

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Vyhodnocení metody REM pro určení početnosti zvěře
v terénním experimentu**

Bakalářská práce

Autor: Jan Petr

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

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Petr

Myslivost a péče o životní prostředí zvěře

Název práce

Vyhodnocení metody REM pro určení početnosti zvěře v terénním experimentu

Název anglicky

Evaluation of REM method for animal density estimation in the field experiment

Cíle práce

Cílem práce bude stanovit přesnost metody Random Encounter Model (REM; Rowclif 2008) pro určení odhadu densit zvěře (jelen evropský, jelen sika) v lesním prostředí pomocí řízeného experimentu.

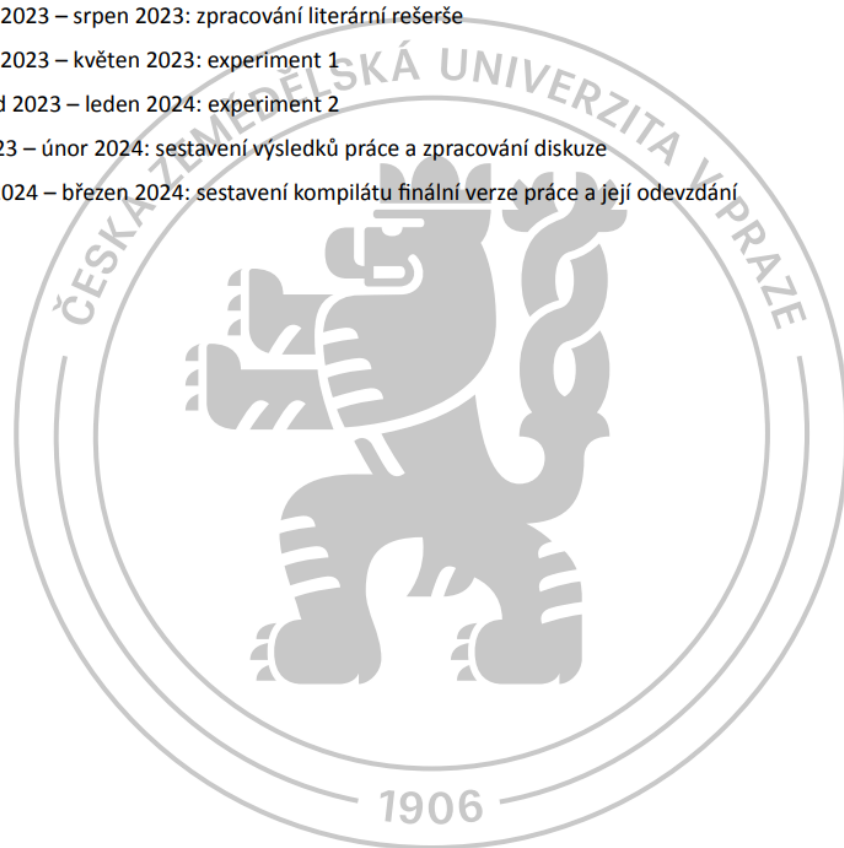
Metodika

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 Hradiště, VLS, s.p.. 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, do 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 alespoň 30 dní. Po uplynutí stanovené doby expozice stáhneme fotopasti z terénu a pořízené snímky uložíme na externím úložišti Agouti.eu. 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 fotopastí. 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. Densitu následně vypočteme podle Rowcliffa et al. (2008), která byla upravená a standardizovaná podle European Observatory of Wildlife (2021).

Experiment bude spočívat ve využití přezimovací obůrky, ve které je uzavřena jelení zvěř po dobu zimního a předjarního období. Experiment bude probíhat ve dvou termínech. V prvním termínu (jaro 2023) budou fotopasti v terénu umístěny min. 2 týdny před otevřením přezimovací obůrky (PO) a následně min. 2 týdny po otevření. To samé bude provedeno v podzimním období před uzavřením PO. Zároveň bude spočítáno, kolik zvěře bylo v obůrce uzavřeno. Poté budou období před a po otevření porovnána, a zjištěno, zda-li počet zvěře zvěře, který z obůrky přibyl/ubyl odpovídá hodnotě density zjištěné pomocí monitoringu z fotopastí.

Harmonogram:

1. březen 2023 – srpen 2023: zpracování literární rešerše
2. březen 2023 – květen 2023: experiment 1
3. listopad 2023 – leden 2024: experiment 2
4. září 2023 – únor 2024: sestavení výsledků práce a zpracování diskuze
5. leden 2024 – březen 2024: sestavení kompilátu finální verze práce a její odevzdání



Doporučený rozsah práce

30-40 stran A4

Klíčová slova

REM; jelen; sika; denzity; přezimovací obůrka

Doporučené zdroje informací

- Dupont, G., Royle, J. A., Nawaz, M. A., & Sutherland, C. (2021). Optimal sampling design for spatial capture–recapture. *Ecology*, 102(3), e03262.
- ENETWILD consortium, Acevedo, P., Apollonio, M., Bevilacqua, C., Blanco-Aguiar, J., Brivio, F., ... & Vicente, J. (2021). A Practical Guidance on Estimation of European wild Ungulate Population Density. A Selection of Reliable Practical Methods for Harmonized Population Monitoring in Europe.
- Gilbert, N. A., Clare, J. D., Stenglein, J. L., & Zuckerberg, B. (2021). Abundance estimation of unmarked animals based on camera-trap data. *Conservation Biology*, 35(1), 88-100.
- Hofmeester, T. R., Cromsigt, J. P., Odden, J., Andrén, H., Kindberg, J., & Linnell, J. D. (2019). Framing pictures: A conceptual framework to identify and correct for biases in detection probability of camera traps enabling multi-species comparison. *Ecology and Evolution*, 9(4), 2320-2336.
- Palencia, P., Rowcliffe, J. M., Vicente, J., & Acevedo, P. (2021). Assessing the camera trap methodologies used to estimate density of unmarked populations. *Journal of Applied Ecology*, 58(8), 1583-1592.
- Rogan, M. S., Balme, G. A., Distiller, G., Pitman, R. T., Broadfield, J., Mann, G. K., ... & O'Riain, M. J. (2019). The influence of movement on the occupancy–density relationship at small spatial scales. *Ecosphere*, 10(8), e02807.
- 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

2023/24 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Miloš Ježek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Elektronicky schváleno dne 24. 5. 2023

doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 7. 2023

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 03. 04. 2024

Čestné prohlášení

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Vyhodnocení metody REM pro určení početnosti zvěře v terénním experimentu* vypracoval samostatně pod vedením Ing. Miloše Ježka, Ph.D. a použil pouze prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

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

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

V Praze dne 05.04.2024

Jan Petr

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Miloši Ježkovi Ph.D. za vřelý přístup a odbornou podporu během zpracovávání bakalářské práce. Díky též patří organizaci Vojenské lesy a statky ČR s.p. za umožnění sběru dat. Velké díky patří i mé rodině, která mi poskytovala podporu během celého studia.

Vyhodnocení metody REM pro určení početnosti zvěře v terénním experimentu

Souhrn

Metoda REM (Random Encounter Model) je jedním z významných nástrojů k určování populační hustoty volně žijících živočichů pomocí fotopastí. V bakalářské práci byla vyhodnocena data získané z vlastního terénního experimentu, který má za účel určit validitu metody REM. Pomocí fotopastí byla sbírána data dle metodiky REM Rowcliffe et. al., (2008) v období 09.04.2023 – 04.06.2023.

Data byla sbírána v okolí přezimovací obůrky (PO) Oleška v Doupovských horách spadající pod lesní správu Vojenských lesů a statků ČR, s.p. (VLS) Klášterec, která se nachází na území vojenského prostoru Hradiště.

Celkem bylo v daném období umístěno 15 fotopastí. Ty byly umístovány kolem PO Oleška do čtverců na sebe přiléhajících 500 m dlouhými hranami. V každém čtverci byl počítačem vygenerován bod pro umístění fotopasti. Generování počítačem bylo zvoleno, aby bylo zachováno co nejvíce náhodné umístění fotopasti v terénu.

Výsledná data byla zpracována v aplikaci Agouti, za účelem zjištění počtu pozorování populací zvěře. Primárně byl sledován: jelen evropský (*Cervus elaphus*), sika japonský (*Cervus nippon*) a daněk evropský (*Dama dama*). Další pozorované druhy byly: muflon evropský (*Ovis musimon*), prase divoké (*Sus scrofa*) a srnec obecný (*Capreolus capreolus*).

Bylo analyzováno pozorování zvěře při otevřené přezimovací obůrce a zavřené. Toto porovnání prokázalo validitu metody, díky znalosti počtu jelení zvěře zavřené v přezimovací obůrce. Bylo zjištěno, že po vypuštění zvěře z PO skutečně dojde o navýšení počtu pozorování jelení zvěře o 171,58 %. Závěrem lze tedy říci, že je metoda REM validní a je tím ověřena přesnost použití v terénu.

Klíčová slova: REM; jelen; sika; density; přezimovací obůrka

Evaluation of REM method for animal density estimation in the field experiment

Summary

The REM (Random Encounter Model) method is one of the essential tools for determining the population density of wild animals using camera traps. In this bachelor's thesis, a field experiment was carried out to determine the validity of the REM method. The data were collected using camera traps, according to the methodology of REM Rowcliffe et al., (2008) in the period 09.04.2023 – 04.06.2023.

The data were collected in the vicinity of the Oleška winter enclosure (WE), which is situated in the Doupovské hory on the territory of the Hradiště military area under the forest administration of the military forests and estates Klášterec.

A total of 15 camera traps were placed in the given period. They were placed in 500m X 500 m squares around WE Oleška, adjacent to each other. In each square, the computer generated a point to place a camera trap. Computer generation was chosen to preserve as much randomness of camera trap placement as possible in the field.

The resulting data were processed in the Agouti application to determine the number of observations of game populations. The following were primarily observed: European red deer (*Cervus elaphus*), Japanese sika (*Cervus nippon*) and European fallow deer (*Dama dama*). Other observed species were European mouflon (*Ovis musimon*), wild boar (*Sus scrofa*) and roe deer (*Capreolus capreolus*).

Observations of animals in the open and closed winter enclosure were analysed. The REM method was validated thanks to the knowledge of the number of game deer closed in the WE being compared to the recording from the open WE. It was found that after the release of the game from the WE, there will be an increase in the number of deer observation records by 171.58%. In conclusion, the REM method is valid, and thus, the accuracy of REM usage in the field is verified.

Keywords: REM; deer; sika; density; winter enclosures

Obsah

1	Seznam obrázků, grafů a tabulek	11
2	Seznam použitých zkratk a symbolů	13
3	Úvod.....	14
4	Cíl práce	15
5	Literární rešerše	16
5.1	Přezimovací obůrky a příkrmování	16
5.1.1	Funkce přezimovacích obůrek a příkrmování	16
5.1.2	Umístění přezimovací obůrky.....	16
5.2	Metody sčítání zvěře	17
5.2.1	Metody přímé.....	17
5.2.2	Metody nepřímé	18
5.3	Sčítání zvěře pomocí fotopastí.....	19
5.3.1	Princip fungování.....	20
5.3.2	Výhody využití	20
5.4	Metoda REM	20
5.4.1	Využitelnost metody REM	21
5.4.2	Přesnost metody REM	22
5.4.3	Příklady využití metody REM	22
6	Metodika	24
6.1	Zájmové území	24
6.1.1	Jednotlivé lokality.....	25
6.2	Fotopastí.....	27
6.3	Umístění fotopastí.....	29
6.4	Získaná data	29
6.5	Analýza dat v aplikaci Agouti	30
7	Výsledky	31
7.1	Jelen evropský (<i>Cervus elaphus</i>)	31
7.2	Sika japonský (<i>Cervus nippon</i>).....	34
7.3	Daněk skvrnitý (<i>Dama dama</i>).....	36
7.4	Muflon evropský (<i>Ovis musimon</i>)	38
7.5	Prase divoké (<i>Sus scrofa</i>)	40
7.6	Srnec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>)	42
7.7	Ostatní druhy zvěře.....	44
8	Diskuze	45

9	Závěr	47
10	Literatura.....	48

1 Seznam obrázků, grafů a tabulek

Obrázek 1: Zobrazení zájmového území v mapě.....	24
Obrázek 2: Detail umístění GPS bodů v mapě se zobrazenými čtverci 500x500 m	25
Obrázek 3: Fotopast Bushnell-Core Glow 24MP No Glow.	28
Obrázek 4: Pozorovaná kočka divoká (<i>Felis silvestris</i>).....	44
Obrázek 5: Znázorněná území, které využívaly laně po opuštění PO v letech 2013-2016 (Ježek & Kušta, 2016).....	46
Obrázek 6: Znázornění území které využívaly jeleni po opuštění PO v letech 2013-2016 (Ježek & Kušta, 2016).....	46
Graf 1: Porovnání pozorování jelen evropský	31
Graf 2: Průběh pozorování v čase cervus elaphus x cervus nippon. Vložená osa odděluje období před a po otevření PO	32
Graf 3: Dupočítaný trend pozorování u jelena evropského před a po otevření PO	33
Graf 4: Aktivita jelena evropského v čase	33
Graf 5: Porovnání pozorování sika japonský	34
Graf 6: Dupočítaný trend pozorování u siky japonského za období před a po otevření PO	35
Graf 7: Aktivita siky japonského v čase	35
Graf 8: Porovnání pozorování daněk evropský	36
Graf 9: Trend přírůstu pozorování daňka evropského před a po otevření PO	37
Graf 10: Aktivita daňka evropského v čase	37
Graf 11: Porovnání pozorování muflon evropský	38
Graf 12: Trend přírůstu pozorování muflona evropského před a po otevření PO	39
Graf 13: Aktivita muflona evropského v čase	39
Graf 14: Porovnání pozorování prase divoké	40
Graf 15: Průběh trendu pozorování u prasete divokého před a po otevření PO	41
Graf 16: Denní aktivita prasete divokého v čase	41
Graf 17: Porovnání pozorování srnec obecný.....	42
Graf 18: Průběh trendu pozorování u srnce obecného před a po otevření PO.....	43
Graf 19: Denní aktivita srnce obecného v čase.....	43
Tabulka 1: GPS body umístění fotopastí.	25
Tabulka 2: Funkčnost fotopastí v terénu (šedá značí funkční dobu)	29

Tabulka 3: Počet pozorování jelen evropský před a po otevření PO	31
Tabulka 4: Počet pozorování siky japonského před a po otevření PO	34
Tabulka 5: Počet pozorování daňka evropského před a po otevření PO	36
Tabulka 6: Počet pozorování muflona evropského před a po otevření PO	38
Tabulka 7: Počet pozorování prasete divokého před a po uzavření PO	40
Tabulka 8: Počet pozorování srnce obecného před a po otevření PO	42
Tabulka 9: Ostatní druhy zvěře za celé období.....	44
Tabulka 10: Znázornění velikosti využívaného území u laní ve variantách MCP 50%.75% a 95% (Ježek & Kušta, 2016)	46
Tabulka 11: Znázornění velikosti využívaného území u jelenů ve variantách MCP 50%, 75% a 95% (Ježek & Kušta, 2016)	46

2 Seznam použitých zkratek a symbolů

AČR	Armáda České republiky
AI	Artificial intelligence
CT-DS	Distance sampling with camera traps
ČR	Česká republika
DCS	The Deer Commision for Scotland
DNA	deoxyribonucleic acid
GPS	Global Positioning System
GSM	Groupe Spécial Mobile
INBO	Research Institute for Nature and Forest
PIR	pasivní infračervené čidlo
REM	random encounter model
REST	random encounter model and staying time
SCR	spatially explicit capture-recapture
VLS	Vojenské lesy a statky ČR, s.p.

3 Úvod

V současnosti narůstá potřeba zjišťování početnosti volně žijící zvěře pro provádění jejího cílevědomého a udržitelného managementu. Toto nám v neinvazivní podobě umožňuje metoda REM (Rowcliffe et al., 2008), která umožňuje celkově přesné a spolehlivé zjištění odhadu hustoty populací pomocí fotopastí. Tato metoda přímo koreluje s technologickým pokrokem lidstva. U metody REM dochází též k kontinuálnímu vývoji, zejména ve způsobu kalibrace pozorování a její aplikací v praxi (ENETWILD-Consortium et al., 2022).

Veškeré metody přímé a nepřímé měly spoustu nevýhod v podobě rozporuplné přesnosti, nadměrného rušení pozorovaných druhů zvěře, případně velké náročnosti z pohledu proveditelnosti a lidských zdrojů, avšak též odpovídají technologickým možnostem minulosti (Mayle et al., 1999). Navíc se ke všemu přidává častá nesevdomitost mysliveckých hospodářů a myslivců celkově, kteří na management se zvěří nahlízejí značně zjednodušeně a někdy popírají jasné skutečnosti v podobě škod na zemědělských a lesních pozemcích, které se i přes vyšší odstřel spárkaté zvěře nedaří snižovat. (Riedl et al., 2023)

Tato práce má za účel aplikování metody REM v terénním experimentu, který by měl ověřit její validitu. V daném experimentu bylo využito PO k ověření dané hypotézy a dělá tento experiment jedinečným. Metoda REM je zvolena zejména proto, že je moderní a inovativní metodou v oblasti sčítání zvěře a pozorování zvěře celkově.

4 Cíl práce

Cílem práce bude stanovit přesnost metody Random Encounter Model (REM; Rowcliffe et al., 2008) pro určení odhadu densit zvířete (jelen evropský, jelen sika, daněk skvrnitý) v lesním prostředí pomocí řízeného experimentu.

5 Literární řešerše

5.1 Přezimovací obůrky a příkrmování

Příkrmování zvěře v zimním období je běžnou praxí v Evropě a v některých částech Severní Ameriky. Obvykle je příkrmování spojeno s vysokou hustotou zvěře, kdy se zejména snažíme o zvýšení kondice zvěře a tím chceme zvýšit šance přežití v zimním období, kdy je nedostatek potravy (R. J. Putman & Staines, 2004).

5.1.1 Funkce přezimovacích obůrek a příkrmování

Hlavním cílem zimního příkrmování v přezimovacích obůrkách je prevence a snižování škod způsobených na životním prostředí zejména na hospodářských lesích. Též se skrze přezimovací obůrky snažíme o udržení stavů zvěře v únosných počtech. Avšak výsledná funkce ke snížení škod se nedá přímo potvrdit, protože v některých případech nedošlo ke kýženému výsledku. V některých případech zase došlo k výraznému zlepšení dopadu zvěře na les (R. J. Putman & Staines, 2004). Ve Slovinsku je významné příkrmování jelena evropského snahou pro snížení škod na lesních porostech. Místní výzkumy prokázaly, že potravu jelení zvěře tvořila z 30 % potrava z krmných míst a také došlo ke zmenšení domovského okrsku sledovaného druhu. V případě příkrmování se musí počítat s intenzivním stažením zvěře ke krmnému místu, takže je třeba v blízkosti do 500 m od krmného místa počítat s 5 – 10krát vyšší intenzitou zvěře. Tím v tomto okruhu může docházet ke zvýšeným škodám zvěří (Apollonio et al., 2010). V Rakousku je povoleno příkrmování jelení zvěře v případě, že zima nedovoluje příjem potravy s přihlédnutím na přirozené prostředí (Reimoser, 2010).

V Krkonošském národním parku byly budovány přezimovací obůrky od roku 1971 a díky nim byl eliminován vznik škod v zimním období. Škody zde byly soustředěny do letního období (Schwarz et al., 1992). Bylo také prokázáno, že v přezimovací obůrce s vysokou zimní koncentrací jelení zvěře dochází k poškozování všech dřevin přesahující 40 % (Čermák & Grundmann, 2014).

5.1.2 Umístění přezimovací obůrky

Přezimovací obůrky jsou rozmisťovány v horských polohách a to proto, aby zachytily na počátku zimního období zvěř migrující z horských poloh do nižších (Schwarz et al., 1992).

5.2 Metody sčítání zvěře

V dřívějších dobách bylo sčítání zvěře jen a pouze pro lov, nikoli pro jakýkoli management se zvěří. Z mysliveckého managementu se jedná hlavně o myslivecké plánování (plány lovu). Toto plánování je nutné pro udržování vhodné početnosti zvěře jak vůči ekosystému tak i vzhledem k populační rovnováze. Druh biotopu ve kterém zvěř pozorujeme je též významným faktorem (Mayle et al., 1999).

Základním rozdělením metod pro sčítání zvěře jsou metody přímé a nepřímé. Tyto metody mají své klady a zápory, které je třeba brát na zřetel. Každá tato metoda by měla zejména plnit přesnost, proveditelnost a účinnost (R. Putman et al., 2011).

5.2.1 Metody přímé

Přímá metoda se zaměřuje na přímé pozorování zvěře a to bez rozdílu zda se jedná o jednotlivce či skupinu. Tato metoda závisí na denní a sezónní aktivitě jednotlivých druhů zvěře a lze s ní pozorovat sociální strukturu sledované populace zvěře (Autores, 2022). Je spousta možností jak zvěř pozorovat přímo. Technologicky nejvyspělejší a nejnovější je pozorování pomocí termovizních kamer a fotopastí (metoda REM). Zejména díky fotopastem lze sledovat pozorovanou zvěř během celého dne a za každého ročního období. S touto metodou můžeme též získat mimo početnost i informace o pohlavní struktuře zvěře. Záleží též ve spoustě případech na habitatu, ve kterém se zvěř pohybuje. I na velkých volných plochách může dojít k nepřesnostem v počtech, věku a pohlaví. To je způsobeno buď tím, že je zvěř v krytu nebo se pohybuje a přesouvá při sčítání. Co největší přesnosti lze dosáhnout tehdy, pokud pozorování neprobíhá za nepříznivého počasí a za špatné viditelnosti (Mayle et al., 1999).

Pozorování jednotlivců je vhodné zejména v menších oblastech, kdy v průběhu času bude zaznamenáván každý jedinec až nebudou k pozorování žádní noví jedinci. Početnosti se mění hlavně natalitou zvěře a případně migracemi. Problémem se ale zdá rozeznávání jednotlivých jedinců v případě jelenovitých, pokud nejsou označeni. Pozorování se tedy musí provádět po dlouhou dobu se zaznamenáváním jednotlivých individuálních rysů. V lesnatých oblastech je toto pozorování obtížně proveditelné, z důvodu omezeného rozhledu. Proto je nutné, aby byl dostatečný počet pozorování. Například v případě deseti jelenů alespoň padesát jednotlivých pozorování. V případě označování se jedná o nákladnou metodu, která se využívá zpravidla jen k výzkumu. (Mayle et al., 1999).

Technika otevřených kopců je přímou metodou využívanou ve Skotsku, organizací The Deer Commissions for Scotland (DCS) pro zjišťování stavů jelení zvěře, zejména jelena

evropského a siky japonského. Zvěř je při této metodě pozorována ve 49 samostatných oblastech, na které je Skotsko rozděleno. Tyto bloky jsou rozděleny přirozenými (řeky, jezera) a umělými (silnice, železnice) překážkami, aby byla minimalizována migrace zvěře mezi sousedními bloky. U této metody je doporučeno sledování počtu v jednom pozorovateli, aby se minimalizovala šance počítat jeden kus dvakrát a je možné využití pouze v otevřeném kopcovitém terénu (Autores, 2022).

Sčítání naháňkou nebo lovem je jedním z přímých způsobů sčítání zvěře. Při vyhánění zvěře pomocí velkého množství honců, dojde k vyhánění zvěře z porostu a umožní to její pozorování. Jedná se o metodu vhodnou hlavně v lesních celcích, které poskytují zvěři dostatek krytu. Další možnou metodou je sčítání při individuálním lovu. Hlavní výhodou sčítání při individuálním lovu je dostatek času na prohlédnutí zvěře, protože je v klidu. Tyto metody ale nejsou dostatečně přesné a je vhodné je kombinovat s přesnějšími metodami (ENETWILD-consortium et al., 2019).

Letecké sčítání pomocí dronů je moderní metodou, která je pro pozorování zvěře vhodná díky velikosti dronu a jeho určité autonomii. Tato metoda kombinuje pořizování kamerových záznamů a fotografických snímků a lze díky této metodě pokrýt poměrně velké sledované území v krátkém časovém intervalu. (Pavlíček et al., 2018).

Sčítání zvěře pomocí termovizí umožňuje pozorování zvěře v nevhodných podmínkách jako je nízká viditelnost nebo absolutní tma. Problematické v případě této metody jsou husté remízy a terénní nerovnosti. Termovize funguje na základě pasivní detekce tepelného záření, které vyzařuje každý živý tvor. Jedná se o hojně využívanou metodu, která je ale využívána hlavně při pozemním pozorování (Pavlíček et al., 2018).

5.2.2 Metody nepřímé

Nepřímé metody se zakládají na pozorování pobytových znaků a zvěř není pozorována přímo (Autores, 2022). Užívají se zejména tehdy, kdy není možné využít metody přímé. Ty není možné použít příliš efektivně v případě, jestliže má zvěř dostatek krytu. Tímto způsobem může dojít k podhodnocení sledování až čtyřikrát. Nepřímé metody jsou například počítání ochozů zvěře a počítání hromádek trusu. Metody jsou vhodné k určení průměrné úrovně množství zvěře v prostředí. Je vhodné kombinovat metody nepřímé a přímé (Mayle et al., 1999).

Metoda počtu ochozů je metodou užívanou hlavně při sněhové pokrývce, kdy jdou nejlépe vidět stopní dráhy zvěře. Jde o relativní odhad početnosti zvěře na základě počtu vstupujících a odchozích drah. U této metody se předpokládá pohyb zvěře stejným místem v po

sobě jdoucích dnech. Ale tento předpoklad nemůže být pravdivý. Metoda je vhodná hlavně k určení indexu početnosti zvěře. Lze ji taky využít na písčítých a jílovitých půdách díky zanechávání zřetelných otisků stop zvěře (Mayle et al., 1999).

Další metodou je určování početnosti zvěře pomocí hromádek trusu. Tato nepřímá metoda je nejvíce zřejmá pro určení početnosti zvěře. Lze ji použít ve všech možných habitatech a je s ní možné určit index početnosti a početnost zvěře s pomocí přepočtu (Mayle et al., 1999). Pro co největší přesnost a srovnatelnost je doporučeno vypočítat místní míru defekace a míru perzistence trusu pro danou populaci během sezóny a pro rok, kdy se má provést zjišťování početnosti (Autores, 2022).

Nepřímé metody jsou celkově výhodné vzhledem k malé náročnosti na provedení a nepotřebnosti nákladného vybavení, avšak nelze s nimi rozeznat věkovou a sociální strukturu zvěře. Výsledky také nemusí nutně odpovídat skutečnosti a je vhodné je kombinovat s přímou metodou (Mayle et al., 1999).

Nejvíce sofistikovanou a nejpřesnější z nepřímých metod je odběr vzorků DNA (deoxyribonucleic acid). Vzorky je vhodné odebírat zejména v zimním období. Odebírají se vzorky trusu nebo srsti zvěře. Na odběr srsti zvěře se instalují speciální léčky, které ale nefungují vždy správně. U této metody se pomocí rozboru DNA ze vzorku pozná každý jednotlivý jedinec populace. Nevýhodou této metody je velká finanční i časová náročnost analýzy jednotlivých vzorků a potřeba kompetentních osob pro sběr vzorků. To má za následek, že tato metoda není standardně využívána (Autores, 2022).

5.3 Sčítání zvěře pomocí fotopastí

V posledních desetiletích došlo ke zdokonalení fotopastí, což zapříčinilo revoluci v monitorování biodiverzity. Zřídka byly fotopasti použity k modelování početnosti populací divoké zvěře, protože není možné s jistotou určit, zda se jedná v případě neoznačené zvěře o daného jedince. (Gilbert et al., 2021).

Získání spolehlivých pozorování je klíčové pro studium ekologie živočichů. Dříve se výzkumníci spoléhali na přímá pozorování a pozorování pobytočných znaků. Fotopasti nacházejí využití hlavně při pozorování suchozemských savců a to především těch divoce žijících, které je problematické sledovat (Hofmeester et al., 2019).

Odhady hustoty populace volně žijících živočichů jsou nezbytné pro jejich řízení, ochranu, lov a chov. Bylo popsáno několik metod odhadu hustoty populací, při kterých nejsou

jednotlivci rozpoznatelní (neoznačené populace). Je několik metod založených na odhadu hustoty neoznačených populací pomocí fotopastí a to metoda REM (Random Encounter Model), metoda REST (Random Encounter and Staying Time) a metoda CT-DS (Distance sampling with camera traps) (Palencia et al., 2021).

Další možnou metodou využitou v jižní Africe je prostorové zachycení a zpětné zachycení (SCR), které bylo v letech 2013 – 2018 využito pro pozorování druhu leoparda (*panthera pardus*), který je široce rozšířený a skrytě žijící (Rogan et al., 2019).

5.3.1 Princip fungování

Fotopasti fungují na principu pasivního infračerveného detektoru, který reaguje na objekty teplejší či chladnější než pozadí ve své detekční zóně a na základě toho vytvoří fotografii, popřípadě videozáznam. Pro správnou detekci cíle se musí fotopast umístit tak, aby se pozorovaný objekt pohyboval vůči detektoru napříč a nikoli směrem k nebo od kamery kvůli detekčním zónám. Doporučuje se nastavit co nejkratší odezvu fotopasti pro co nejrychlejší pořízení fotografie. Po setmění si fotopasti osvětlují sledovaný objekt pomocí infračerveného záření, které je pro zvěř obtížně viditelné. Fotopasti vytváří ve dne fotografie barevně a v noci s pomocí přisvícení infračerveným světlem monochromaticky. Samotné umístění kamery závisí na použité metodě. Výkon fotopasti je citlivý na výšku a úhel, pod kterou jsou namontovány. Maximální detekce je u fotopastí umístěných těsně ve výšce ramen mířících vodorovně. Pro korektní fungování je vhodné upravení vegetace v detekční zóně, aby nemohlo docházet k falešné trigonometrické detekci způsobené pohybem vegetace při poryvu větru (Apps & McNutt, 2018).

5.3.2 Výhody využití

Velkou výhodou použití fotopastí je možnost opětovně využít velké množství získaných údajů a dat (Hofmeester et al., 2019).

5.4 Metoda REM

Jednou z významných a potřebných činností v mysliveckém managementu je odhad density u volně žijící zvěře. V současnosti došlo u odborné veřejnosti v rámci ČR k většímu zájmu o ekosystém jako takový a dopady na něj. Tudíž je čím dál více probíraným tématem množství škod na lese a zemědělských plochách, které jsou často neúnosné. Dle zákona existuje povinnost vypracovávat plány lovu, které vycházejí z odhadu density populací, ale faktický

dopad volně žijící zvěře na ekosystém je mnohem komplexnější a přímo nesouvisí s jejím množstvím.

Rowcliff vytvořil model REM (*Random Encounter Model*) přeloženo: *model náhodného setkání*. V případě této metody není potřeba znát jednotlivé individuální znaky u sledovaných živočichů. REM metoda díky množství pozorování zvěře fotopastí odhaduje densitu populací sledovaných druhů zvěře. U metody REM máme dvě hlavní biologické proměnné: velikost skupiny zvěře a denní doba spolu se schopnostmi infračerveného senzoru PIR přímo ovlivňuje rozsah pozorování s densitou. Tato metoda byla zkoušena Rowcliffem v řízeném experimentu, kde byly díky obůrce známé velikosti populací se zastoupením 4 druhů: mara stepní (*Dolichotis patagonum*), muntžak malý (*Muntiacus reevesii*), klokan rudokrký (*Macropus rufogriseus*) a srnčík čínský (*Hydropotes inermis*). Přesný odhad density byl pozorován ve třech případech ze čtyř. U mara stepní vyšlo chybně k vyhodnocení nižší density než byla skutečnost. K této odchylce došlo díky zaujatému umístění fotopastí vůči místům se zvýšeným výskytem. U metody REM musí být hlavně dodrženo náhodné umístění v terénu, pak lze dosáhnout přesných a nezkreslených výsledků (Rowcliffe et al., 2008).

Metoda REM předpokládá dle Foster a Harmsen, že se zvěř pohybuje zcela náhodně a nezávisle na sobě. Též je tu předpoklad, že jsou kamery umístěny náhodně. Hlavním předpokladem správného umístění je vyrovnanost vůči místům, kterým se zvěř vyhýbá (cesty, atd.), a které vyhledává (ochozy, vnadiště, atd.). Mělo by se jednat o reprezentativní vzorek pro studovanou oblast. V praxi to znamená, aby při metodě REM nebyla zvěř lákána vnazením (zvýšila by se uměle hodnota počtu setkání) nebo aby nedocházelo k obcházení fotopastí ze strachu (snížila by se uměle hodnota počtu setkání). Fotopasti nesmí být umístěny pouze na místech s předpokladem vysokého výskytu zvěře (ochozy, vnadiště, atd.) (Foster & Harmsen, 2012).

Metodě REM vyhovuje náhodné umístění fotopastí včetně stratifikování náhodných plánů (Kays et al., 2011), nebo systematické umístění fotopastí v pravidelných intervalech d hustoty volně žijících živočichů.

5.4.1 Využitelnost metody REM

Metoda REM vyžaduje pro odhad hustoty volně žijících živočichů údaj o poloze zvířete vůči fotopasti. Tím je stanovena i detekční vzdálenost a lze zjišťovat i rychlost pohybu sledovaného živočicha. To vše lze odhadnou pomocí počítačového programu, který je schopen mapovat obraz z fotopastí díky kalibraci v reálném světě vůči fotopasti (ENETWILD-Consortium et al., 2022).

Metoda REM pro korektní fungování vyžaduje reprezentativní odběr vzorků. To znamená, že se musí zajistit nezaujaté umístění fotopastí vzhledem k pohybu zvířat. To je nejlépe dosažitelné tehdy, když je rozmístění fotopastí vytvořeno na počítači, který nám dané body náhodně vygeneruje. Tyto body by se měly ideálně nacházet v systematické mřížce s pevně danými rozestupy napříč zkoumanou oblastí (ENETWILD-Consortium et al., 2022).

5.4.2 Přesnost metody REM

Simulované výsledky prokázaly, že je důležité získat přiměřený počet sledování z přiměřeného počtu umístění. Je to zásadní pro úspěch techniky REM. Zjistilo se, že pro jasné dané množství umístěných kamer se přesnost rapidně zvyšuje až do dvaceti umístění, poté se zvyšuje mnohem pomaleji. Pokud jsou kamery umístěny po variabilní dobu je přesnost méně citlivá na množství pořízených snímků. Přesnost se zvyšuje do pouze 10 – 20 sledování a poté se mění jen málo. Při vysokém rozptylu sledování se přesnost rychle zvyšuje až do dvaceti umístění kamer a poté pomaleji, to značí, že při pevně stanoveném času umístění kamer by se měly často přesouvat, aby došlo k maximalizaci počtu umístění. Když je však rozptyl v počtu odchytů velmi nízký, tak je přesnost necitlivá k počtu sledování (Rowcliffe et al., 2008).

Souhrnně lze říci, že by mělo být splněno rozmístění minimálně dvaceti kamer. Ideálně 40 kamer, když je počet sledování vysoce variabilní. Kamery by měly být umístěny po dobu potřebné k získání minimálně deseti sledování a v optimálním případě přes dvacet sledování (Rowcliffe et al., 2008).

5.4.3 Příklady využití metody REM

V roce 2018 od 01.08. – 28.08. byla metoda REM využita na severozápadě Washingtonu v USA k určení početnosti jelence černoocasého (*Odocoileus hemionus columbianus*). Ve výzkumu bylo náhodně vygenerováno přes 100 bodů umístění pomocí ArcGIS 10.6, kdy se následně do 100 metrů od těchto bodů umístila fotopast s přihlédnutím k pobytovým znakům zvěře jako ochozy, hromádky trusu a další. Celkem se umístilo 26 funkčních fotopastí s expozicí v terénu po dobu 28 dní. Následná data byla zpracována ručně pomocí Timelapse2 Image Analyzer a REM analýzy byly provedeny v programu R v3.6.0. Výsledkem bylo 6,37 laní/km² (95% CI = 2.70, 11.00), kdy se průměrná ušlá vzdálenost odhadovala podle telemetrie laní z roku 2014 - 2016 na 709 m/den. V případě jelenů nebyl znám údaj o denním pohybu, který může být zásadně odlišný od pohybu laní, takže je nutné tyto výsledky brát s rezervou. Hustota populace jelenů vyšla 11,65 jelenů/km² (95% CI = 3.76,

22.19). Tyto výsledky přímo korelují s odhady hustoty jelence černoocasého uváděných u pevninských a velkých ostrovních populací v regionu (Nickerson & Parks, 2019).

V roce 2018 od května do listopadu byla metoda REM využita v okolí vesnice Shirakawa, prefektura Gifu v Japonsku k určení početnosti medvěda ušatého (*Ursus thibetanus*). Celkem bylo ve zkoumané oblasti nainstalováno 24 fotopastí. Body umístění byly vygenerovány skrze program QGIS 2.18.12. Průměrná ušlá vzdálenost byla vypočítána pomocí telemetrie sedmi medvědů z roku 2008 – 2018. V případě ušlé vzdálenosti muselo být též využito interpolace z důvodu zkreslení dat v období hibernace. Výsledkem bylo 0,55 medvědů/km² a doporučení k expozici více jak 30 – 40 fotopastí v období od konce srpna kdy je ukončena hibernace a je takto uzavřená populace lépe pozorovatelná (Miura et al., 2022).

V roce 2010 v době sucha a v roce 2011 v době dešťů byla využita metoda REM pro zjištění početnosti samic lva pustinného (*Panthera leo*) v národním parku Serengeti v Tanzánii. Celkem bylo umístěno 167 funkčních fotopastí s expozicí 2 x 3 měsíce v období sucha 1 x 3 měsíce v období dešťů a byly umístěny náhodně s přihlédnutím na pohyb zvěře. Průměrná ušlá vzdálenost byla převzata ze 4 denního přímého sledování pohybu lvů z roku 1984 – 1987. Ve všech modelových možnostech metoda REM nadhodnocovala densitu. Došlo se k závěru, že expozice fotopastí v období a na stanovišti, kdy je pohyb zvěře více pravděpodobně náhodný s ohledem na densitu může pomoci snížit zkreslení odhadu density. Zásadní je též přesné měření průměrné rychlosti sledovaného druhu a přesné určení detekční zóny fotopasti (Cusack et al., 2015).

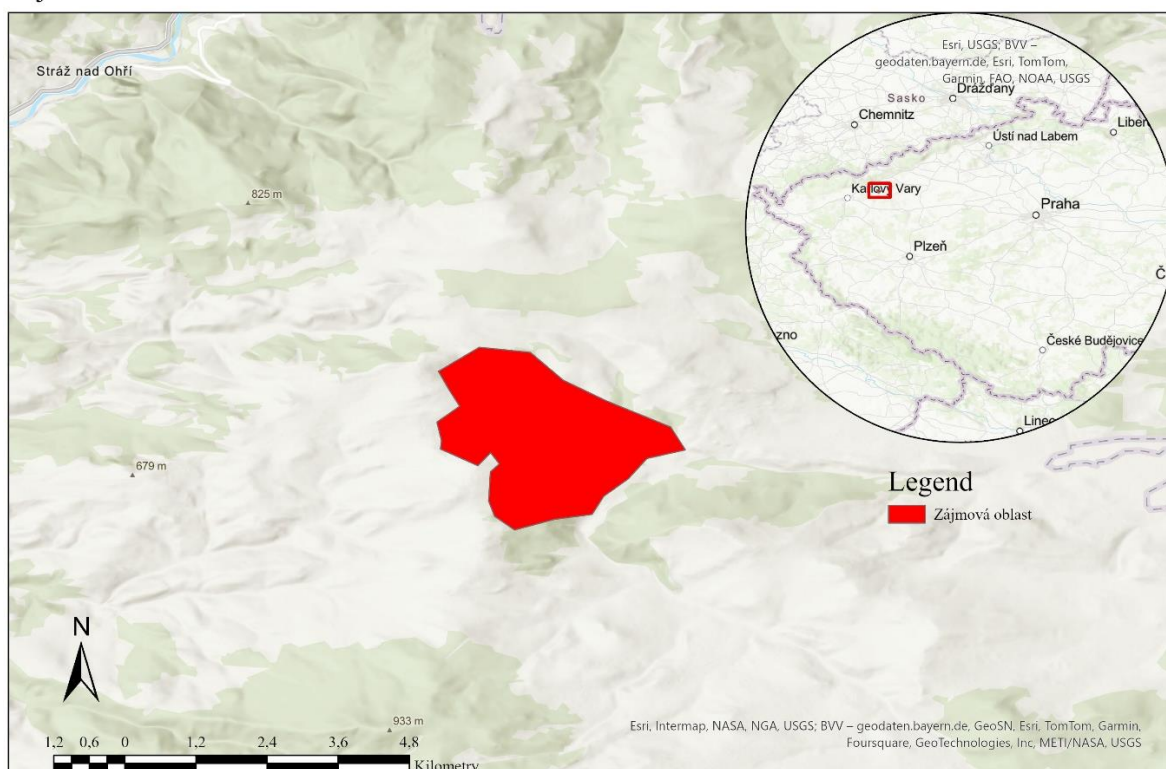
V roce 2013 mezi dubnem a červnem probíhal výzkum na celkem 57 lokalitách v italských Apeninách k určení density prasete divokého pro porovnání s dalšími použitými metodami. Celkem bylo použito 15 fotopastí a každá lokalita byla sledována po dobu 2 týdnů. veškeré lokality byly vybrány náhodně s odstupem fotopastí alespoň 500 metrů, aby se minimalizovalo riziko prostorové korelace. Průměrná ušlá vzdálenost byla získána pomocí GPS dat získaných od devíti sledovaných jedinců, u kterých byl výsledný průměrný denní rozsah přeškálován pomocí korekčního faktoru torzovitosti. Určení početnosti pomocí REM se pohybovalo podle umístění mezi 3.73+-3.80 a 18.42+-18.36 jedinců/km². Tyto údaje byly poté usměrňovány pomocí směrodatné odchylky a delta metody. V tomto výzkumu byla metoda REM porovnána s přímým sčítáním naháňkou a zpětným propočtem z ulovených jedinců v období 2013/2014. Metoda REM se jeví jako nejslibnější ve zjišťování density divokých prasat z pohledu toho, že má nejširší potenciál pro zlepšení z porovnávaných metod, avšak budou muset být vynaloženy další prostředky pro zlepšení rozpoznávání věkových tříd a tím zlepšit výsledky při odhadu density u prasete divokého (Guerrasio et al., 2022).

6 Metodika

6.1 Zájmové území

Veškerý výzkum probíhal na území Doupovských hor ve vojenském prostoru, který spadá do gesce ministerstva obrany-Správu Vojenských lesů a statků ČR, s.p. (VLS) a polesí Klášterec nad Ohří. Zájmové území je znázorněno na obrázku č. 1.

Vyhodnocení metody REM pro určení početnosti zvěře v terénním experimentu
Zájmová oblast



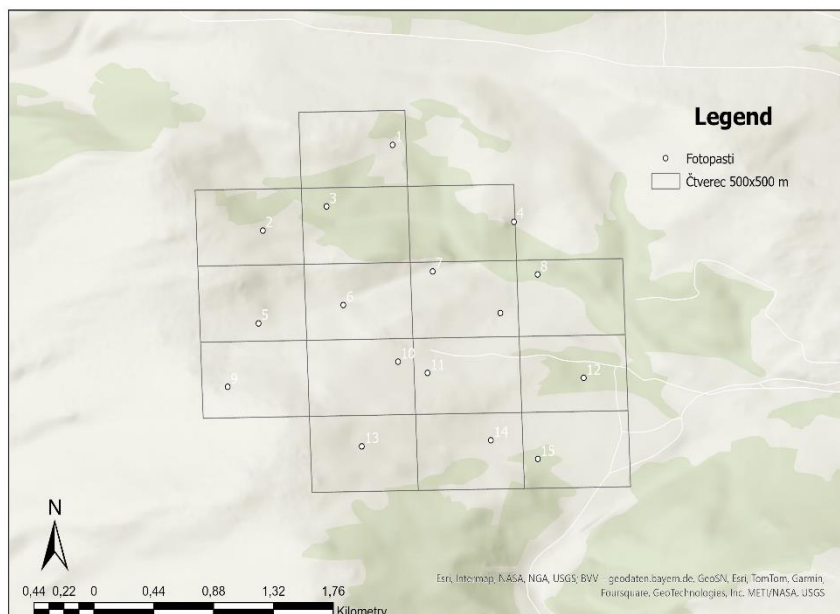
Obrázek 1: Zobrazení zájmového území v mapě

6.1.1 Jednotlivé lokality

Lokality byly náhodně vygenerovány pomocí programu ArcGIS Pro (www.esri.com). Byly stanoveny čtverce o straně 500 m a v nich náhodně vygenerované body. Komplex čtvercové sítě nám tedy pokrýval 375 ha. Náhodné umístění je podstatné v rámci metody REM (Rowcliffe et al., 2008).

Vygenerované body v tabulce č. 1 s grafickým umístěním na obrázku č. 2:

id	ycoord	xcoord
1	50,29573	13,11949
2	50,29066	13,11091
3	50,29208	13,11513
4	50,29118	13,1275
5	50,28518	13,11062
6	50,28625	13,11624
7	50,28824	13,12213
8	50,28806	13,12906
9	50,28141	13,1086
10	50,2829	13,11984
11	50,28224	13,12179
12	50,28195	13,1321
13	50,2779	13,11745
14	50,27826	13,12598
15	50,27715	13,12907



Tabulka 1: GPS body umístění fotopastí. Obrázek 2: Detail umístění GPS bodů v mapě se zobrazenými čtverci 500x500 m

Lokalita 1 je situována 1 km na sever od PO Oleška. Fotopast je zde umístěna ve vyšším javorovém porostu s výhledem na trniny. Celkově zde bylo získáno 299 pozorování. Porucha SD karty v termínu.

Lokalita 2 je situována 500 m na severozápad od PO. Fotopast je zde umístěna přímo v trninách. Celkově zde bylo získáno 284 pozorování.

Lokalita 3 je situována 500 m na sever od PO. Fotopast je zde umístěna ve vyšším smíšeném porostu. Celkově zde bylo získáno 105 pozorování.

Lokalita 4 je situována 500 m na severovýchod od PO. Fotopast je zde umístěna ve vysokém porostu javoru. Celkově zde bylo získáno 99 pozorování. Bohužel zde byla evidována porucha a data jsou získána k 08.05.2023. Tato fotopast byla vyřazena ze zpracování statistických dat.

Lokalita 5 je situována 500 m na západ od PO. Fotopast je zde umístěna v blízkosti prameniště potoka. Bylo zde získáno 22 pozorování k datu 15.04.2023. Tato fotopast byla ukradena. Vyřazena ze zpracování statistických dat.

Lokalita 6 je situována 250 m na západ od PO. Fotopast je zde umístěna v blízkosti potoka. Bylo zde získáno 12 pozorování k datu 15.04.2023. Tato fotopast byla ukradena. Vyřazena ze zpracování statistických dat.

Lokalita 7 je situována 250 m na sever od PO. Fotopast je zde umístěna v blízkosti potoka. Bylo zde získáno 232 pozorování.

Lokalita 8 je situována 250 m na severovýchod od PO. Fotopast je zde umístěna v luhu. Bylo zde získáno 254 pozorování.

Lokalita 9 je situována 750 m na západ od PO. Fotopast je zde umístěna poblíž vrcholu kopce Huseň. Bylo zde získáno 131 pozorování.

Lokalita 10 je situována 250 m na jihozápad od PO. Fotopast je zde umístěna poblíž obůrky. Bylo zde získáno 203 pozorování.

Lokalita 11 je situována 250 m na jih od PO. Fotopast je umístěna v porostu poblíž obůrky. Bylo zde získáno 114 pozorování.

Lokalita 12 je situována 750 m na východ od PO. Fotopast je umístěna poblíž potoka. Bylo zde získáno 310 pozorování.

Lokalita 13 je situována 500 m na jih od PO. Fotopast je umístěna poblíž prameniště potoka. Bylo zde získáno 510 pozorování.

Lokalita 14 je situována 500 m na jih od PO. Fotopast je umístěna v luhu poblíž potoka. Bylo zde získáno 333 pozorování.

Lokalita 15 je situována 750 m na jihovýchod od PO. Fotopast je umístěna v luhu poblíž potoka. Bylo zde získáno 169 pozorování.

Veškeré zvolené lokality musely projít mírnou korekcí a to tehdy, když byl bod GPS vygenerován do neprostupného terénu nebo trnin ve kterých by nebyl zaručen výhled fotopasti. Vše bylo splněno v souladu s (ENETWILD-Consortium et al., 2022).

6.2 Fotopasti

Fotopasti jsou digitální samostatně fungující zařízení určené k zaznamenávání fotografií při zaznamenání pohybu. Hlavní součásti fotopasti jsou kamera pro pořizování snímků a spouštěcí mechanismus pro aktivaci fotografování nebo natáčení videa. Jako spouštěcí mechanismus je téměř u všech fotopastí používáno infračervené čidlo PIR, které reaguje na změny teploty na pozadí sledovaného prostoru. PIR čidlo obtížněji detekuje menší druhy zvířat, kdežto větší druhy detekuje na větší vzdálenost. PIR čidlo je též náchylné na vysoké teploty, kdy nemusí fungovat korektně, protože může dojít k minimálnímu rozdílu teploty pozadí a sledovaného zvířete. Nefunkční se může čidlo stát taktéž při vlastním přehřátí na přímém slunci. Ideální je použití fotopastí v chladnějším podnebí. Pro focení v noci jsou fotopasti ještě vybaveny infračervenými LED diodami s vlnovou délkou 850 nm nebo 940 nm. Ty jsou pro zvěř nepostřehnutelné a v případě snímání vytvoří záblesk, který osvětlí vzniklou fotografii (Apps & McNutt, 2018).

Napájení fotopasti nejčastěji zajišťují lithiové baterie, popřípadě akumulátorové boxy. Vhodné je zejména použití nabíjecích baterií, jak z důvodu ekologického tak finančního.

Fotopasti mohou obsahovat a podporovat též GSM modul, díky kterému můžeme získat fotografie a videa na dálku, např.: skrze mobilní zařízení nebo mail. Takže lze tyto data získat bez nutnosti fyzické návštěvy fotopasti. Fotopasti bez tohoto modulu je nutné fyzicky navštívit a stáhnout data přímo z SD karty. Fotopasti nemusí sloužit nutně jen k monitoringu volně žijících živočichů, ale i k ochraně majetku.

Některé fotopasti mohou být opatřeny ještě GPS lokátorem, který udává v daném časovém intervalu umístění dané fotopasti. To je vhodné v oblastech kde již došlo ke krádežím těchto zařízení.



Obrázek 3: Fotopast Bushnell-Core Glow 24MP No Glow.

Data byla získávána pomocí fotopastí z obrázku č. 3: Bushnell-Core 24MP No Glow.

Fotopast zobrazena na obrázku č. 3 byla zvolena pro sběr dat hlavně díky nízkému intervalu focení, kdy je schopna každou jednu sekundu pořídit fotografii a díky svému neviditelnému přísvitu. Nastavení fotopasti bylo následující: Rozlišení fotografie 8Mpx, interval focení 1s, sledování 24h, Samostatné snímání bez zachycení pohybu nastaveno na 00:00 a 12:00. Použité byly nabíjecí baterie ReCyko a SD karty o velikosti 16GB a 32GB.

Fotopasti byly umístěny 09.04.2023 a 10.04.2023 a následující víkend byla provedena kontrola funkčnosti. Průběžně byla stahována data. V průběhu výzkumu byla ukradena fotopast č. 5 a č. 6. U fotopasti č. 1 došlo k poruše SD karty v termínu 05.05.2023 – 07.05.2023 a u č. 4 od 08.05.2023. Fotopasti byly staženy z terénu v termínu 04.06.2023.

Experiment 2 plánovaný na období listopad 2023 – leden 2024 se bohužel nemohl uskutečnit, protože Újezdni úřad odmítl vydat povolení ke vstupu na území vojenského prostoru Hradiště.

6.3 Umístění fotopastí

Fotopasti byly umístěny v terénu co nejbližší k vygenerovaným GPS bodům z aplikace ArcGIS Pro. Přímo na tyto body nebylo možné umístění kvůli neprostupné vegetaci, popřípadě neschůdnému terénu, tak došlo k mírným odchylkám v umístění. Bylo potřeba aby fotopast měla dostatečný výhled v zóně detekce bez nadměrné vegetace. Fotopast samotná byla umístěna na pevný bod (kmen stromu) ve výšce kolem 140 cm. Následně se přešlo k aktivaci fotopasti a kontrole její funkčnosti a případnému nastavení informací jako je datum a čas ve fotopasti. Funkčnost fotopastí za celé sledované období lze vidět v tabulce č. 2.

ID	09.04.2023	16.04.2023	23.04.2023	30.04.2023	07.05.2023	14.05.2023	21.05.2023	28.05.2023	04.06.2023
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

Tabulka 2: Funkčnost fotopastí v terénu (šedá značí funkční dobu)

6.4 Získaná data

Získaná data byla ukládána na SD kartu připojené do fotopasti o velikosti 16 a 32 GB. Data byla průběžně sbírána a zároveň se sběrem dat docházelo ke kontrole funkčnosti fotopastí. Po získání dat z terénu byla data následně nahrána do online aplikace [Agouti](#), která je iniciativou univerzity ve Wageningenu a výzkumného institutu pro přírodu a les (INBO).

Aby se předešlo ztrátě dat z důvodu přeplnění úložiště popřípadě jiné poruchy, tak bylo nutné fotopasti v terénu pravidelně kontrolovat. V našem případě byla limitujícím faktorem přítomnost a cvičení Armády České republiky (AČR), kdy nebylo z důvodu bezpečnosti vydáno povolení ke vstup do vojenského prostoru.

6.5 Analýza dat v aplikaci Agouti

Veškeré snímky získané z fotopastí byly sesbírány a nahrány do [Agouti](#). Jako první bylo nutné definovat v řádku *locations* umístění v terénu pomocí bodů GPS, kdy se vybralo pojmenování, zeměpisná šířka a délka. Poté bylo nutné definovat *deployments*, kdy se ručně propárovaly body z *locations*, nastavilo se časové pásmo a ke každé fotopasti se nahrály získané fotografie. Fotografie byly nejdříve zpracovány skrze *annotate by AI* pomocí umělé inteligence (AI), bylo třeba zvláště definovat model pro AI (Europe v5). To vydefinovalo začátek a konec sběru dat a automaticky rozpoznalo druhy na sledovaných snímcích, případně prázdné snímky. Po tomto úkonu bylo zkontrolovat ručně *annotate*. Prázdně snímky se označovaly *blank*. Tyto snímky byly způsobeny hlavně pohybem vegetace nebo se jednalo kontrolní snímky. Při záznamu obsluhy fotopasti byl záběr označen jako *Setup/Pickup*. V případě, že byla na snímku zaznamenána zvěř, ale nebylo možné ji bezpečně rozpoznat je snímek označen *Unknown*. V případě, že byl na snímku sledovaný druh zvěře volíme možnost *Add observation - animal*, kdy se zapsal latinský název zvěře, množství, popřípadě stáří a pohlaví. Veškeré snímky byly označeny po kontrole možností *Validated*. To bylo nutné zejména proto, že AI anotace není úplně dokonalá a obzvláště v případě siky japonského (*Cervus nippon*) docházelo ke špatné anotaci v případě kolouchů na srnce obecného (*Capreolus capreolus*) a u laní na daňka evropského (*Dama dama*).

Po těchto anotacích pomocí tlačítka *export data* aplikace Agouti vygeneruje datový soubor .csv, který byl následně nahrán do aplikace MS Excel (www.microsoft.com) k dalšímu zpracování statistických dat a grafů. Statistické analýzy byly provedeny v programu Statistica (www.statsoft.de).

7 Výsledky

Celkem bylo získáno v období od 09.04.2023 – 04.06.2023 25 884 fotografií a z toho 3077 pozorování. Celková velikost získaných dat byla 83,6 GB. Veškerá sesbíraná data v daném období z okolí PO Oleška jsou statisticky shrnuty níže. Veškeré výsledky jsou řazeny podle pozorovaného druhu zvěře.

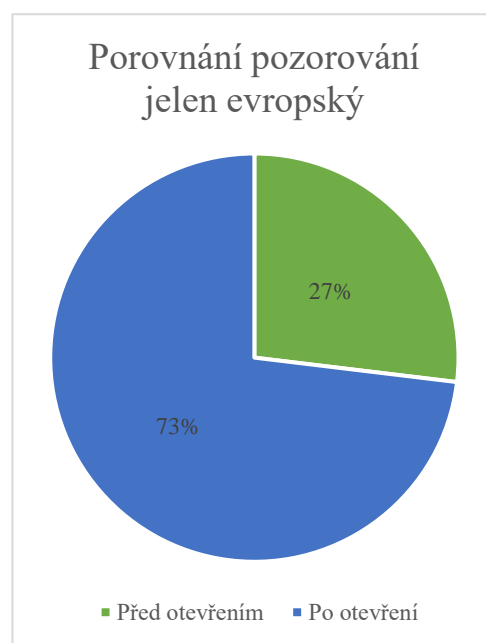
7.1 Jelen evropský (*Cervus elaphus*)

Bylo vyhodnoceno pozorování jelena evropského v období před a po zavření PO.

Získané data z tabulky č. 3 nám po vyhodnocení značí, že po otevření PO došlo k navýšení sledování jelena evropského o 171,58 %. V tomto případě se jedná o vyhodnocení z redukovaných dat v rámci stejného časového rozpětí a to 17 dní před a 17 dní po otevření PO. Procentuální porovnání záchytů z celkového počtu za redukované období lze sledovat v grafu č. 1.

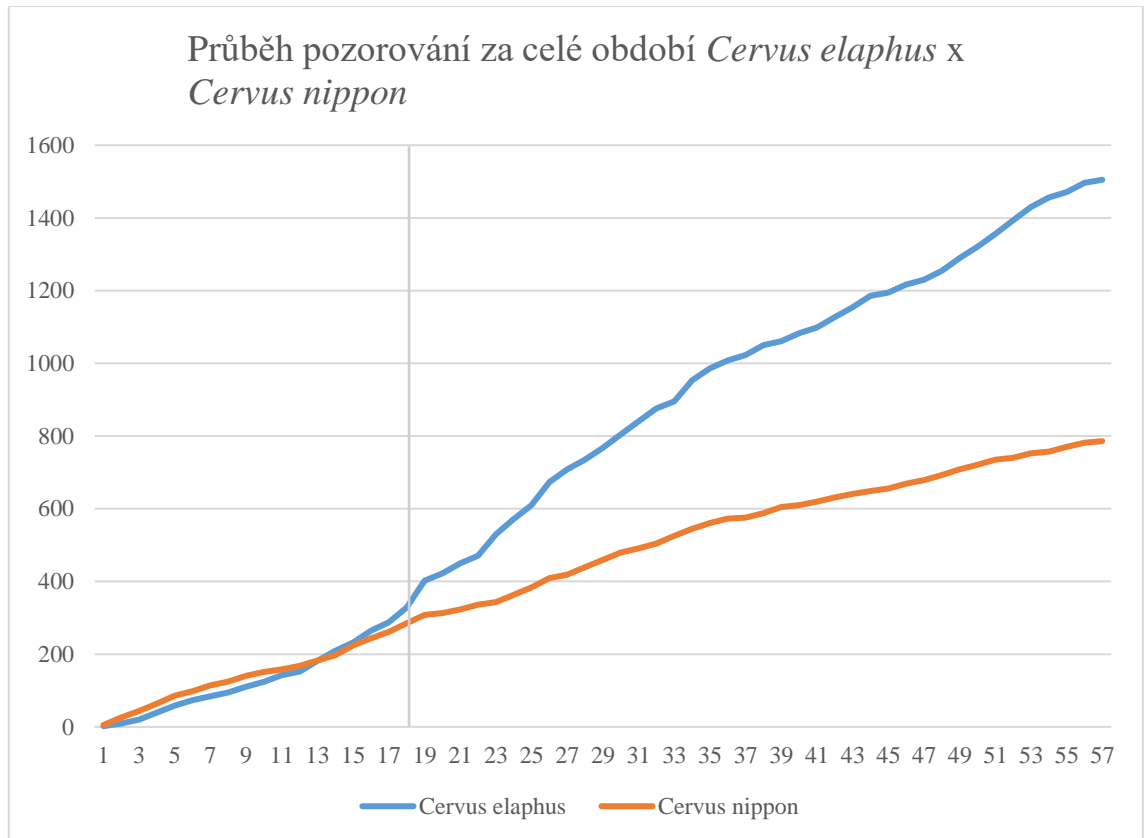
Počet pozorování jelen evropský (<i>Cervus elaphus</i>) za stejné období.			
Lokalita	Před otevřením	Po otevření	Nárůst %
1	32	46	43,75%
2	19	54	184,21%
3	3	9	200,00%
4	10	27	170,00%
5	0	0	0,00%
6	0	0	0,00%
7	14	42	300,00%
8	24	48	200,00%
9	13	17	30,77%
10	13	43	230,80%
11	9	39	433,30%
12	23	50	117,40%
13	60	174	190,00%
14	50	180	260,00%
15	8	26	225,00%
Celkem:	278	755	171,58%

Tabulka 3: Počet pozorování jelen evropský před a po otevření PO



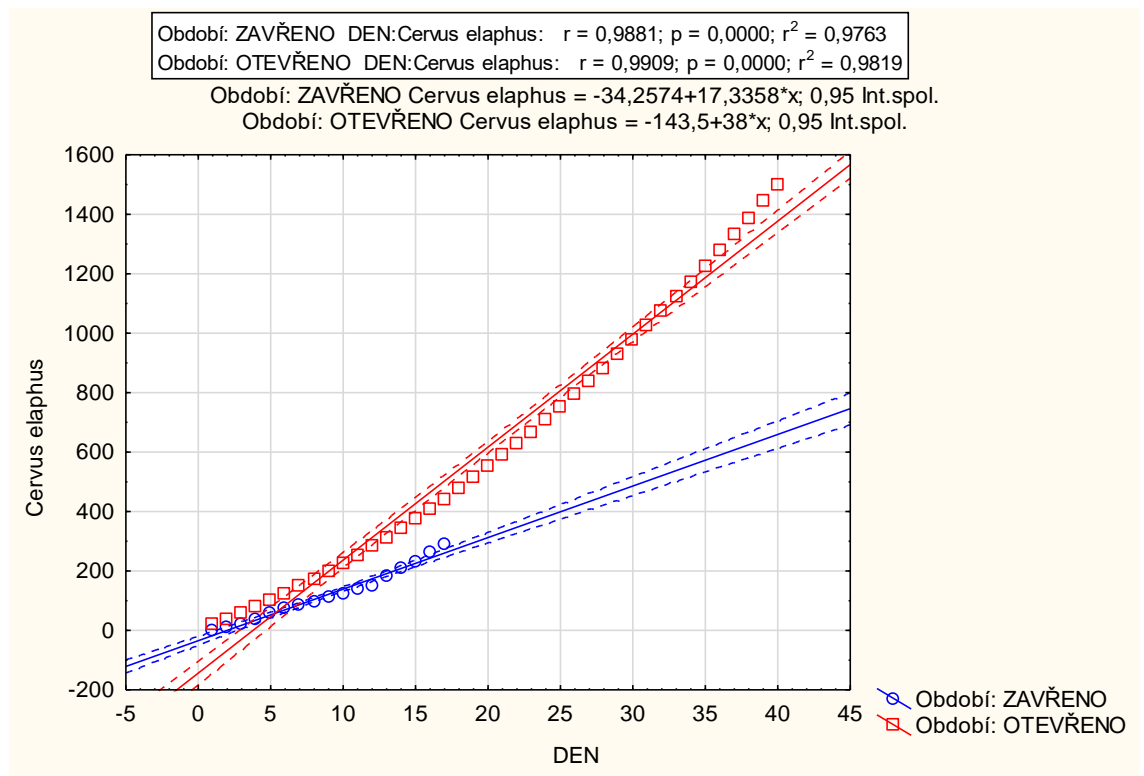
Graf 1: Porovnání pozorování jelen evropský

Na spojnicovém grafu č. 2 je znázorněn nárůst trendu v případě počtu pozorování u jelena evropského od 18 dne expozice fotopastí (vyznačeno osou), to znamená po otevření PO. Pro porovnání byl do grafu vložen průběh trendu u siky japonského, který byl v rámci celého období oproti jelenu evropskému stabilní.



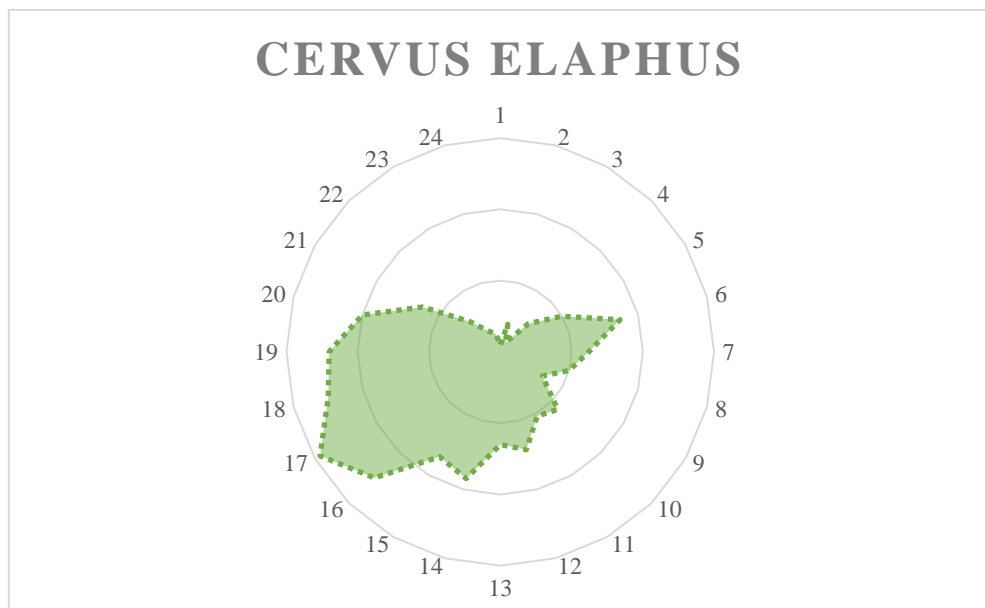
Graf 2: Průběh pozorování v čase *cervus elaphus* x *cervus nippon*. Vložená osa odděluje období před a po otevření PO

V programu Statistica byla analyzována statistická významnost spolu s průběhem trendu dopočítaným za celé období před a po otevření PO. Statistická významnost je díky hodnotám $r=0,9881$ a $r=0,9909$ potvrzena. To lze vidět v grafu č. 3.



Graf 3: Dopočítaný trend pozorování u jelena evropského před a po otevření PO

V rámci výzkumu byla vyhodnocena denní aktivita jelena evropského znázorněná na grafu č. 4. Nejvyšší aktivita byla zaznamenána mezi 16:00 – 20:00.



Graf 4: Aktivita jelena evropského v čase

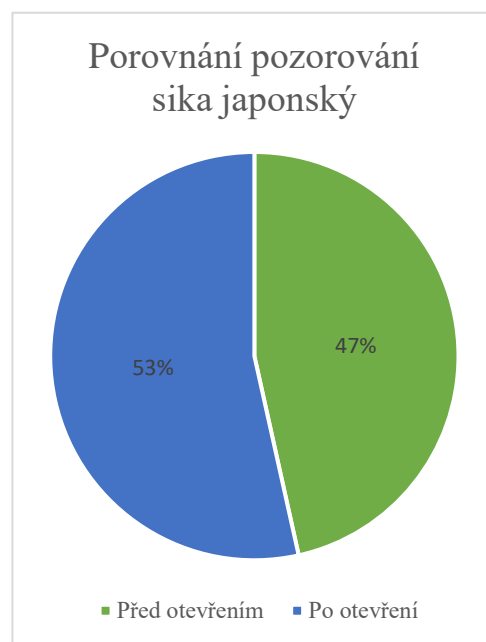
7.2 Sika japonský (*Cervus nippon*)

Bylo vyhodnoceno pozorování siky japonského v období před a po zavření PO.

Získaná data z tabulky č. 4 po vyhodnocení značí, že po otevření PO došlo k navýšení sledování siky japonského o 14,98 %. Jedná se o vyhodnocení dat ve stejném časovém rozpětí: 17 dní před a po uzavření PO. Procentuální rozdíl pozorování znázorňuje graf č. 5.

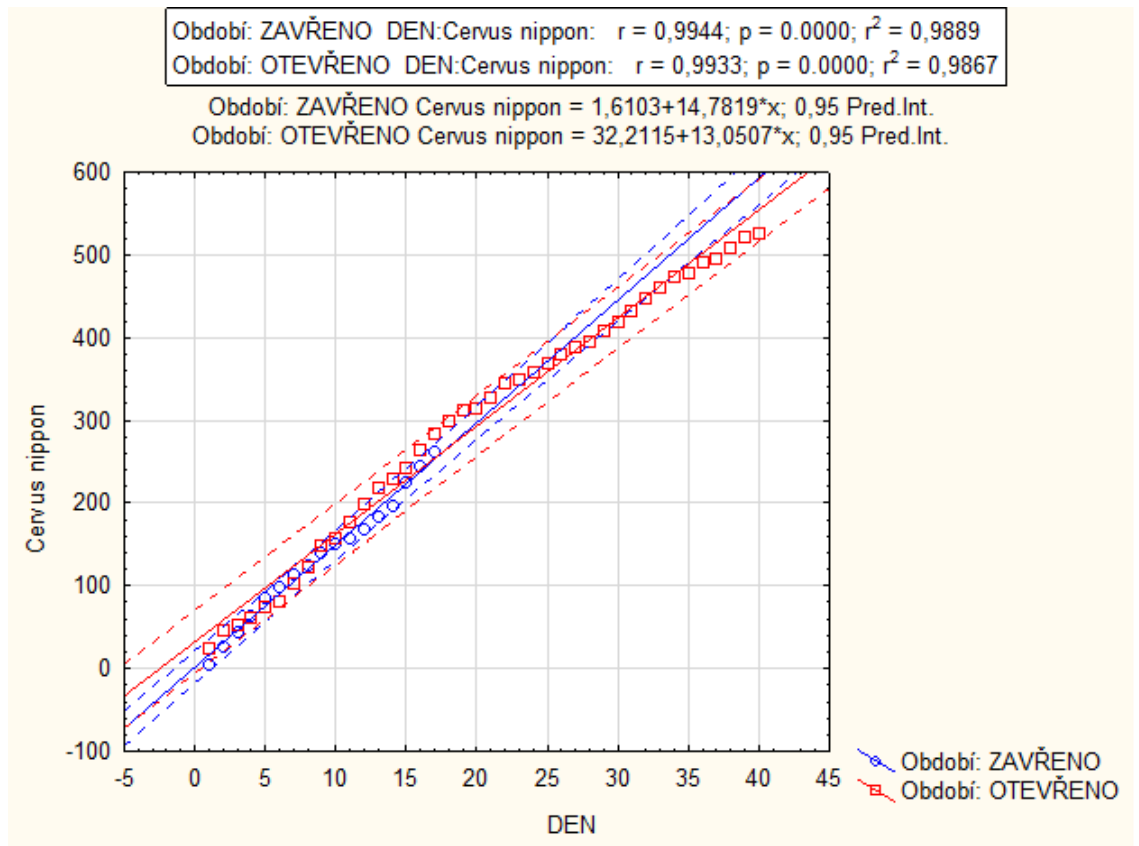
Počet pozorování sika japonský (<i>Cervus nippon</i>) za stejné období.			
Lokalita	Před otevřením	Po otevření	Nárůst %
1	26	23	-11,53%
2	10	18	80,00%
3	1	3	200,00%
4	14	17	21,44%
5	0	0	0,00%
6	0	0	0,00%
7	17	24	41,18%
8	28	50	78,58%
9	7	11	57,20%
10	12	20	66,70%
11	15	11	-26,60%
12	28	32	14,29%
13	56	27	-51,78%
14	21	25	19,05%
15	12	23	91,70%
Celkem:	247	284	14,98%

Tabulka 4: Počet pozorování siky japonského před a po otevření PO



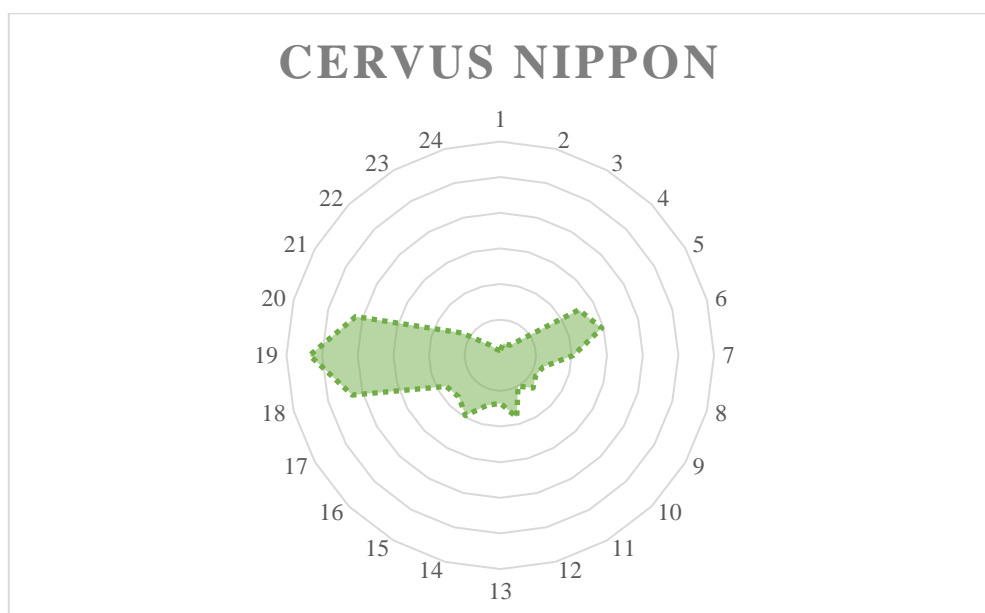
Graf 5: Porovnání pozorování sika japonský

V programu Statistica byla analyzovaná statistická významnost s průběhem trendu za celé období před a po otevření PO, kdy je s hodnotami $r=0,9944$ a $r=0,9933$ potvrzena statistická významnost. Tento fakt je zřejmý z grafu č. 6.



Graf 6: Dopočítaný trend pozorování u siky japonského za období před a po otevření PO

Došlo též k vyhodnocení denní aktivity siky japonského za celé období v grafu č. 7. Nejvyšší aktivita byla zaznamenána v čase 18:00 – 20:00 a 5:00 – 6:00.



Graf 7: Aktivita siky japonského v čase

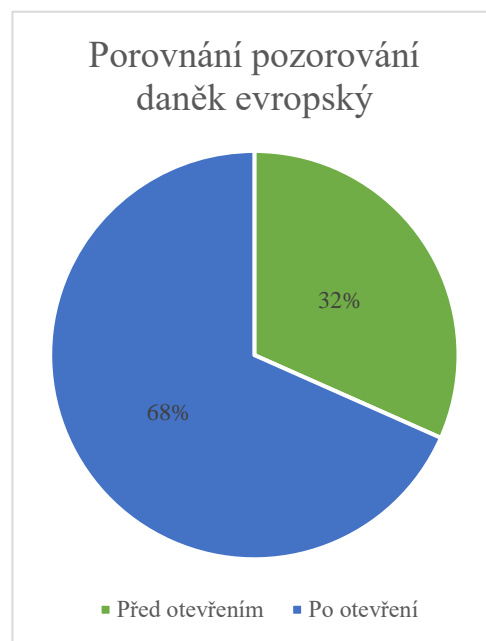
7.3 Daněk skvrnitý (*Dama dama*)

V období bylo vyhodnoceno navštívování fotopastí daněkem evropským v období před a po zavření PO.

Získané data z tabulky č. 5 po vyhodnocení značí, že po otevření PO došlo k navýšení pozorování daněka evropského o 116 %. Bylo použito stejné časové rozpětí 17 dní před a po otevření PO. Procentuální rozdíl pozorování lze vidět v grafu č. 8.

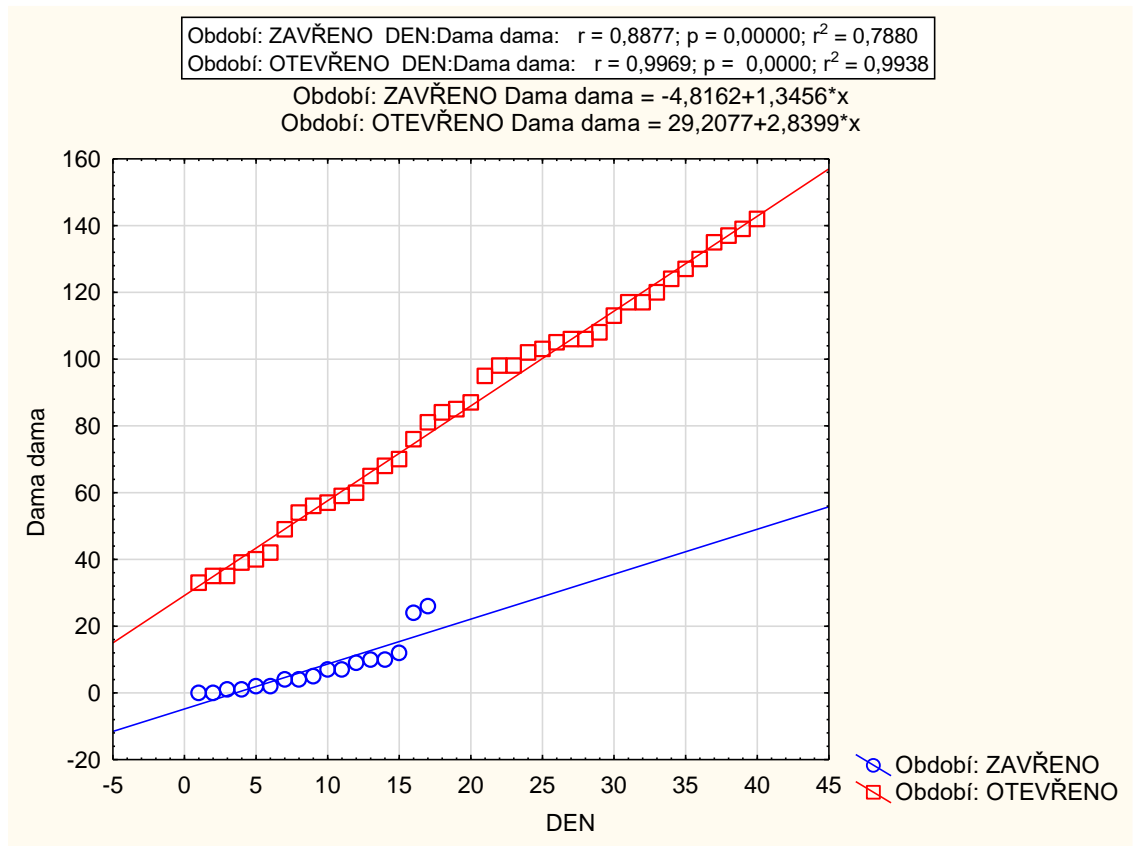
Počet pozorování daněk evropský (<i>Dama dama</i>) za stejné období.			
Lokalita	Před otevřením	Po otevření	Nárůst %
1	14	4	-71,40%
2	1	9	800,00%
3	0	1	100,00%
4	2	1	-50,00%
5	0	0	0,00%
6	0	0	0,00%
7	0	9	100,00%
8	0	0	0,00%
9	0	1	100,00%
10	1	5	400,00%
11	1	2	100,00%
12	2	6	200,00%
13	1	7	600,00%
14	2	9	350,00%
15	1	0	-100,00%
Celkem:	25	54	116,00%

Tabulka 5: Počet pozorování daněka evropského před a po otevření PO



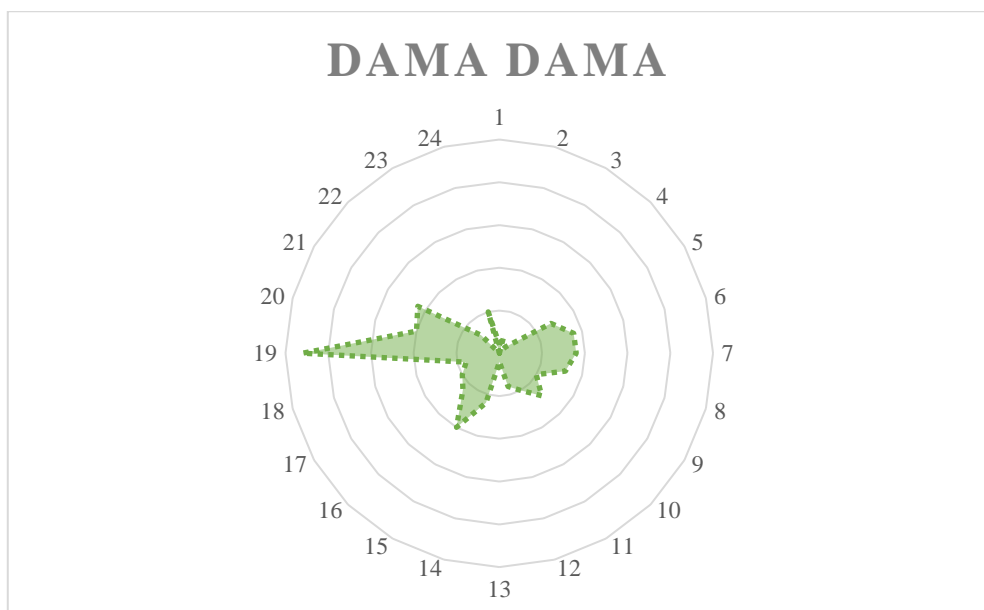
Graf 8: Porovnání pozorování daněk evropský

V programu Statistica byla analyzována statistická významnost s průběhem trendu za celé období před a po otevření PO, kdy je s hodnotami $r=0,8877$ před otevřením a $r=0,9969$ po otevření potvrzena statistická významnost pouze u dat po otevření. Je to zřejmé z grafu č. 9.



Graf 9: Trend přírůstu pozorování daňka evropského před a po otevření PO

Z grafu č. 10 je zřejmé, že daněk evropský byl aktivní nejvíce mezi 19:00 – 20:00 a dále mezi 5:00-7:00.



Graf 10: Aktivita daňka evropského v čase

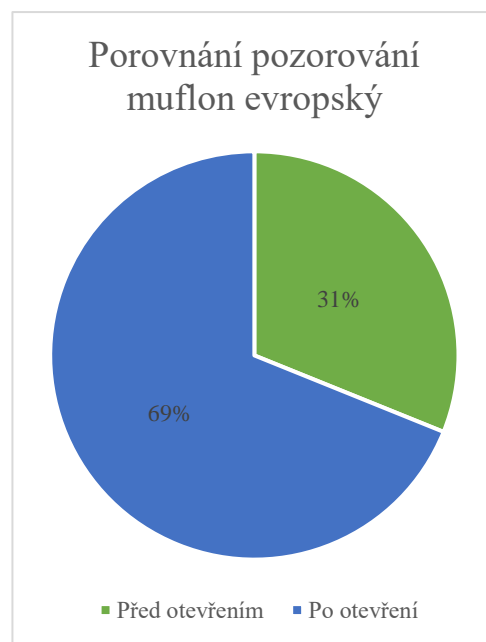
7.4 Muflon evropský (*Ovis musimon*)

V daném období bylo vyhodnoceno pozorování muflona evropského v terénu.

Získaná data z tabulky č. 6 nám po vyhodnocení značí, že po otevření PO došlo za stejného časového rozpětí k nárůstu pozorování muflona evropského o 121,43 %. Procentuální rozdíl pozorování lze vidět v grafu č. 11.

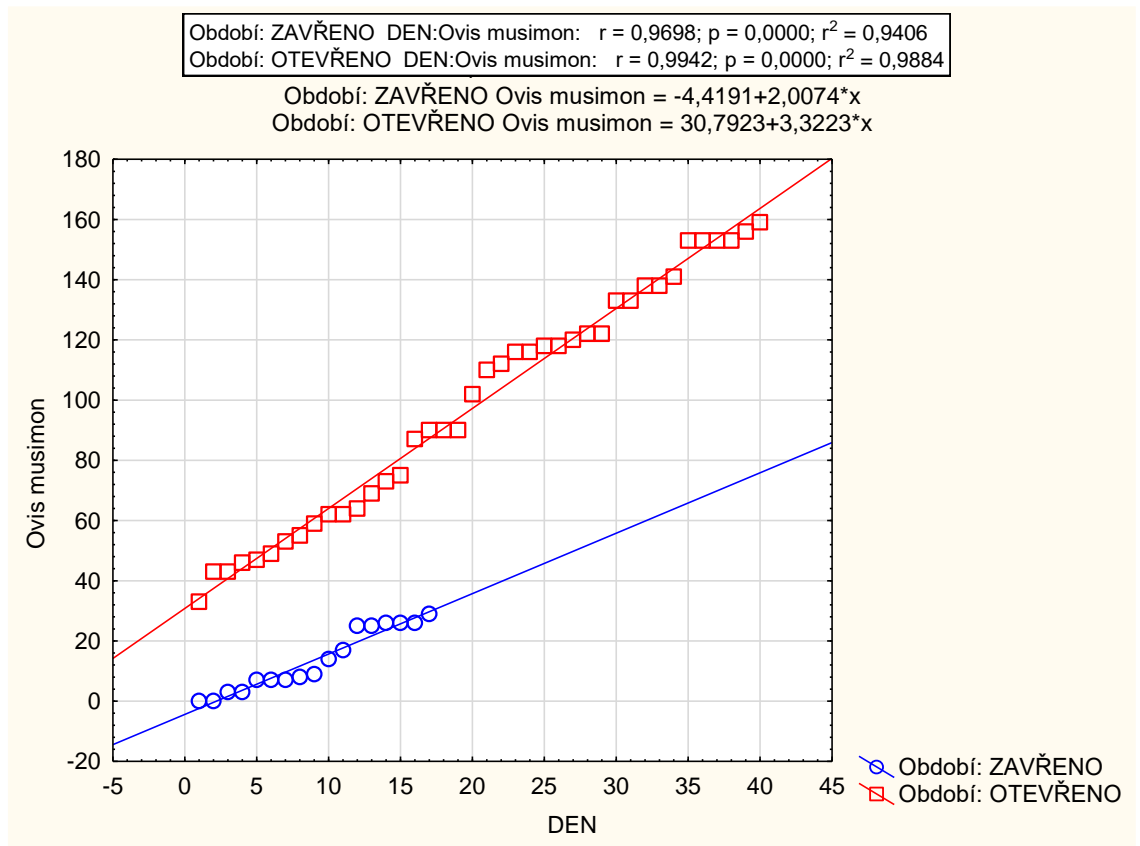
Počet pozorování muflon evropský (<i>Ovis musimon</i>) za stejné období.			
Lokalita	Před otevřením	Po otevření	Nárůst %
1	3	28	833,00%
2	1	6	500,00%
3	2	4	100,00%
4	1	9	800,00%
5	0	0	0,00%
6	0	0	0,00%
7	5	4	-20,00%
8	0	0	0,00%
9	0	0	0,00%
10	4	2	-50,00%
11	3	3	0,00%
12	0	0	0,00%
13	4	4	0,00%
14	3	2	33,00%
15	2	0	-100,00%
Celkem:	28	62	121,43%

Tabulka 6: Počet pozorování muflona evropského před a po otevření PO



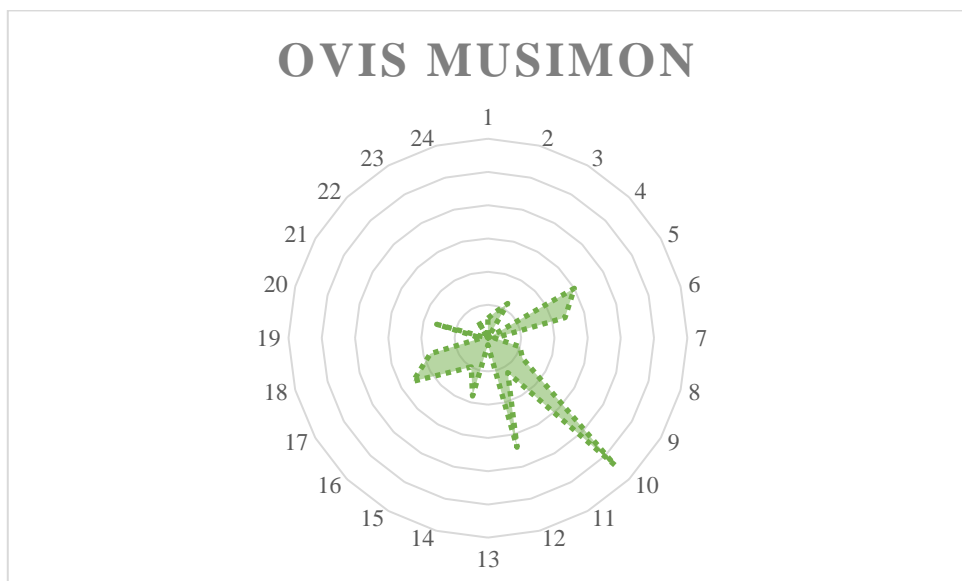
Graf 11: Porovnání pozorování muflon evropský

V programu Statistica byla analyzovaná statistická významnost s průběhem trendu za celé období před a po otevření PO, kdy je s hodnotami $r=0,9698$ a $r=0,9942$ potvrzena statistická významnost. Tento výsledek je viditelný v grafu č. 12.



Graf 12: Trend přírůstu pozorování muflona evropského před a po otevření PO

Graf č. 13 znázorňuje nejvyšší denní aktivitu muflona evropského, vrcholem denní aktivity je 10:00. Zvýšenou aktivitu lze sledovat dále mezi 12:00-13:00.



Graf 13: Aktivita muflona evropského v čase

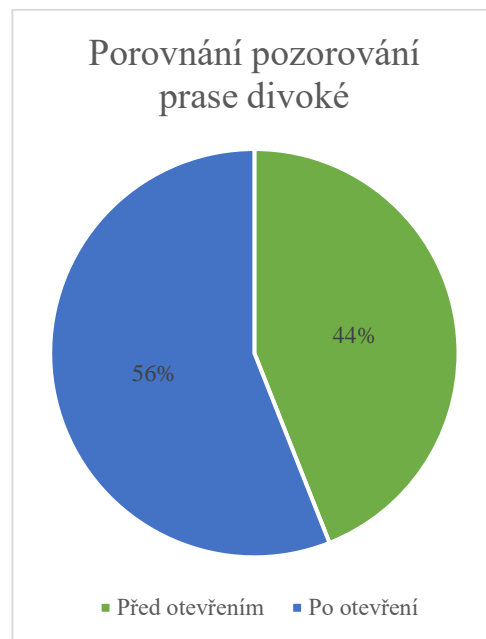
7.5 Prase divoké (*Sus scrofa*)

V daném období bylo vyhodnoceno pozorování prasete divokého v terénu.

Získaná data z tabulky č. 7 nám po vyhodnocení značí, že po otevření PO došlo za stejného časového rozpětí k nárůstu pozorování prasete divokého o 27,27 %. Procentuální rozdíl pozorování znázorňuje graf č. 14.

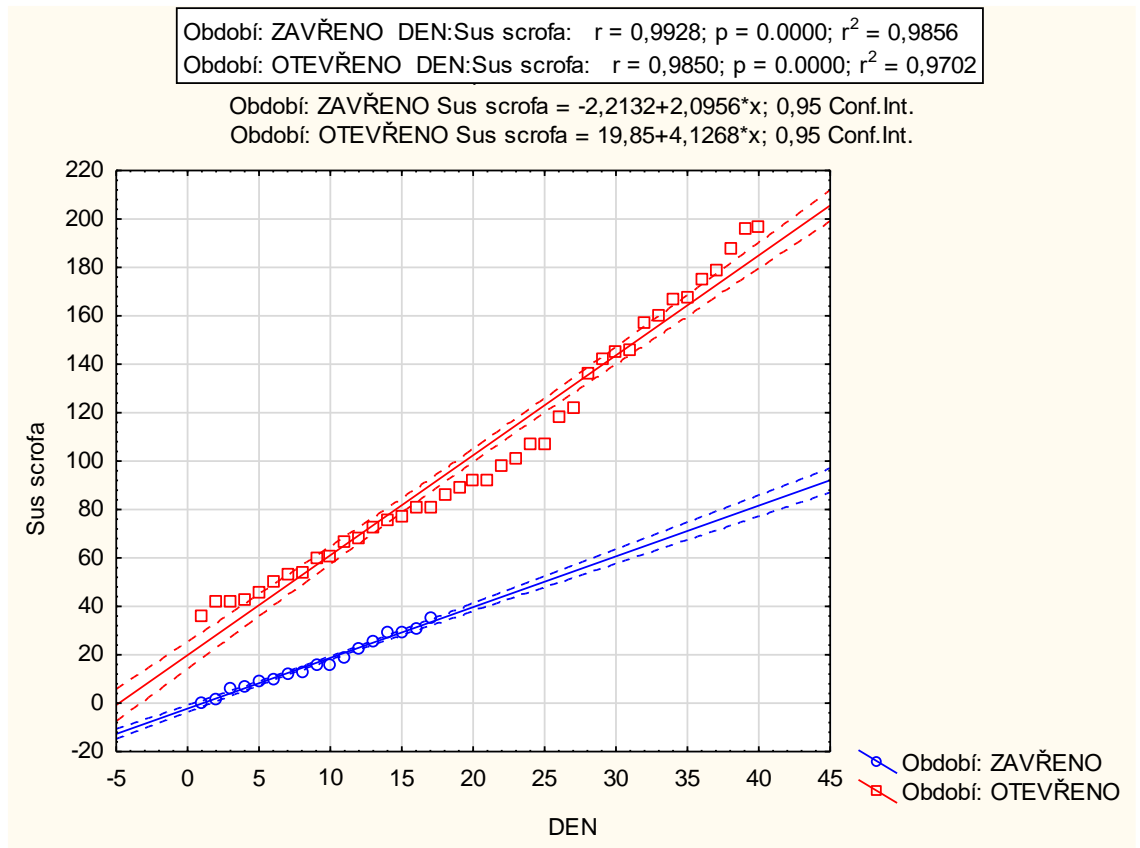
Počet pozorování prase divoké (<i>Sus scrofa</i>) za stejné období.			
Lokalita	Před otevřením	Po otevření	Nárůst %
1	5	5	0,00%
2	6	1	-83,33%
3	0	0	0,00%
4	6	7	16,70%
5	0	0	0,00%
6	0	0	0,00%
7	1	7	600,00%
8	2	6	200,00%
9	4	0	-100,00%
10	0	0	0,00%
11	0	0	0,00%
12	4	6	50,00%
13	1	2	100,00%
14	4	7	75,00%
15	0	1	100,00%
Celkem:	33	42	27,27%

Tabulka 7: Počet pozorování prasete divokého před a po uzavření PO



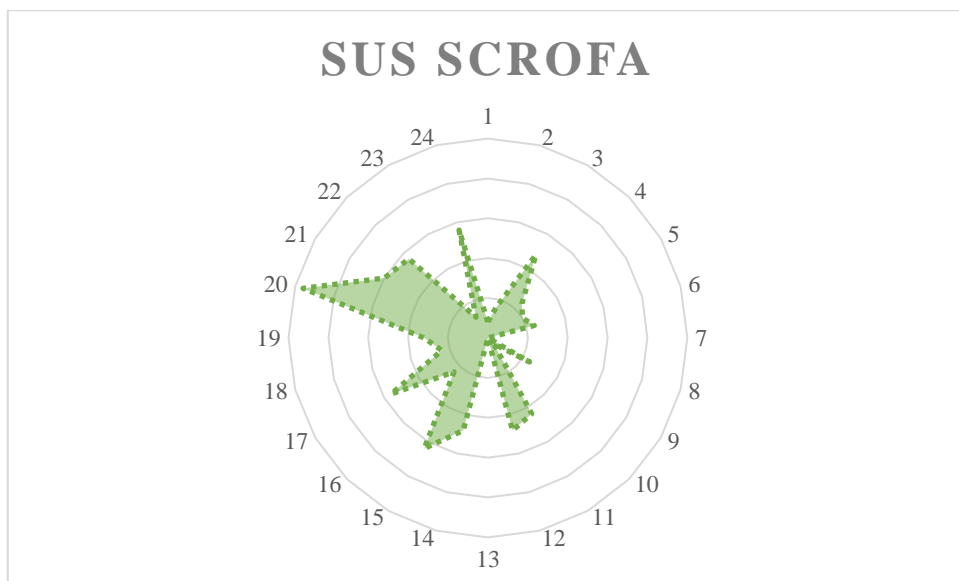
Graf 14: Porovnání pozorování prase divoké

V programu Statistica byla analyzovaná statistická významnost s průběhem trendu za celé období před a po otevření PO, kdy je s hodnotami $r=0,9928$ před otevřením a $r=0,9850$ po otevření potvrzena statistická významnost. Výsledek je viditelný v grafu č. 15.



Graf 15: Průběh trendu pozorování u prasete divokého před a po otevření PO

Graf č. 16 nám ukazuje denní aktivitu prasete divokého. Největší aktivita byla zaznamenána mezi 20:00 – 22:00.



Graf 16: Denní aktivita prasete divokého v čase

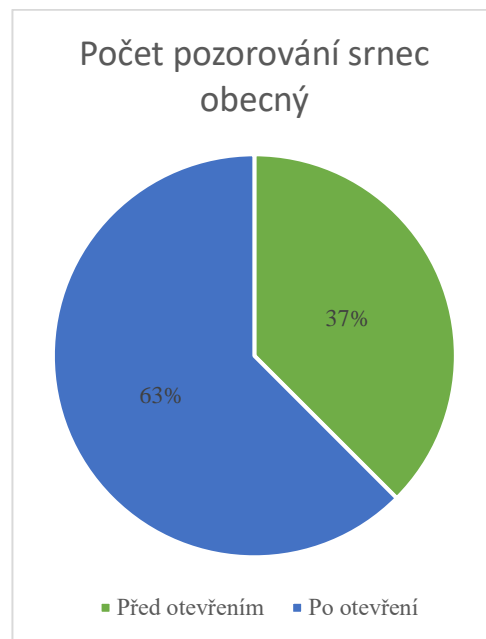
7.6 Srnec obecný (*Capreolus capreolus*)

V daném období bylo vyhodnoceno pozorování srnce obecného v terénu.

Získaná data z tabulky č. 8 nám po vyhodnocení značí, že po otevření PO došlo za stejného časového rozpětí k nárůstu pozorování srnce obecného o 66,67 %. Procentuální rozdíl pozorování lze vidět v grafu č. 17.

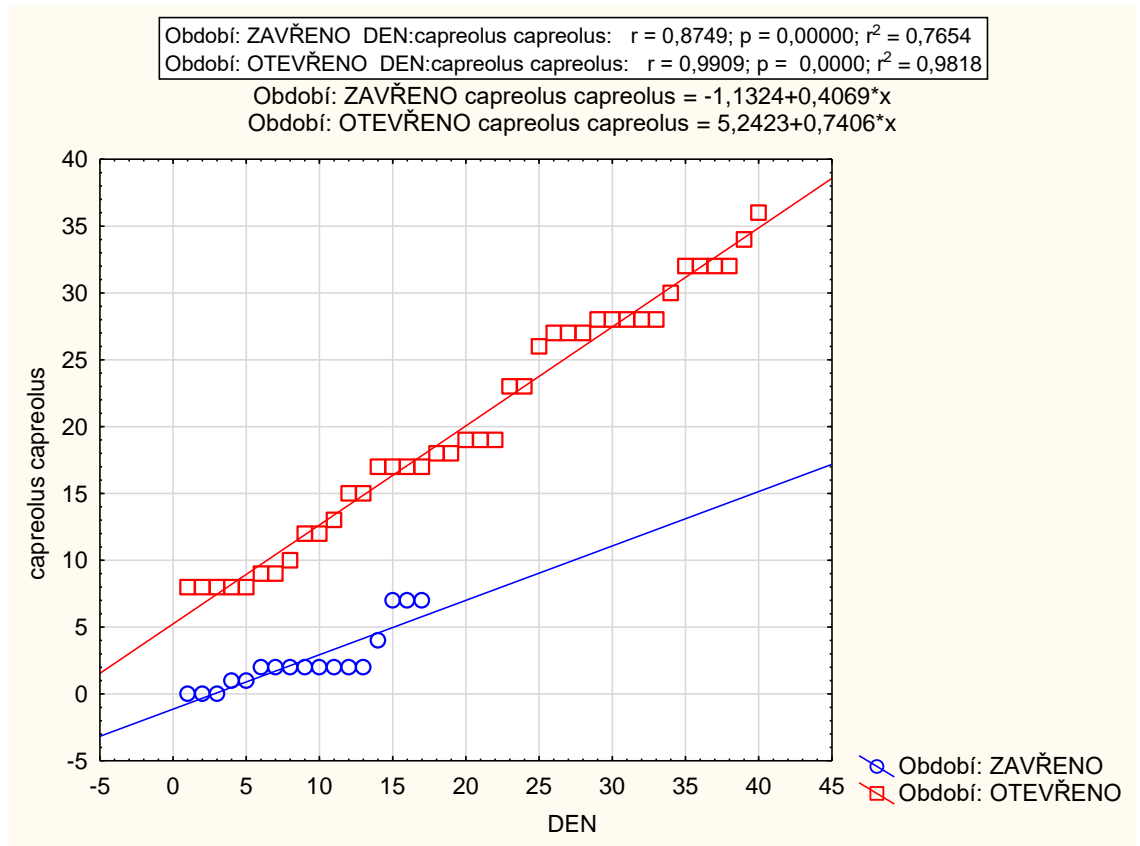
Počet pozorování srnec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>) stejné období.			
Lokalita	Před otevřením	Po otevření	Nárůst %
1	0	0	0,00%
2	1	0	-100,00%
3	0	0	0,00%
4	1	0	-100,00%
5	0	0	0,00%
6	0	0	0,00%
7	0	0	0,00%
8	0	1	100,00%
9	1	2	100,00%
10	0	1	100,00%
11	0	0	0,00%
12	0	1	100,00%
13	1	1	0,00%
14	1	2	100,00%
15	1	2	100,00%
Celkem:	6	10	66,67%

Tabulka 8: Počet pozorování srnce obecného před a po otevření PO



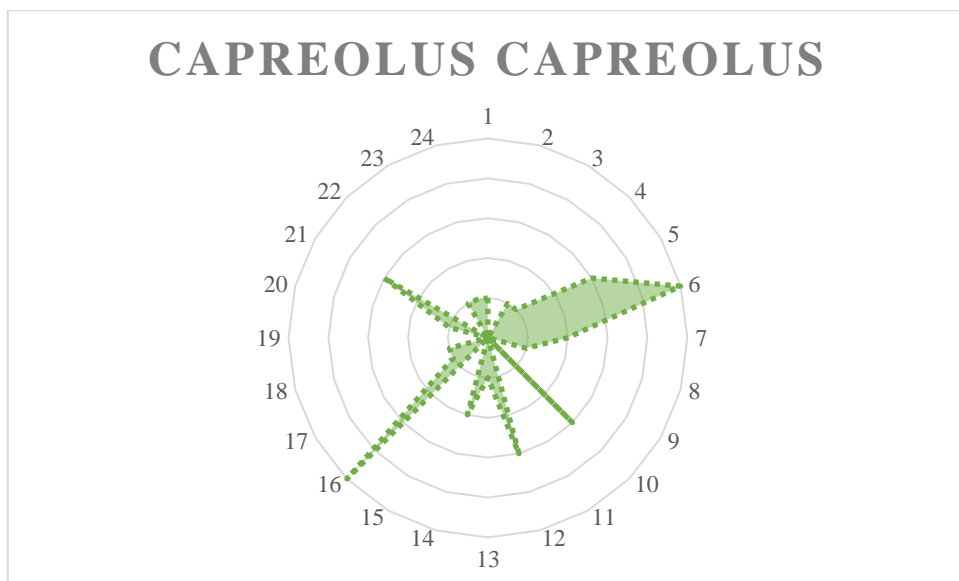
Graf 17: Porovnání pozorování srnec obecný

V programu Statistica byla analyzována statistická významnost s průběhem trendu za celé období před a po otevření PO, kdy je s hodnotami $r=0,8749$ před otevřením a $r=0,9909$ po otevření potvrzena statistická významnost jen po otevření. Je to zřejmé z grafu č. 18.



Graf 18: Průběh trendu pozorování u srnce obecného před a po otevření PO

Graf č. 19 nám prezentuje aktivitu srnce obecného ve sledovaném období. Největší aktivita byla pozorována mezi 5:00 - 6:00.



Graf 19: Denní aktivita srnce obecného v čase

7.7 Ostatní druhy zvěře

V rámci výzkumu byly zaznamenány i ostatní druhy zvěře. Tato pozorování nebyla detailněji analyzována, ale je nepochybně vhodné je zmínit. Během výzkumu se podařilo pozorovat kočku divokou (*Felis silvestris*) zobrazenou na obrázku č. 4.



Obrázek 4: Pozorovaná kočka divoká (*Felis silvestris*)

Dále bylo získáno značné množství pozorování mývala severního (*Procyon lotor*). Jedná se o invazní druh, který byl pozorován v obdobném množství jako domácí jezevec lesní (*Meles meles*). Nejčetnější pozorování byla v případě lišky obecné (*Vulpes vulpes*). Došlo k ojedinělému záznamu bažanta obecného (*Phasianus colchicus*). Pozorován byl též zajíc polní (*Lepus europaeus*) a kuny bez rozlišení (*Martes spp.*). Tyto záznamy shrnuje tabulka č. 9.

Druh	Počet pozorování
<i>Felis silvestris</i>	1
<i>Lepus europaeus</i>	15
<i>Martes</i>	5
<i>Meles meles</i>	56
<i>Phasianus colchicus</i>	1
<i>Procyon lotor</i>	57
<i>Vulpes vulpes</i>	100

Tabulka 9: Ostatní druhy zvěře za celé období

8 Diskuze

Cílem práce bylo stanovit přesnost metody REM Rowcliffe et al. (2008) pro určení odhadu densit zvěře (jelen evropský, jelen sika, daněk skvrnitý) v terénním experimentu provedeném v lesním prostředí.

Bylo zjištěno, že velmi záleží na počtu funkčních fotopastí. Tato skutečnost přímo koreluje s výzkumem Rowcliffe et al. (2008), kdy byl jediný rozdíl ve sledovaných druzích volně žijících živočichů.

Rowcliffe et al. (2008) dle vlastních výsledků doporučuje vystavení v terénu alespoň dvaceti fotopastí, kdy optimum je kolem čtyřiceti fotopastí. Fotopasti by v terénu taky měly být takovou dobu, aby bylo získáno minimálně deset pozorování. Silveira et al. (2003) uvádí ve svém výzkumu, že pro odhad density populací zvěře stačí aktivita fotopastí kolem třiceti dní. Při tomto výzkumu bylo dosaženo prokazatelných výsledků u jelena evropského a siky japonského po 56 dnech s umístěním patnácti fotopastí.

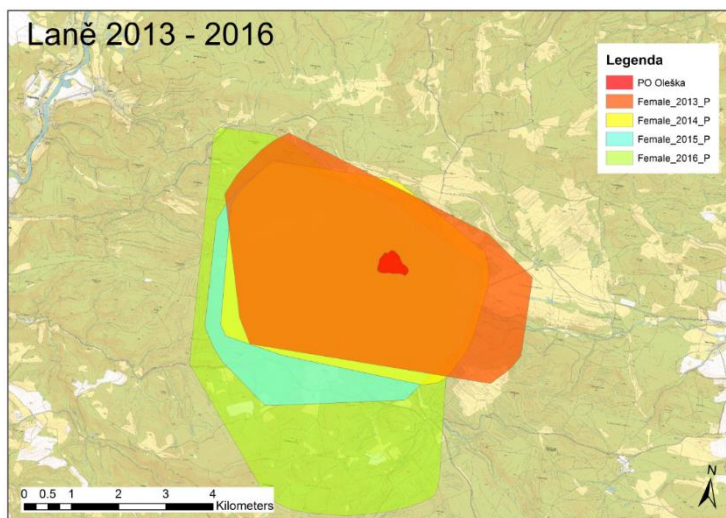
Využití fotopastí pro management volně žijící zvěře se osvědčilo při studii proběhlé v oblasti Jižní Karolíny ve Spojených Státech Amerických. Autoři Chitwood et al. (2017) zde za pomoci fotopastí pozorovali populaci jelence běloocasého (*Odocoileus virginianus*). Tato studie významně objasnila populaci pozorovaného jelence běloocasého a také potvrdila teze několika autorů obdobných studií, že je využití fotopastí vhodnou technikou pro zjišťování populační density volně žijící zvěře. K tomuto výroku se přiklání i studie od autorů Koerth et al. (1997) a Gil-Sánchez et al. (2011). To nám potvrzuje, že je použití fotopastí pro zjišťování density zvěře významnou metodou.

Využití moderních technologií, zejména fotopastí pro pozorování zvěře je doporučováno pro svou jednoduchost a účinnost výzkumem provedeném v Nepálu v roce 2018. Byla vyzdvihnuta skutečnost, že fotopasti dokáže používat téměř každý a stačí i méně důsledné proškolení, kdežto v případě dronů a GPS obojků se musí jednat o proškolené experty (Shrestha & Lapeyre, 2018).

V letech 2013-2016 byl proveden telemetrický výzkum v PO Oleška ze kterého vyplývá, že se zejména laně jelena evropského pohybují po otevření PO západně a jižně od PO (Ježek & Kušta, 2016). To přímo souvisí se zjištěnou skutečností, kdy došlo při tomto výzkumu po otevření PO s největším nárůstem pozorování jelena evropského u fotopastí na jih od PO.

Dle Ježek et al. (2016) se jedinci jelení zvěře uzavřené v PO Oleška pohybují po vypuštění na území o maximální rozloze 3000-3400 hektarů. Viz. telemetrické sledování na obrázku č. 5 a 6 a tabulce č. 10 a 11. To znamená, že počet zvěře po vypuštění z PO se rozprostře

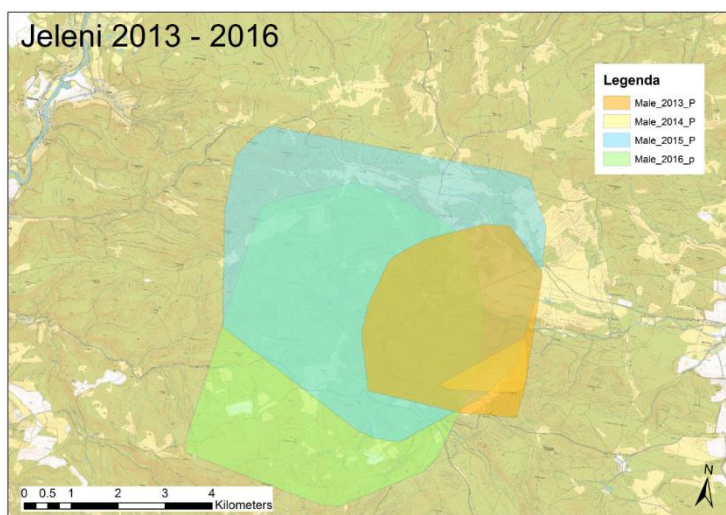
na tuto plochu. V našem případě se jedná o 300 kusů jelení zvěře. To nám značí, že nárůst početnosti v oblasti o 38 ks/375 ha představuje nárůst frekvence snímků z fotopastí o 477 pozorování za celé období.



MCP	2013	2014	2015	2016
50%	821	310	314	352
75%	1,360	799	645	689
95%	2,322	2,036	2,261	3,465

Tabulka 10: Znázornění velikosti využívaného území u laně ve variantách MCP 50%, 75% a 95% (Ježek & Kušta, 2016)

Obrázek 5: Znázorněná území, které využívaly laně po opuštění PO v letech 2013-2016 (Ježek & Kušta, 2016)



MCP	2013	2014	2015	2016
50%	205	2,018	216	607
75%	334	456	1,745	1,010
95%	1,240	869	3,469	3,198

Tabulka 11: Znázornění velikosti využívaného území u jelenů ve variantách MCP 50%, 75% a 95% (Ježek & Kušta, 2016)

Obrázek 6: Znázornění území které využívaly jeleni po opuštění PO v letech 2013-2016 (Ježek & Kušta, 2016)

Rowcliffe et al. (2013) uvádí, že ústředním předpokladem metody REM není náhodný pohyb zvěře jak předpokládali autoři (Foster & Harmsen, 2012). Ale že se zvěř pohybuje náhodně vzhledem k fotopastem.

9 Závěr

Hlavním přínosem tohoto výzkumu je potvrzení validity metody REM (Rowcliffe et al., 2008), kdy bylo využito PO k získání co nejpřesnějších dat vzhledem k primárně pozorovanému jelenu evropském (*Cervus elaphus*). Toto využití PO dělá tento výzkum výjimečným.

Sčítání volně žijících živočichů pomocí fotopastí je jednou z velmi spolehlivých metod. Která je zároveň neinvazivní a minimálně narušuje životní prostředí zvěře. Díky této metodě jsme schopni vcelku bezpečně určit pohlaví a stáří u sledovaného druhu. Lze též analyzovat například sociální chování a strukturu v tlupách sledovaných druhů. Nespornou výhodou je možnost opětovného využití získaných dat. Nevýhodou je poměrně vysoká finanční náročnost, protože je vhodné pořizovat kvalitní a prověřené fotopasti s vhodnými parametry. Může též docházet k různým poruchám, popřípadě krádežím fotopastí a tím ke ztrátě dat, proto je vhodné mít záložní fotopasti včetně veškerého příslušenství pro tento případ.

Pozorování v případě primárně sledovaného jelena evropského poskytla dostatek dat k získání relevantních výsledků. Stejně tak je tomu v případě siky japonského (*Cervus nippon*). Avšak u ostatních pozorovaných druhů: daněk evropský (*Dama dama*), muflon evropský (*Ovis musimon*), prase divoké (*Sus scrofa*) a srnec obecný (*Capreolus capreolus*) nedošlo k získání dostatečného množství pozorování pro řádné nezkraslené výsledky. V těchto případech by bylo vhodné delší vystavení fotopastí v terénu, případně na místech s vyšším výskytem daného druhu.

Tato práce je jednou z prvních prací, která porovnává populační nárůst před a po otevření PO. Metoda REM je rozhodně vhodná k pozorování a vyhodnocení početností volně žijících živočichů v terénu. Zejména díky své nezájatosti, která by umožnila skutečný náhled na početnosti zvěře v honitbách a hospodaření s ní. Také umožňuje pozorování živočichů, kteří žijí skrytě a je těžké je klasickými metodami pozorovat. V tomto případě je to zřejmé u pozorování kočky divoké (*Felis silvestris*).

10 Literatura

- Apollonio, M., Andersen, R., & Putman, R. (Ed.). (2010). *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press.
- Apps, P. J., & McNutt, J. W. (2018). How camera traps work and how to work them. *African Journal of Ecology*, 56(4), 702–709. <https://doi.org/10.1111/aje.12563>
- Autores, V. (2022). *A practical guidance on estimation of european wild ungulate population density*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. https://doi.org/10.18239/atenea_2022.41.00
- Cusack, J. J., Swanson, A., Coulson, T., Packer, C., Carbone, C., Dickman, A. J., Kosmala, M., Lintott, C., & Rowcliffe, J. M. (2015). Applying a random encounter model to estimate lion density from camera traps in Serengeti National Park, Tanzania. *The Journal of Wildlife Management*, 79(6), 1014–1021. <https://doi.org/10.1002/jwmg.902>
- Čermák, P., & Grundmann, P. (2014). Vliv okusu na stav a vývoj obnovy dřevin na území Rýchor (KRNAP). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 54(1), 7–14. <https://doi.org/10.11118/actaun200654010007>
- ENETWILD-Consortium, Casaer, J., Palencia, P., Vicente, J., Acevedo, P., Jansen, P., Rowcliffe, M., Guerrasio, T., Scandura, M., Apollonio, M., & Blanco, J. (2022). ENETWILD training: 'First online course on the use of camera trapping for monitoring wildlife and density estimation in the framework of the European Observatory of Wildlife (5th May 2022). *EFSA Supporting Publications*, 19(6), 7405E. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2022.EN-7405>
- ENETWILD-consortium, Vicente, J., Palencia, P., Plhal, R., Blanco-Aguiar, J. A., Laguna, E., Soriguer, R., López, J. F., Podgórski, T., Petrović, K., Apollonio, M., Scandura, M., Ferroglio, E., Zanet, S., Brivio, F., Keuling, O., Smith, G. C., Guibert, M., Villanúa, D., ... Acevedo, P. (2019). Harmonization of the use of hunting statistics for wild boar

- density estimation in different study areas. *EFSA Supporting Publications*, 16(9), 1706E. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2019.EN-1706>
- Foster, R. J., & Harmsen, B. J. (2012). A critique of density estimation from camera-trap data. *The Journal of Wildlife Management*, 76(2), 224–236. <https://doi.org/10.1002/jwmg.275>
- Gilbert, N. A., Clare, J. D. J., Stenglein, J. L., & Zuckerberg, B. (2021). Abundance estimation of unmarked animals based on camera-trap data. *Conservation Biology*, 35(1), 88–100. <https://doi.org/10.1111/cobi.13517>
- Gil-Sánchez, J. M., Moral, M., Bueno, J., Rodríguez-Siles, J., Lillo, S., Pérez, J., Martín, J. M., Valenzuela, G., Garrote, G., Torralba, B., & Simón-Mata, M. Á. (2011). The use of camera trapping for estimating Iberian lynx (*Lynx pardinus*) home ranges. *European Journal of Wildlife Research*, 57(6), 1203–1211. <https://doi.org/10.1007/s10344-011-0533-y>
- Guerrasio, T., Brogi, R., Marcon, A., & Apollonio, M. (2022). Assessing the precision of wild boar density estimations. *Wildlife Society Bulletin*, 46(4), e1335. <https://doi.org/10.1002/wsb.1335>
- Hofmeester, T. R., Cromsigt, J. P. G. M., Odden, J., Andrén, H., Kindberg, J., & Linnell, J. D. C. (2019). Framing pictures: A conceptual framework to identify and correct for biases in detection probability of camera traps enabling multi-species comparison. *Ecology and Evolution*, 9(4), 2320–2336. <https://doi.org/10.1002/ece3.4878>
- Chitwood, M. C., Lashley, M. A., Kilgo, J. C., Cherry, M. J., Conner, L. M., Vukovich, M., Ray, H. S., Ruth, C., Warren, R. J., DePerno, C. S., & Moorman, C. E. (2017). Are camera surveys useful for assessing recruitment in white-tailed deer? *Wildlife Biology*, 2017(1), wlb.00178. <https://doi.org/10.2981/wlb.00178>

- Ježek, M., & Kušta, T. (2016). *Prostorové chování jelení zvěře navštěvující přezimovací obůrku.*
- Kays, R., Tilak, S., Kranstauber, B., Jansen, P. A., Carbone, C., Rowcliffe, M. J., Fountain, T., Eggert, J., & He, Z. (2011). *Monitoring wild animal communities with arrays of motion sensitive camera traps.*
- Koerth, B. H., McKown, C. D., & Kroll, J. C. (1997). Infrared-Triggered Camera versus Helicopter Counts of White-Tailed Deer. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)*, 25(2), 557–562.
- Mayle, B. A., Peace, A. J., & Gill, R. M. A. (1999). *How many deer? A field guide to estimating deer population size.* Forestry Commission.
- Miura, K., Mori, T., Ogawa, H., Umamo, S., Kato, H., Izumiyama, S., & Niizuma, Y. (2022). Density estimations of the Asiatic black bear: Application of the random encounter model. *Journal of Natural History*, 56(21–24), 1123–1138. <https://doi.org/10.1080/00222933.2022.2070441>
- Nickerson, B., & Parks, L. (2019). *Estimating Population Density of Black-tailed Deer in Northwestern Washington Using Camera Traps and a Random Encounter Model.* <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28655.18083>
- Palencia, P., Rowcliffe, J. M., Vicente, J., & Acevedo, P. (2021). Assessing the camera trap methodologies used to estimate density of unmarked populations. *Journal of Applied Ecology*, 58(8), 1583–1592. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13913>
- Pavliček, J., Jarolímek, J., Jarolímek, J., Pavličková, P., Dvořák, S., Pavlík, J., & Hanzlík, P. (2018). Automated Wildlife Recognition. *Agris On-Line Papers in Economics and Informatics*, 1(March), 51–60. <https://doi.org/10.7160/aol.2018.100105>

- Putman, R. J., & Staines, B. W. (2004). Supplementary winter feeding of wild red deer *Cervus elaphus* in Europe and North America: Justifications, feeding practice and effectiveness. *Mammal Review*, 34(4), 285–306. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2004.00044.x>
- Putman, R., Watson, P., & Langbein, J. (2011). Assessing deer densities and impacts at the appropriate level for management: A review of methodologies for use beyond the site scale. *Mammal Review*, 41(3), 197–219. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2010.00172.x>
- Reimoser, F. (2010). Ungulates and their management in Austria. In: Apollonio, M., Andersen, R., Putman, R. (eds.) *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 338-356, ISBN 978-0-521-76061-4. https://www.academia.edu/20140059/Ungulates_and_their_management_in_Austria
- Riedl, M., Šišák, L., Kahuda, J., Hofmeister, T., Neznajová, Z., Ulrich, R., Bílý, J., Knorová, V., Kratochvílová, L., Krejzar, T., Smejkal, T., Smrž, M., Srbková, N., Tomášek, V., Daňhelka, M., Zollpriester, J., Bystrický, R., Elingr, Z., Hána, J., ... Zahradník, P. (2023). *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2022*. Ministerstvo zemědělství. https://eagri.cz/public/portal/-a30268---rWtfkQZD/zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho-hospodarstvi-ceske-republiky-v-roce-2022-strucna-verze?_linka=a540692
- Rogan, M. S., Balme, G. A., Distiller, G., Pitman, R. T., Broadfield, J., Mann, G. K. H., Whittington-Jones, G. M., Thomas, L. H., & O'Riain, M. J. (2019). The influence of movement on the occupancy–density relationship at small spatial scales. *Ecosphere*, 10(8), e02807. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2807>
- Rowcliffe, J. M., Field, J., Turvey, S. T., & Carbone, C. (2008). Estimating Animal Density Using Camera Traps without the Need for Individual Recognition. *Journal of Applied Ecology*, 45(4), 1228–1236.

- Rowcliffe, J. M., Kays, R., Carbone, C., & Jansen, P. A. (2013). Clarifying assumptions behind the estimation of animal density from camera trap rates: Density Estimates From Camera Trap Rates. *The Journal of Wildlife Management*, 77(5), 876–876. <https://doi.org/10.1002/jwmg.533>
- Shrestha, Y., & Lapeyre, R. (2018). Modern Wildlife Monitoring Technologies: Conservationists versus Communities? A Case Study: The Terai-Arc Landscape, Nepal. *Conservation and Society*, 16(1), 91. https://doi.org/10.4103/cs.cs_16_83
- Schwarz, O., Vacek, S., Podrázský, V., & Kuš, J. (1992). *Vývoj stavu spárkaté zvěře a škod zvěří v bilaterální Biosférické rezervaci Krkonoše/Karkonosze.*
- Silveira, L., Jácomo, A. T. A., & Diniz-Filho, J. A. F. (2003). Camera trap, line transect census and track surveys: A comparative evaluation. *Biological Conservation*, 114(3), 351–355. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00063-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00063-6)