souvisí s velikostí objektu a slabě negativně s průměrnou rychlostí pohybu druhu. Tato metoda představuje důležitý krok k praktické aplikaci REM, včetně odhadu početnosti relativně malých druhů živočichů (<1 kg).

Užití metody REM ke stanovení početnosti daňka evropského (*Dama dama* L., 1758) v loňském roce prezentovala Marcon (2020), která tuto metodu použila na severu Itálie v uzavřené vojenské oblasti o velikosti 20,13 ha. Oplocení brání emigraci či imigraci dalších jedinců do populace, což zajišťuje uzavřenou populaci, ideální pro sčítání. REM metoda byla porovnána s výsledky z přímého sčítání pomocí vyvýšených pozic, která byla brána za skutečnou velikost populace. REM metoda podhodnotila skutečnou hodnotu hustoty populace přibližně o 31 % a 28 %.

Nejnovější inovací REM metody představil Palencia (2019) ve svém výzkumu početnosti divokého prasete (*Sus scrofa*) ve Španělsku. Početnost prasete divokého je v dané oblasti je zjišťována na základě pohybu zvěře snímaného systematicky umístěnými fotopastmi, kdy byla použita čtvercová síť 1,5x1,5 km. Pokrytí dle čtvercové sítě, zajišťuje nezávislé rozmístění a zastoupení různých druhů stanovišť. Stanovení denzity zvěře je založeno na denním pohybu (*Day Range*), tedy na vzdálenosti, kterou daný jedinec urazí za jeden den. Rychlost a pohyb zvěře je zaznamenáván fotopastí, která je nastavena tak, aby pořizovala v případě detekce pohybu snímek každou jednu vteřinu. Před každou fotopastí byla vytvořena výseč, dle které bylo možné stanovit přesnou rychlost pohybu obrázek viz obr. 6. Na základě rychlosti pohybu zvěře a její intenzity záznamů byla vypočtena denzita zvěře (Palencia, 2019).



Obrázek 6: (a) Schéma výšeče s označenými vzdálenosti (šedé body) na čtvercové síti 1x1m, body XC a XD v zákrese naznačují pozici zachycené zvěře, černý bod – pozice fotopasti; (b) Označení té samé výšeče před fotopastí v terénu; (c)+(d) Pozice sledované zvěře zaznamenané fotopastí (XC a XD).

4 Metodika

4.1 Popis a lokalizace oblasti studie

Sčítání spárkaté zvěře pomocí fotopastí bylo uskutečněno na pozemcích Školního lesního podniku v Kostelci nad Černými lesy v honitbě Bohumile viz. *obr. 8*. Školní lesní podnik v Kostelci nad Černými lesy (ŠLP) je účelovým zařízením České zemědělské univerzity v Praze, který byl založen v roce 1935 pro potřeby výzkumu a studia vysoké školy. Základem lesních porostů pro ŠLP byla od roku 1933 správa státních lesů v Kostelci nad Černými lesy, která vznikla z části zestátněného Lichtenštejnského velkostatku o výměře 4 408 ha, ke které byly postupně přičleňovány další pozemky (Remeš, 2009). Po roce 1990 z důvodů pokrytí restitučních nároků a vydání pozemků obcím se výměra lesní půdy změnila a dnes ŠLP hospodaří na 6901 hektarech (z toho lesní půda 6735 ha, zastavěná plocha 118 ha a zemědělská půda 48 ha).

Honitba Bohumile má výměru 2904 hektarů a lze ji nalézt pod identifikačním označením CZ2122909002. Honitba se nachází jihovýchodně od Prahy, mezi obcemi Jevany, Černé Voděrady, Struhařovem a Louňovicemi. Nejvyšším bodem honitby je Holý vrch s 526 m. n. m., nejnižší nadmořskou výšku cca 350 m. n. m. zaujímá koryto jevanského potoka nedaleko rybníku Šáchovec. Honitba Bohumile je převážně honitbou lesní, ale najdeme zde i ornou půdu či poměrně čtené je zastoupení vodní plochy viz *tab. 1*.

Tabulka 1: Rozdělení půdy dle užití v honitbě Bohumile

Honitba Bohumile	ha
Lesní půda	2460
Orná půda	307
Vodní plochy	62
Ostatní plochy	75
Celkem	2904

Lesní porosty spadají do Přírodní lesní oblasti Středočeské pahorkatiny tj, PLO 10. Klimatické podmínky lze popsat jako semihumidní, mírně teplé, vybrané klimatické údaje dokládá *tab. 2*. Geologicky nejrozšířenějším útvarem je středočeský pluton, hlavní část tvoří říčanská žula, pro níž jsou typická velká ortoklasová zrna. Zvětráváním této matečné horniny vznikají půdy kyselé a poměrně chudé na živiny. Mezi nejčastější

půdními typy, které se zde vyskytují, řadíme mezotrofní a oligotrofní kambizem (UHÚL, 2001).

Tabulka 2: Vybrané klimatické údaje, [ø za období 1961–2001] stanice Truba ČZU (Remeš, 2009)

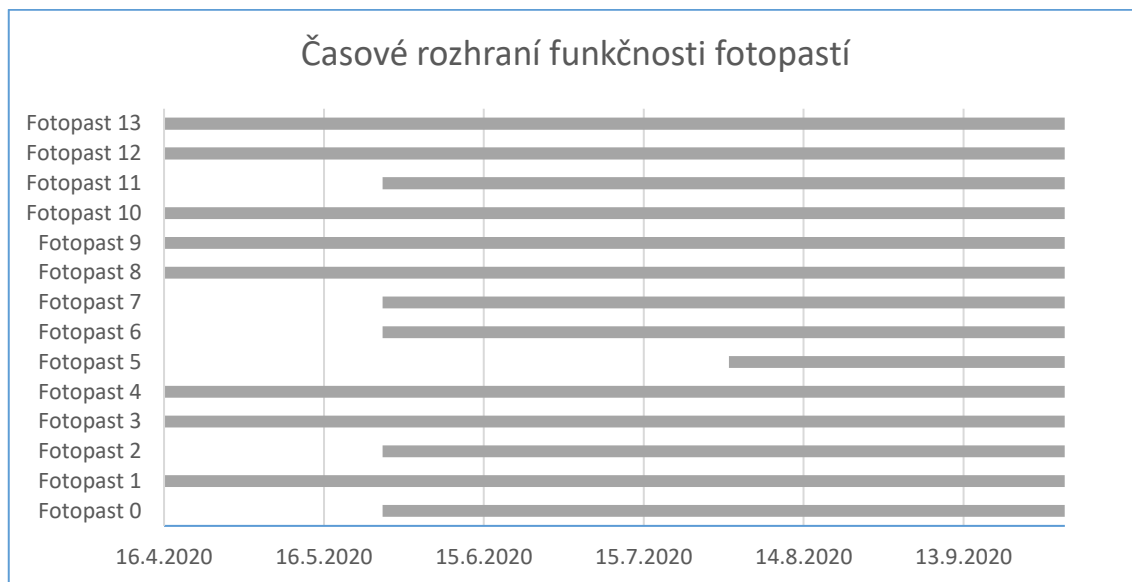
Nadmořská výška	360 m
Průměrná roční teplota	8,2 °C
Průměrná délka vegetační doby	150-160 dní
Průměrný roční úhrn srážek	663 mm

Uprostřed honitby se nachází Národní přírodní rezervace (NPR) Voděradské bučiny, která podle LHP zaujímá úctyhodných 676,72 ha. Důvodem vyhlášení této NPR je zachování rozsáhlého komplexu přírodě blízkých lesních ekosystémů celostátního významu na žulovém podkladu. Hlavní vyskytující se dřevinou je buk lesní (*Fagus silvatica*), přimíšeně se vyskytuje dub letní (*Quercus robur*) či jedle bělokorá (*Abies alba*), ojediněle topol osika (*Populus tremula*) a lípy (*Tilia spp.*) (UHÚL, 2001). Bukové porosty nacházející se v NPR jsou zastoupeny ve všech věkových třídách, což umožňuje zvěři dostatek krytu a dostatek kvalitní a výživné potravy, zvláště pak v semenných letech. Kromě běžné lesní zvěře, zde hnízdí celá řada zvláště chráněných druhů ptáků jako například včelojed lesní (*Pernis apivorus*) nebo v České republice silně ohrožený čáp černý (*Ciconia nigra*).

Dalším územním objektem, který se nachází vně honitby Bohumile, je Obora Aldašín se svou rozlohou 93 ha. V oboře se chová zvěř dančí (*Dama dama*), černá (*Sus scrofa*) a zvěř siky dybowského (*Cervus nippon dybowskii*). Přítomnost obory určitou měrou ovlivňuje chování volně žijících jedinců toho samého druhu, který se vyskytuje ve volnosti, hlavně v době říje, kdy zvěř častěji migruje a mění své stávaníště. Obora Aldašín, je demonstrační objekt využívaný hlavně k vědeckým účelům.

Fotopasti byly v honitbě umístěny od 16. 4. 2020, poslední sběr dat byl proveden 2. 10. 2020 tzn. 169 dnů, kdy fotopasti byly v provozu. Nepřetržitý provoz v tomto období byl, ale zásadně ovlivněn lesními pracemi, kdy fotopast č. 5 musela být odstraněna z porostu, kvůli nahodilým kůrovcovým těžbám viz. *graf 1*. Také fotopast č. 6 a 7 přišla v první polovině období o část dat, kdy se změnilo nastavení datumu a času do továrního nastavení, a data tak nemohla být použita pro následnou analýzu. Změnu datumu a času, které se změnilo bez manuálního nastavení, způsobilo nejspíše použití málo nabitých baterií, nebo samotné použití nabíjecích baterií, které mají nižší napětí než standartní

alkalické baterie. U fotopasti č. 0, která je blízko zastavěné oblasti, došlo bohužel také ke ztrátě dat, kdy při sběru dat byla fotopast nalezena otevřená, což způsobilo přerušení snímání.



Graf 1: Časová perioda snímání pomocí fotopastí v terénu

4.2 Použité fotopasti a jejich použití

Pro samotné sčítání zvěře bylo v honitbě použito 14 fotopastí amerického výrobce Bushnell Trophy Cam Aggressor HD viz *obr. 7*. Tato fotopast je vybavena 20 megapixelovým fotoaparátem s rozlišením fotografií 1920x1080 pixelů, což zaručuje přesný a ostrý záznam fotografie. Fotopast je spouštěna pomocí PIR (*pasive infrared*) pohybového sensoru, který je velice citlivý a je schopný spustit fotopast až na vzdálenost 30 metrů, což daleko přesahuje požadavky pro tento výzkum. Tento model také používá nemodernější černý IR LED přísvit, který má daleký dosvit, tj. 30 metrů, a hlavně je pro lidské či zvířecí oko zcela neviditelný. Funkce *Multi Flash Mode* umožňuje, aby při použití přísvitu (hlavně za soumraku a rozbřesku) nebyly fotografie přesvícené, nebo naopak byl přísvit nedostatečný. Fotopast patří mezi velice úspornou ve svém segmentu, je napájena 8 tužkovými bateriemi AA a energetická spotřeba je menší než 0,08 mA. Nejdůležitější výhodou této fotopasti, která není na českém trhu zcela obvyklá, je rychlost snímání, kdy je schopna zachytit a následně vyfotografovat sledující objekt, v našem případě zvěř, za 0,6 vteřiny. Zmíněná vlastnost byla klíčová pro výběr této fotopasti,

protože rychlost snímání je zásadní pro přesnost tohoto výzkumu. Další přesné specifikace zvolené fotopasti znázorňuje **tab. 3**.



Obrázek 7: Přední strana použité fotopasti Bushnell Trophy Cam Aggressor HD (zdroj: <https://www.cameraland.co.uk/bushnell-trophy-trailcam-hd-aggressor-20mp-low-glow>)

Fotopast lze nastavit po otevření krytu. Po otevření fotopasti je přístupný malý černo-bílý displej a několik ovládacích tlačítek. Z vnitřní strany je také přístupný slot na paměťovou SD kartu či slot přizpůsobený pro tužkové baterie AA jako hlavní napájecí jednotku.

Po zachycení pohybu a vyfotografování sledovaného objektu se na fotografii otiskne nastavený datum a čas, zvolené jméno fotopasti, venkovní teplota a fáze měsíce. Tato fotopast je výrobcem doporučena pro pozorování a zkoumání vlastností zvěře nebo je vhodná pro zabezpečovací užití.

Mezi nejdůležitější příslušenství, které bylo použito pro bezpečné a nepřetržité užití fotopasti byla vhodná SD paměťová karta a bezpečnostní lanový zámek. Pro správné a trvalé uložení dat z fotopasti byla použita vysokorychlostní paměťová SD karta značky *Kingston* o úložné kapacitě 16 GB s rychlostí čtení a zápisu 100 MB/s. Pro bezpečnost samotného přístroje, a hlavně získaných dat byl použit bezpečnostní lanový zámek - *Master Lock* s průměrem lana 5 mm a délkou 1,8 m, což umožnilo upnutí fotopasti nezávisle na průměru stromu. Neméně důležitým příslušenstvím, které zajišťovalo

nepřetržitý chod, bylo použítí nabíjecích baterií *GP ReCyko+* typu AA. Tento model baterií se pyšní jednou z nejvyšších kapacit dostupných na trhu, tj. minimální kapacita 2600 mAh, a tyto baterie lze používat i po 300 nabíjecích cyklech. Zároveň byly pro tento výzkum a počet použitých fotopastí (počet baterií 112 ks pro jednu výměnu, celkově 224 ks) ideální i z hlediska ekologie.

Tabulka 3: Technická specifikace použité fotopasti *Bushnell Trophy Cam Aggressor HD* (zdroj: instalační manuál, součást balení)

Technická specifikace	
Maximální velikost pixelů	5920x3416 (16:9) / 5280x3960 (4:3)
Čočka fotoaparátu	F=2,8; FOV=38°
IR přísvit	Volitelný (Low/Med/High) > 30 m
Displej	Černobílý display 21x30 mm
Paměťová karta	SD or SDHC karty, maximální kapacita 32 GB
Velikost fotografie (pixel)	HD 1920x1080, 4K=3840x2160, HIGH=5920x3416
Velikost videa	1920x1080p, 1280x720p, 640x360p
PIR sensor – citlivost	hyper PIR se 4 citlivosti
Provozní doba	24 hod, jen dny, jen noci
Doba odezvy	0,2 vteřin (foto), 1,0 vteřin (video)
Spouštěcí interval	0,6 vteřin - 60 minut, nastavitelné
Počet fotografií v sekvenci	1-3, nastavitelné
Délka videa	5vteřin - 2 minuty
Napájení	8x AA baterie
Rozhraní	USB, Adapter SD karty, DC (12v)
Provozní teplota	-20–60 °C
Provozní vlhkost	5 %-90 %

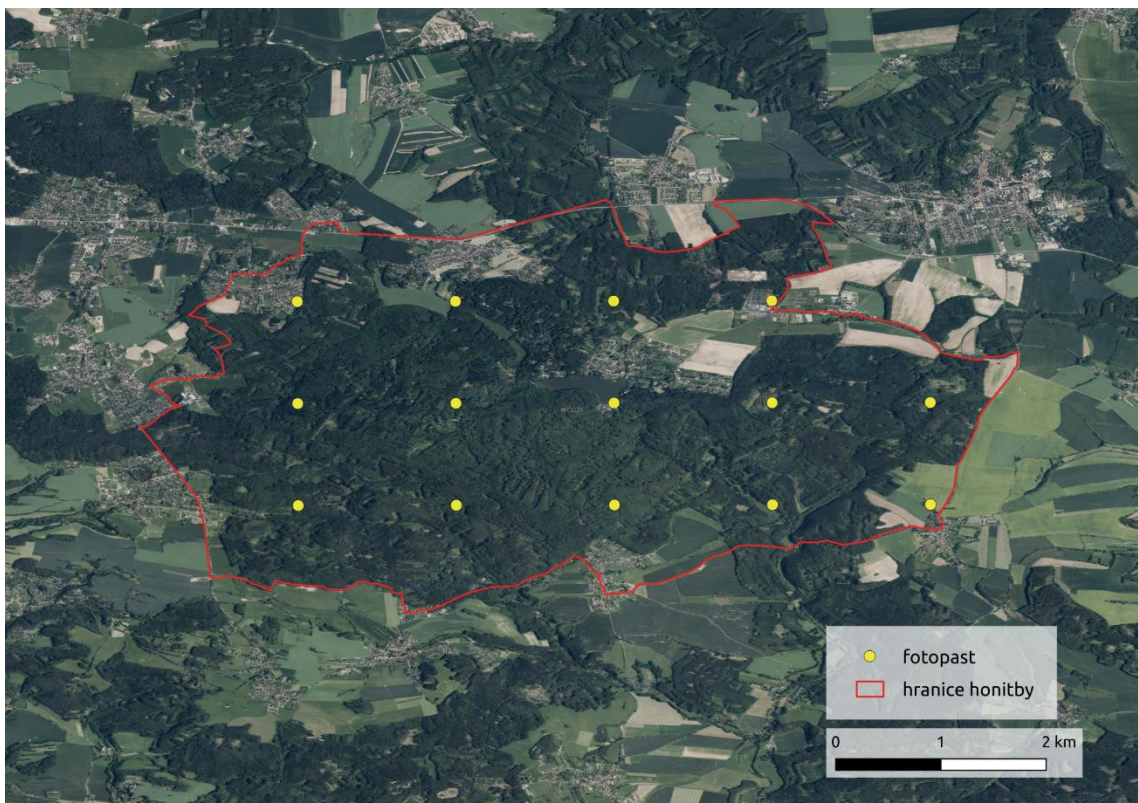
4.3 Instalace fotopastí

4.3.1 Design rozmístění fotopastí v oblasti studie

Rozmístění fotopastí v oblasti studie je jedním z nejkritičtějších faktorů při použití metody REM k zjištění velikosti populace zvěře. Jejich správné rozmístění zajišťuje přesné a nezkreslené údaje (počet jedinců a rychlost), které jsou pro následný výpočet celkové denzity zvěře nezbytné. Ústředním předpokladem REM není to, že se zvířata pohybují náhodně, ale že se pohybují náhodně vzhledem ke fotopastem (Rowcliffe, 2013). Vzhledem k tomuto faktu nebyla zvěř nacházející v honitbě před fotopastí nijak lákána, tzn. nebylo před fotopastmi založeno žádné umělé vnaďiště s atraktivní potravou. Zároveň

nebyly fotopasti umístěny ani nasměrovány na ochozy zvěře, kde je zaručen vysokých pohyb zvěře. Tento fakt by uměle zvyšoval prezenci zvěře a výsledky by byly značně nadhodnoceny.

Pro umístění fotopastí byl zvolen *systematické rozmístění* (design) viz obr. 8. Honitba Bohumile byla k použití systematického designu ideální, protože z hlediska poměru jednotlivých druhů pozemků je velice kompaktní a stejnorodá (85 % lesní půdy). Fotopasti byly rozmístěny ve čtvercové síti o rozměru 1,5km x 1,5km. Při výběru přesného umístění jednotlivých fotopastí bylo bráno v potaz, aby žádná z fotopastí nebyla lokalizována na volné ani urbanizované ploše tzn. jen v lesních porostech, a to ve starších věkových třídách, kvůli zajištění dostatečné viditelnosti, protože v mladších porostech by docházelo k snížení viditelnosti zapříčiněné četností stromů a větví. Dle vygenerovaných souřadnic se došlo na místo daného bodu, kde má být fotopast instalována a umístění se dále upravilo dle místních přírodních podmínek, ale již jen v řádech jednotek metrů pro zajištění bezproblémového dlouhodobého monitoringu.



Obrázek 8: Mapa rozmístění fotopastí v honitbě Bohumile, situováno na sever. (QGIS)

Použití systematického designu, který je částečně náhodný a nezávislý, obvykle dává přesnější výsledky, neboť rovnoměrně pokrývá celé zájmové území a zároveň je

pokrytá většinu stanovišť, kde může zvěř procházet. V porovnání s náhodným designem je také snazší realizace umístění fotopastí.

4.3.2 Nastavení fotopastí na stanovišti

Pro správné fungování a pro správnost sbíraných dat je zásadní přesné nastavení fotopastí. Všechny fotopastí byly nastavené totožně, aby výstupy (fotografie) mezi sebou korelovaly a bylo je možné vyhodnocovat stejnými postupy.

Před samotným nastavením funkcí fotopastí, je nezbytné otevřít petličku na pravé straně fotopastí Bushnell Trophy Cam Aggressor HD, otevřít fotopast a do slotu vložit 8 tužkových baterií. Polarita, jak mají být baterie vloženy, je schematicky zobrazena nad každým slotem pro jednotlivou baterii. Následně před zdárným spuštěním fotopastí je nezbytné vložit příslušnou SD paměťovou kartu, bez jejíž vložení nelze fotopast spustit. Pro úspěšné ukládání dat musí být karta odemčena, to znamená, že na její levé straně v horní polovině musí být vypínač v poloze *Unlock*. Notoricky známý zvuk „klik“ indikuje po zasunutí SD karty správnost vložení. Pomocí lehkého zatlačení na kartu směrem dovnitř slotu, lze kartu bezpečně vysunout, opět lze slyšet zvuk „klik“. Takto připravená fotopast je nachystaná k bezpečnému zapnutí. Na protější straně vůči slotům na baterie, má fotopast veškeré ovládací prvky *obr. 9*. Fotopast Bushnell Trophy Cam Aggressor HD má tři základní operační módy: OFF (vypnutí), ON (zapnutí) a SETUP (nastavení), tyto módy lze ovládat pomocí jednoho posuvného tlačítka. Pro samotné nastavení se používá mód SETUP. V módu SETUP lze zkontrolovat a změnit nastavení této fotopastí a napomáhá k tomu malý LCD displej, na kterém se znázorňují jednotlivé informace ohledně nastavení. Při zapnutí na tento mód jsou na displeji znázorněny úvodní informace o chodu přístroje: úroveň kapacity baterií, kamera/foto mód, datum, čas a počet pořízených fotografií ku počtu fotografií, které lze ještě pořídit. Nastavení veškerých parametrů a jejich škály v módu SETUP lze měnit po stisknutí tlačítka MENU. Pomocí směrových tlačítek a potvrzovacího tlačítka OK je možno procházet v MENU.



Obrázek 9: Ovládací prvky a umístění baterií použitých fotopastí (zdroj: <https://www.cameraland.co.uk/bushnell-trophy-trailcam-hd-aggressor-20mp-low-glow>)

Pro tento výzkum bylo seřízení škály parametrů nastaveno u všech 14 fotopastí naprosto stejně a neodlišně. Jako první byl nastaven aktuální čas a datum, který se poté zobrazoval, na pořízených snímcích. Zároveň byl vybrán časový formát 24h, tzn. poledne 12:00h, půlnoc 00:00h. Dále byl vybrán parametr Mode, který byl nastavený tak, aby fotopast při snímání generovala pouze fotografie (další možností je pořízení videa, nebo pořízení jedné fotografie a následně krátkého videa). Hlavním parametrem, který musí být nutně nastaven je funkce Field Scan. Tato funkce dokáže dle nastaveného času spustit fotografii, i když není fotopast spuštěna, pomocí PIR pohybového senzoru. Spuštění se dá nastavit dle časového rozmezí, v případě tohoto výzkumu vyfotila fotopast vždy jeden snímek v 12:00 h a v 00:00. Tato funkce umožnila 2x každý den potvrdit funkčnost celého zařízení. Současně však tato funkce neovlivnila možnost zachytit zvěř pomocí PIR pohybového senzoru i v době, kdy je fotografie vygenerována automaticky, fotopast přednostně snímá dle PIR pohybového senzoru. Další nastavený parametr je Image size, který byl nastaven na nejvyšší kvalitu fotografie *High*, čímž je generována fotografie v nejvyšší kvalitě, tj. 5920x3416 pixelů. Související parametr Image Format byl nastaven na možnost *Full Screen*, což znamená, že fotografie na výstupu jsou zobrazovány v poměru 4:3. Parametr Capture number dává na výběr, kolik snímků za sebou fotopast vyfotí, když je spuštěna pomocí pohybového čidla, v našem případě je to nastaveno jen na 1 snímek. Další nastavený parametr LED Control se týká intenzity přisvitu, protože našim cílem je zachytit zvěř i na větší vzdálenost, přisvit je nastaven na nejvyšší stupeň – *High*. Dalším velice důležitým a nezbytným parametrem, který musí být přesně

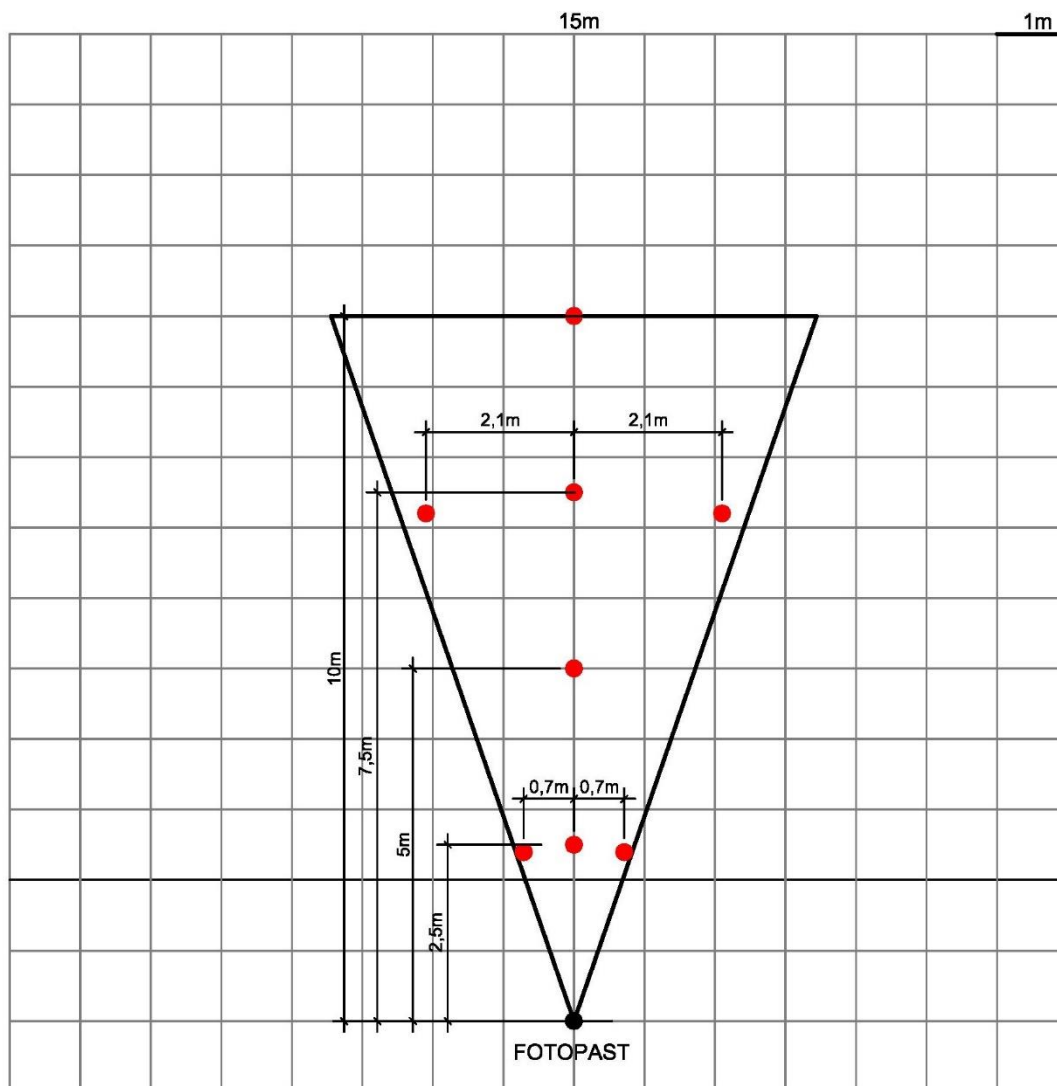
nastaven je *Interval*. Tento parametr umožňuje spouštěcímu mechanismu fotopasti „čekat“ mezi jednotlivým spuštěním závěrky, i když je zvěř v dosahu pohybového čidla a měla by spustit. Během tohoto intervalu fotopast nesnímá žádné snímky. K tomuto výzkumu je nastaven nejnižší interval mezi jednotlivými snímky a to na 0,6 vteřiny, v praxi to znamená, že je rozestup mezi snímky, je-li spuštěna závěrka pohybovým čidlem, cca 1 vteřina. Parametr, který nastavuje citlivost PIR pohybového senzoru, je *Sensor Level*. Tento parametr je nastaven na stupeň citlivosti *Auto*, kdy přístroj bere v potaz stávající teplotu přístroje a automaticky vyhodnocuje rozdíly teplot. Toto nastavení je ideální pro střídající se venkovní teploty a počasí. Nezbytné je také nastavení parametru *Time Stamp* na *On*, který zapřičiňuje otisk daného datumu a času na pořízeném snímku. Posledním parametrem, který byl nastavován, byl název fotopasti *Camera Name*. Může se zdát, jako nepodstatný, ale je vhodné fotopast pojmenovat, protože při vyhodnocování se můžou data zaměnit a jméno fotopasti následně ulehčí jejich správné zařazení. V případě našeho výzkumu byly fotopasti pojmenovány číslem podle lokality, na které byly umístěny. Další parametry v nastavení fotopastí nebyly nastavovány, nebo byly vypnuty funkcí *Off*.

Po úspěšné instalaci všech funkcí je fotopast připravena k připevnění na místo, kde bude probíhat výzkum. Všechny použité fotopasti se připevňovaly pomocí pásku, který byl součástí příslušenství, na stromy, které byly předem očištěny od překážejících větví a suků. Fotopasti byly připevněny páskem na kmen stromu do výšky kolen, aby se zabránilo zarůstání fotopastí vegetací. Veškeré fotopasti byly směřovány čočkou svého fotoaparátu na *sever*, aby paprsky slunce nedopadaly přímo na čočku a nebylo tím způsobeno „oslepnutí“ fotopasti. Fotopasti byly vychýleny a stabilizovány pomocí klacíků k docílení zhruba vodorovné roviny se zemí a zároveň, aby byly schopny snímat všechny části pozorovací výseče viz. 4.3.3 *Instalace výseče před fotopastí*. Nakonec byla každá fotopast zabezpečena bezpečnostním lanovým zámkem, který byl namontován k zabezpečení před případným odcizením, protože honitba Bohumile je velmi frekventovanou turistickou oblastí. Pro předejití krádeže či poškození byla nad fotopast připevněna informační tabule, že zařízení, ostatní příslušenství a pozorovací výseč slouží k výzkumu denzity zvěře. Informační tabule byla také opatřena kontaktem na odpovědnou osobu pro případné dotazy veřejnosti.

4.3.3 Instalace pozorovací výseče před fotopastí

Po předcházející instalaci a připevnění fotopasti ke kmenu stromu následovala instalace pozorovací výseče před fotopastí. Pozorovací výseč je založena na principu dle Palencia (2019). Jedná se o výseč, kterou je schopna fotopast zachytit tj, 38° , v nichž se nachází body, u kterých je známá vzdálenost od fotopasti a vzdálenost mezi jednotlivými body.

Pozorovací výseč byla nejprve vytvořena pomocí dřevěných kolíků, kdy byly v prostřední ose umístěny 4 kolíky ve vzdálenosti 2,5; 5; 7,5 a 10 metrů od fotopasti. Následně byly umístěny v 2,5 a 7 metrech hraniční kolíky, které znázorňovaly stranové hranice výseče. Stranové kolíky byly umístěny 70 cm na pravou i levou stranu od středového kolíku vzdáleného 2,5 metru, u kolíku v 7 metrech byly tyto hraniční kolíky vzdáleny 210 cm, celé schéma výseče znázorňuje *obr. 10*. Takto umístěné dřevěné kolíky by mohly zvěř rušit či by se mohla dřevěných kolíků obávat, a tím by se mohla porušit zásada náhodného průchodu zvěře, proto se kolíky nahradily přírodními markery se zachováním přesných vzdáleností, které byly nalezeny v nedaleké blízkosti stanoviště.



Obrázek 10: Schéma pozorovací výšeče před fotopastí. Znázorněné červené body naznačují umístění přírodních markerů, znázorněný je také úhel, který je schopna fotopast zachytit.

Jako markery byly použity kameny, pařezy nebo dřevěné zbytky po těžební činnosti. Na závěr byly tyto přírodní markery nabarveny lesnickým fluoreskujícím sprejem, pro jejich dobrou viditelnost při vyhodnocování snímků z fotopastí obr. 11. Zápach barvy použitého lesnického spreje, by neměl zvěři vadit, protože při nynější kůrovcové kalamitě, která se nevyhnula ani lesním porostům spravovaných ŠLP, je přítomná téměř ve všech mýtních smrkových porostech. Na konci instalace pozorovací výšeče se manuálně pořídily snímky na daných fotopastech a bylo zkontrolováno, zda jsou viditelné veškeré přírodní markery.



Obrázek 11: Konečná podoba pozorovací výseče v terénu. Foceno směrem od fotopasti. (Zdroj: Jan Suk)

4.3.4 Sběr dat a údržba fotopastí

Nezbytnou součástí celého tohoto výzkumu je udržet nepřetržitý provoz všech fotopastí po celou dobu sledování. Dostatečná kapacita použitých nabíjecích baterií a paměťových SD karet dovolila provádět údržbu průměrně jednou za měsíc provozu. Při údržbě vždy došlo k výměně všech baterií. Všechny pořízené snímky byly v terénu staženy do pracovního notebooku a zálohovány na externí disk, kdyby došlo k nefunkčnosti jednoho z úložišť. Následně byly překontrolovány veškeré nastavené parametry funkcí, které by mohly být nestálým napětím baterií změněny. Nejčastěji se aktualizoval přesný čas, protože fotopasti nemají čas řízen vzdáleně (satelitem). Naštěstí se zpoždění času objevovalo jen v řádech minut a ne u všech fotopastí. K aktualizaci času také došlo při změně času na letní či zimní čas. Poté byla fotopast zevně očištěna od případných nečistot jako jsou opadané listy, jehlice či drobné větvičky, které by zapříčiňovaly falešné spuštění závěrky. Nezbytné bylo také očištění pohybové PIR senzoru například od navátého sněhu, který by v případě zakrytí nespustil závěrku fotoaparátu. Poslední činností u měsíční údržby bylo překontrolování vzdáleností a správnosti umístění bodů v pozorované výseči. Častým fenoménem bylo, že při použití

přírodních markerů, zejména hrubších kamenů, došlo k posunutí kamenů divokými prasaty, kde se nejspíš pod kameny nacházely larvy různých živočichů nebo byly zakryty atraktivní plody stromů. Z tohoto důvodu musely být body výseče vždy znovu zaměřeny a znovu správně umístěny. Měsíční údržba všech fotopastí zabrala mezi 8–9 hodinami.

4.4 Myslivecký management v honitbě Bohumile

V honitbě Bohumile se vyskytuje celkem 5 druhů spárkaté zvěře. S nejvyšší denzitou srnec obecný (*Capreolus capreolus*) a prase divoké (*Sus scrofa*), dále muflon (*Ovis musimon*) s nižší denzitou a jen v určitých lokalitách daněk evropský (*Dama dama*) a sika Dybowského (*Cervus nippon dybowskii*). Výkon práva myslivosti v honitbě Bohumile je realizován personálem – zaměstnanci ŠLP. Cílem chovu zvěře v honitbách ŠLP je zajištění kvalitní a zdravé zvěře, zároveň ale početní stavy veškeré spárkaté zvěře musí být v souladu se zájmy lesního a zemědělského hospodaření na svěřených pozemcích. Dále svou činností podporují ohrožené a vzácné druhy zvěře a zvířat vyskytující se v honitbách. Lov je realizován individuálním způsobem nebo při společných lovech tzn. naháňkách. Naháňky na ŠLP mají vysokou úroveň profesionální organizace, což dokládají bohaté výřady z posledních let. Zámecké prostředí těmito akcím dodává na honosnosti a jedinečnosti. Pořádání naháňek je managementovým opatřením, které je velice účinné ve snižování denzit lovené zvěře, zejména zvěře černé. V posledních letech se na naháňkách na ŠLP loví i zvěř srncí, protože dopad na mladé lesní kultury byl enormní.

Největším úskalím pro myslivecké plánování a stanovení plánu lovu je zcela nepřesné sčítání zvěře, které bohužel postihuje většinu honiteb v ČR. Sčítání se má provádět na jaře (přesný datum je zadán OSSM příslušné ORP) a sčítání se má provádět v honitbě s největší přesností. Sčítání ale bohužel často vychází z počtu nasčítané zvěře z minulých let, respektive z opisování čísel z příslušných výkazu a vůbec nevychází z reálných stavů zvěře vyskytující se v honitbách. Proto jako jediný parametr, ze kterého lze objektivně vycházet je skutečný odstřel, tj. počet kusů spárkaté zvěře který byl reálně uloven. Tento parametr nám dává objektivní náhled na denzitu populací jednotlivých druhů zvěře v honitbě Bohumile *tab. 4*.

Tabulka 4: Skutečný odlov v honitbě Bohumile v období od 1. 4. 2019 do 31. 3. 2020. U zvěře sičí a mufloní není stanoven plán lovu, nenormuje se, přesto je lovena. (Zdroj ŠLP, roční výkaz o honitbě)

Druh zvěře	Plán lovu zvěře (ks)	Skutečný odstřel (ks)	Úhyn (ks)	JKS k 31.3. 2020 (ks)
Srnec obecný	38	72	8	20
Srna	38	58	12	20
Smčce	36	36	9	14
Zvěř srnčí celkem	112	166	29	52
Kňour	6	17	1	4
Bachyně	8	38	2	4
Sele	20	117	11	4
Zvěř černá celkem	43	172	14	12
Sika Dybowského		0	1	2
Laň		3	0	3
Kolouch		2	0	2
Zvěř siky celkem		5	1	7
Muflon		1		2
Muflonka		2		8
Muflonče		2		0
Zvěř mufloní celkem		5		10
Daněk				6
Daněla				4
Danče				2
Zvěř dančí celkem				12

4.5 Zpracování dat v platformě Agouti

Pozorování zvěře pomocí fotopastí je neinvazivní druh studie volně žijící zvěře, jehož výstupem je velké množství snímků, které potřebují další zpracování. Tato studie zahrnuje desítky tisíc snímků, které by nebylo možné vyhodnotit individuálně, aby to bylo efektivní a nedošlo k přítomnosti chyb, které by mohly ovlivnit výsledky celého tohoto výzkumu. Proto veškeré fotografie ze všech fotopastí, které byly staženy v terénu, byly následně nahrány na cloudovou platformu Agouti (Wageningen University, 2021). Platforma Agouti umožňuje snadno a rychle vyhodnocovat a zpracovávat snímky, získávat standardizované souhrny výsledků, bezpečně archivovat snímky/data, a nakonec umožňuje data sumarizovat a sdílet. Veškerá importovaná data jsou bezpečně uložena na vzdálených trvalých úložištích a se svolením je mohou použít další vědecké instituce. Program Agouti ve spolupráci s FLD ČZU vyvinula nizozemská univerzita

ve Wageningenu a Výzkumný ústav pro přírodu a les (Research Institute for Nature and Forest). Celý tento mezinárodní projekt je spolufinancován Evropských úřadem pro bezpečnost potravin (EFSA).

V programu Agouti bylo na mapovém podkladu uloženo 14 bodů, které znázorňovaly umístění fotopastí dle přesných souřadnic, body nesly pojmenování – *density 0-13*. Po sběru dat v terénu se ukládaly jednotlivé složky se snímky pod vytvořené fotopasti, aby bylo jasné rozdělení snímku pro příslušné fotopasti. Po uložení snímků platforma Agouti vygenerovala sekvence, tj. jednotlivé snímky, které je možné dále anotovat. Dále vygeneruje metadata: datum a čas pořízení snímku, název fotopasti, kód snímku. Tato metadata Agouti generuje automaticky, kdy informace získává z jednotlivých snímků, v praxi to znamená zásadní snížení časové náročnosti na uživatele.

Po nahrání složek se snímky do Agouti přichází samotná anotace všech sekvencí. Anotace (popis snímků) se zapisuje u všem vygenerovaných sekvencí a je časově velice náročná. Když není na snímku přítomná žádná zvíře a závěrka fotopasti spustila nejspíše z důvodů pohybující se vegetace používá se možnost *Blank*. Další náhodné spuštění závěrky může způsobit obsluha fotopastí, v tomto případě se používá možnost *Setup/Pickup*. Je-li přítomna zvíře nebo jiné zvíře a nejsme schopni ho přesně identifikovat, používá se možnost *Unknown*. Jestliže se na snímku objeví spárkatá zvíře, na kterou tato DP cílí, je nutno uložit observaci (pozorování) daného druhu. Zvolí se možnost *Add Observation*, následně se vyplní latinský název zachycené zvíře, jeho pohlaví a stáří, pokud je zřetelné. Pro následný výpočet rychlosti pohybu daného kusu zvíře se vybere možnost *Start of Sequence*, vzdálenost od fotopasti v metrech, a chování zachyceného kusu. Jestliže je ten samý kus zachycen na následujícím snímcích, znova se opakuje tatáž observace jen s tou výjimkou, že se navíc vkládá vzdálenost (m), kterou kus urazil mezi po sobě jdoucími snímky. Na posledním snímku, na kterém je kus zachycen, se observace zakončuje příkazem *End of Sequence*. Sekvence trvá celou dobu, kdy je zvíře přítomna, jestliže je mezi po sobě jdoucími snímky prodleva větší než 15 minut a není-li přítomna zvíře, zaznamenává se nová sekvence. Na snímcích byli často zachyceni i lidé, či různé druhy ptáků, či dalších drobných savců. Tyto snímky byly taktéž anotovány, ale výsledky těchto snímků budou sloužit k jiným výzkumným pracím.

Výstupy z platformy Agouti jsou shrnuty v grafech a tabulkách a je možné je vyexportovat v různých variacích. Pro využití této DP byla data vyexportována ve formátu souboru .xlsx a následně dále analyzována v aplikaci Excel.

4.6 Výpočet velikosti populace

Výpočet velikosti populace (D) je převzato z REM, který prvně publikoval Rowcliffe (2008) a vychází ze vzorce:

$$D = \frac{y}{t} \times \frac{\pi}{vr(2+\theta)}$$

Kdy y/t znamená počet snímků za jednotku času, v rychlost pohybu zvířete a úhel záběru čočky fotopasti udávají r a θ . Tento výpočet umožňuje zjistit odhad hustoty populace z míry zachycených snímků v kombinaci s dalšími parametry, které jsou nezávislé a nezaujaté.

Rychlost pohybu zvěře, tj. kolik jednotek ujde jedinec v průměru za jednotku času. Pro srnčí zvěř byla použita hodnota 4,22 km/den, kterou uvádí Pfeffer (2018). Pro zvěř ostatní zvěř byla použita hodnota 2,25 km/den, kterou uvádí Marcon (2020).

4.7 Analýza dat

Data zpracovaná pomocí Agouti byla v první řadě zpracována v aplikaci Microsoft Excel. Zde byla data očištěna, sumarizována a exportována v grafových výstupech.

Následně byla provedena statistická analýza, pro kterou byl použit software Oriana 4.0 (Kovach Computing, 2021), kde byla použita cirkulární statistika pro zjištění denní aktivity srnčí zvěře s ohledem na měsíc a čas. Byl vypočítán hlavní vektor (μ) pro každou studovanou kategorii (studované měsíce) a následně byl použit Rayleighsův Z test s cílem určit signifikantní odchylky od uniformního rozložení hlavních vektorů (Kušta, 2017). Byl použit i Rao's spacing test pro posouzení cirkulárních dat. Tento test používá prostor mezi pozorováními k určení, zda data ukazují signifikantní směrovost (Russell, 1995).

Oriana je software, který je schopen kalkulovat speciální formy vzorků, tzv. cirkulární data, což v našem případě představuje měsíce v roce a denní doba. Tento typ

dat je velice specifický, bývají měřena na základě kruhu, například v radiánech, stupních, a nebo v časových jednotkách. Hovoří se o nich jako o tzv. úhlových nebo cyklických datech (angular/cyclical data) a pracuje se s nimi v řadě oborů. Příkladem mohou být denní údaje o směru větru, proudech v oceánu, orientace včel v úlu nebo orientace zvířat v prostoru. Dalším specifikem toho typu dat je fakt, že nemají definovanou nulu. Proto z výše uvedených důvodů naše data nemohla být analyzována obecně používanými statistickými metodami (Berens, 2009).

4.8 Zjišťování návštěvnosti lesů turisty

V lesích pod správou ŠLP v Kostelci nad Černými lesy probíhá dlouhodobý výzkum, který zjišťuje početnost návštěvníků v lese. K tomuto výzkumu se využívají sčítací sloupky, které vyvinula firma Eco-counter. Sčítací sloupky sčítají návštěvníky lesa pomocí PIRO senzoru s pasivní infračervenou, pyroelektrickou technologií a vysoce přesnou čočkou. Senzor počítá lidi, kteří jsou v dosahu senzoru pomocí detekce jejich tělesné teploty (Eco-counter, 2019). Sčítací sloupky jsou po dobu sledování v nepřetržitém provozu, a získaná data jsou automaticky zasílána na vzdálený server a jsou okamžitě k dispozici. Sčítací sloupky jsou napájeny baterií, která má 10letou garanci životnosti.

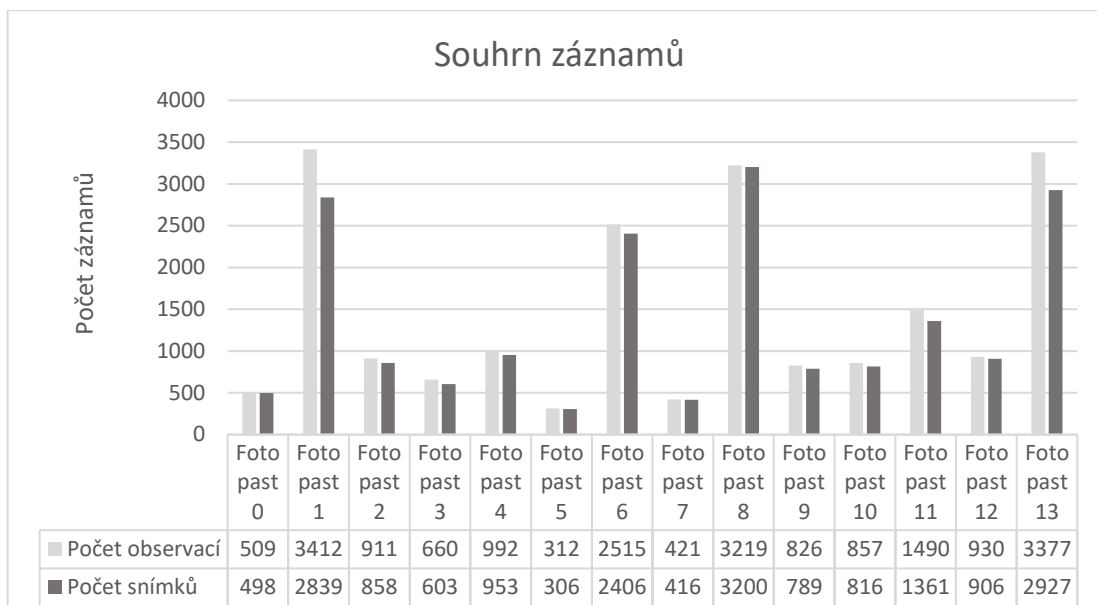
Sčítací sloupky jsou umístěny v lesích ŠLP na třech lokalitách, tj. Jevany, Kachní louže a Oplany. Sloupky byly umístěny na krajnicích lesních cest, tak aby pokryly celou jejich šíři. Data ze sčítacích sloupků, pro účely této práce, byla analyzována v období duben–říjen 2020.

5 Výsledky

Následující část práce je zaměřena na popis zpracovaných výsledků, které byly získány ze záznamů (dat) fotopastí a použití REM metody. Výsledky jsou rozděleny do obecné kapitoly, kde jsou shrnuty počty získaných snímků a observací. Následuje kapitola o hodnotách, které jdu generovat z metody REM nad rámec určení početnosti zvěře. Předposlední kapitola je zaměřená na hlavní výsledek ohledně početnosti býložravé zvěře v honitbě. Poslední kapitola zahrnuje početnost návštěvníků, která byla zjištěna dvěma metodami.

5.1 Vyhodnocení záznamů a snímků

Všech 14 fotopastí po dobu své aktivity zachytilo 18 878 snímků. Následně z těchto snímků bylo vyhodnoceno 20 431 observací (pozorování). Observace byla zaznamenána, pro každý individuální objekt pozorování, který se na snímku nacházel, tzn. když na snímku byly 2 kusy srnčí zvěře, byly zaznamenány 2 observace. Z *grafu 2* lze vyčíst rozdělení jednotlivých observací a snímků, které byly pořízeny danou fotopastí. Největší počet snímků byl pořízen fotopastí č. 13, pravděpodobně kvůli jejímu specifickému umístění. Nacházela se na okraji lesního porostu a polí (na hranici ekotonu), kde je největší pohyb zvěře, která míří za potravou a zpět do krytu lesních porostů. Oproti tomu fotopast č. 5 měla nejméně pořízených snímků, protože byla podstatnou část výzkumu mimo provoz, a to z důvodu kalamitní těžby, proto musela být přesunuta na nové stanoviště.



Graf 2: Souhrn záznamů, které byly pořízeny a následně analyzovány, rozděleny podle jednotlivých fotopasti, observací a snímků

V tabulce 5 jsou uvedeny veškeré druhy pozorovaných objektů a jejich počet, které byly na snímcích zachyceny. Nejvyšší zastoupení observací mezi býložravými kopytníky má srnec obecný s 2733 observacemi, následuje muflon s 30 a sika Dybowského s 26 observacemi. Jen 8krát byl zachycen daněk evropský, a to jen v jedné sekvenci na fotopasti č. 6. V ČR silně ohrožený čáp černý byl pozorován na snímcích 75krát. Vyhodnocení snímků, na kterých nebylo vypořádáno žádné zvíře ani člověk, bylo vyhodnoceno jako prázdné. Nejčastěji to byly snímky, které byly vyfoceny díky nastavení fotopasti v režimu *Field Scan* nebo snímky které byly zaznamenány z důvodu spuštění PIR čidla pohybuující se vegetací.

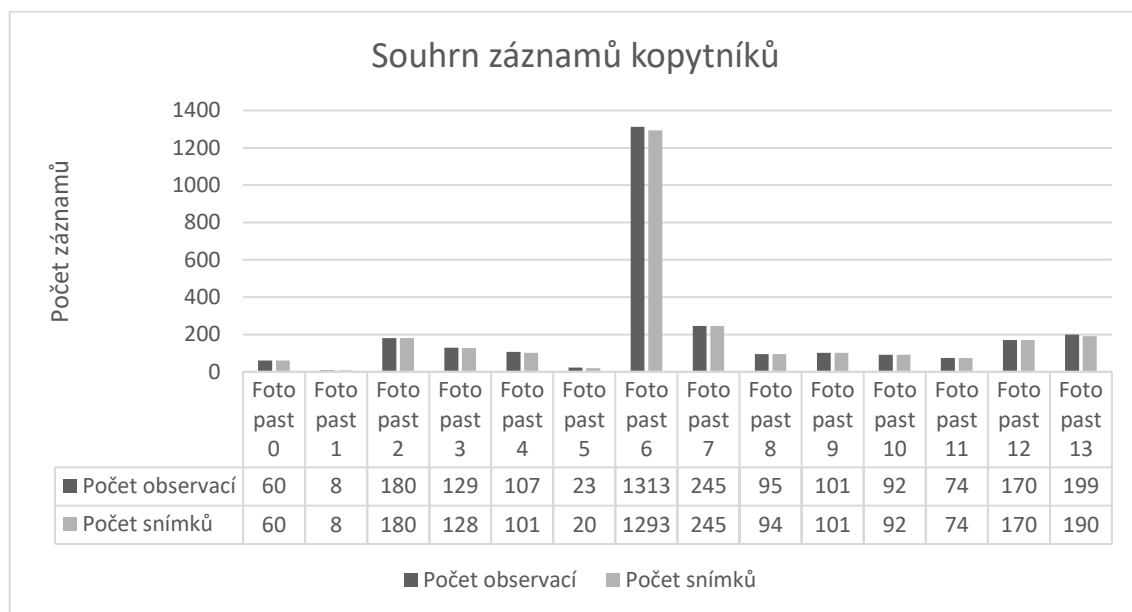
Tabulka 5: Souhrn veškerých vyhodnocených observací za danou dobu sledování

Pozorovaný objekt	Počet observací (ks)	Pozorovaný objekt	Počet observací (ks)
Srnec obecný	2733	Vydra říční	5
Muflon	30	Kočka domácí	29
Sika Dybowského	26	Pes domácí	483
Daněk evropský	8	Sojka obecná	9
Prase divoké	6494	Datel černý	12
Liška obecná	632	Strakapoud velký	15
Jezevec lesní	6	Holub hřivnáč	29
Kuna lesní, kuna skalní	203	Čáp černý	75
Zajíc polní	711	Krahujec obecný	1

Nutrie říční	8	Drobní pěvci	223
Veverka obecná	184	lidé	2398
Ježek spp.	49	prázdné	6069
CELKEM 20431 observací			

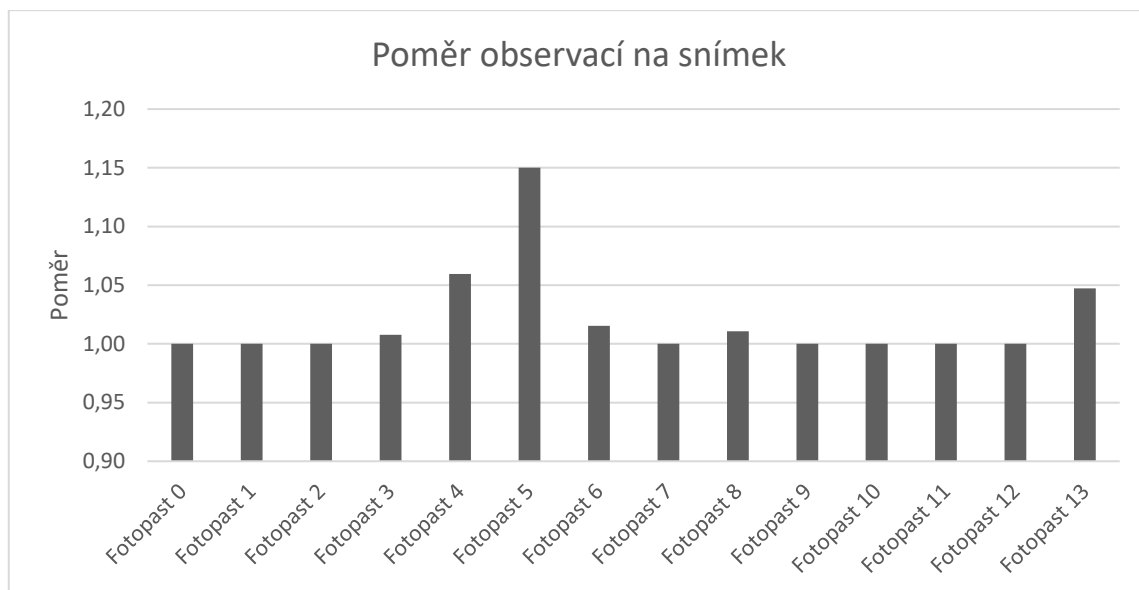
5.1.1 Vyhodnocení záznamů přežvýkavých kopytníků

Na všech fotopastech bylo celkem zachyceno 2756 snímků, na kterých byli zachyceni jen přežvýkaví kopytníci vyskytující se v honitbě, tj. srnec obecný, sika Dybowského, muflon a daněk. Z toho počtu snímků bylo vyhodnoceno 2796 observací. Z *grafu 3* je možné vyčíst rozdělení jednotlivých observací a snímků, které byly pořízeny danou fotopastí. Nejvíce záznamů pořídila fotopast č. 6 s 1293 snímky, ze kterých bylo zjištěno 1313 observací. Nejméně snímků opět vyfotografovala fotopast č. 5 z výše uvedených důvodů.



Graf 3: Souhrn záznamů kopytníků, které byly pořízeny a následně analyzovány, rozděleny podle jednotlivých fotopastí, observací a snímků

Přežvýkaví kopytníci, kteří byli zachyceni na snímcích z fotopastí, se nejčastěji pohybovali individuálně a to v 98,57 % případů. Ve zbylých 2,43 % se pohybovali v tlupě, zejména v tlupě rodinné, složené ze samice a mláděte. Toto zjištění vychází z *grafu 4*, kde je znázorněno, že u fotopasti č. 0,1,2,7,9,10,11 a 12 je poměr mezi observací a snímkem 1,00, tzn. že na jeden snímek připadá jen jeden zachycený kopytník. Nejvyšší poměr je u fotopasti č. 5. s hodnotou 1,15.

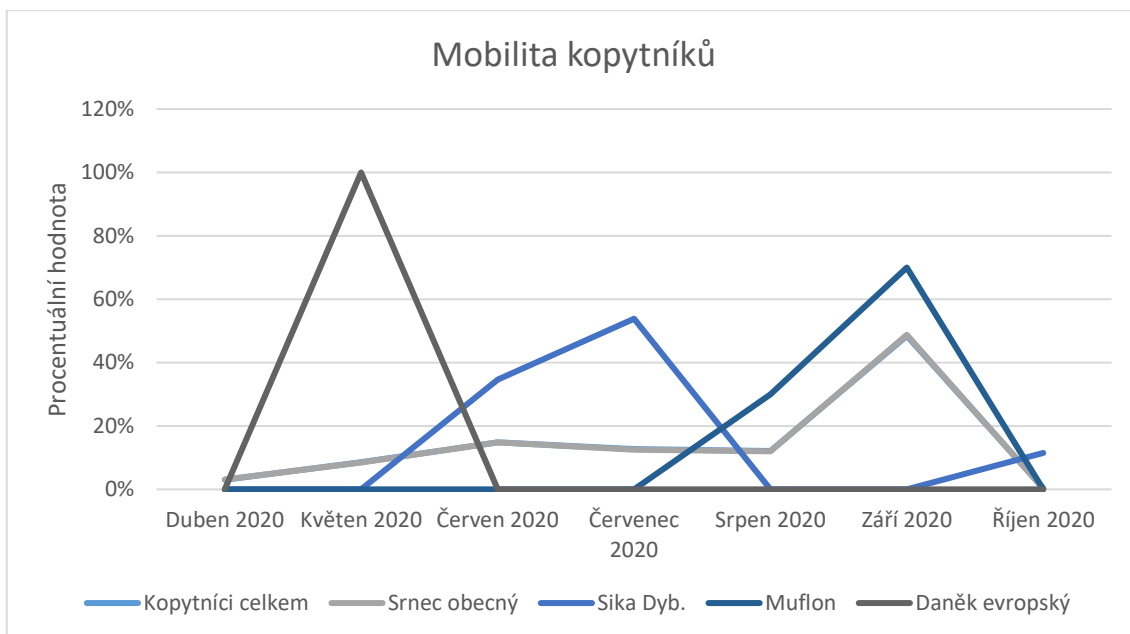


Graf 4: Poměr počtu observací na snímek, rozděleno dle fotopasti

5.2 Výsledky zjištěné pomocí REM metody

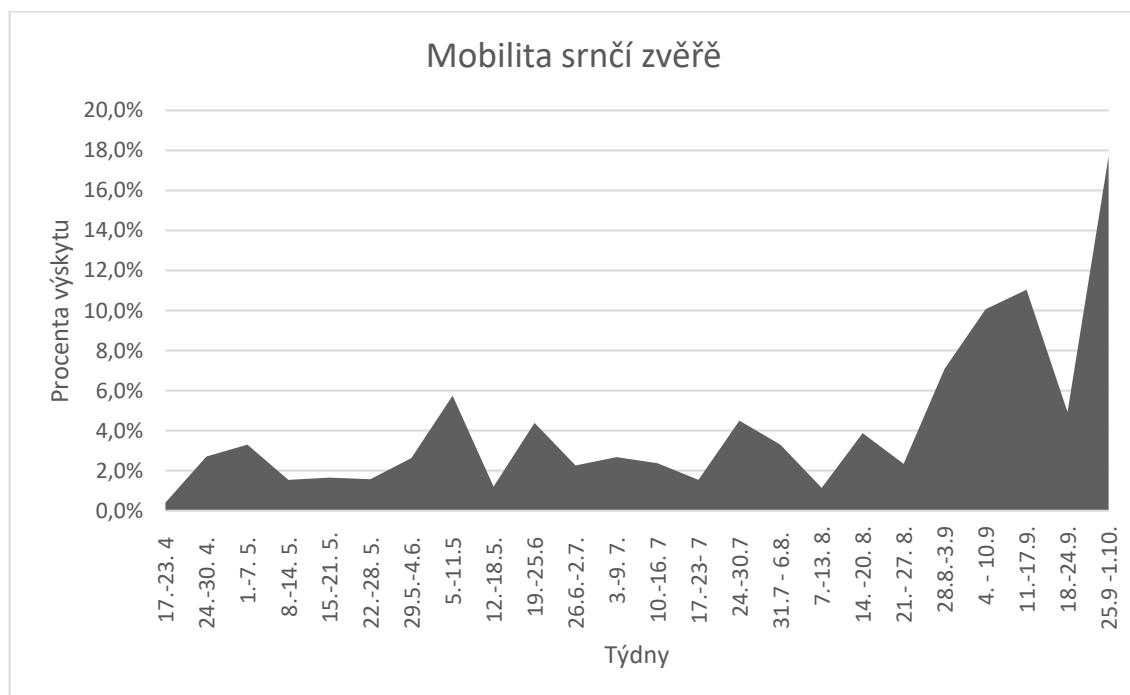
5.2.1 Pohybová aktivita býložravých kopytníků v čase

V průběhu periody pozorování byly zjišťovány rozdíly v pohybové aktivitě býložravých kopytníků v řádech měsíců viz *graf 5*. Významná pohybová aktivita byla prokázána u srnce obecného, kdy 48% pozorování z celkové doby funkčnosti fotopastí bylo v měsíci září. Tato vysoká četnost záznamů v září byla pravděpodobně způsobena sklizením zemědělských plodin na polích přilehlých k honitbě a následné migrace srnčí zvěře za potravou do lesních porostů. Navíc v roce 2020 byl silný semenný rok dubů a buku. U ostatních druhů kopytníků nelze s vypovídací hodnotou toto potvrdit, protože bylo celkem zaznamenáno jen 64 observací, zatímco u srnce 2733.



Graf 5: Pohybová aktivita všech druhů býložravých kopytníků v %, vztaženo k časové hodnotě: měsícům

Podrobnější pohybová aktivita býložravých kopytníků, zvláště pak u srnce obecného se měnila v průběhu týdnů, což znázorňuje graf 6. Nejvyšší záznamy jsou zaznamenány ve dvou po sobě jdoucích týdnech (kromě výše zmiňovaného měsíce září) od 24. 7. – 6. 8. 2020 a to 7,8 %. Tento jev byl nejspíše způsoben probíhající srnčí říjí, která zapříčiňuje vyšší migraci srnčí zvěře.



Graf 6: Pohybová aktivita srnčí zvěře v %, vztaženo k časové hodnotě: týdny

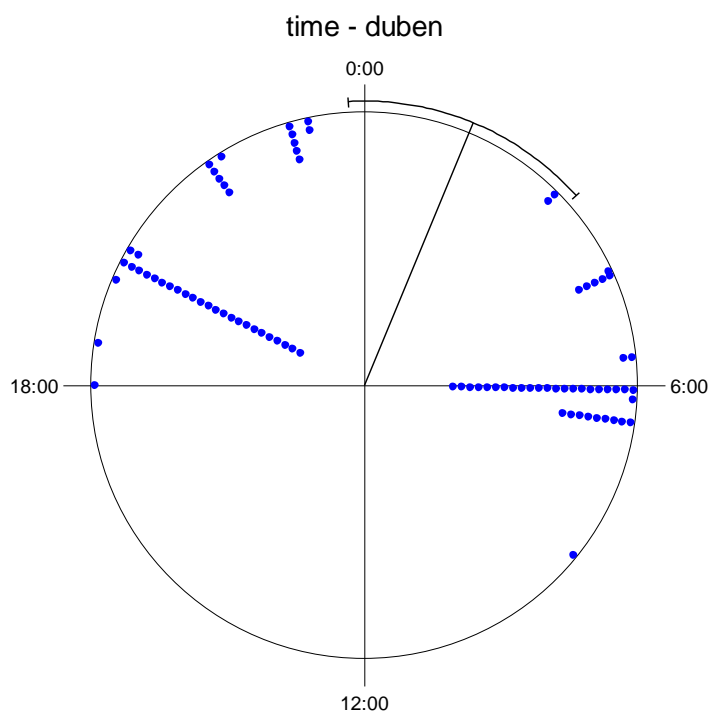
Další důležitou hodnotu, kterou lze pomocí REM metody zjistit, je aktivita býložravých kopytníků během dne. *Graf 7* prezentuje aktivitu kopytníků každou hodinu během dne, přičemž nejvyšší mobilita byla mezi 4. až 7. hodinou ranní, tj. 35 % observací z celého dne. Další významná část mobility a to 20 % z celého dne byla zaznamenána mezi 19. až 22. hodinou večerní.



Graf 7: Pohybová aktivita býložravých kopytníků v %, v průběhů celého dne v hodinách.

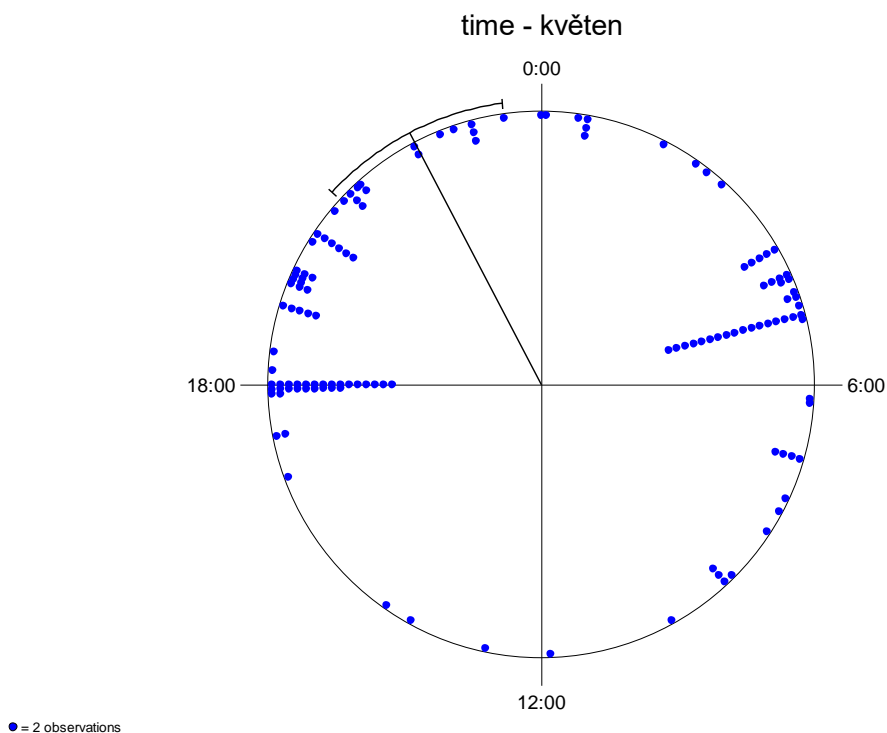
5.2.2 Aktivita srnčí zvěře během dne v závislosti na pohybu návštěvníků

Aktivita srnčí zvěře během dne se měnila v průběhu jednotlivých měsíců. Dubnovou aktivitu srnčí zvěře v rámci dne zobrazuje *graf 8*. Většinová denní aktivita probíhala v časovém rozmezí mezi 18. hodinou večerní až 6. hodinou ranní. V dubnu je signifikantně nejčastější aktivita srnčí zvěře (Mean Vector) v 01:29 hodin. Podrobné statistické informace zobrazuje *tabulka 6*.



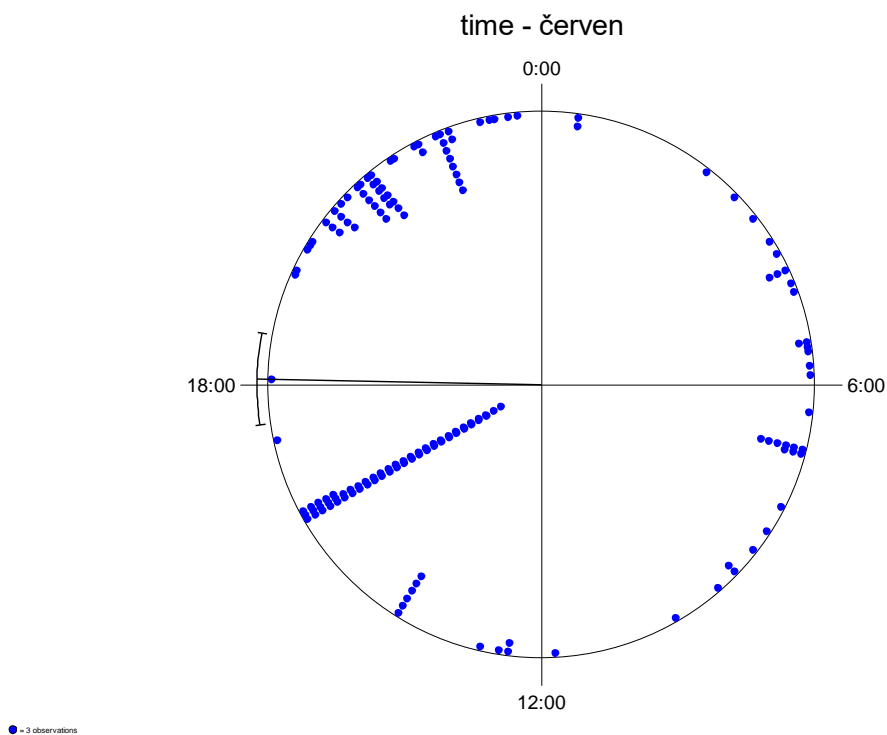
Graf 8: Histogram aktivity srnčí zvěře v průběhu dne během měsíce dubna, jeden bod = jedna observace

Graf 9 zobrazuje květnovou aktivitu srnčí zvěře během dne. Většinová denní aktivita probíhala v časovém rozmezí mezi 18. hodinou večerní až 6. hodinou ranní. V květnu je signifikantně nejčastější aktivita srnčí zvěře (Mean Vector) v 22:09 hodin. Podrobné statistické informace zobrazuje *tabulka 6*.



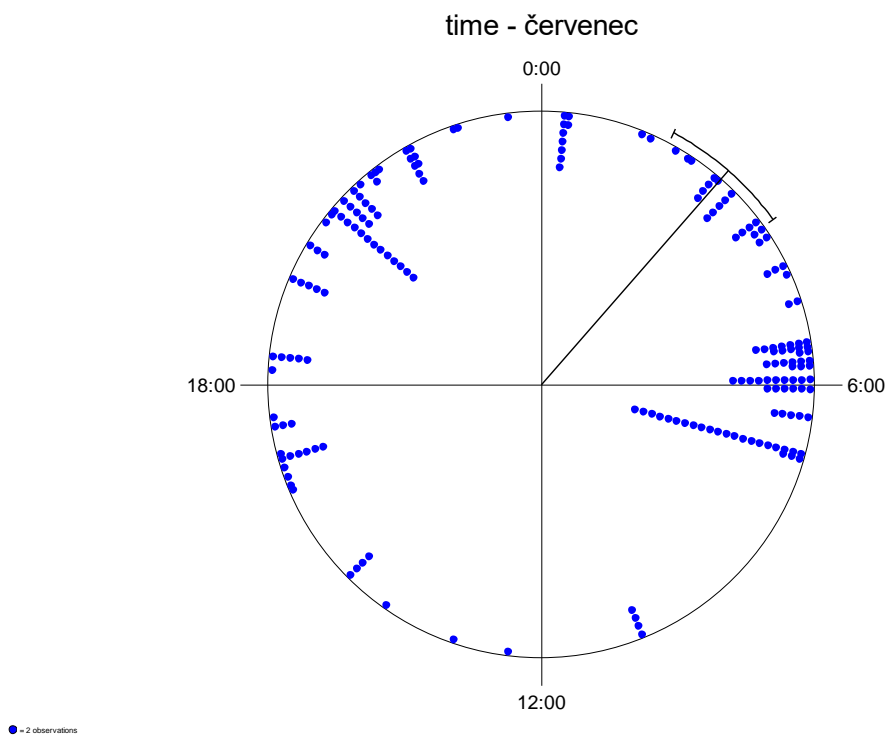
Graf 9: Histogram aktivity srnčí zvěře v průběhu dne během měsíce května, jeden bod = dvě observace

Graf 10 zobrazuje červnovou aktivitu srnčí zvěře během dne. Podstatná část denní aktivity probíhala v časovém rozmezí mezi 18. hodinou večerní až 6. hodinou ranní. V červnu je signifikantně nejčastější aktivita srnčí zvěře (Mean Vector) v 18:04 hodin. Podrobné statistické informace zobrazuje *tabulka 6*.



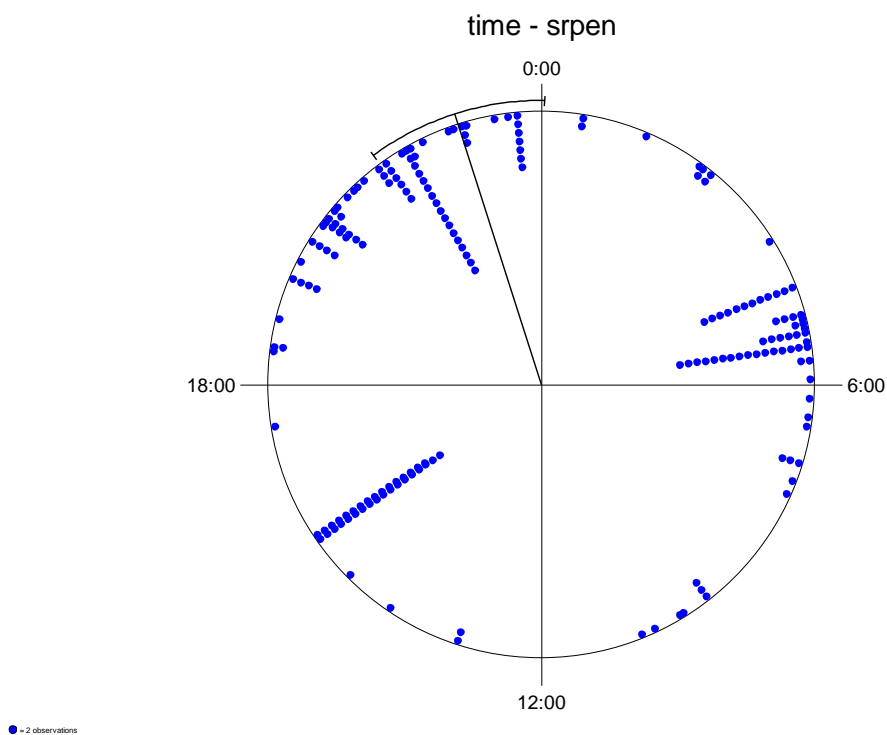
Graf 10: Histogram aktivity srnčí zvěře v průběhu dne během měsíce červen, jeden bod = tři observace

Graf 11 zobrazuje červencovou aktivitu srncí zvěře během dne. Většinová denní aktivita probíhala v časovém rozmezí mezi 18. hodinou večerní až 6. hodinou ranní. V červenci je signifikantně nejčastější aktivita srncí zvěře (Mean Vector) v 02:44 hodin. Podrobné statistické informace zobrazuje *tabulka 6*.



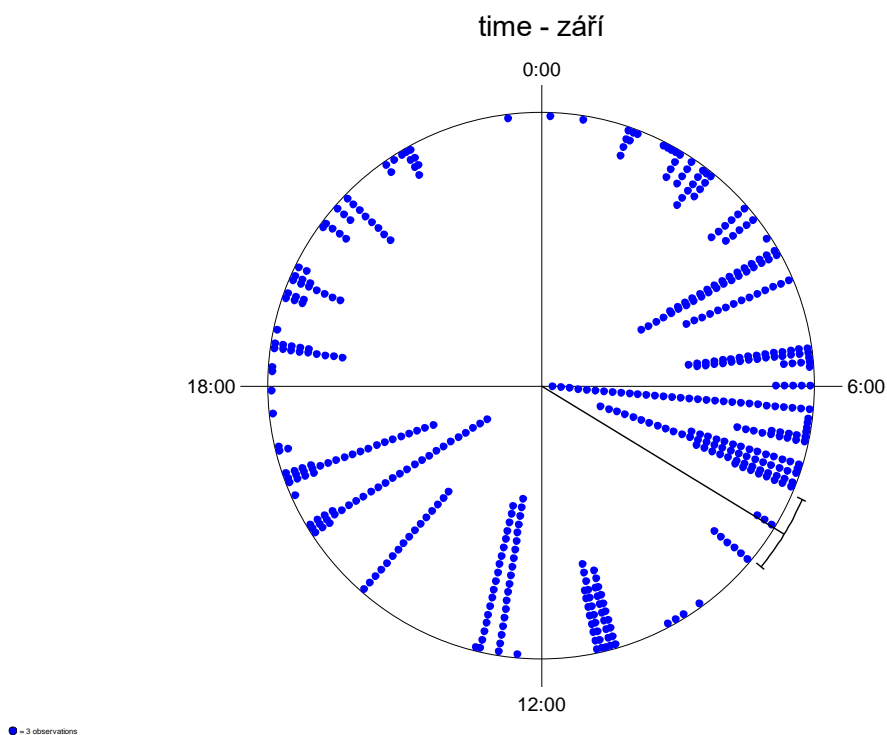
Graf 11: Histogram aktivity srncí zvěře v průběhu dne během měsíce července, jeden bod = dvě observace

Graf 12 zobrazuje srpnovou aktivitu srnčí zvěře během dne, která se významně podobá aktivitě v květnu. Většinová denní aktivita probíhala v časovém rozmezí mezi 18. hodinou večerní až 6. hodinou ranní. V srpnu je signifikantně nejčastější aktivita srnčí zvěře (Mean Vector) v 22:48 hodin. Podrobné statistické informace zobrazuje *tabulka 6*.



Graf 12: Histogram aktivity srnčí zvěře v průběhu dne během měsíce srpna, jeden bod = dvě observace

Zvýšení mobility srnčí zvěře je zaznamenán v průběhu celého září. Kdy aktivita srnčí zvěře je v porovnání s předchozími měsíci vyšší přes den. Většinová aktivita byla od 6. hodiny ranní do 18. hodiny večerní viz *graf 13*. V září je signifikantně nejčastější aktivita srnčí zvěře (Mean Vector) v 08:05 hodin. Podrobné statistické informace zobrazuje *tabulka 6*.



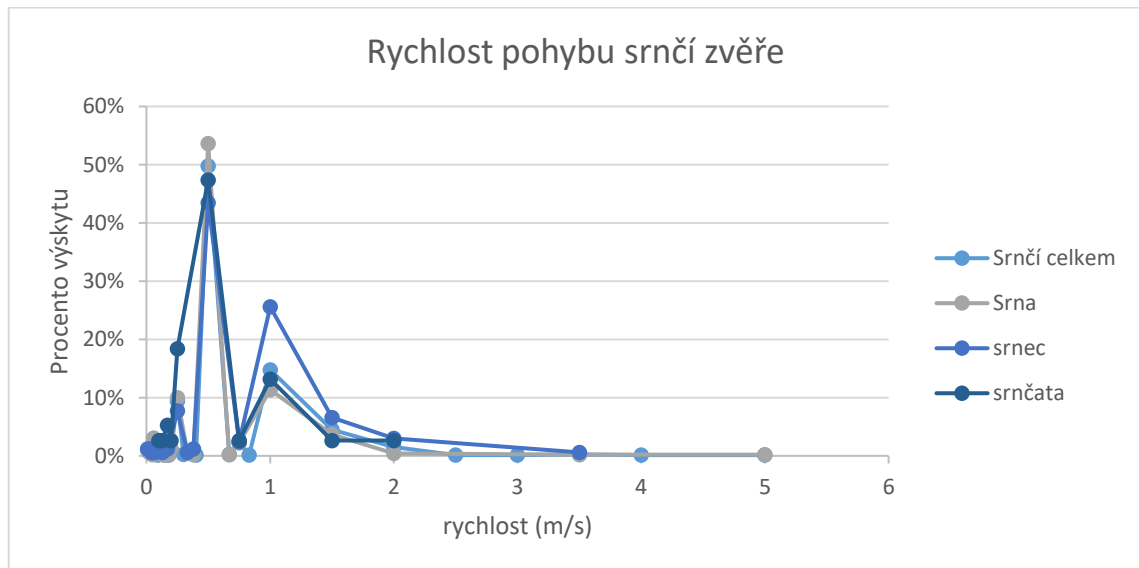
Graf 13: Histogram aktivity srnčí zvěře v průběhu dne během měsíce září, jeden bod = tři observace

Tabulka 6: Statistické vyhodnocení denní aktivity srnčí zvěře

BASIC STATISTICS							
Analysis begun: duben 2021							
Variable	time	time	time	time	time	time	time
Subgroup	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen
Data Type	Time	Time	Time	Time	Time	Time	Time
Number of Observations	85	232	405	342	329	1333	7
Data Grouped?	No	No	No	No	No	No	No
Mean Vector (μ)	01:29 (22,441°)	22:09 (332,335°)	18:04 (271,165°)	02:44 (41,076°)	22:48 (342,195°)	08:05 (121,488°)	23:45 (356,455°)
Length of Mean Vector (r)	0,326	0,259	0,405	0,313	0,234	0,269	0,771
Concentration	0,689	0,537	0,886	0,659	0,481	0,558	1,571
Circular Variance	0,674	0,741	0,595	0,687	0,766	0,731	0,229
Circular Standard Deviation	05:43 (85,811°)	06:16 (94,126°)	05:08 (77,004°)	05:49 (87,354°)	06:30 (97,684°)	06:11 (92,866°)	02:45 (41,371°)
Rayleigh Test (Z)	9,021	15,61	66,527	33,461	17,981	96,366	4,156
Rayleigh Test (p)	1,21E-04	1,66E-07	< 1E-12	< 1E-12	1,55E-08	< 1E-12	0,01
Rao's Spacing Test (U)	296,737	281,077	305,144	301,384	295,51	321,559	257,097
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01

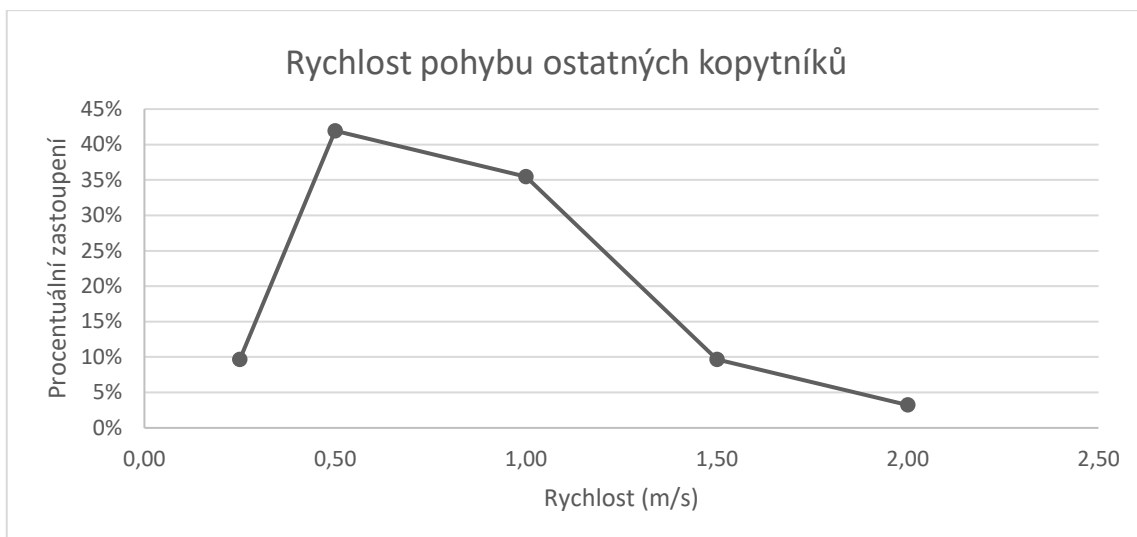
5.2.3 Rychlost pohybu býložravých kopytníků

Pozorovací výseč, která byla sestavena před fotopastí, byla vodítkem ke zjištění vzdálenosti mezi pozorovaným objektem a fotopastí. Dále také sloužila ke zjištění vzdálenosti, jakou pozorovaný objekt urazil mezi jednotlivými snímky. Ze získaných dat bylo možné analyzovat rychlost pohybu pozorovaných objektů. *Graf 14* znázorňuje rychlost pohybu srnčí zvěře, která procházela skrze pozorovací výseč. Přesně polovinu, tj. 50 % z veškerých průchodů srnčí zvěře celkem skrze pozorovací výseč, a to pohybem v rychlosti 0,5 m/s. Rychlost 1,0 m/s pro srnčí zvěř celkem byla vypočítána ve 15 % ze všech záznamů. Rychlost pohybu u srn je z 54 % také v rychlosti 0,5 m/s. U srnců je tato hodnota nepatrně nižší, ale také většinová a to 43 % v rychlosti 0,5 m/s. U srnčat tato hodnota byla také velice podobná, ta se ze 47 % pohybovala rychlostí 0,5 m/s.



Graf 14: Rychlost mobility srnčí zvěře celkem, dle pohlaví a stáří, rychlost je udaná v m/s

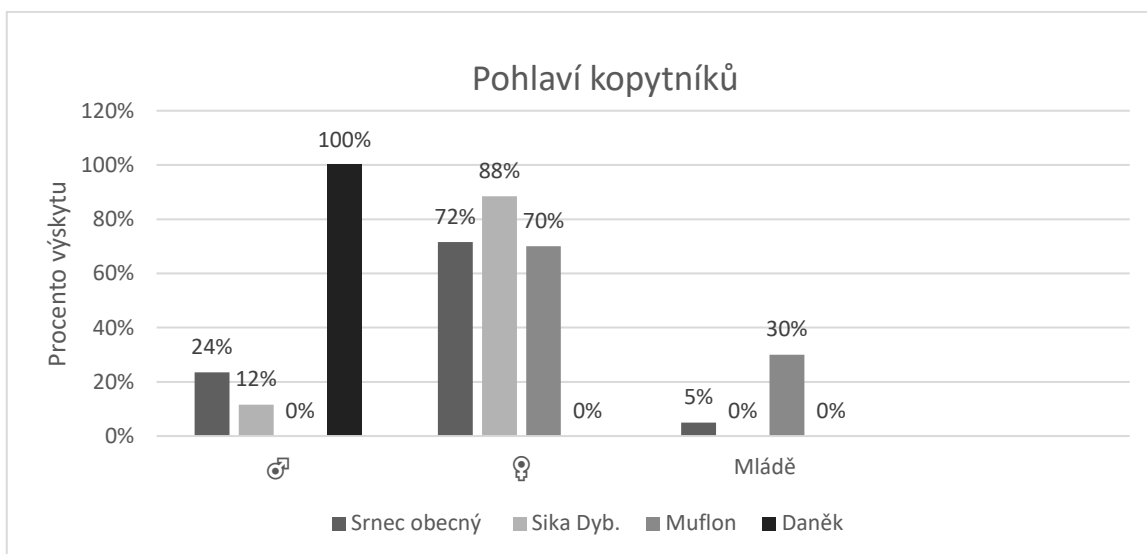
Graf 15 znázorňuje rychlost pohybu průchodu ostatních druhů kopytníků skrze pozorovací výseč. Analýza rychlosti je provedena souhrnně pro siku Dybowského, muflona a daňka evropského z důvodu nízkého počtu observací. *Graf 15* znázorňuje, že rychlost průchodu srze pozorovací výseč vyjmenovaných kopytníků byla ze 42 % v rychlosti 0,5 m/s. Rychlost 1,0 m/s byla vypočítána ve 35 % ze všech záznamů. Tato hodnota je o 20% vyšší než u srnčí zvěře. Nejspíše se ostatní kopytníci pohybují vyšší rychlostí, důvodem jsou lepší fyzické parametry.



Graf 15: Rychlost mobility ostatních kopytníků celkem, bez rozdílu pohlaví či stáří, rychlost je udaná v m /s

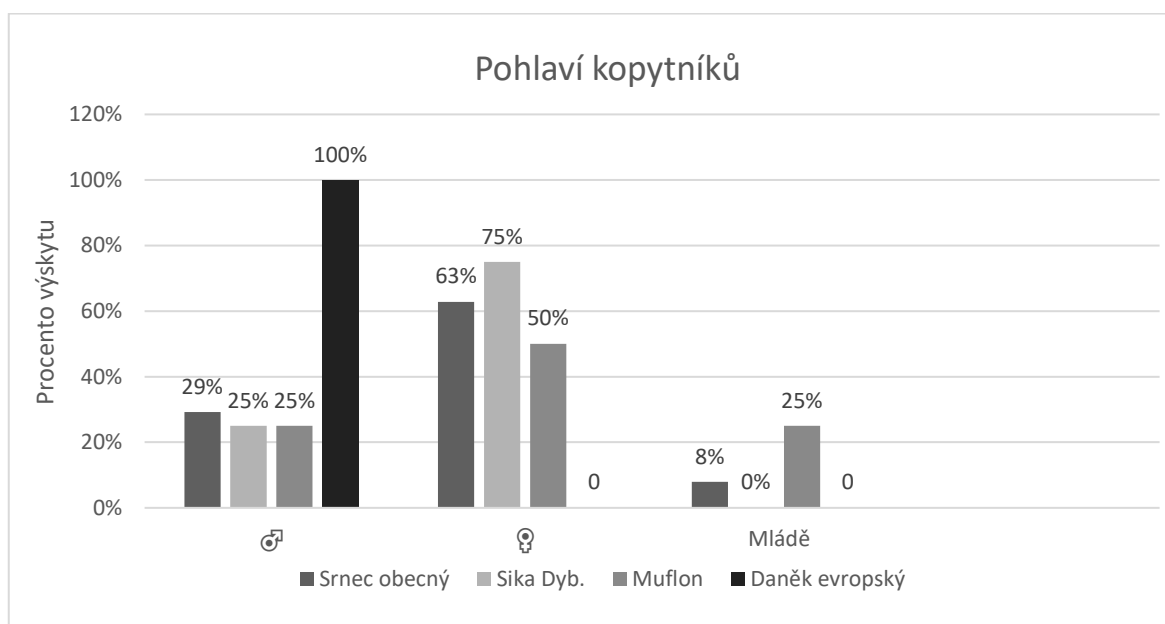
5.2.4 Pohlaví kopytníků

Objektivní vyhodnocování veškerých snímků, kdy pohlaví bylo zaznamenáno jen v případě, že to na snímku bylo zřejmé, reflektuje pohlavní struktury jednotlivých druhů sledovaných kopytníků. Graf 16 vyobrazuje pohlavní struktury veškerých sledovaných kopytníků a je z něj zřejmé, že pohlavní struktura u srnce obecného, siky Dybowského a muflona je více než v 70 % v celkového počtu observací ve prospěch samic. Struktura u daňka evropského je ve 100 % observací ve prospěch samců. Tento výsledek je víceméně zavádějící, poněvadž vychází jen z malého počtu observací jednoho kusu.



Graf 16: Struktura pohlaví kopytníků v řádu jednotlivých observací dle druhu, pohlaví, a stáří v %

Graf 17 vyobrazuje taktéž strukturu pohlaví všech pozorovaných kopytníků, ale v řádu sekvencí. Sekvence trvá po celou dobu, kdy je zvíř přítomna a snímána fotoaparátem. Zvíř odejde z dosahu fotopasti a jestliže je mezi po sobě jdoucími snímky prodleva větší než 15 minut, zaznamenává se nová sekvence. Z *grafu 17* je zřejmé, že pohlavní struktura u srnce obecného je ve 63 % z celkového počtu sekvencí ve prospěch samic. Dle výsledků poměr pohlaví je: 1 srnec ku 2,1 srnám ku 0,3 srnčatům. U zvíře sičí je struktura pohlaví ve 75 % z celkového počtu sekvencí ve prospěch samic, také u zvíře mufloní je 50 % z celkového počtu sekvencí ve prospěch samic, naopak u daňka evropského je ve 100 % ve prospěch samců, ale tato zjištění jsou nejspíše zkreslena malým počtem sekvencí. Tento výsledek u srnčí zvíře je pravděpodobně přesnější než u *grafu 16*.

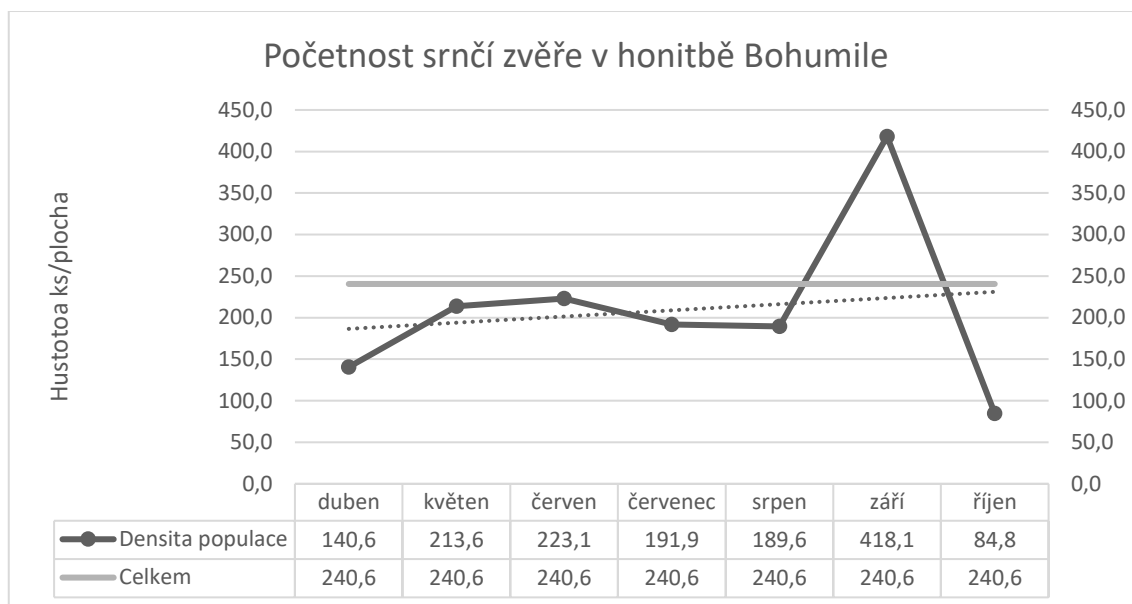


Graf 17: Struktura pohlaví kopytníků v řádu jednotlivých sekvencí dle druhu, pohlaví, a stáří v %

5.3 Početnost býložravých kopytníků

Hlavní hodnotou, kterou lze pomocí REM metody zcela objektivně zjistit, je hustota populace sledovaného druhu zvíře. Ze zaznamenaných snímků a jejich následné analýzy byl dostatečný počet snímků pro stanovení početnosti jen pro srnčí zvíře. Za celou dobu pozorování, tj. 2111 dnů (součet dnů provozu u všech 14 fotopastí), byla zjištěna hustota srnčí zvíře čítající 8,3 ks/km². *Graf 18* vyobrazuje hustotu populace srnčí zvíře přepočtenou na plochu honitby Bohumile, která je dále rozdělena dle měsíců. Z něj vyplývá, že největší měsíční hustota populace v honitbě Bohumile je 418,1 ks v měsíci

září. Pro sčítání zvěře dle současné legislativy, které má probíhat v jarním období, je nejbližší z *grafu 18* dubnová hustota, která činí 140,6 ks srnčí zvěře na plochu celé honitby Bohumile. Hustota populace za celé sledované období činí 240,6 ks srnčí zvěře na celou plochu honitby.



Graf 18: Hustota populace srnčí zvěře a její rostoucí trend znázorněno dle měsíců a za celou dobu pozorování

Přítomnost ostatních kopytníků, kteří se v honitbě Bohumile vyskytují, byla zachycena fotopastmi jen v několika případech, které byly zaznamenány jen v jednotkách srze sledované období. Souhrnné informace o jejich hustotách v honitbě o výměře 2009 ha prezentuje *tabulka 7*.

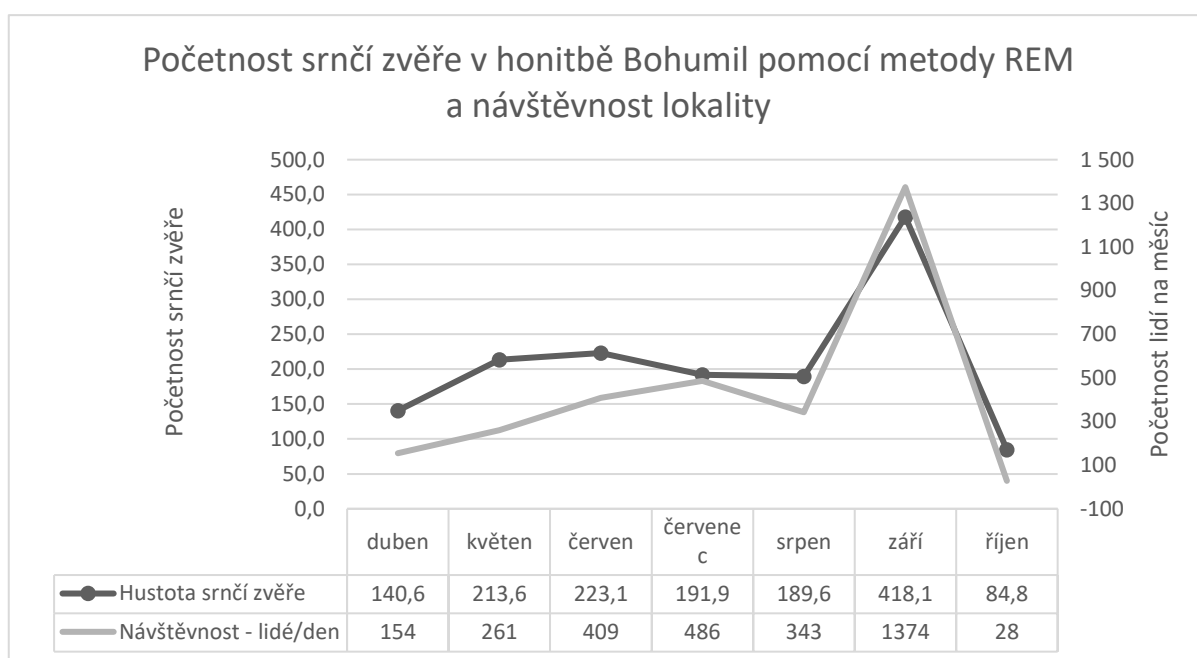
Tabulka 7: Hustota populací kopytníků dle druhu v honitbě Bohumile.

Druh	Počet snímací dny	Hustota populace (ks/km ²)	Hustota populace v honitbě Bohumile (ks)
Sika Dyb.	2111	0,17	4,92
Muflon	2111	0,97	2,81
Daněk evropský	2111	0,02	0,70

5.4 Početnost návštěvníků

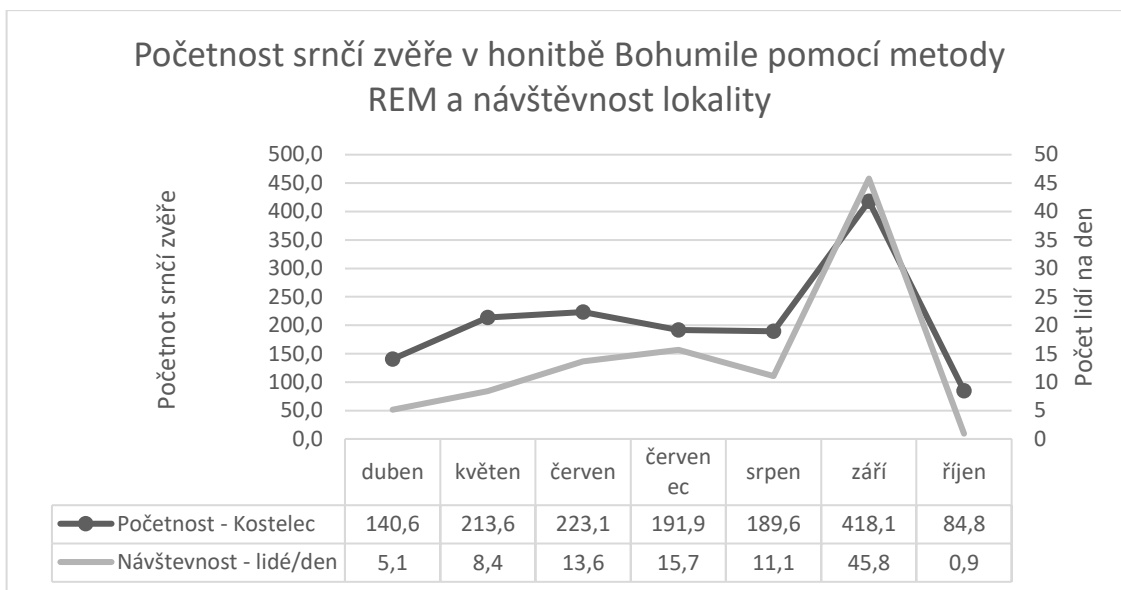
5.4.1 Početnost návštěvníků zjištěná metodou REM

Vyhodnocena byla také návštěvnost honitby Bohumile, která je turisticky oblíbenou destinací. Po dobu sledování byla zaznamenávána pohybová aktivita návštěvníků lesa, kteří procházeli skrze pozorovací výseč a následně byl jejich pohyb analyzován. *Graf 19* reflektuje nejvyšší počet záznamů lidí, který byl zaznamenán v měsíci září s 1374 pozorováními. Zároveň zobrazuje aktivitu pohybu srnčí zvěře, která svými hodnotami koreluje v měsíci září s hodnotami návštěvníků lesa.



Graf 19: Návštěvnost honitby lidmi rozdělené dle měsíců v závislosti na hustotě populace srnčí zvěře, levá svislá osa zobrazuje početnost srnčí zvěře, pravá osa zobrazuje počet lidí na měsíc

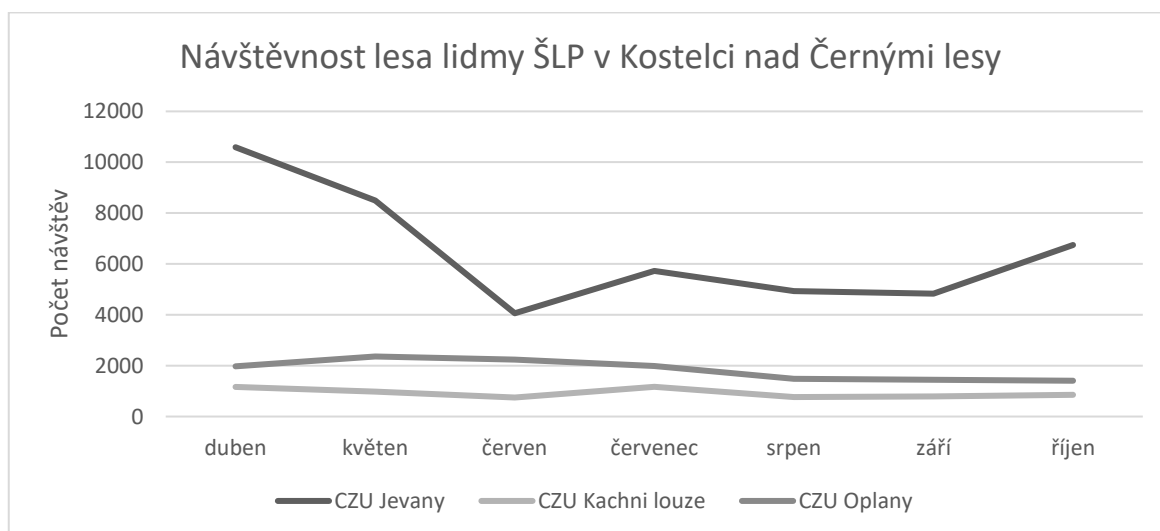
Graf 20 konkretizuje návštěvnost honitby lidmi, kdy hodnoty jsou vztažené ke dnům v jednotlivých měsících. Dále je možné vyčíst enormní nárůst denní návštěvnosti honitby v měsíci září, tj. 45,8 návštěv lokalit. Průměr návštěvnosti od dubna do srpna je přitom 10,8 návštěv lokalit, které jsou náhodně umístěny v lesních porostech.



Graf 20: Návštěvnost honitby lidmi rozdělené dle měsíců v závislosti na hustotě populace srnčí zvěře, levá svislá osa zobrazuje početnost srnčí zvěře, pravá osa zobrazuje počet lidí na den

5.4.2 Početnost návštěvníků zjištěná pomocí sčítacích sloupků

Návštěvnost lesa lidmi sčítajíc sloupky, které byly umístěny na krajnici lesních cest, zobrazuje graf 21. Z grafu lze vyčíst, že návštěvnost lesa na lokalitě Kachní louže po dobu sledování má podobný trend, kdy nejvyšší počet návštěvníků byl v květnu a to 2361. Podobný trend byl zaznamenán na lokalitě Oplany, zde byl nejvyšší počet návštěv v červenci a to 1163. Na lokalitě Jevany jsou znatelné vysoké výkyvy mezi jednotlivými měsíci, kdy nejvyšší počet návštěv byl zaznamenán v měsíci dubnu a to 10590 návštěvníků za daný měsíc.



Graf 21: Návštěvnost lesa lidmi z čítacích sloupků vztahované k měsícům

6 Diskuze

Výsledky diplomové práce pocházející od fotopastmi sledovaných jedinců býložravých kopytníků metodou REM poskytly cenné informace o jejich početnosti a dalších doprovodných znacích jejich populací pohybující se v honitbě Bohumile, kde uživatelem je ŠLP v Kostelci nad Černými lesy.

Jednou z nejdůležitějších hodnot, kterou lze získat ze snímků fotopastí a použití metody REM, je poměr pohlaví mezi jednotlivými druhy kopytníků. Z výsledků práce vyšlo, že u srnce obecného, kde bylo dostatečné množství pozorování a sekvencí, je poměr pohlaví mezi samci, samicemi a mláďaty 1 ku 2,1 ku 0,3. Myslivecké plánování dle zákona o myslivosti (zákon. č. 449/2001 Sb.) a zejména 4§ odst. 1 vyhlášky o způsobu stanovení minimálních a normovaných stavů zvěře a o zařazování honiteb nebo jejich částí do jakostních tříd (vyhláška č. 491/2002 Sb.) stanoví že „*Požadovaný poměr pohlaví mezi samci a samicemi u spárkaté zvěře, s výjimkou kamzíka horského, je ve všech jakostních třídách honitby 1:1, u kamzíka horského je tento poměr 1:2 ve prospěch samic.*“ Proto nynější používání mysliveckého plánování v honitbě Bohumile, jak ho formulují právní předpisy pravděpodobně pozbývá na smyslu, když není splněný základní parametr, tj. poměr pohlaví, který slouží pro výpočet minimálního a normovaného stavu zvěře, ze kterého následně vychází i návrh plánu lovu.

Nejhojněji vyskytujícím se býložravým kopytníkem v honitbě Bohumile je srnec obecný. Odhad hustoty za celou dobu pozorování činil 8,3 ks na km². Použití fotopastí společně s REM modelem (bez potřeby individuální rekognoskace) pro stanovení odhadu velikosti populace srnčí zvěře byl široce použit skrze evropské státy. V Rodopských horách na jihu Bulharska Popova (2019) stanovila odhad hustoty srnčí zvěře na 3,5 ks/km². V italském Toskánsku Marcon (2019) pomocí metody REM stanovila odhad velikosti populace srnčí zvěře na 29.05 ± 7.48 ks/km². Nejbližší výzkum ohledně zjištění odhadu početnosti srnčí zvěře byl proveden v lužním lese podél řeky Moravy. V tomto výzkumu Prokesová (2006) zjistila, že tamní hustota zvěře je 7ks/ha². Flajšman (2018) přezkoumal data o srnčí zvěři ze 14 zemí zejména střední a východní Evropy a prezentoval hustoty srnčí zvěře z jednotlivých lokalit, které se pohybovaly mezi 4,5 – 73,5 ks srnčí na km². Tyto výsledky naznačují, že hustota populace srnce obecného se v jednotlivých zemích značně liší. Je-li porovnána hodnota JKS z výkazu o honitbě Bohumile, která činí 57 ks a hodnota, která vyšla z výsledků zcela nezávislé metody

REM, která činí 140,7 ks na celou plochu honitby, je hodnota zjištěná v této práci 2,5krát vyšší. Tento jev mohl být způsoben délkou pozorování. Z našich výsledků se dá předpokládat, že vypočtený plán lovu neudrží populaci srnčí zvěře v dostatečné rovnováze, ovšem pro prokázání tohoto tvrzení doporučujeme delší dobu pozorování.

Dančí zvěř, která se vyskytuje v honitbě v nízkých denzitách JKS 12ks celkem, odlov 0 ks viz. kapitola 4.4 *Myslivecký management v honitbě Bohumile*. Metoda REM může být pro dančí zvěř, která se vyskytuje v nízkých denzitách, nedostatečná. Dančí zvěř žije často skrytě a nezdržuje se v lesních komplexech během vegetační sezony. Raději preferuje pastvu na otevřených plochách a žije v menších lesních porostech kolem polí, kam se chodí naplnit své pastevní požadavky (Pfeffer, 2018). Pro přesnější zjištění odhadu populace dančí zvěře (nejspíše i sičí a mufloní) by bylo vhodné umístit fotopasti v zimním období, kdy by nejspíše migrovala do lesního komplexu honitby Bohumile.

Dosud není známá žádná metoda, která dokáže spočítat veškeré jedince v dané populaci, ale to není nezbytné. Pro volně žijící populace zvěře je důležitější, jaký je trend velikosti hustoty populace, jestli se zvyšuje či snižuje (Popova, 2019). REM metoda, jak je z výsledků zřejmé, dokáže v časovém měřítku trend velikosti populace nastínit.

Aktivita návštěvníků zjištěná pomocí sčítacích sloupků se v měsíci září na všech třech lokalitách neliší od trendů měsíců předešlých. To ale nekoresponduje s aktivitou návštěvníků, kteří byli zachyceni pomocí fotopastí, které byly systematicky rozmístěny v lesních porostech vyšších věkových tříd. Ani jedna z fotopastí nebyla umístěna v bezprostřední blízkosti lesních cest 1. a 2. třídy, kde je nejspíše největší pohyb návštěvníků. Ze zjištění metody REM, ale vychází enormní nárůst pohybu lidí v měsíci září, což nejspíše znamená, že díky příznivému podzimu roku 2020 využívali lidé lesní porosty ke sběru hub. Nejspíše tím také v měsíci září ovlivnili aktivitu srnčí zvěře, která na to reagovala zvýšenou mobilitou. Tento fakt mohl také mohl snížit přesnost výsledků odhadu hustoty pro tento měsíc, kdy zvýšená mobilita nebyla zapříčiněna vyšší hustotou populace srnčí zvěře, ale jen vyšší mobilitou stávajících kusů. Vyšší zářijová mobilita srnčí zvěře v lesních porostech mohla být, ale také způsobena sklizením zemědělských plodin, zejména kukuřice, na přilehlých polích, které obklopují honitbu Bohumile. Proto mohla srnčí zvěř migrovat za potravou do lesních porostů. V roce 2020 byl významný semenný rok dubů a buku, což by také přispělo ke zvýšené migraci zvěře do lesů.

7 Závěr

V honitbě Bohumile, kde uživatelem je ŠLP v Kostelci nad Černými lesy, byla ověřena nová metoda sčítání býložravých kopytníků fotopastmi pomocí REM metody. V honitbě bylo rozmístěno celkem 14 fotopastí, před kterými byla z přírodních markerů zhotovena pozorovací výseč, která sloužila k zjištění hodnot, které vstupovaly do výpočtu odhadů celkové populace zvěře, která se v honitbě nachází. Odhad hustoty velikosti srnčí zvěře, která je v honitbě hlavní spárkatou zvěří, byl podložen 2733 observacemi a celkový odhad hustoty činil 8,3 ks/km². Na celkovou plochu honitby za celou dobu sčítání je odhad hustoty populace 240,6 ks srnčí zvěře na 2009 hektarů honitby Bohumile. U ostatních druhů býložravých kopytníků je hustota populace na celou plochu honitby v řádech jednotek jedinců, tzn. sika Dybowskiý 4,92 ks, muflon 2,8 ks a odhad hustoty populace u daňka evropského je 0,7 ks.

Užitečnou hodnotu, kterou lze zjistit pomocí REM metody z populací volně žijících přežvýkavých kopytníků je struktura pohlaví, kterou daná populace disponuje. Ta je nezbytná pro následný výpočet velikosti odlovu. Bylo zjištěno, že struktura pohlaví u srnčí zvěře je značně nevyrovnaná, kdy na 1 srnce připadá 2,1 srny a 0,3 srnčete. I když ostatní druhy byly zachyceny jen v pár desítkách observací, je možné říct, že a muflona a siky Dybowskiého je struktura pohlaví taktéž ve prospěch samic. Daněk evropský byl zachycen pouze jednou a byl to samec. Rychlost mobility srnčí zvěře, která se pohybovala skrze pozorovací výseč byla z jedné poloviny případů 0,5 m/s. U ostatních býložravých kopytníků byl pohyb rychlejší, nejspíše z důvodu lepších fyzických parametrů

Zvěř ve svém pohybu a aktivitě během dne ovlivňují různé faktory. Jedním z nich je lidská činnost, která narušuje její obvyklé chování. Tato práce poukazuje na to, že pohyb lidí po lesních porostech, například z důvodu sběru hub, má vliv na aktivitu zvěře během dne. Toto narušení může mít za následek časovou změnu pastevních period a zvěř stresovat. Způsobený stres u zvěře může vést ke zvýšené intenzitě škod.

Znalost denzity zvěře, která nejbližší odpovídá reálným stavu, je klíčem pro správné naplánování odlovu a udržení hustoty populace v počtech, které svým vlivem nenarušují lesní ekosystémy a cíle lesního hospodaření. Použití fotopastí společně s metodou REM by mohl být schopným nástrojem pro zjišťování hustoty populace zvěře v českých honitbách, nebo být kontrolním nástrojem státní správy. Pomocí této metody je možné

systematicky pokrýt celé zájmové území, kde umístění neovlivňuje subjektivní názor. Tato metoda je metodou zcela neinvazivní, kdy zvěř po dobu sčítání není nijak rušena či stresována. Zároveň je tato metoda vhodná pro sčítání všech druhů spárkaté zvěře, která se na území ČR nachází, protože na rozdíl od jiných sčítacích metod, nedojde k mezidruhové záměně. Sčítání zvěře pomocí fotopastí společně s REM metodou je vhodné zejména pro sčítání v lesních ekosystémech. Stejně tak časová náročnost v porovnání s jinými metodami, které přináší relevantní výsledky, je nižší. Nepřetržité sčítání bude výhodou na velkých kalamitních plochách, kde dnes velmi populární sčítání zvěře ručními termovizemi bude z důvodu mechanických překážek neproveditelné.

Pro zpřesnění dosažených výsledků bych doporučoval prodloužit periodu sčítání pomocí fotopastí alespoň na jeden či dva roky. Díky delší době pozorování by se dal vyčíst trend velikosti populace, či jak se na něm projevil odlov nebo přírůstek. Ze znalosti trendů hustoty populace jednotlivých druhů, by tak mohl zefektivnit a upřesnit myslivecký management.

8 Seznam použité literatury

APOLLONIO, Marco, Reidar ANDERSEN a Rory PUTMAN, 2010. *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press. ISBN 0521760615.

APPS, Peter J. a John Weldon MCNUTT, 2018. How camera traps work and how to work them. *African Journal of Ecology* [online]. **56**(4), 702-709 [cit. 2021-03-02]. ISSN 01416707. Dostupné z: doi:10.1111/aje.12563

BERENS, Philipp, 2009. CircStat: a MATLAB toolbox for circular statistics: a MATLAB toolbox for circular statistics. *J Stat Softw.* **31**(10), 1-21.

DANIELS, Mike J, 2006. Estimating red deer *Cervus elaphus* populations: an analysis of variation and cost-effectiveness of counting methods: an analysis of variation and cost-effectiveness of counting methods. *Mammal Review*. London: Mammal Society, [1970-, **36**(3), 235-247. ISSN 0305-1838.

HANZAL, Vladimír, 2016. *Myslivost II*. I. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze ve spolupráci s Druckvo, spol. s r.o. ISBN 9788021327030.

HAVRÁNEK, František, Jan CUKOR, Rostislav LINDA, Jana BERANOVÁ a Šárka HOLÁ, 2019. *Závěrečná zpráva: Modelování vlivu zvěře a mysliveckého managementu na prostředí s použitím nových nebo nadstandartních metodik na příkladu modelových oblastí* [online]. In: . Zbraslav-Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., s. 128 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: https://lesycr.cz/wp-content/uploads/2016/03/ZZ_modelovani-vlivu-zvere.pdf

KOŠNÁŘ, Antonín, 2013. *Početnost spárkaté zvěře v západní části Šumavy*. Praha. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.

KUCERA, Thomas E. a Reginald H. BARRETT, 2011. A History of Camera Trapping. O'CONNELL, Allan F., James D. NICHOLS a K. Ullas KARANTH, ed. *Camera Traps in Animal Ecology* [online]. Tokyo: Springer Japan, s. 9-26 [cit. 2021-03-02]. ISBN 978-4-431-99494-7. Dostupné z: doi:10.1007/978-4-431-99495-4_2

KUŠTA, Tomáš, Zdeněk KEKEN, Miloš JEŽEK, Michaela HOLÁ a Petr ŠMÍD, 2017. The effect of traffic intensity and animal activity on probability of ungulate-vehicle collisions in the Czech Republic. *Safety science*. Elsevier, **91**, 105-113. ISSN 0925-7535.

MAREK, Ondřej, 2019. *Vestavná fotopast se záznamem snímků na SD kartu*. Brno. Dostupné také z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=197496.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.

MAYLE, Brenda A., Andrew J. PEACE a Robin M. A. GILL, 1999. *How Many Deer? A Field Guide to Estimating Deer Population Size* [online]. Edinburgh, UK: Forestry Commission Field Book 18 [cit. 2021-04-20]. ISBN 0855384050. Dostupné z: <https://www.forestresearch.gov.uk/documents/6622/FCFB018.pdf>

MERIGGI, Alberto, Francesca SOTTI, Paolo LAMBERTI a Nicola GILIO, 2008. A review of the methods for monitoring roe deer European populations with particular reference to Italy. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*. **19**(2). ISSN 0394-1914. Dostupné z: doi:10.4404/hystrix-19.2-4421

MORELLET, Nicolas, Stéphane CHAMPELY, Jean-Michel GAILLARD, Philippe BALLON a Yves BOSCARDIN, 2001. The browsing index: new tool uses browsing pressure to monitor deer populations: new tool uses browsing pressure to monitor deer populations. *Wildlife Society Bulletin*. JSTOR, 1243-1252. ISSN 0091-7648.

PALENCIA, Pablo, Joaquín VICENTE, Patricia BARROSO, JÁ BARASONA, Ramón C SORIGUER a Pelayo ACEVEDO, 2019. Estimating day range from camera-trap data: the animals' behaviour as a key parameter: the animals' behaviour as a key parameter. *Journal of Zoology*. Wiley Online Library, **309**(3), 182-190. ISSN 0952-8369.

PFEFFER, Sabine E., Robert SPITZER, Andrew M. ALLEN et al., 2018. Pictures or pellets? Comparing camera trapping and dung counts as methods for estimating population densities of ungulates. *Remote Sensing in Ecology and Conservation* [online]. **4**(2), 173-183 [cit. 2021-04-17]. ISSN 20563485. Dostupné z: doi:10.1002/rse2.67

POPOVA, Elitsa D, Atidzhe A AHMED, Peter V GENOV, Musa M HODZHA a Diana P ZLATANOVA, 2019. Estimating Population Density of Roe Deer *Capreolus capreolus* (L.)(Artiodactyla: Cervidae) for Better Management: Comparison of Three Methods:

Cervidae) for Better Management. *ACTA ZOOLOGICA BULGARICA*. INST ZOOLOGY, BAS 1000 SOFIA, 1, TSAR OSVOBODITEL BLVD, SOFIA, 00000, BULGARIA, **71**(4), 531-536. ISSN 0324-0770.

PUTMAN, Rory, Peter WATSON a Jochen LANGBEIN, 2011. Assessing deer densities and impacts at the appropriate level for management: a review of methodologies for use beyond the site scale. *Mammal Review* [online]. **41**(3), 197-219 [cit. 2021-02-17]. ISSN 03051838. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2907.2010.00172.x

RATCLIFFE, P.R, 1987. *The management of red deer in the commercial forests of Scotland related to population dynamics and habitat changes*. London. PhD thesis.

REMEŠ, Jiří, 2009. Přestavby smrkových monokultur v pahorkatinách. In: *Česká lesnická společnost* [online]. Česká zemědělská univerzita v Praze, s. 20 [cit. 2021-04-09]. Dostupné z: http://prosilvabochemica.cz/wp-content/uploads/2017/12/2009_pruvodce_Kostelec.pdf

ROWCLIFFE, J. Marcus, Juliet FIELD, Samuel T. TURVEY a Chris CARBONE, 2008. Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology* [online]. **45**(4), 1228-1236 [cit. 2021-03-08]. ISSN 00218901. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2664.2008.01473.x

ROWCLIFFE, J. Marcus, Roland KAYS, Chris CARBONE a Patrick A. JANSEN, 2013. Clarifying assumptions behind the estimation of animal density from camera trap rates. *The Journal of Wildlife Management* [online]. **77**(5), 876-876 [cit. 2021-03-17]. ISSN 0022541X. Dostupné z: doi:10.1002/jwmg.533

RUSSELL, Gerald S a Daniel J LEVITIN, 1995. An expanded table of probability values for Rao's Spacing Test. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*. Taylor & Francis, **24**(4), 879-888. ISSN 0361-0918.

SEYDACK, AH, 1984. Application of a photo-recording device in the census of larger rain-forest mammals. *South African Journal of Wildlife Research*. Southern African Wildlife Management Association (SAWMA), **14**(1), 10-14. ISSN 2410-7220.

SMART, James CR, Alastair I WARD a Piran CL WHITE, 2004. Monitoring woodland deer populations in the UK: an imprecise science: an imprecise science. *Mammal Review*. Wiley Online Library, **34**(12), 99-114. ISSN 0305-1838.

THOMAS, Len, Stephen T. BUCKLAND, Eric A. REXSTAD et al., 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* [online]. **47**(1), 5-14 [cit. 2021-02-23]. ISSN 00218901. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2664.2009.01737.x

UHÚL, 2001. *Oblastní plán rozvoje lesů pro PLO 10 - Středočeská pahorkatina* [online]. In: . Pobočka: Stará Boleslav: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem [cit. 2021-04-09]. Dostupné z: http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/oprl_oblasti/OPRL-LO10-Stredoceska_pahorkatina.pdf

VALA, Z a M ERNST, 2011. Red deer density in the air-polluted area of forest ecosystems in the Krušné hory Mts.-Kláštevec nad Ohří Forest District. *Journal of Forest Science*. **57**(2), 59-63. ISSN 1805-935X.

WEARN, OR a P GLOVER-KAPFER, 2017. Camera-trapping for conservation: a guide to best-practices: a guide to best-practices. *WWF conservation technology series*. **1**(1), 2019-04.

WELBOURNE, Dustin J, Andrew W CLARIDGE, David J PAULL a Andrew LAMBERT, 2016. How do passive infrared triggered camera traps operate and why does it matter? Breaking down common misconceptions. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. Wiley Online Library, **2**(2), 77-83. ISSN 2056-3485.

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky [online], 2020. Praha: Ministerstvo zemědělství [cit. 2021-03-24]. ISBN 978-80-7434-571-5. Dostupné z: http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/zelenazprava/ZZ_2019.pdf

ŽIŽKA, Martin, 2006. *Stanovení a vyhodnocení kontrolních metod pro řízení myslivosti a mysliveckého hospodaření v České republice*. Praha. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.

Legislativní dokumenty

Česko. Vláda. Zákon č. 449 ze dne 27. listopadu 2001 o myslivosti. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, částka 168. Dostupné také z https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=449/2001&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy

Česko. Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 491 ze dne 13 listopadu 2002 o způsobu stanovení minimálních a normovaných stavů zvěře a o zařazování honiteb nebo jejich částí do jakostních tříd. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2002, částka 171. Dostupné také z https://aplikace.mvcr.cz/sbirkazakonu/SearchResult.aspx?q=491/2002&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy

Webové zdroje

Eco-counter: *Recycled Post* [online], 2019. France [cit. 2021. 4. 17]. Dostupné z: <https://www.eco-counter.com/produits/pyro-range/recycled-post/#>

Kovach Computing Services. *Oriana 4.0* [online] Pentraeth, Isle of Anglesey. Wales: Kovach Computing Services. 2021 [cit. 19. 4. 2021] Dostupné z <https://www.kovcomp.co.uk/oriana/index.html>

Wageningen University. Agouti. [online]. Wageningen: Wageningen University, 2021 [cit. 10. 4. 2021]. Dostupné z <https://www.agouti.eu/>