Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Hodnocení vlivu antropogenních disturbančních jevů na chování laní jelena evropského v oblasti Slavkovského lesa

Bakalářská práce

Autor práce: Adam Zagyi

Vedoucí práce: Ing. Monika Faltusová, Ph.D.

© 2025 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Adam Zagyi

Myslivost a péče o životní prostředí zvěře

Název práce

Hodnocení vlivu antropogenních disturbančních jevů na chování laní jelena evropského v oblasti Slavkovského lesa

Název anglicky

Evaluation of the influence of anthropogenic disturbance phenomena on the behavior of red deer in the Slavkov Forest

---

Cíle práce

Cílem práce vyhodnocení antropogenních zvukových vjemů ovlivňujících laně jelena evropského v jejich přirozeném prostředí v oblasti Slavkovského lesa. Dílčím cílem je navrhnout managementové opatření pro ochranu lesa pomocí sledování změn prostorové aktivity jelení zvěře.

Metodika

Na základě vědecké a odborné literatury bude zpracován literární přehled sledované problematiky o prostorové orientaci jelení zvěře. Popis lokality a sběru dat včetně popisu typů antropogenních disturbancí. Vyhodnocení data z GPS telemetrie. Pozorována bude útěková vzdálenost během 30, 60 a 90 minut po vystavení disturbančním zvukům. Vizualizace dat bude provedena pomocí softwaru GIS a pro zpracování výsledků budou využity vhodné statistické metody.

Harmonogram:

duben 2024 – září 2024: zpracování literární rešerše

červen 2024 – listopad 2024: příprava a zpracování dat

prosinec 2024 – leden 2025: vyhodnocování dat

únor 2025 – březen 2025: zpracování výsledků práce a diskuze

duben 2025: odevzdání finální verze bakalářské práce

Doporučený rozsah práce

30-40 stran A4

Klíčová slova

jelení zvěř, prostorová aktivita, GPS telemetrie, rušivé zvuky, útěková vzdálenost

---

Doporučené zdroje informací

1. COPPES, Joy, et al. Human recreation affects spatio-temporal habitat use patterns in red deer (Cervus elaphus). PloS one, 2017, 12.5: e0175134.
2. JAYAKODY, Sevvandi, et al. Red deer Cervus elephus vigilance behaviour differs with habitat and type of human disturbance. Wildlife biology, 2008, 14.1: 81-91.
3. STANKOWICH, Theodore. Ungulate flight responses to human disturbance: a review and meta-analysis. Biological conservation, 2008, 141.9: 2159-2173.
4. Visscher, D. R., Walker, P. D., Flowers, M., Kemna, C., Pattison, J., & Kushnerick, B. (2023). Human impact on deer use is greater than predators and competitors in a multiuse recreation area. Animal Behaviour, 197, 61-69.
5. ZONG, Xin, et al. Habitat visibility affects the behavioral response of a large herbivore to human disturbance in forest landscapes. Journal of environmental management, 2023, 348: 119244.

Předběžný termín obhajoby

2024/25 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Miloš Ježek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Konzultant

Ing. Monika Faltusová

Elektronicky schváleno dne 01. 05. 2024

Ing. Miloš Ježek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 07. 2024

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 06. 04. 2025

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Hodnocení vlivu antropogenních disturbančních jevů na chování laní jelena evropského v oblasti Slavkovského lesa vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních 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 verzi tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí své práce Ing. Monice Faltusové, Ph.D.

Hodnocení vlivu antropogenních disturbančních jevů na chování laní jelena evropského v oblasti Slavkovského lesa

Souhrn

Jelení zvěř (*Cervus elaphus*) je důležitou součástí lesního ekosystému. V posledních letech její chování výrazně ovlivňuje rostoucí intenzita lidských aktivit, zejména v reakci na zvukové rušivé podněty. Reakce na vyrušování a útěkové vzdálenosti jsou klíčové pro jejich přežití a následnou reprodukci, zároveň jsou klíčem k pochopení zvěře jako takové a napomohly by navrhnout případná opatření pro ochranu přírody a minimalizaci škod na lesních porostech.

Cílem práce bylo vyhodnocení antropogenních zvukových vjemů ovlivňujících laně jelena evropského v jejich přirozeném prostředí v chráněné krajinné oblasti Slavkovského lesa.

Byla popsána sledovaná lokalita a charakteristiky různých typů rušivých vlivů a dopady lidské činnosti na volně žijící zvěř, včetně turismu, lesních prací a lovu. Pozornost byla věnována i metodám sledování zvířat v krajině, zejména telemetrii a jejím typům

Sledování zvěře probíhalo v období od listopadu 2019 do října 2020. V tomto období bylo devět laní jelena evropského opatřeno GPS obojky, které zaznamenávaly jejich polohu každých 30 minut. K těmto datům byly přiřazeny události rušení – pohyb osob, turistická aktivita a zvuk motorové pily. Pro analýzu byl použit ANOVA test a Tukeyho HSD testu. Data byla zpracována v prostředí Excel, přičemž byly porovnávány vzdálenosti laní od zdroje rušení v čase před a po disturbanci.

Výsledky potvrdily, že v jisté míře zvěř reagovala na disturbance, jakmile urazila větší vzdálenost po rušení než před rušením. Statistická analýza však neukázala statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými skupinami disturbancí, tím se tedy neprokázalo, že by zvěř vyloženě reagovala na vystavování těchto rušivých jevů.

Bylo potvrzeno, že různé typy disturbančních jevů mohou mít vliv na prostorovou aktivitu laní, ačkoliv ne ve statisticky průkazné míře. Výzkum přinesl data a postupy, které mohou být využity k ochraně přírody a plánování zásahů v krajině. GPS telemetrie se osvědčila jako efektivní metoda sledování chování zvěře a její využití má další potenciál pro budoucí výzkum.

Klíčová slova: jelení zvěř, prostorová aktivita, GPS telemetrie, rušivé zvuky, útěková vzdálenost

Evaluation od the influence of anthropogenic disturbance phenomena on the behavior od red deer in the Slavkov Forest

Summary

Deer (*Cervus elaphus*) are an important part of the forest ecosystem. In recent years, its behaviour has been significantly affected by the increasing intensity of human activities, especially in response to sound disturbance. Responses to disturbance and escape distances are crucial for their survival and subsequent reproduction, and are also key to understanding the game as such, and would help to suggest possible conservation measures to minimize damage to forest stands.

The aim of the study was to evaluate anthropogenic sound perceptions affecting red deer in their natural habitat in the Slavkovský Forest protected landscape area.

The study site and the characteristics of different types of disturbances and impacts of human activities on wildlife, including tourism, forest work and hunting, were described. Attention was also paid to methods of tracking animals in the landscape, in particular telemetry and its types

Game tracking took place between November 2019 and October 2020. During this period, nine red deer does were fitted with GPS collars that recorded their location every 30 minutes. Disturbance events such as movement of people, tourist activity and sound of chainsaw - were associated with these data. ANOVA and Tukey's HSD test were used for analysis. The data were processed in Excel, comparing the distances of the deer from the disturbance source at pre – and post-disturbance times.

The results confirmed that to some extent, animals responded to disturbance once they traveled a greater distance after disturbance than before disturbance. However, statistical analysis did not show statistically significant differences between disturbance groups, thus not demonstrating that deer were downright reactive to exposure to these disturbances.

It was confirmed that different types of disturbances can influence the spatial activity of deer, although not to a statistically significant degree. The research has produced data and procedures that can be used for conservation and intervention planning in the landscape. GPS telemetry has proven to be an effective method of monitoring game behaviour and its use has further potential for future research.

Keywords: deer, spatial activity, GPS telemetry, disturbing sounds, escape distance

Obsah

1 Úvod 12

2 Cíl práce 13

3 Literární rešerše 14

3.1 Rozšíření jelena evropského 14

3.1.1 Habitat 14

3.1.2 Geografické rozšíření 14

3.2 Sociální chování 16

3.3 Antipredační chování 18

3.4 Prostorová aktivita 21

3.5 Smysly 22

3.6 Antropogenní vliv na přírodu 22

3.6.1 Vliv na spárkatou zvěř 23

3.6.2 Lesní práce 23

3.6.3 Lov 24

3.7 Metody měření útěkové vzdálenosti 25

3.7.1 GPS telemetrie 25

3.8 Telemetrie 27

3.8.1 Historie a vývoj telemetrie 27

3.8.2 Výhody a nevýhody 27

3.8.3 GPS obojky 28

4 Metodika 29

4.1 Studijní oblast 29

4.2 Sběr dat 30

4.3 Typy antropogenních disturbancí 31

4.3.1 Zvuky skupiny lidí 31

4.3.2 Zvuky motorové pily 31

4.3.3 Turismus 31

4.4 Zpracování dat 31

5 Výsledky 34

5.1 Útěková vzdálenost podle typu rušení 34

5.2 Útěková vzdálenost podle vzdálenosti od člověka 35

5.3 Reakce zvěře na rušivé zvuky 36

6 Diskuse 45

6.1 Interpretace výsledků 45

6.2 Porovnání s literaturou 46

6.3 Metodologická reflexe 47
6.4 Zlepšení budoucího měření 47
6.5 Praktické využití výsledků 48
6.6 Závěrečné zhodnocení 48
7 Závěr 49
8 Literatura 50
9 Seznam použitých zkratek a symbolů 56

1 Úvod

Antropogenní disturbance představují jeden z klíčových faktorů ovlivňujících chování volně žijících živočichů v kulturní krajině. V posledních letech je stále častěji zmiňován negativní vliv lidské činnosti na prostorovou aktivitu a fyziologii zvěře, přičemž výrazným rušivým prvkem jsou zejména zvukové vjemy spojené s těžbou dřeva, dopravou, rekreací či turismem (Barber et al., 2010; Shannon et al., 2016). Tyto podněty mohou u zvířat vyvolávat stresové reakce, měnit jejich denní aktivitu i migrační chování a dlouhodobě ovlivnit jejich schopnost přežívání v konkrétních lokalitách (Ciuti et al., 2012).

U jelení zvěře (*Cervus elaphus*) byla opakovaně zaznamenána citlivost na různé typy akustických rušivých vjemů. Například výzkumy ukazují, že se jedinci v přítomnosti hluku vyhýbají jinak preferovaným oblastem (Jayakody et al., 2008), mění trajektorii pohybu či prodlužují dobu útěku. Zatímco vliv turismu a obecného hluku na velké savce je již poměrně dobře popsán, stále chybí podrobnější regionálně zaměřené studie, které by zkoumaly rozdíly v reakcích zvěře na různé typy zvukových podnětů v konkrétním prostředí (Zeller et al., 2024).

Oblast Slavkovského lesa patří k územím s významnou přítomností jelení zvěře a zároveň se zde setkávají hospodářské, turistické i ochranářské zájmy. Z hlediska výzkumu chování jelení zvěře v této lokalitě existuje potenciál pro zpřesnění znalostí o vlivu specifických antropogenních podnětů, a to zejména prostřednictvím prostorových dat získaných GPS (Global Positioning System) telemetrií (Wieser, 2006).

Tato bakalářská práce se proto zaměřuje na vyhodnocení antropogenních zvukových vjemů ovlivňujících prostorovou aktivitu laní jelena evropského v oblasti Slavkovského lesa. Cílem je na základě prostorových dat z GPS telemetrie určit typy podnětů, které vyvolávají změny v chování a navrhnout vhodná managementová opatření, která by přispěla jak k ochraně zvěře, tak k omezení škod způsobených zvěří na lesních porostech.

2 Cíl práce

Cílem práce je vyhodnocení antropogenních zvukových vjemů ovlivňujících laně jelena evropského v jejím přirozeném prostředí v oblasti Slavkovského lesa. Dílčím cílem je navrhnout managementové opatření pro ochranu lesa pomocí sledování změn prostorové aktivity jelení zvěře.

3 Literární rešerše

3.1 Rozšíření jelena evropského

3.1.1 Habitat

Jelen evropský (*Cervus elaphus*) je sudokopytník, kdy samci mohou dosahovat hmotnosti mezi 160 a 300 kg a v kohoutku měřit mezi 120 a 150 cm, z čeledi jelenovitých (*Cervidae*; McShea, 1999). Je hojně rozšířený po celé Evropě a obývá velmi různorodá a rozličná prostředí, a to už od lužních nížinných lesů až po lesy horských charakterů. U nás v České republice zdejší populace jelenů evropských obývá lesní plochy středních až vyšších poloh, zejména pohraniční vysokohorské oblasti. Preferuje přitom listnaté a smíšené lesy s dostatkem luk a pastvin, ale často se vyskytuje také v rozlehlých komplexech jehličnatých lesů nebo v zemědělských oblastech, kde mu pěstované plodiny poskytují potřebný úkryt, který využívá k odpočinku i k vrhu mláďat na jaře (Červený, 2004).

V lesích, kde je nedostatek přirozené potravy, zejména tedy v lesích monokulturního charakteru, může jelení zvěř způsobovat škody zejména okusováním mladých stromků a sazenic, anebo loupáním kůry již plně vzrostlých stromů, což je zvláště problematické právě v těchto oblastech, které tvoří většinu našich lesů (Hromas et al., 2008). Původně jelen vyhledával a obýval oblasti otevřeného charakteru, jako jsou například lesostepi, stepi či pláně, protože jak zmiňuje Šustr (2013), anatomie těla a široce rozvětvené paroží, dokazuje, že v minulých dobách nemohl obývat lesy s hustým podrostem. Dnes se tedy přizpůsobil spíše na lesní prostředí, a to převážně kvůli lidské činnosti, jako například intenzivní lov, výstavba dopravní infrastruktury, urbanizace, ale i pěstování lesa. Tyto faktory ho přinutily k přizpůsobení životu v lesním prostředí ve vyšších zeměpisných oblastech (Anděl et al., 2010). Dříve byl známý také pod názvem "jelen lesní," ale dnes se upřednostňuje označení "jelen evropský," které lépe vystihuje jeho oblast rozšíření a charakteristiku života. Označení "lesní" se totiž ukázalo jako nevhodné, protože většina druhů jelenů nejen lesy, ale také otevřenější krajinu, jako jsou louky, pastviny nebo horské oblasti (Pluháček et al., 2010).

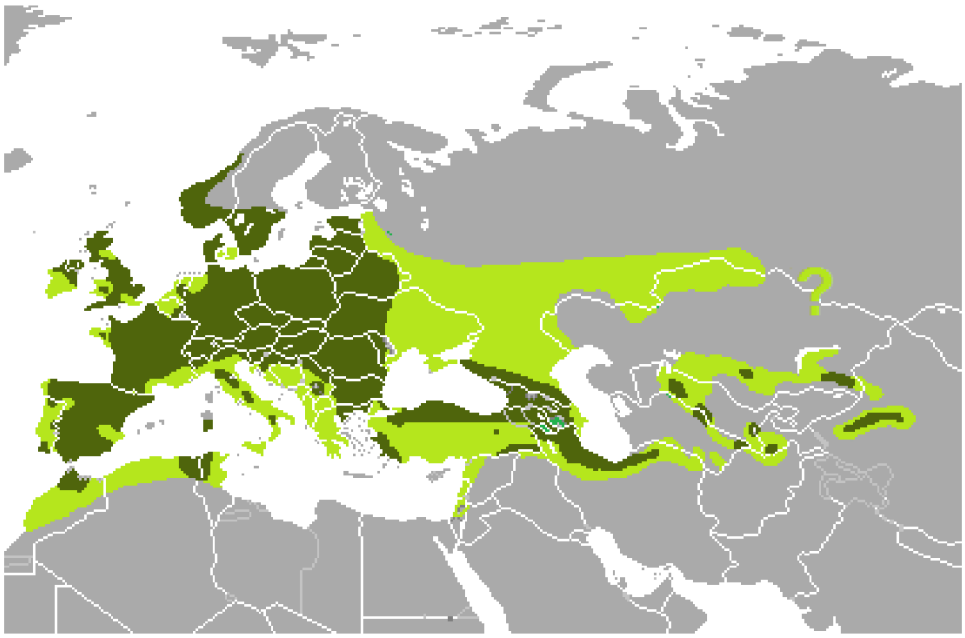
3.1.2 Geografické rozšíření

V rámci střední Evropy existují dva poddruhy jelena evropského. V Čechách, na Moravě, ve Slezsku a na západním Slovensku až po Tatry žije jelen západní (*Cervus elaphus hippelaphus*). Dále na východ na středním a východním Slovensku se vyskytuje jelen karpatský

(*Cervus elaphus montanus*) jak zmínil Šustr (2013). Jelen evropský je původním druhem na území České republiky a v současnosti se vyskytuje na více než polovině území státu.

Šustr (2013) ve své knize uvádí, že až na 52 % území. Romportl et al. (2017) ve svém článku uvádí údaje z roku 2005, kde je možno vypozorovat informaci o výskytu na necelých 43 % území. Rozdíl mezi těmito údaji lze vysvětlit jednak časovým odstupem mezi oběma zdroji a jednak rozdílnou metodikou hodnocení výskytu. Z těchto dat je zřejmé, že se v posledních desetiletích tomuto savci daří zvyšovat svůj stav a v důsledku toho i využívat více prostoru k pohybu, což dokládá i následná studie Milner et al. (2006), kde bylo jasně dokázáno, že se stavy za poslední desetiletí zvýšily a s tím přichází i následné problémy spojené se způsobenými škodami.

V České republice je jelení zvěř nejčastěji k vidění v horských pohraničních oblastech, jako jsou Sudety a pak jsou například k vidění i v Brdská vrchovině (Šustr, 2013). Tento druh je jedním z nejrozšířenějších zástupců čeledi jelenovitých v Evropě, i když jeho výskyt není jednotný po celém kontinentu, v důsledku její rozmanitosti (Hanzal, 2017).



Obrázek 1: Původní (světle zelená) a současný (tmavě zelená) výskyt jelena evropského
Zdroj: Altaileopard

Jelen evropský je rozšířen po celém světě od Evropy a severní Afriky přes střední Asii, jinde se vyskytují jen malé reintrodukované populace. Je široce, ale poněkud nesouvisle rozšířen ve většině kontinentální Evropy, s výjimkou několik menších izolovaných skupin, kde pro něj nejsou vhodné podmínky kvůli jeho specifickým nárokům na prostředí. Vyskytuje se

na řadě ostrovů, včetně Britských ostrovů a Sardinie, naopak v Albánii vyhynul. V Rusku existuje několik malých introdukovaných subpopulací neznámého původu, většina z nich existuje za účelem zpoplatněného lovu, následkem populárním trofejím. Malá přirozená subpopulace se může vyskytovat v Kaliningradské oblasti, která patří Rusku. V Řecku jsou malé izolované subpopulace, které jsou výsledkem reintrodukcí do oblastí, kde se dříve přirozeně vyskytoval. Podobně v Portugalsku jsou všechny populace výsledkem reintrodukce nebo přirozeného rozšíření z přeshraničních španělských populací, které byly zase reintrodukovány (Lovari et al., 2008).

Luccarini et al. (2006) uvádějí, že existují i populace v Alpách ve výšce až 2 500 metrů nad mořem. V Africe se vyskytuje v severovýchodním Alžírsku a Tunisku. Dále se nachází také na Blízkém a Středním východě, v Turecku, severním Íránu a Iráku, ale vyhynul v Izraeli, Jordánsku, Libanonu a Sýrii. Ve střední Asii se vyskytuje v Kazachstánu, Kyrgyzstánu, Tádžikistánu, Uzbekistánu a v Turkmenistánu nikoliv jelikož zde vyhynul. V Asii můžeme jelena spatřit i v Mongolsku, severní Indii nebo třeba Číně. Mezi hrozby v Asii můžeme zahrnout i riziko hybridizace a následné splynutí se sikou (*Cervus nippon*), stejná situace nám hrozí ve stejné míře i v Evropě. Mezi další hrozby patří nelegální lov pro paroží, či pro další části nebo orgány, které jsou například v Mongolsku velmi ceněny kvůli medicínským účelům (Zahler et al., 2004).

3.2 Sociální chování

Jelení zvěř během dne střídá období aktivity a odpočinku, které mají své specifické rytmy. Mezi tyto aktivity patří nejen vyhýbání se predátorům, ale také sociální interakce a péče o sebe jako například drbání o stromy, válení v prachu, otírání paroží nebo výběr kvalitní potravy pro udržení zdraví a kondice (Menzel, 2011) Sociální chování se týká interakcí a vztahů mezi jednotlivci ve skupině. Tato skupina interakcí a vztahů zahrnuje širokou škálu komunikačních forem a vzorců chování, které ovlivňují jednotlivce a následně i celé skupiny. Základním prvkem ve společenských strukturách mnoha živočišných druhů a hraje klíčovou roli v evoluci, reprodukci, ochraně a spolupráci. Sociální chování jelenů evropských je složitým aspektem jejich života. Tito velcí býložravci vykazují různé formy sociálního chování, které jsou často spojeny s jejich reprodukčním cyklem, teritoriálním chováním a komunikací ve skupinách (Darling, 2008).

Jeleni evropští, a to převážně laně obvykle žijí ve skupinách, které se mohou měnit v závislosti na sezóně a reprodukčních cyklech. Během delší části roku můžeme pozorovat skupiny samic a mladých, které jsou často vedena staršími samicemi. Samci obvykle žijí

samostatně nebo ve volných skupinách, zvláště mimo období reprodukce. Období říje, které probíhá na podzim, je obdobím intenzivního sociálního a reprodukčního chování u jelenů evropských. Samci během tohoto období bojují o dominance a páří se samičkami. Jejich chování zahrnuje hlasité zvuky a rituální souboje, které slouží k určení síly a dominance. Ve svém teritoriálním chování mohou samci značkovat své území pomocí feromonů a vytloukáním (Hanzal, 2017).

Komunikace mezi jeleny evropskými (*Cervus elaphus*) probíhá prostřednictvím různých zvuků, vizuálních signálů a chemických signálů. Samci vydávají charakteristické řvoucí zvuky během období říje, zatímco samice a mláďata mohou komunikovat pomocí zvuků (Reby & McComb, 2003). Ve skupinách jelenů existují jasně definované sociální vztahy, které mohou být založeny na věku, pohlaví a hierarchii. Starší samice často hrají klíčovou roli v organizaci skupiny a ochraně mláďat (Albery et al., 2022). Samci se mohou sdružovat do volných skupin nebo žít samostatně a bojovat o dominanci a přístup k samicím během období říje (Hanzal, 2017).

V aktivní fázi se zvěř pohybuje a vyhledává potravu, což lze jednoduše popsat jako období, kdy je "na nohách", samice v tlupách a samci většinou samotářsky. Když se přesouvá mezi pastvinami, stále se jedná o pastvu. Během odpočinku si zvíře lehne a může dřímat nebo spát. Přestože přežvykování probíhá během klidových fází a připomíná spánek, technicky se nejedná o odpočinek. Často se děje na stejném místě, kde později zvěř odpočívá. Za příznivého počasí a v místech bez rušení, jako jsou vojenské oblasti, kde Armáda České republiky jen zřídka provádí své cvičení, může zvěř pastvinu využít i jako místo odpočinku (Menzel, 2011).

Přežvykování zpravidla začíná přibližně půl až jednu a půl hodiny po ukončení pastvy a trvá od 20 až do 60 minut. Délka přežvykování závisí na kvalitě přijímané potravy a věku zvířete. V případě vyrušení může být tento proces přerušen, avšak reakce jednotlivých členů stáda nemusí být okamžitě jednotná, pokud rušivý podnět nepředstavuje přímé ohrožení (Červený, 2004).

Dále Menzel (2011) také zmiňuje, že na rozdíl od živočišných druhů, jako jsou například divoká prasata nebo mufloni, je jelení zvěř spíše samotářská a nevyhledává fyzický kontakt s ostatními členy svého druhu v tlupě. Výjimkou jsou však situace, kdy se k sobě přibližují matka s mládětem nebo sezónní kontakt mezi laněmi a jeleny během říje za účelem rozmnožování. Jelení zvěř se tedy stará hlavně o sebe, zatímco péče o jiné členy stáda je u nich méně rozvinutá. Péče o tělo je nedílnou součástí jejich denní rutiny, která tvoří přibližně 4 % z celkového času věnovaného denním aktivitám. Tato péče zahrnuje zejména čištění srsti, přičemž podnětem může být nejen přítomnost parazitů, ale i napodobení chování ostatních členů stáda. Metody,

jakými jelení zvěř pečuje o své tělo zahrnují drbání, olizování, škrábání, tření, frkání, protahování, zívání anebo i otřepávání. Jelení zvěř si nejčastěji čistí hlavu, krk, boky, anální oblast a přední části nohou, tedy místa, kam dosáhne zuby nebo zadními spárky. Drbání se obvykle provádí ve stoje, přičemž zadními běhy si zvěř škrábe tělo. Olizování představuje hlavní formu péče o tělo u jelení zvěře a probíhá jak ve stoje, tak v době klidu, a to například při ležení nebo po ukončení pastvy. Zvěř si tímto způsobem ošetřuje všechny části těla, které je schopna dosáhnout, přičemž aktivita se výrazně zvyšuje na jaře, kdy dochází k výměně srsti a proces výměny je olizováním v jisté míře urychlen. Tehdy slouží olizování nejen k úpravě srsti, ale také k jejímu uvolnění a odstranění parazitů. Samotný proces začíná jemným nadzvednutím srsti zuby, po němž následně dochází k uhlazení lízákem. U jedinců s delším parožím je navíc možné pozorovat, že si dokážou poškrábat i těžko dostupná místa, jako jsou boky či oblast hřbetu (Hanzal, 2017).

3.3 Antipredační chování

Antipredační chování je soubor adaptivních strategií a mechanismů, které zvířata vyvinula k minimalizaci rizika predace a zajištění svého přežití. Tento druh chování je klíčovým prvkem ve vývoji a fungování mnoha druhů v rámci ekosystémů. Existuje mnoho forem antipredačního chování, které se liší podle druhu zvířat a jejich prostředí. Zde je přehled některých typických forem antipredačního chování: Mnoho zvířat využívá schopnost maskování a skrytí k tomu, aby se vyhnula pozornosti predátorů. Může to zahrnovat schopnost hledat úkryt v hustých porostech, jako jsou lesy a keře. Některá zvířata vydávají varovné zvuky nebo signály, které upozorňují ostatní členy skupiny na přítomnost predátora. Tyto signály mohou být hlasité zvuky, jako jsou výkřiky, nebo vizuální signály, jako je změna barvy nebo pohyb (Mori et al. 2017).

Strategie žití ve skupině velmi často využívá ochranného mechanismu upozornění na predátora, pomocí systému hlídání a upozorňování na predátory zvukovými či vizuálními signály (Lingle, 2001). Větší skupiny zvířat mají větší šanci na odhalení predátora a společně mohou reagovat na hrozbu útokem nebo útěkem.

Antipredační chování je důležitou součástí ekologické dynamiky a fungování ekosystémů. Pomáhá zvířatům přežít v nebezpečném prostředí a udržovat rovnováhu v populacích druhů (Mori et al. 2017). Studium tohoto chování nám pomáhá lépe porozumět interakcím mezi druhy a vývoji života ve volné přírodě. V případě jelena evropského jako u většiny sudokopytníků jde spíše o útěk jakožto antipredačního chování. Díky velmi dobře vyvinutým smyslům jako jsou sluch či čich mohou predátora odhalit dávno před samotným

útokem (Visscher et al., 2023). V České republice naší populaci vlivem malého počtu predátorů nehrozí z tohoto směru vysoké nebezpečí. Skutečně neporušená příroda, kde se člověk objevuje jen zřídka a kde chování zvěře ovlivňuje celá škála predátorů, jako jsou vlci, medvědi, rysi, divoké kočky nebo orli, dnes v Evropě téměř neexistuje. Největší hrozbu pro jelena představuje člověk z pohledu lovu (Lone et al., 2015). Z druhé strany turistickým ruchem, pozemní komunikací a výstavbou infrastruktury. Lze tedy rozhodně potvrdit, že v dnešní době je právě člověk největším nepřítelem jelení zvěře a přírody celkově. Chování jelenů je tak silně ovlivněno lidskou přítomností, výstavbě a také lovem. V hustě osídlené krajině, kde je zemědělství, lesnictví a volnočasové aktivity velmi rozvinuté a kde silnice křižují terén a tím krajinu strukturují do uzavřených oblastí, zbývá jen málo prostoru, kde by se zvěř nemusela setkávat s lidmi. To je pro jelení zvěř, která má vysoké nároky na prostředí, velmi náročné (Lone et al., 2015).

Po více než sto letech se vlk vrátil do některých oblastí a ihned zde opět sehrál roli přirozeného predátora jelení zvěře. Volně žijící zvířata reagují na jakýkoliv rušivý či stresující podnět instinktivními mechanismy, které jsou druhově specifické. Tyto reakce, jako součást obranného chování, jsou natolik silné, že je nelze zcela potlačit, protože mohou být pouze částečně upraveny zkušenostmi a učením během života jedince. Přítomnost predátora a s ní spojený stres pak výrazně ovlivňuje každodenní chování zvěře, včetně vyhledávání potravy, klidových aktivit, rozmnožování, sociálního chování i péče o tělesnou hygienu (Clinchy et al., 2013). Jelen evropský (*Cervus elaphus*) a spárkatá zvěř obecně se vyhýbá nebezpečí dvěma způsoby, a to konkrétně předcházením kontaktu s hrozbou anebo útěkem, když je nebezpečí odhaleno. Zatímco zvěř žijící v oborách je téměř bezstarostná a nemusí se starat o téměř nic, volně žijící zvěř musí neustále počítat s přítomností člověka, či jiného predátora ve svém prostředí. Jeleni se snaží vyhnout kontaktu s lidmi výběrem méně navštěvovaných míst pro odpočinek a pastvu. Tento vyhýbavý přístup vede i k tomu, že aktivity, které dříve probíhaly během dne, se stále více posouvají do nočních hodin (Šustr, 2007). Takový posun a adaptaci na noční život můžeme dnes vidět u převážné většiny divoké zvěře (Hanzal, 2017).

Silná potřeba bezpečí se projevuje tím, že jednotlivá zvířata neustále zajišťují neboli monitorují své okolí, tato strategie je zdokonalována velmi vyvinutými smysly jako je sluch nebo čich. Toto zajišťování je klíčovou obranou proti nebezpečí pro všechna zvířata, která se brání útěkem. Zajišťování zahrnuje využití tří hlavních smyslů: zrak zkoumá horizont, čich analyzuje pachy ve vzduchu a sluch zachycuje zvuky vydávané predátory nebo při pohybu vegetaci. Délka této činnosti závisí na míře rušení v okolí. Pokud laň během fáze, která by měla být věnována pastvě, tráví více než 10 % času zajišťováním, znamená to, že je v prostředí, které

je výrazně narušováno, to se nadále odrazí na průběh celého dne, kdy jedinci nemají dostatek času na přežvykování potravy, sociální chování a odpočinek. Absence těchto faktorů uvádí zvěř do stresu, kdy je následně oslabena (Menzel, 2011).

Menzel (2011) uvádí, že rozlišujeme dva druhy zajišťování okolí, v kterém se jelen zrovna nachází, a to spontánní a reaktivní jištění. Spontánní jištění je pravidelná kontrola bezpečnosti, která probíhá bez zjevného podnětu jako prevence před útokem či ohrožením. Tento typ jištění se obvykle vyskytuje v určitých intervalech a slouží k ověření, zda je okolí stále bezpečné. Druhý typ, a to reaktivní jištění nastává jako odpověď na konkrétní podnět, který zvěř vnímá jako hrozbu. To může zahrnovat podezřelé zvuky, jako je štěkání srnce, přelet hejna ptáků, nebo přítomnost lidského pachu. Při reaktivním jištění je tělo jelení zvěře napjatější a strnulejší než při spontánním jištění, všechny smysly se soustředí na možnou detekci nebezpečí (Šustr, 2013).

Útěková reakce jelení zvěře patří mezi základní obranné mechanismy, které jsou řízeny vrozenými vzorci chování. Ke spuštění této reakce dochází buď náhle, v důsledku neočekávaného odhalení predátora, nebo jiného rušivého prvku, nebo po překročení tzv. útěkové vzdálenosti neboli hranice, kdy se zvíře cítí natolik ohroženo, že volí útěk jako jedinou možnou strategii přežití (Stankowich et al. 2005). Ačkoliv se jedná o biologicky zakódovanou reakci, může být její prahová hodnota ovlivněna předchozími zkušenostmi zvířete s daným typem rušení. Například v lokalitách, kde je běžný lov z vozidla, bývá útěková vzdálenost při přiblížení automobilu znatelně delší než v oblastech, kde k takové formě lovu nedochází. Zvěř v hlučnějším a častěji rušeném prostředí mívá obecně tendenci reagovat na podněty dříve, což naznačuje vztah mezi intenzitou rušení a rozsahem vyvolané reakce (Blumstein, 2006).

Když se k pastvíc se skupině jelenů přiblíží například pes, zpravidla se stádo stáhne do kruhu a pozorně sleduje jeho pohyb. Tento jev může vést k tomu, že se zvířata skoro, až přitisknou těly k sobě a teprve, až když se pes přiblíží natolik, že překročí útěkovou vzdálenost, začne stádo prchat (Menzel, 2011).

Při útěku se jelení zvěř může pohybovat buď krokem, typickým pro tento druh, nebo velmi rychlým během, který se může z rychlosti 40 km/h zvýšit až na krátkodobý sprint o rychlosti 78 km/h, jak popisuje Bryl (2005). Úroveň vyrušení velmi znatelně ovlivňuje míru reakce, čím silnější je vnímané ohrožení, tím prudší bývá reakce, například okamžitý útěk (Kunc et al. 2019).

3.4 Prostorová aktivita

Jelen evropský se pohybuje tak, aby uspokojil své potřeby přijmu potravy. Během pastevního nebo přežvykovacího období zvěř buď přijímá potravu, nebo ji přežvykuje. Aktivitu pohybu jelení zvěře je tedy důležité hodnotit v různých ročních obdobích roku, jelikož se musí brát v úvahu stav a hojnost vegetace. Tato aktivita závisí na délce těchto období, tedy na čase jejich trvání a intenzitě přijmu či přežvykování potravy. Časové rozmístění a intenzita těchto period se nazývá pastevní rytmus. Hlavní pastevní perioda, která se pravidelně opakuje během roku, nastává večer, okolo západu slunce. Druhá nejintenzivnější perioda je ráno, v čase východu slunce a mezi těmito dvěma obdobími se nachází kratší dopolední perioda, která končí kolem poledne (Lochman, 1985). Jak už již dříve bylo zmíněno, a i podle Šustra (2007) je pro jelena evropského přirozená spíše denní aktivita, ale v důsledku vnějších vlivů, jako je například turismus, lov a jiné lidské aktivity, je denní aktivita často posunuta do nočních hodin. V místech s výrazným rušením se jeleni přes den často ukrývají v lesích nebo husté vegetaci, a svou aktivitu přesouvají na noční hodiny. Ráno se pak vracejí do úkrytů a zůstávají aktivní pouze v bezpečných oblastech, kde nepociťují ohrožení (Andel et al., 2010).

Podle Nathana et al. (2008) se většina živočichů nepohybuje krajinou zcela náhodně, ale zpravidla se zdržuje v určitých známých oblastech. Některé druhy, zejména teritoriální predátoři, například některé kočkovité šelmy, si vymezují a aktivně brání svá teritoria, tedy části prostředí, které si označují a hájí vůči ostatním jedincům. Naproti tomu převážná většina zvířat využívá specifickou část krajiny bez aktivní obrany tohoto prostoru, takové oblasti se označují jako domovské okrsky (Broekman et al., 2023). Tento prostor zajišťuje zvířeti podmínky pro běžné denní aktivity, přežití a rozmnožování. Krátkodobé výpravy mimo tuto oblast by se však do domovského okrsku neměly zahrnovat (Powell et al. 2012).

Různé výzkumy poukazují na to, že rozmístění stanovišť v krajině významně ovlivňuje jak velikost těchto okrsků, tak i celkovou dynamiku populací kopytníků. Jelení zvěř se v rámci svého domovského prostoru pohybuje tak, aby pokryla své potřeby, jako je vyhledávání potravy, a zároveň se vyhýbala rizikům, například lidské přítomnosti nebo predátorům. V homogenní krajině bývají domovské okrsky obvykle rozsáhlejší, protože zde zvíře musí urazit delší vzdálenosti k zajištění potřebných zdrojů (Jarnemo et al., 2023).

Velikost a poloha domovského okrsku se během života zvířete může měnit. Příkladem jsou vertikální migrace jelení zvěře, kdy lze odlišit letní a zimní varianty domovských prostorů (Šustr et al., 2015). Telemetrická data rovněž naznačují, že rozsah domovského okrsku ovlivňuje celá řada faktorů, a to především velikost samotného jedince, kdy menší druhy

obvykle využívají rozsahově menší oblasti. Loft et al. (1993) navíc zjistili, že intenzita vnitrodruhové konkurence má tendenci domovské okrsky zmenšovat, zatímco mezidruhová konkurence může vést k jejich zvětšování.

3.5 Smysly

Smyslové vnímání je klíčovým aspektem přežití každého volně žijícího živočicha. U jelení zvěře, a konkrétně u jelena evropského, patří mezi nejvýznamnější smysly čich, sluch a zrak. Tyto smyslové modality hrají zásadní roli v orientaci v prostředí, detekci predátorů, komunikaci s ostatními jedinci i v reprodukčním chování (Menzel, 2011).

Čich patří mezi nejcitlivější a nejdůležitější smysly jelenů. Slouží nejen k vyhledávání potravy, ale především k rozpoznání pachových stop jiných zvířat, identifikaci predátorů a komunikaci mezi jedinci. Pachové žlázy a rozsáhlá čichová sliznice umožňují jelenům detekovat pachy na velké vzdálenosti. Jedinci si dokážou pomocí čichu zapamatovat pachové znaky různých míst, jiných jedinců i hrozeb, což je pro ně důležité například při návratu na pastviny nebo při říji (Lochman, 1985).

Také sluch je u jelení zvěře velmi dobře vyvinutý. Jeleni dokážou pomocí pohyblivých boltce směrově lokalizovat zdroj zvuku a rozlišit i velmi slabé akustické signály. Tato schopnost je klíčová pro včasné odhalení nebezpečí, především v hustém porostu nebo v nočních hodinách. Zvuková komunikace, například troubení jelenů během říje, zároveň slouží k signalizaci teritoriální přítomnosti a síly samců vůči konkurentům i laním (Lovari et al., 2008).

Zrak u jelenů nedosahuje takové úrovně přesnosti jako čich nebo sluch, přesto hraje důležitou roli zejména při detekci pohybu. Oči jsou umístěné po stranách hlavy, což zajišťuje velmi široké zorné pole, a to konkrétně přibližně 310°, ale s omezeným překrytím binokulárního vidění. To znamená, že jeleni sice výborně zaznamenávají pohyb v okolí, ale hůře vnímají hloubku a přesnou vzdálenost objektů, prostorové vidění tedy není tak dokonalé. Jejich zrak je uzpůsoben i pro zhoršené světelné podmínky, a proto bývají aktivní především za šera a v noci (Stoner et al., 2003; Banks et al., 2024).

Každý ze zmíněných smyslů přispívá k přežití jelena evropského specifickým způsobem. Jejich kombinace umožňuje efektivní detekci predátorů, úspěšnou reprodukci i navigaci v prostředí s proměnlivým rušením člověkem (Hromas, 2008).

3.6 Antropogenní vliv na přírodu

Antropogenní činnost má zásadní dopad na strukturu a fungování přirozených ekosystémů. Lidské aktivity, jako je rozšiřování dopravní infrastruktury, lesní a zemědělské

hospodaření, urbanizace a rekreační využívání krajiny, vedou k fragmentaci biotopů, změně mikroklimatických podmínek a narušení přirozené dynamiky populací živočichů v krajině (Forman et al. 1998). Tyto vlivy se promítají do chování živočichů, jejich prostorové aktivity i rozmístění v krajině (Gaynor et al., 2018).

3.6.1 Vliv na spárkatou zvěř

U spárkaté zvěře dochází vlivem lidské přítomnosti a hluku ke změnám v denních rytmech. Zvířata jsou nucena přesouvat svou aktivitu do nočních hodin nebo do méně vhodných lokalit, kde je rušení nižší (Gaynor et al., 2018). Dlouhodobé vystavení rušivým podnětům, jako je těžba motorovými pily, či jinou dřevozpracující technikou, rekreační turistikou nebo dopravou, může vést ke zvýšené hladině stresových hormonů (kortizolu), omezení příjmu potravy, a tím i ke snížení tělesné kondice nebo reprodukční schopnosti (Millspaugh et al., 2001).

Zásahy do prostředí, jako je těžba dřeva nebo výstavba komunikací, často znamenají nejen zvýšený hluk a pohyb lidí či techniky, ale také změnu vegetační struktury, což může omezit možnosti zvěře najít si v hodný úkryt a dostupnost potravy. Například studie Reimosers (2012) ukázala, že spárkatá zvěř zareaguje na intenzivní těžbu dřeva zvýšenou pohybovou aktivitou a vyhýbáním se těmto lokalitám i několik dní po skončení prací.

Fragmentace prostředí způsobená dopravní infrastrukturou rovněž omezuje možnosti přirozeného pohybu zvířat, zvyšuje riziko kolizí s vozidly a vede k narušení genetické výměny mezi populacemi (Coffin, 2007). V důsledku těchto faktorů dochází k posunu prostorového chování, zvyšuje se koncentrace zvěře v méně rušených oblastech, což může vést k přetížení těchto stanovišť a následnému poškozování porostů (Jaeger et al., 2005)

3.6.2 Lesní práce

Lesní hospodářství je běžnou součástí kulturní krajiny a má výrazný vliv na prostředí i chování volně žijící zvěře. Činnosti jako těžba dřeva, pohyb dělníků, přemisťování těžké techniky a použití hlučných nástrojů, zejména motorových pil, představují silné akustické a vizuální rušivé podněty, které mohou vyvolat útěkové reakce, zvýšenou ostražitost a změnu prostorového chování zvěře (Reimoser, 2012). Intenzivní těžba může vést i k dočasnému opuštění stanoviště, přičemž návrat zvěře bývá pozorován až několik dní po ukončení prací (Jayakody et al., 2008).

Reakce na rušení způsobené lesními pracemi se může lišit v závislosti na typu prostředí, míře pokrytí lesními pracemi a předchozích zkušenostech zvířete. Například v méně členitém

terénu, kde je méně možností úkrytu, bývají reakce výraznější. Dlouhodobě mohou mít tyto činnosti vliv na změnu denního rytmu, protože zvěř může přesouvat svou aktivitu do nočních hodin, aby se lidské přítomnosti vyhnula (Ciuti et al., 2012). Tento scénář můžeme pozorovat již dnes u prasete divokého (*Sus scrofa*) v naší krajině. V extrémních případech může docházet k trvalému vyhýbání se určitým lokalitám, což může ovlivnit prostorové rozložení a způsobit přetížení jiných částí biotopu.

Vedle přímého rušení hraje roli také strukturální změna prostředí, ke které při těžbě dřeva dochází. Odstranění porostu snižuje nabídku úkrytu a zároveň mění dostupnost potravy. Na některých místech může otevření porostu dočasně zlepšit podmínky pro pastvu, jinde ale může vést k omezení výskytu zvěře v dané oblasti. Důsledky těchto změn je třeba zvažovat při plánování hospodaření, zejména v chráněných územích nebo oblastech s výskytem ohrožených či citlivých druhů (Hanzal, 2017).

3.6.3 Lov

Lov spárkaté zvěře představuje výrazný zásah do přirozeného chování volně žijících živočichů. Přítomnost člověka v roli predátora spouští u zvěře přirozené obranné reakce, které ovlivňují prostorové rozložení, denní aktivitu i fyziologický stav jedinců. Výzkumy ukazují, že zahájení lovecké sezóny výrazně mění prostorové využití krajiny jelení zvěří, která reaguje zvýšením ostražitosti, přesunem do klidových zón a přesunutím aktivity do nočních hodin (Wiskirchen et al., 2022; Lone et al., 2015).

V České republice je lov jelení zvěře legislativně upraven vyhláškou č. 245/2002 Sb. Doby lovu jsou následující: jelen evropský – jelen od 1. července do 31. ledna a laň od 1. srpna do 31. ledna s výjimkou uvedenou v § 2 odst. 1, zvěř do dvou let věku od 1. ledna do 31. prosince.

Zahájení lovu spouští stres zvěři, který ovlivňuje všechny aspekty chování zvěře, a to až od strategie vyhledávání potravy až po reprodukční chování. Dlouhodobý lovecký tlak byl rovněž spojen se zvýšenou hladinou stresových hormonů, sníženou tělesnou kondicí a vyšší mortalitou (Bateson et al. 1997). Kromě behaviorálních změn dochází i ke změnám prostorového rozložení populací, jelikož se zvěř koncentruje v těžko dostupných a méně rušených oblastech, což může vést k jejich přetížení a k poškození lesní vegetace, zejména loupáním či ohryzu (Wiskirchen et al., 2022).

3.7 Metody měření útěkové vzdálenosti

Útěková vzdálenost představuje v rámci studia velmi důležitý ukazatel vztahu mezi volně žijící zvěří a rušivými podněty vyvolané v těchto případech člověkem, avšak může se do této kategorie řadit i rušení počasím, predátory anebo jinými druhy zvěře. Pro její měření existují různé přístupy, a to od přímého pozorování a simulovaných přibližovacích testů až po moderní telemetrické metody, které umožňují sledování pohybu zvířat v reálném čase a bez nutnosti přímého kontaktu (Blumstein et al., 2003).

Přibližovací testy obvykle zahrnují kontrolovaný pohyb výzkumníka, vozidla nebo jiného rušivého prvku směrem k pastvící se nebo odpočívající zvěři. Vzdálenost, při které zvíře zareaguje útěkem, je zaznamenána a porovnávána mezi různými typy podnětů, prostředí a podmínek (Weston et al., 2012). Tento přístup však může být zatížen lidským faktorem a často je časově náročný. Významný posun v přesnosti a rozsahu dat přinesla právě GPS telemetrie, která se stala klíčovým nástrojem v monitoringu prostorových reakcí zvěře na rušivé vlivy (Hebblewhite et al. 2010).

3.7.1 GPS telemetrie

GPS telemetrie umožňuje automatický a kontinuální záznam polohy zvířete v pravidelných časových intervalech. V kontextu útěkové vzdálenosti je možné pomocí těchto dat sledovat nejen okamžik zahájení úniku, ale také celkovou trasu a dynamiku pohybu po vyrušení (Hebblewhite et al. 2010). Tím se otevírá možnost vyhodnotit nejen prahovou reakci, ale i trvání stresové situace a návrat do původního stanoviště. GPS data lze navíc propojit s časovými záznamy o přítomnosti rušivých faktorů, což umožňuje přesné vyhodnocení vztahu mezi podnětem a reakcí (Bastille-Rousseau et al., 2018).

Obrázek 2: Proces příjímání dat z GPS telemetrie

Zdroj: umweltanalysen.com – Rösner

Funguje na podobném principu jako běžná GPS navigace, které k určení přesné polohy využívá signály ze satelitů, které obíhají ve vesmíru kolem Země. Na základě toho lze automaticky a opakovaně zaznamenávat polohu sledovaného zvířete v předem nastavených časových intervalech (Tomkiewicz et al., 2010). V porovnání se starší telemetrií neboli radiotelemetrií, která vyžaduje aktivní vyhledávání signálu v terénu, je GPS technologie mnohem přesnější a poskytuje výrazně detailnější data, jelikož signály nepřerušují a neomezují žádné překážky. Při dobrém satelitním pokrytí, tedy za situace, kdy jsou k dispozici nejméně čtyři satelity, se běžná chyba zaměření signálu pohybuje jen v řádu několika metrů. Moderní GPS obojky nejsou vybaveny pouze lokalizačním modulem, ale obsahují také senzory pohybové aktivity, teploty a často i mechanismu nazývající se drop-off, který umožňuje dálkové nebo časované odepnutí obojku po skončení sledování (Bastille-Rousseau et al., 2018). Tento prvek je zásadní hlavně z etického hlediska, protože zvíře nemusí být znovu odchyceno a podruhé být vystaveno stresu uspáním, či jinou metodou odchytu. Velikost celého zařízení ale výrazně ovlivňuje kapacita a hmotnost baterie, protože zde patří přímá úměra, kdy čím lehčí a menší baterie, tím kratší její výdrž. Životnost baterie je tak v mnoha případech hlavním a svazujícím limitem délky sledování zvířete (Hebblewhite et al. 2010).

Než lze zvíře telemetricky sledovat, je nezbytné ho nejprve odchytit a označit. To je možné buď pomocí klecí, nebo jiných odchytových metod, a úspěšnost závisí především na

hustotě populace v dané oblasti. Pokud je počet jedinců nízký, odchyt bývá velmi obtížný. Proto před samotným umístěním pasti probíhá pečlivé monitorování a využívají se fotopasti, kde se sledují pobytové znaky, jako jsou stopy zvířete, trus nebo vyšlapané stezky, tak aby se zvolilo co nejvhodnější místo pro odchyt (Cagnacci et al., 2010).

3.8 Telemetrie

Telemetrie je souhrnný název pro technologické metody, které umožňují dálkový sběr, přenos a vyhodnocení biologických a pohybových dat u sledovaných živočichů. V ekologii a ochraně přírody se telemetrie využívá zejména k monitoringu prostorového chování, migrací, využití prostředí, aktivity a dalších aspektů života volně žijících zvířat, aniž by bylo nutné je neustále pozorovat v terénu (Hebblewhite et al. 2010).

Spadá pod invazivní metodu monitoringu. Narozdíl od neinvazivních metod jako jsou například DNA analýzy z nasbírané srsti a trusu, monitoringu pobytových znaků a fotopastí, kdy se na zvěř nevyvíjí takřka žádný tlak a stres, jelikož se zvíře nemusí nijak vyrušit, jsou invazivní metody přesný opak a v praxi probíhají uspáním, což může být pro zvěř vysoce stresující a následnou manipulací jedince (Millspaugh, 2001).

3.8.1 Historie a vývoj telemetrie

První využití telemetrie u divoce žijících zvířat se datuje do 60. let 20. století, kdy byly vyvinuty radiové vysílače VHF (Very High Frequency) telemetrie. Tyto systémy fungovaly na principu vysílání signálu z vysílače, kupříkladu obojku a jeho zachycení ručním přijímačem s anténou na straně výzkumníka. Poloha zvířete byla určována triangulací, tedy ze směru a síly signálu z více míst. Výhodou VHF bylo nízké zatížení zařízení a dlouhá životnost baterií, nevýhodou však byla nízká přesnost a potřeba manuálního sledování v terénu (Kenward, 2001).

S rozvojem technologií došlo od 90. let k rozšíření GPS telemetrie, která umožňuje automatický záznam přesné polohy pomocí globálního satelitního systému (Hebblewhite et al. 2010). Tato metoda umožnila odstranění nutnosti přímého kontaktu se zvířetem během sledování a výrazně zvýšila množství a kvalitu dat (Cagnacci et al., 2010).

3.8.2 Výhody a nevýhody

Výhodou moderní telemetrie je možnost dlouhodobého a kontinuálního sledování jedinců bez nutnosti jejich opakovaného odchytu. Výzkumník získává přesná data o pohybu, denní aktivitě, využití biotopů a reakci na různé podněty, včetně rušení člověkem. Prostřednictvím vysokého časového rozlišení je možné sledovat i krátkodobé reakce, například útěk při

vyrušení, a i dlouhodobé změny chování. Zároveň je telemetrie finančně, a to i technicky náročná, jelikož GPS obojky jsou drahé, náročné na údržbu a přenos dat může být omezen pokrytím sítě nebo životností baterie. Kromě toho existuje etický rozměr, kdy zvíře musí být nejprve odchyceno a zařízení mu musí být bezpečně upevněno, což vyžaduje odborný přístup a schválení ze strany příslušných orgánů ochrany přírody (Manville et al., 2024).

3.8.3 GPS obojky

GPS obojky jsou jedním z nejčastějších telemetrických zařízení používaných pro sledování velkých savců, včetně jelení zvěře. Jsou navrženy tak, aby zvířeti nebránily v pohybu a zároveň byly odolné vůči vnějším vlivům, jako je vlhkost, voda, nárazy nebo příliš vysoké teploty. Mezi komponenty, které musí každý správně fungující obojek obsahovat řadí jako ten nejdůležitější komponent GPS modul, který zaznamenává aktuální polohu zvířete pomocí signálu ze satelitů s přesností obvykle na 5 až 10 metrů, paměťové médium, kde se ukládají data poloze zvířete a k tomu přiřazenému času, GSM modul, který umožňuje vzdálený přenos dat přímo do počítače výzkumníka a napájecí zdroj, většinou lithium-iontovou baterii s výdrží od několika měsíců až po více než rok v závislosti na frekvenci záznamu (Hebblewhite et al. 2010).

Frekvence zaznamenávání polohy se nastavuje podle cíle studie, kdy může jít například o záznam každou půl hodinu, každou hodinu anebo v kratších intervalech při očekávané reakci na rušení. Některé obojky jsou navíc vybaveny senzory aktivity, jako jsou akcelerometry, které sledují změny v pohybu, postojích, nebo dokonce chování, kde je vidět stav zvířete při odpočinku, nebo při přesunu či pastevnímu cyklu (Tomkiewicz et al., 2010). Moderní GPS obojky často umožňují vzdálené nastavení parametrů nebo naplánované uvolnění obojku po skončení sledování (Bastille-Rousseau et al., 2018).

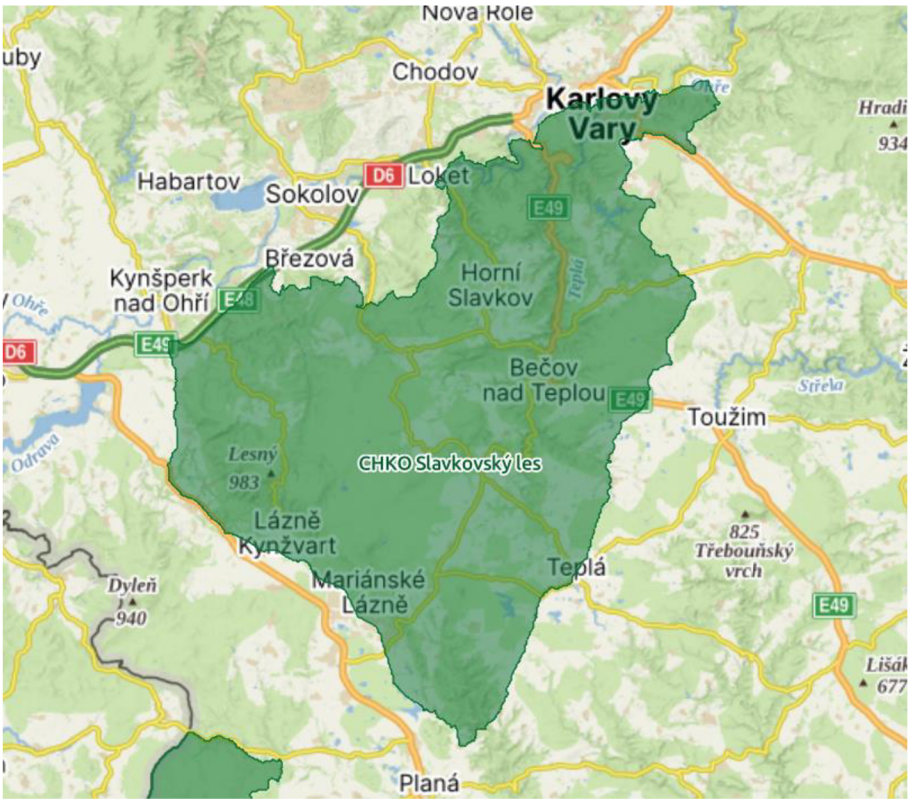
4 Metodika

4.1 Studijní oblast

Studie byla realizována v Chráněné krajinné oblasti Slavkovský les. Toto významné západočeské pohoří se rozkládá jihozápadně od Karlových Varů až po Mariánské Lázně a má rozlohu 606 km^2. Chráněná krajinná oblast se nachází převážně v mírně teplé klimatické oblasti s krátkým, mírně chladným létem a s normálně trvající zimou se sněhovou pokrývkou. Ve vyšších polohách nad 750 m n. m. přechází klima do chladného a s delší zimou, častějším sněžením a vlhčím létem. Roční úhrn srážek se pohybuje mezi 600–900 mm, přičemž nejvíce prší v létě a nejvíce sněhu napadá v oblasti Lysinské hornatiny na jihozápadě oblasti. Jde převážně o lesní krajinu, avšak kvalitní lesní porosty, které by svou druhovou skladbou odpovídaly přirozeným lesům, jsou zde poměrně vzácné, jelikož místo jedle bělokoré (*Abies alba*), buku lesního (*Fagus sylvatica*), javorů (*Acer*) a dalších listnatých lesů je dominantním druhem právě smrk ztepilý (*Picea abies*), který tvoří až tři čtvrtiny všech dřevin v této oblasti, což má negativní vliv na stabilitu a zdraví lesních ekosystémů. Nejlépe zachovaným typem lesní vegetace Slavkovského lesa jsou rašelinné lesy a podmáčené smrčiny (Mackovčin, 2004).

Botanicky je CHKO Slavkovský les velmi cenným územím s výskytem vzácných a chráněných druhů, mezi nejvzácnější rostliny patří například vratička heřmánkolistá (*Botrychium matricariifolium*), lilie zlatohlavá (*Lilium martagon*), klikva bahenní (*Oxycoccus palustris*) nebo masožravé druhy jako jsou rosnatka okrouhlolistá (*Drosera rotundifolia*) a tučnice obecná (*Pinguicula vulgaris*). Velmi specifickým biotopem jsou hadcové stepi a bory, které se vyvinuly na půdách chudých na dusík, ale bohatých na hořčík a těžké kovy. V těchto extrémních podmínkách se daří jen specializovaným druhům rostlin s vysokou tolerancí k toxickým prvkům. Mezi nejvzácnější patří endemit rožec kuřičkolistý (*Cerastium alsinifolium*), který roste pouze na několika místech v celé České republice, a to právě na hadcových podložích Slavkovského lesa. Dalším příkladem je kuřička hadcová (*Minuartia smejkalii*), reliktní druh vázaný na hadcové lokality (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2025).

Z hlediska problematiky prostorové orientace jelena evropského, je chráněná oblast velmi populární mezi turisty, či návštěvníky lesa. Naučné a turistické stezky protínají oblast na několik oddělených úseků. Zvěř je tedy vystavována antropogenním disturbančním jevům ve velké míře.



Obrázek 3: Chráněna krajinná oblast Slavkovský les

Zdroj: Mapy.cz

4.2 Sběr dat

Nasbíraná data mi byla poskytnuta vedoucí práce Ing. Monikou Faltusovou, Ph.D. Data byla nasbírána v chráněné krajinné oblasti Slavkovský les v období od listopadu 2019 až do října 2020. Získávání dat probíhalo prostřednictvím GPS (Global Positioning System) obojkům, které mělo celkem devět laní jelena evropského připevněné kolem krku. Data o pozici laně byly ukládány každých 30 minut. Výsledkem sběru dat byly excelové tabulky o údajích devíti laní a jednotlivých antropogenních disturbancí.

Samotný sběr dat probíhal za pomoci záznamového zařízení od firmy Garmin, šlo o GPS navigaci celým názvem Garmin eTrex 22x EU. Přístroj je vybaven předinstalovanými TopoActive mapami Evropy s routovatelnými silnicemi a stezkami, což umožňuje snadnou navigaci v terénu. Podporuje satelitní systémy GPS i GLONASS (Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistěma), což zajišťuje spolehlivý příjem signálu i v náročných podmínkách. S interní pamětí 8 GB a slotem pro microSD kartu nabízí dostatek prostoru pro další mapové podklady. Napájení zajišťují dvě AA baterie s výdrží až 25 hodin v režimu GPS.

4.3 Typy antropogenních disturbancí

Disturbanční zvukové jevy jako simulace zvuku motorové pily byly uměle vyvolávány na určených místech. V případě simulace zvuků lidí byly nahrávky pouštěny po určené trase. Jinak tomu bylo u turismu, kde byla přítomna osoba procházející určitou trasu bez nahrávky.

Simulované antropogenní zvukové jevy byly přehrávány pomocí Mipro MA-202 B, což je přenosný bezdrátový ozvučovací systém s výkonem 56 W, vybavený vestavěným bezdrátovým přijímačem s 16 automaticky laditelnými frekvencemi, frekvenčním rozsahem od 50 Hz do 18 kHz a USB (Universal Serial Bus) /SD (Secure Digital) přehrávačem s LCD (Liquid Crystal Display) displejem. S využitím vestavěné lithium-iontové baterii poskytuje 8 hodin provozu na jedno nabití.

4.3.1 Zvuky skupiny lidí

Proces vyrušování probíhal v řádu několika desítek minut. Po určité trase v lese se pohyboval výzkumník a pouštěla se zvuková nahrávka simulující skupinu lidí, přes již předem zmíněný bezdrátový ozvučovací systém Mipro MA-202 B. Zvukový jev se tedy stále pohyboval v průměru 20–30 minut.

4.3.2 Zvuky motorové pily

Zvukový jev simulující zvuk motorové pily byl sice pouštěn ze stejného reproduktoru jako předchozí disturbance, rozdíl byl však v pozici a trvání rušícího prvku. Simulace motorové pily byla pouštěna vždy pouze hodinu, a to na stejném místě, tedy tak, že se s reproduktorem během měření nemanipulovalo.

4.3.3 Turismus

Jiná situace nastala však u simulování turistické aktivity, kdy byla přítomna jen jedna osoba, a nikoliv skupina lidí. Toto měření probíhalo bez nahrávky. Jen v ojedinělých případech přesáhnula doba trvání disturbance 10 minut, většinou se jednalo o rušení do 10 minut. Šlo tedy o velice krátký časový usek, kdy v pochopitelném případě nemohla být uražena markantní vzdálenost.

4.4 Zpracování dat

Tento proces zahrnoval odstranění chybných záznamů, které vykazovaly nereálné hodnoty. Taktéž byly odstraněny hodnoty, které byly bezprostřední a neměly vztah ke

sledované problematice. Dále byla potřeba spárovat jednotlivé laně s vhodnými disturbancemi, protože ne každá laň byla měřena v čase disturbance.

Vstupní data byla získána ve formátu .csv z GPS obojků nasazených na devíti jedincích laně jelena evropského, přičemž každé zvíře mělo vlastní datový soubor. Každý soubor obsahoval souřadnice zaznamenané v pravidelném intervalu 30 minut. Tímto způsobem byla pokryta celková denní aktivita sledovaných laní ve vybraném období. Nutné je však zmínit, že ne všechny laně byly měřeny od listopadu 2019 do října 2020, byly zde laně, které byly sledovány kratší dobu, tím pádem nemohly být srovnávány s některými disturbančními jevy.

Paralelně byly připraveny datové sady obsahující prostorové informace o disturbancích, tedy rušivých vlivech antropogenního původu. Každý typ rušení (např. přítomnost člověka, turistická aktivita nebo přehrávání zvuku motorové pily) byl reprezentován samostatným souborem. Tyto rušivé vstupy měly kratší časové trvání. V případě zvuku motorové pily se jednalo o jednu hodinu s jednou pevnou lokalitou (bez pohybu), zatímco u pohybujících se zdrojů rušení (např. chůze lidí nebo turistů) byly k dispozici detailnější trasy s polohami zaznamenanými v kratších intervalech, zato častějších intervalech.

Následně bylo nutné určit, kde se konkrétní laň nacházela v době výskytu dané disturbance. Z rušivého souboru byly zjištěny informace o čase a dni výskytu rušivého jevu a následně byly dohledány odpovídající záznamy z tabulek jednotlivých laní. Tyto spárované údaje byly následně zkopírovány do nové pracovní tabulky v programu Excel. V rámci tohoto souboru byly dosazovány souřadnice do dvou samostatných listů: „measurement 1“, což bylo označení pro trasu člověka a „measurement 2“, který označoval pozici laně v určitou dobu. Pomocí funkcí pro výpočet vzdálenosti mezi dvěma geografickými body byla poté spočítána nejkratší vzdálenost mezi laní a rušivým jevem v konkrétním čase. Výsledky byly vizualizovány pomocí excelového grafu znázorňujícího trasy obou měřených faktorů.

Finálním a hlavním cílem bylo analyzovat útěkové vzdálenosti sledovaných laní během různých časových úseků po vystavení antropogennímu zvukovému jevu. Pro výpočet útěkové vzdálenosti byla použita poloha laně zaznamenaná těsně před vystavením disturbance a polohy laní po uplynutí nebo v průběhu rušení.

Z dat byly vypočítány rozdíly mezi vzdáleností, kterou laň urazila po vyrušení, a vzdáleností, kterou urazila před rušením. Hodnota útěkové vzdálenosti byla podrobena statistické analýze, a to konkrétně ANOVA testu a následnému porovnání pomocí Tukey HSD testu. Pro zjištění, zda typ rušení ovlivňuje útěkovou vzdálenost, byl použit ANOVA test, kdy p-hodnota ukázala, zda existuje statisticky významný rozdíl mezi skupinami. Pokud ano, Tukeyho HSD test dál určil, mezi kterými konkrétními typy rušení tyto rozdíly byly a označil

jako „reject = True (PRAVDA) nebo False (NEPRAVDA)“. Analýza byla zaměřena na proměnnou typ rušení, což v tomto případě byly: motorová pila (chainsaw), přítomnost lidí (people) a turistická aktivita (tourism).

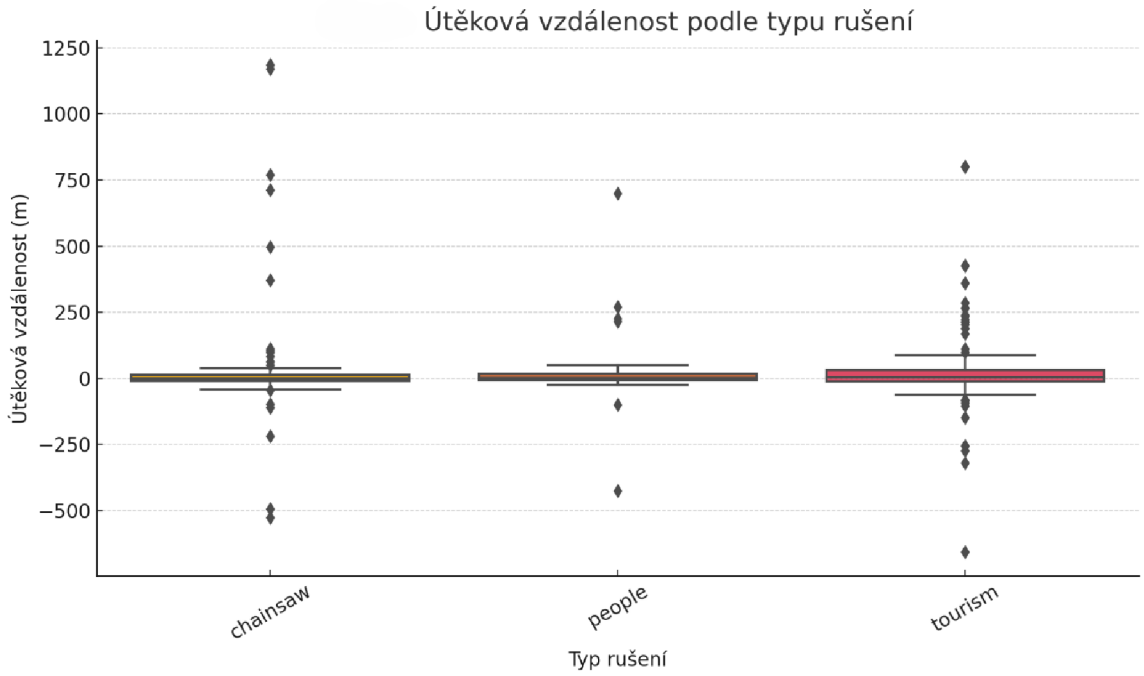
Důležitým krokem bylo také určení si pět jednotlivých vzdálenostních kategorií, poukazujících na to, jak moc blízko byla laň v době vlivu disturbance. Kategorie byly od 0-50 metrů, 50-100, 100-200, 200-500 a více než 500 metrů. Tento krok mohl následně upřesnit výsledná data.

5 Výsledky

Celkem bylo analyzováno 294 záznamů během období od 24.11. 2019 do 29.10.2020, ve kterých byla zaznamenána reakce devíti laní na různé typy rušení. Hodnoceny byly tři typy antropogenních podnětů: motorová pila (chainsaw), přítomnost lidí (people) a turistická aktivita (tourism). Vyhodnoceny byly tedy ve třech kategoriích, podle typu disturbance a pro větší podrobnost byly zařazeny i do vzdálenostních tříd.

Žádný ze tří typů rušení – motorová pila, přítomnost člověka a turismus – neměl statisticky významný vliv na délku útěkové vzdálenosti.

5.1 Útěková vzdálenost podle typu rušení



Graf 1: Rozložení útěkových vzdáleností laní v závislosti na typu rušivého podnětu – konkrétně motorová pila (chainsaw), přítomnost člověka (people) a turistická aktivita (tourism).

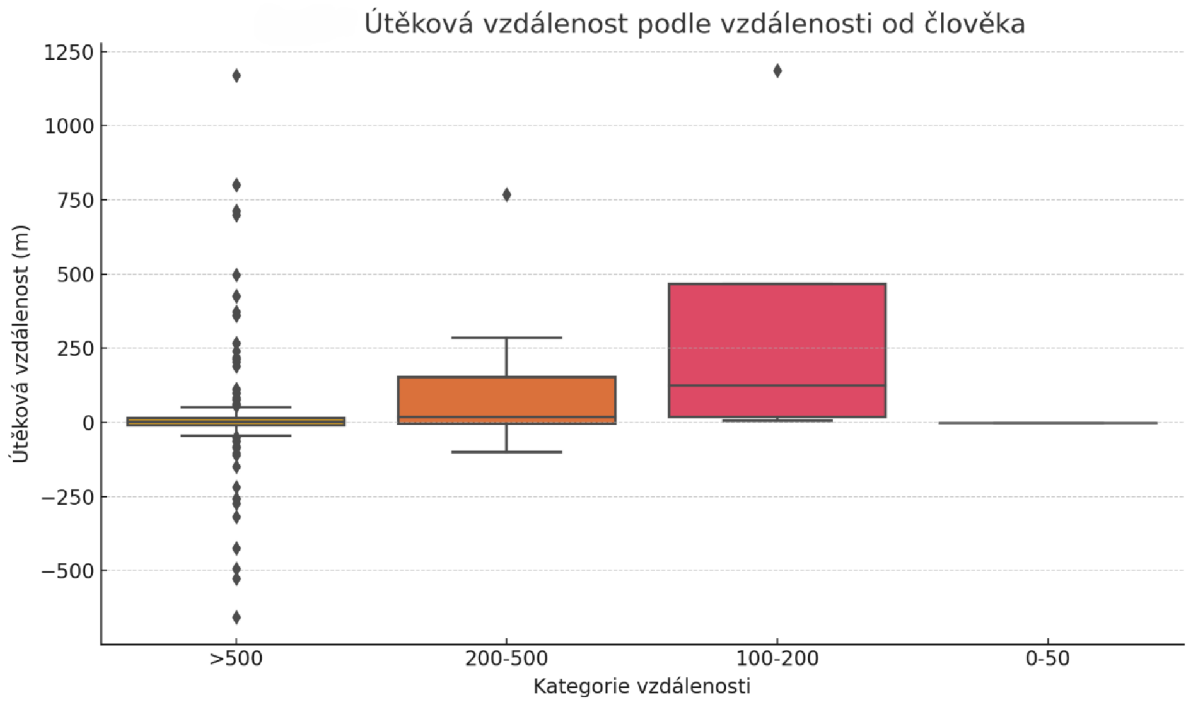
Tabulka 1: Výstup jednofaktorové analýzy rozptylu (ANOVA), která porovnává útěkové vzdálenosti mezi třemi skupinami podle typu rušení.

	A	B	C	D	E
1	index	sum_sq	df	F	PR(>F)
2	C(Type_of	15011,98	2	0,2452	0,7827
3	Residual	8906782	291		

Na grafu 1 je patrné, že nejvyšší rozptyl i medián útěkové vzdálenosti vykazuje skupina „tourism“, což značí variabilnější a celkově intenzivnější reakce. Naproti tomu při přítomnosti jednotlivce nebo zvuku motorové pily jsou reakce stabilnější a mediány nižší. Přesto výsledky ANOVA testu ukázaly, že rozdíly mezi skupinami nebyly statisticky významné ($p = 0{,}783$).

Tabulka 1 ukazuje, že hodnota testovacího kritéria F dosáhla hodnoty 0,2452. F-hodnota říká, jak výrazný je rozdíl mezi skupinami ve srovnání s vnitroskupinovou variabilitou. Čím vyšší F-hodnota, tím větší rozdíl mezi skupinami, tím pravděpodobnější, že skupiny se liší statisticky významně, a naopak nízká F-hodnota jako v tomto případě znamená, že rozdíly mezi skupinami jsou malé ve srovnání s rozdíly uvnitř skupin. Odpovídající p-hodnota byla 0,783. Protože p-hodnota převyšuje hladinu statistické významnosti $\alpha = 0{,}05$, lze konstatovat, že rozdíly mezi skupinami nejsou statisticky významné. Jinými slovy, na základě tohoto testu nelze potvrdit, že by typ rušení měl zásadní vliv na délku útěkové vzdálenosti.

5.2 Útěková vzdálenost podle vzdálenosti od člověka



Graf 2: Znázornění, jak se mění útěková vzdálenost laní v závislosti na jejich počáteční vzdálenosti od člověka. Údaje byly rozděleny do čtyř kategorií: 0–50 m, 100–200 m, 200–500 m a >500 m.

Podle grafu č. 2 se dá pozorovat, že největší medián i rozptyl byl zaznamenán ve skupině 100–200 m, což může ukazovat na zónu, ve které laně vnímají člověka jako největší hrozbu. Při větší vzdálenosti (>500 m) útěková vzdálenost výrazně klesá, zatímco v nejbližší kategorii (0–50 m) byly záznamy spíše ojedinělé a reakce chyběly.

Tabulka 2: Tukeyho HSD test v porovnání jednotlivých typů rušení z hlediska útěkové vzdálenosti.

	A	B	C	D	E	F	G
1	group1	group2	meandiff	p-adj	lower	upper	reject
2	chainsaw	people	-14,5441	0,8482	-77,2025	48,1143	NEPRAVDA
3	chainsaw	tourism	3,8188	0,9853	-51,1601	58,7976	NEPRAVDA
4	people	tourism	18,3629	0,774	-45,0415	81,7672	NEPRAVDA
5							

Výsledky Tukeyho HSD testu v tabulce 2 ukázaly, že mezi žádnou dvojicí typů rušení nedošlo ke statisticky významnému rozdílu v útěkové vzdálenosti laní. Rozdíl mezi motorovou pilou a přítomností člověka činil –14,54 metru s upravenou p-hodnotou 0,8482, což je výrazně nad hranicí statistické významnosti. Porovnání mezi motorovou pilou a turistickou aktivitou ukázalo jen malý rozdíl 3,82 metru (p = 0,9853) a rozdíl mezi přítomností člověka a turismem dosáhl hodnoty 18,36 metru (p = 0,7740). Ve všech případech tedy test nepotvrdil statisticky významný rozdíl, což je potvrzeno i sloupcem „reject“, kde je ve všech řádcích uvedena NEPRAVDA. Tyto výsledky naznačují, že ačkoliv existují určité rozdíly v průměrných útěkových vzdálenostech mezi jednotlivými podněty, nelze je na základě tohoto testu považovat za významné.

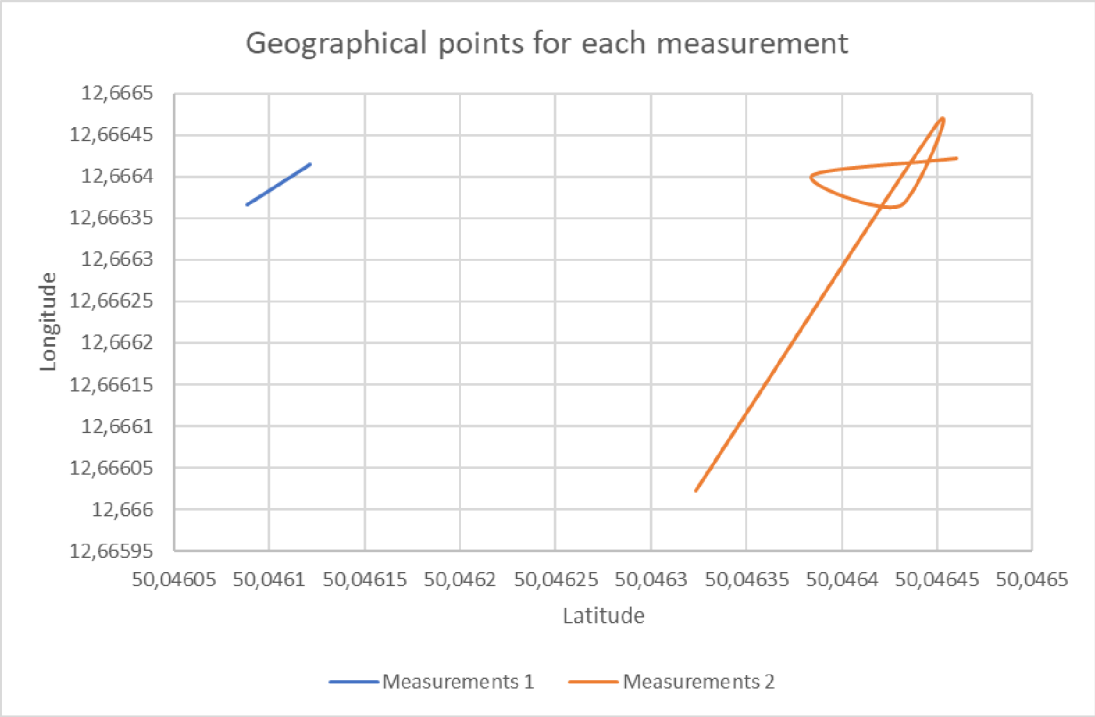
5.3 Reakce zvěře na rušivé zvuky

Tabulka 3: Vyhodnocení nejbližší vzdálenosti k člověku a uražených vzdáleností před a po vyrušením laně daným typem disturbance v kategoriích 0-50 metrů a 100-200 metrů.

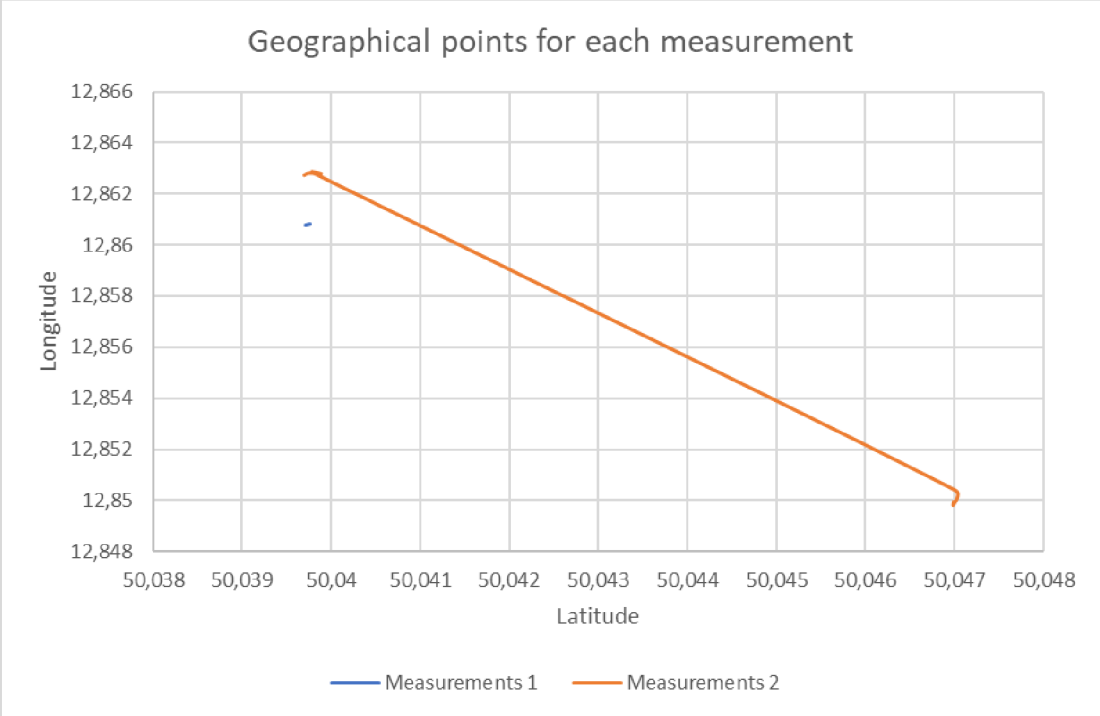
Date	Time	Animal	Categories	Disturbance	Type of disturbance	Closest distance	Distance before	Distance after
31.07.2020	12:40:32	3	100-200	NO	people	113,47	3,12	8,23
06.08.2020	12:34:41	19	100-200	YES	chainsaw	136,47	11,63	1197,10
05.09.2020	11:40:55	20	100-200	YES	people	160,11	9,20	31,08
16.09.2020	11:28:56	20	100-200	YES	people	128,06	49,57	276,27
12.09.2020	12:51:16	21	0-50	NO	chainsaw	31,67	8,57	5,77

Vyrušování, kdy byla zvířata nejblíže k člověku, a to do 200 metrů, způsobilo z pěti případů ve třech z nich vyrušení a následný znatelný únik laně. Jak už bylo dříve zmíněno, measurement 1 je označení pro trasu člověka a measurement 2 znázorňuje trasu laně. Laně č.3 a č.21 (viz graf 3) nebyly vyrušeny, a v případě laně č.21, šlo o vzdálenost necelých 32 metrů od rušení, a i přesto po disturbanci zvukem motorové pily urazila menší vzdálenost než před ní a nevzbudila žádný projev znepokojení. Jinak tomu bylo u laně č. 19 (viz graf 4), která byla znatelně vyrušena. V tomto případě šlo o vyrušení zvukem simulace motorové pily a laň po začátku disturbance urazila vzdálenost až 1 197 metrů. Z grafu 5 lze pozorovat znatelně menší

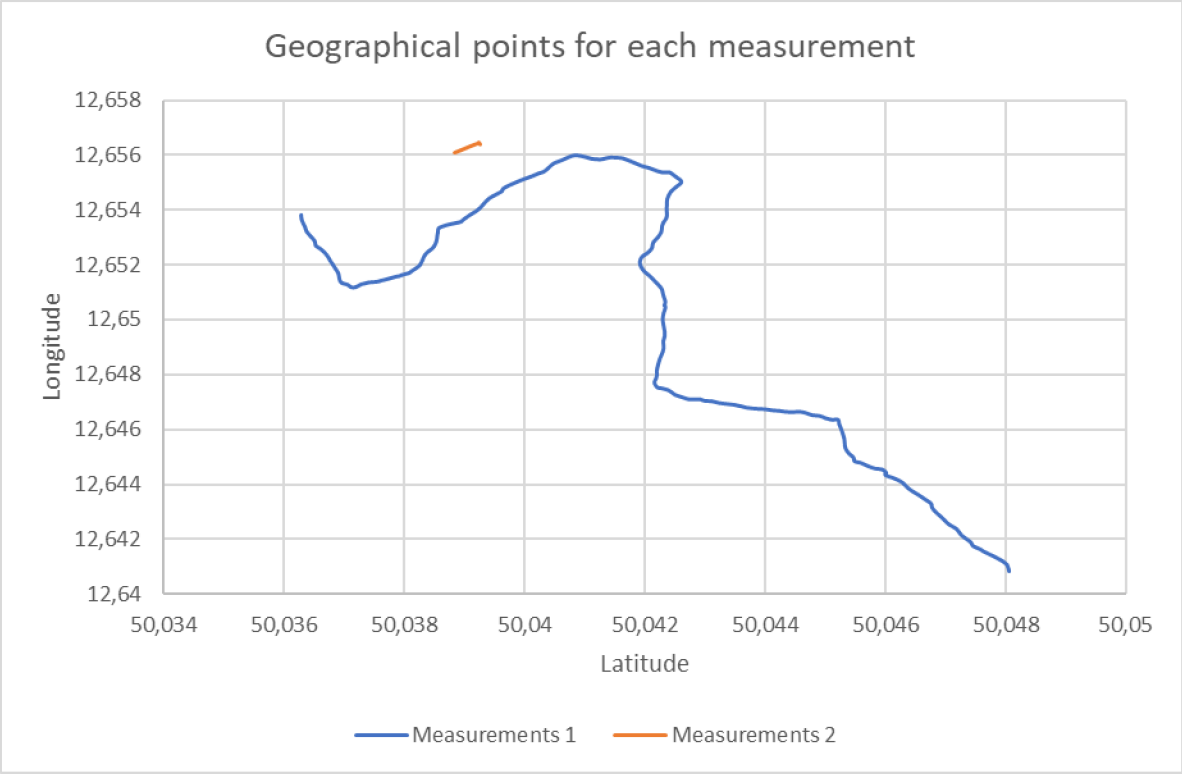
trasa laně, jelikož tyto grafy nezahrnují měřítko a trasa lidí byla jedna z nejdelších. Z dat v tabulce 3 lze však vyčíst, že laň po začátku disturbance urazila 276 metrů.



Graf 3: Vyrušení laně č. 21 dne 12.9.2020 – zvuk motorové pily (chainsaw).



Graf 4: Vyrušení laně č. 19 dne 6.8.2020 – zvuk motorové pily (chainsaw).



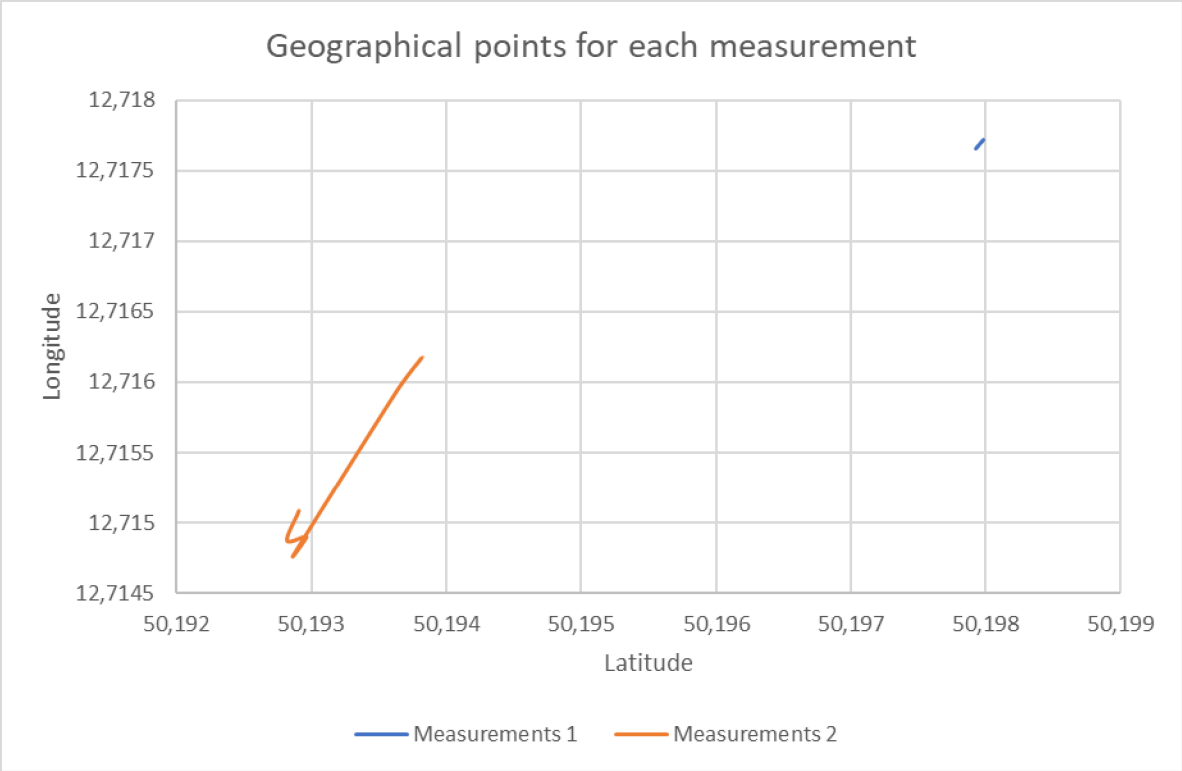
Graf 5: Vyrušení laně č. 20 dne 16.09.2020 – zvuky lidí (people).

Tabulka 4: Vyhodnocení nejbližší vzdálenosti k člověku a uražených vzdáleností před a po vyrušením laně daným typem disturbance v kategoriích 200-500 metrů.

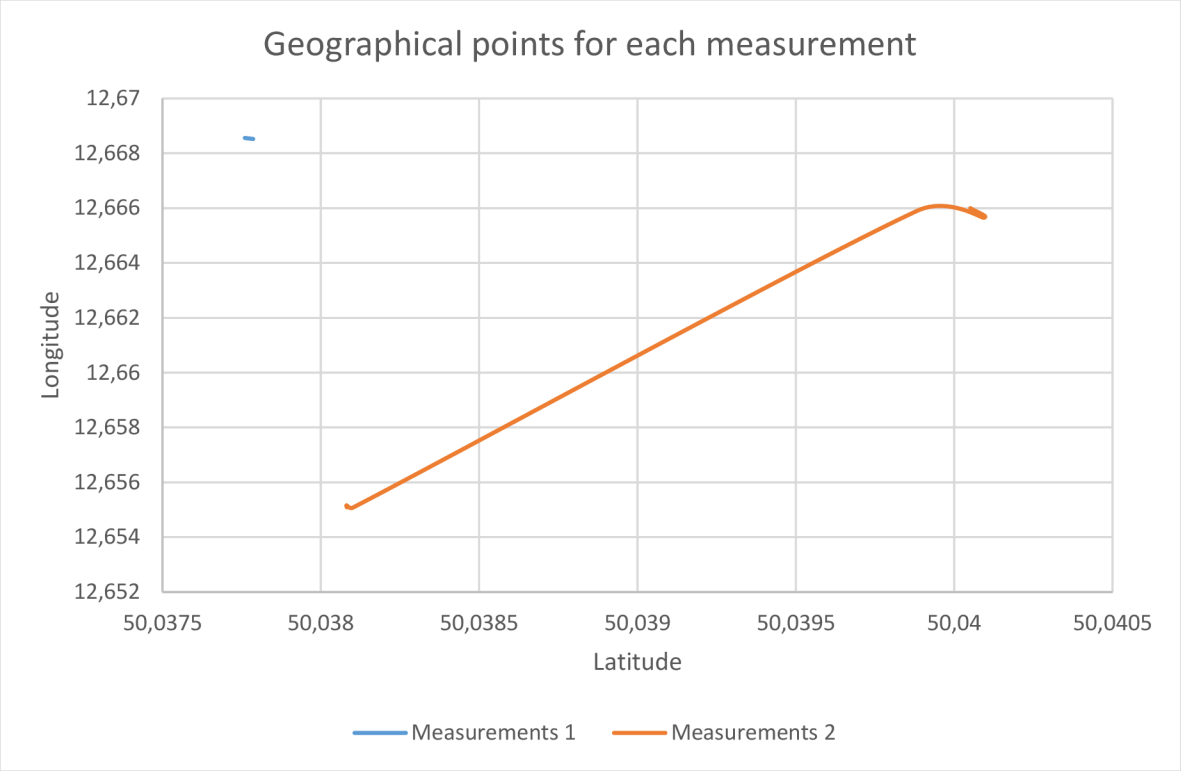
Date	Time	Animal	Categories	Disturbance	Type of disturbance	Closest distance	Distance before	Distance after
14.06.2020	14:10:11	3	200-500	NO	chainsaw	220,67	112,67	14,76
31.07.2020	11:51:36	20	200-500	NO	people	325,69	1,90	1,56
31.07.2020	12:40:32	12	200-500	NO	people	471,59	109,44	9,38
03.08.2020	13:58:48	12	200-500	YES	chainsaw	302,46	29,57	798,37
05.08.2020	13:49:13	23	200-500	NO	people	377,05	23,89	6,97
05.08.2020	15:25:35	19	200-500	NO	people	301,71	3,62	33,84
06.08.2020	14:30:08	23	200-500	NO	chainsaw	493,13	14,13	118,48
05.09.2020	11:10:44	21	200-500	NO	people	270,33	15,02	22,28
16.09.2020	12:16:20	12	200-500	NO	people	336,27	10,12	9,31
16.09.2020	12:16:20	20	200-500	YES	people	266,84	5,91	276,27
16.09.2020	12:16:20	21	200-500	YES	people	316,82	5,39	29,83
01.12.2019	13:28:14	6	200-500	NO	tourism	433,37	12,83	25,94
01.12.2019	13:28:14	19	200-500	YES	tourism	498,28	13,93	181,99
01.12.2019	13:28:14	20	200-500	NO	tourism	415,87	13,04	7,12
15.12.2019	12:51:06	18	200-500	NO	tourism	407,53	97,88	5,78
15.12.2019	13:40:29	20	200-500	YES	tourism	248,52	7,69	292,81
15.12.2019	13:55:01	3	200-500	YES	tourism	337,58	18,82	106,67
15.12.2019	13:55:01	20	200-500	YES	tourism	248,81	58,43	292,81

Výsledků v této vzdálenostní kategorii už bylo více, z celkových 18 případů byla zvěř vyrušena pouze 7krát a jen jednou tento rozruch způsobil zvuk simulující motorovou pilu. V této kategorii byly nejpočetnější typy disturbance turismu a lidí, nejvíce však laň urazila v důsledku disturbance motorové pily (viz graf 7), kdy laň č. 12 urazila téměř 800 metrů po začátku spuštění reproduktoru. Byla zde situace, kde laň č.20 dne 31.7.2020 (viz graf 8) byla

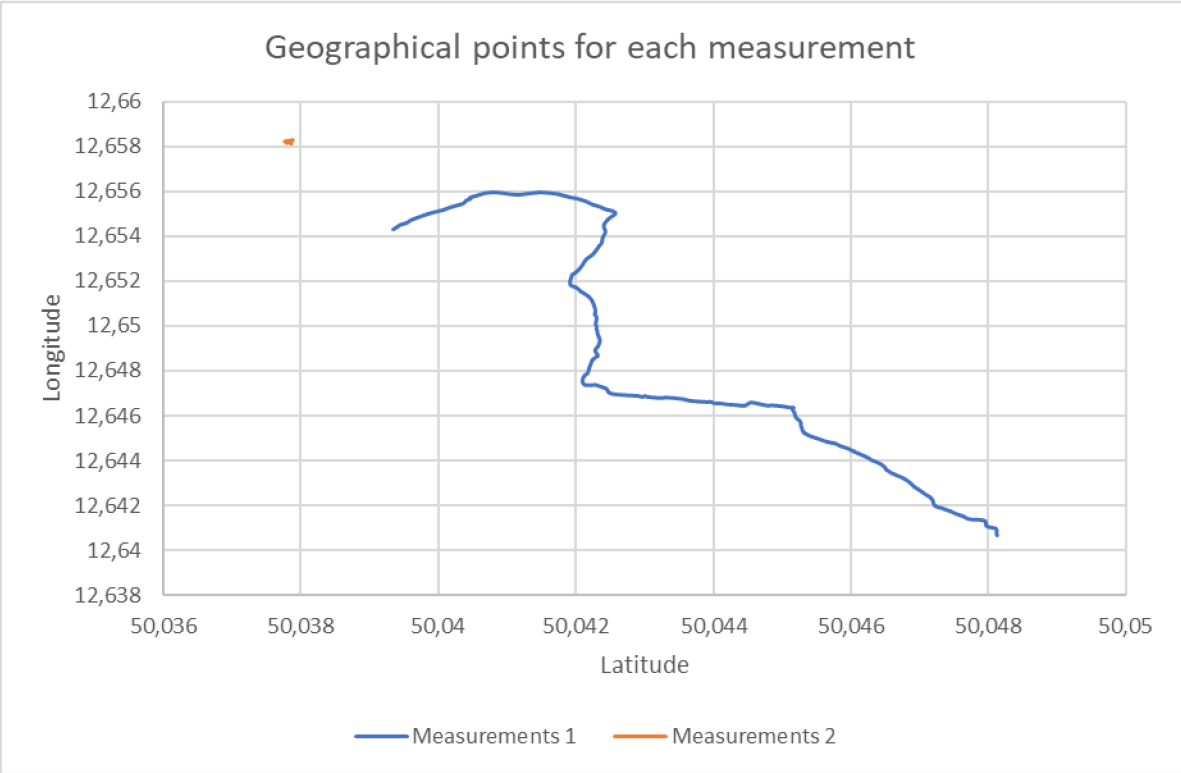
ve stejné nejbližší vzdálenosti od rušiče jako laň č. 12, která na rušení zareagovala znatelně, jediný rozdíl byl v typu disturbance, kde v tomto případě byla pouštěna nahrávka lidské aktivity. V případě laně č. 20 ze dne 31.7.2020 se však neprojevila žádná aktivita, která by naznačovala útěk. Z grafu 6 nelze poznat na první pohled, jestli se jednalo o rozruch, po kterém se laň vzdálila či nikoliv. Laň č.23 dne 6.8.2020 urazila po disturbanci vyvolané zvukovou nahrávkou motorové pily sice 100 metů ale jednalo se o směr k rušiči, a ne od něj. Dne 15.12.2019 rušení typu turismu vyrušilo laň č. 20 (viz graf 9) a byla nucena se vzdálit o více jak 292 metrů.



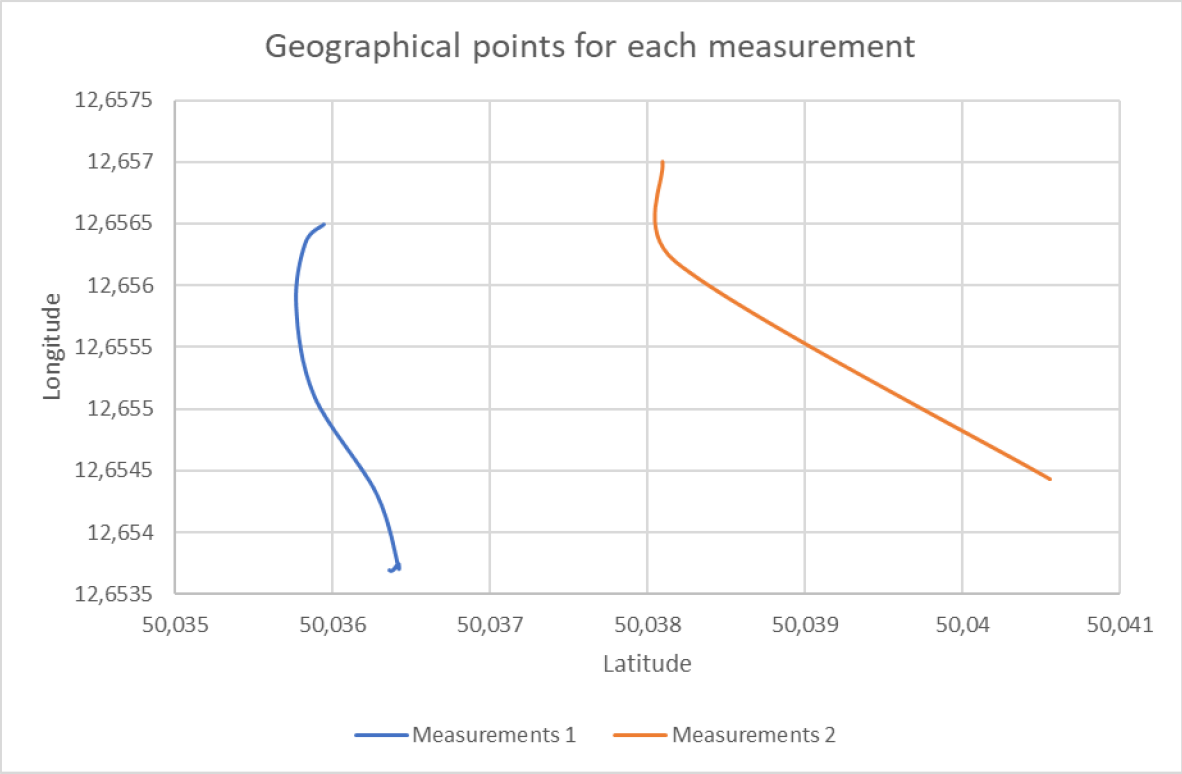
Graf 6: Vyrušení laně č. 23 dne 6.8.2020 – zvuk motorové pily (chainsaw).



Graf 7: Vyrušení laně č. 12 dne 3.8.2020 – zvuk motorové pily (chainsaw).



Graf 8: Vyrušení laně č. 20 dne 31.7.2020 – zvuky lidí (people).

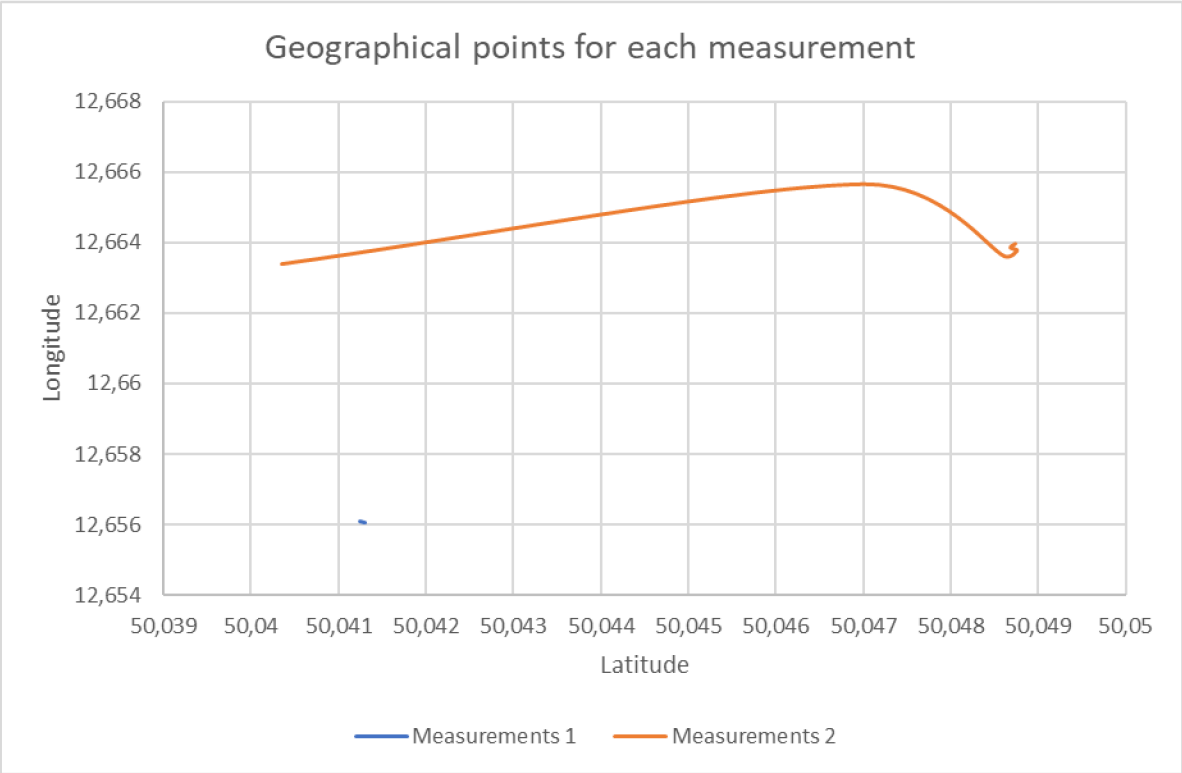


Graf 9: Vyrušení laně č. 20 dne 15.12.2019 – zvuk turistické aktivity (tourism).

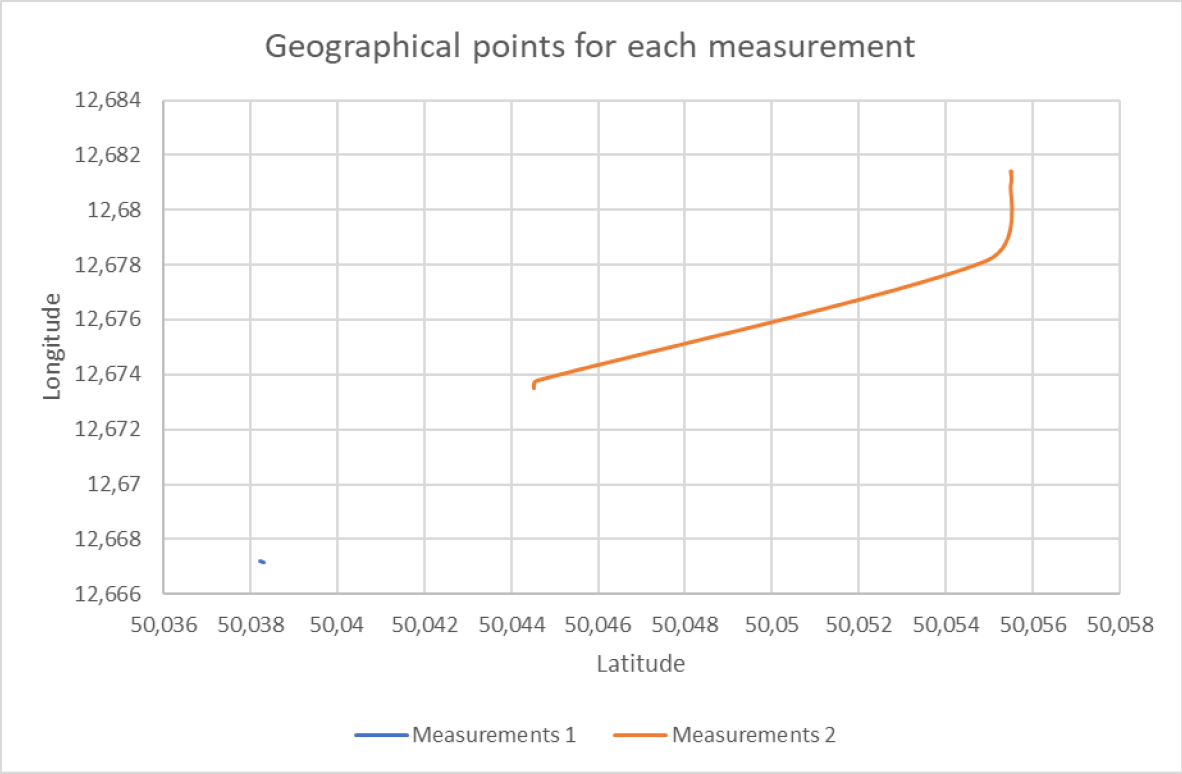
Tabulka 5: Úsek z vyhodnocení nejbližší vzdálenosti k člověku a uražených vzdáleností před a po vyrušením laně daným typem disturbance v kategoriích více než 500 metrů.

Date	Time	Animal	Categorie	Disturbance	Type of disturbance	Closest distance	Distance before	Distance after
15.12.2019	13:40:29	3	>500	NO	tourism	511,21	14,38	30,66
03.08.2020	12:45:58	20	>500	YES	chainsaw	530,1	757,38	231,28
12.09.2020	12:51:16	20	>500	NO	chainsaw	588,76	22,32	6,55
16.09.2020	12:16:20	3	>500	NO	people	603,97	8,44	13,53
15.12.2019	13:01:16	18	>500	NO	tourism	606,93	5,78	11,41
05.09.2020	11:40:55	21	>500	NO	people	621,21	22,28	39,84
05.09.2020	11:10:44	20	>500	NO	people	627,09	33,45	9,20
31.07.2020	12:40:32	20	>500	NO	people	642,58	12,40	53,44
23.08.2020	13:36:45	13	>500	NO	chainsaw	650,19	20,54	35,97
03.08.2020	13:58:48	21	>500	NO	chainsaw	657,71	18,99	11,66
14.06.2020	12:57:58	21	>500	NO	chainsaw	664,13	5,04	17,30
23.08.2020	12:26:34	21	>500	NO	chainsaw	675,77	7,93	8,32
15.12.2019	10:51:30	18	>500	YES	tourism	687,32	9,83	121,43
15.12.2019	11:12:01	18	>500	YES	tourism	689,03	121,43	922,55
05.09.2020	11:40:55	3	>500	NO	people	691,77	14,03	15,71
03.08.2020	12:45:58	12	>500	NO	chainsaw	693,32	70,45	25,25
31.07.2020	11:51:36	3	>500	NO	people	703,21	9,57	2,10
12.09.2020	12:51:16	12	>500	NO	chainsaw	746,53	41,14	15,80
11.07.2020	13:55:32	20	>500	NO	chainsaw	753,87	16,43	10,73
11.07.2020	13:55:32	3	>500	NO	chainsaw	760,5	1,61	8,43
16.09.2020	11:28:56	3	>500	NO	people	763,68	11,72	12,69
15.12.2019	11:17:31	18	>500	YES	tourism	776,84	121,43	922,55
15.12.2019	13:55:01	6	>500	YES	tourism	791,23	7,63	247,80
19.09.2020	11:45:17	12	>500	YES	chainsaw	831,07	20,89	1191,13
19.09.2020	11:45:17	21	>500	NO	chainsaw	838,4	3,06	66,28
16.09.2020	11:28:56	21	>500	NO	people	880,66	11,89	5,80
14.06.2020	14:10:11	20	>500	NO	chainsaw	884,96	522,95	30,17
23.08.2020	12:26:34	13	>500	NO	chainsaw	885,64	9,04	12,03
24.11.2019	12:34:08	18	>500	NO	tourism	890,06	57,65	78,84
12.09.2020	11:30:16	12	>500	NO	chainsaw	892,16	15,33	19,32

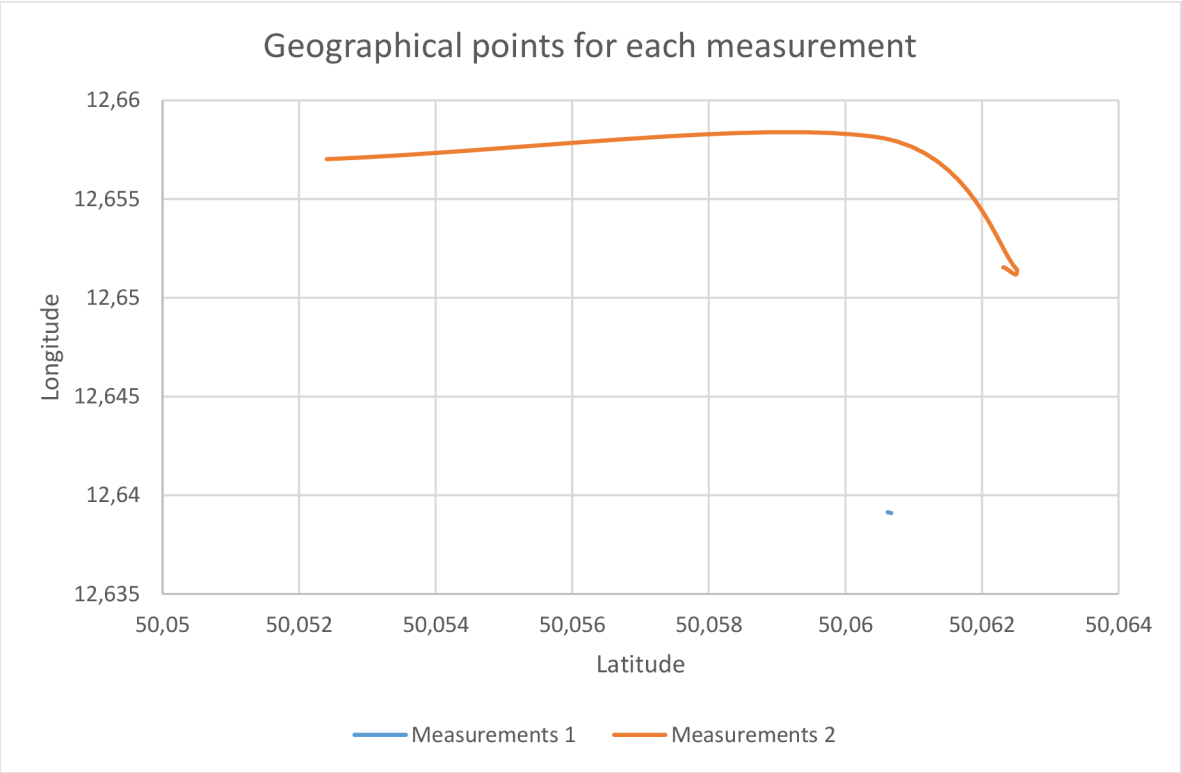
Celkem bylo v této vzdálenostní kategorii naměřeno 271 záznamů z celkových 294. Z toho bylo 17 disturbancí rušivých a zvěř se po nich znatelně vzdálila. Nejdelší vzdálenost urazila laň č. 12 (viz graf 11) dne 19.9.2020 a to 1 191 metrů po vystavení rušivých zvuků motorové pily, nejblíž člověku byla celých 831 metrů. Graf 10 také zobrazuje výraznou změnu vzdálenosti od rušiče, tato laň však před disturbancí urazila vzdálenost 757 metrů, tento fakt může zkreslovat rozhodnutí o disturbanci. Scénář, kdy laň nebyla vůbec vyrušena, a navíc se ještě přiblížila ke zdroji disturbance můžeme vidět v grafu 12 – byla pouštěna nahrávka zvuku motorové pily a laň byla nejblíže 884 metrů. V grafech 13 a 14, vidíme trasu osoby představující rušení turistickou aktivitou. Laň č. 18 po začátku rušení urazila až 922 metrů (viz graf 13), zato na grafu 14 jde vidět, že laň č. 3 nepatrně zareagovala, avšak v tabulce 5 si lze všimnout, že před disturbancí urazila 14 metrů a po a v průběhu disturbance pouhých 30 metrů. Přitom byla laň č. 3 ze dne 15.12.2019 nejblíže k rušiči ze své vzdálenostní kategorie.



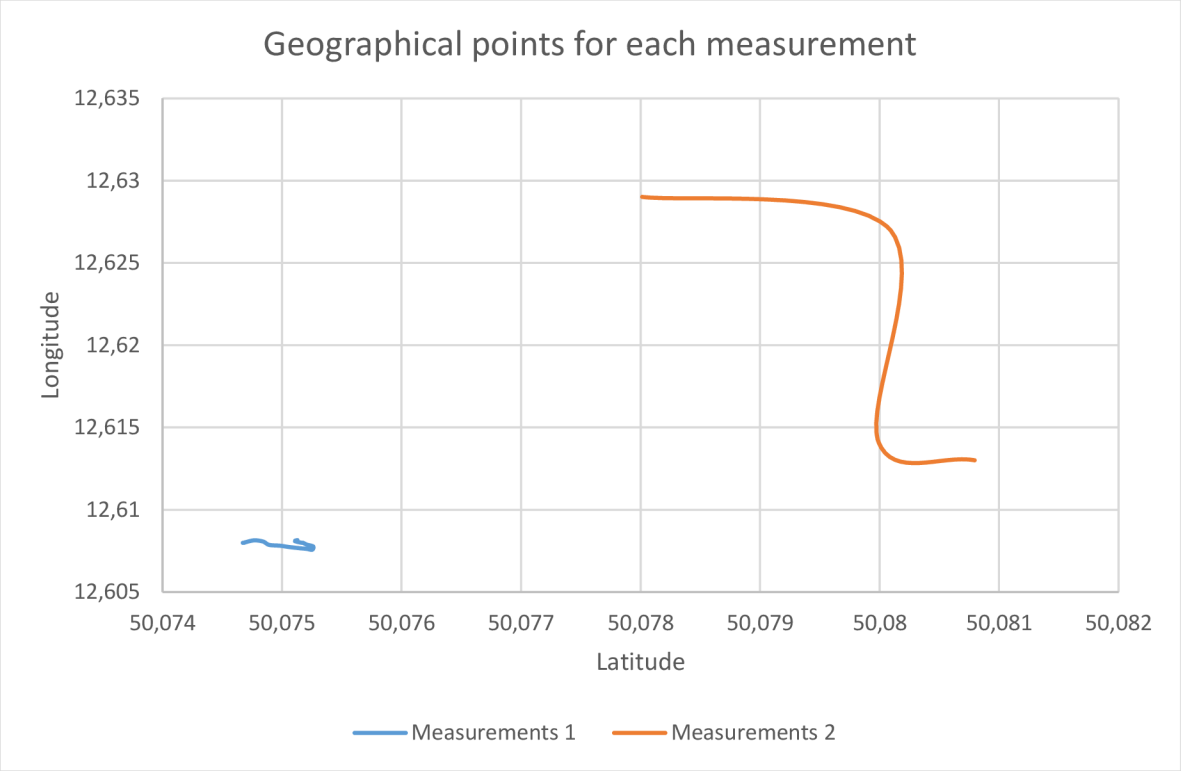
Graf 10: Vyrušení laně č. 20 dne 3.8.2020 – zvuk motorové pily (chainsaw).



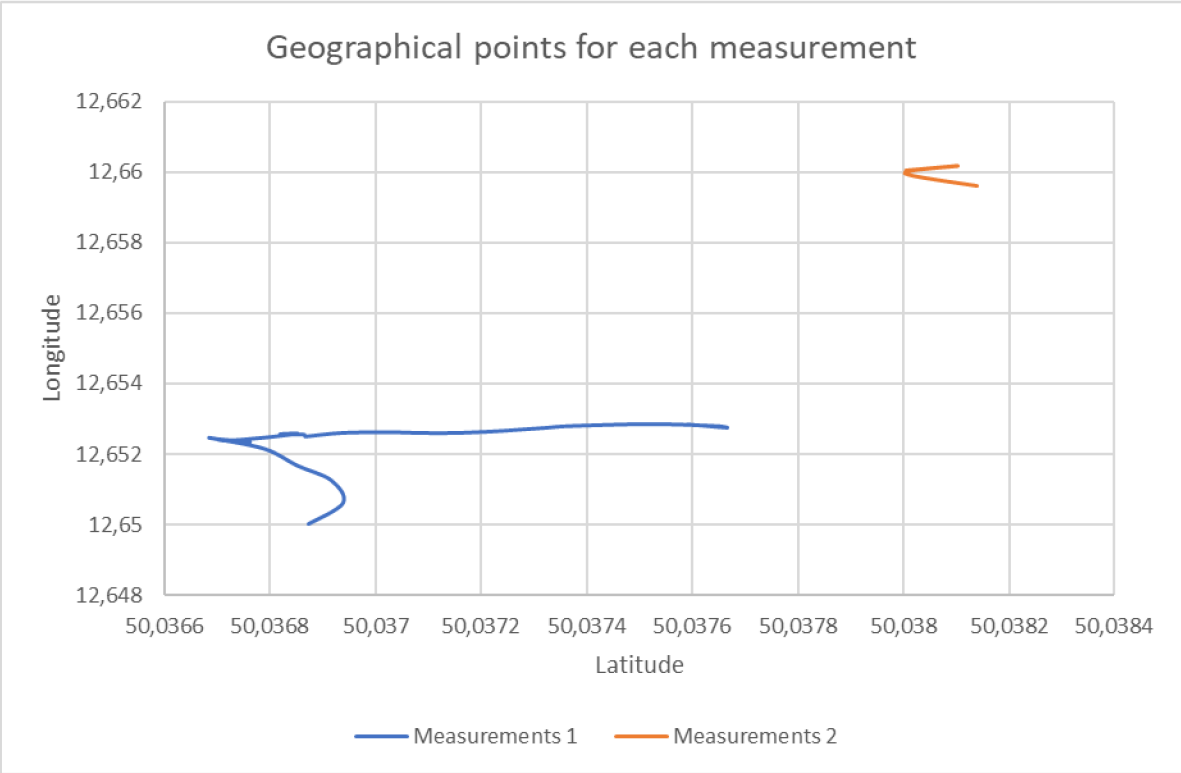
Graf 11: Vyrušení laně č. 12 dne 19.9.2020 - zvuk motorové pily (chainsaw).



Graf 12: Vyrušení laně č. 20 dne 14.6.2020 - zvuk motorové pily (chainsaw).



Graf 13: Vyrušení laně č. 18 dne 15.12.2019 – zvuk turistické aktivity (tourism).



Graf 14: Vyrušení laně č. 3 dne 15.12.2019 – zvuk turistické aktivity (tourism).

6 Diskuse

V posledních letech je problematika ochrany přírody, lesních porostů a zároveň snaha vyhovět podmínkám zvěře k jejímu přirozenému životu jednou hlavních témat v tomto oboru. Neustálé rozšiřování lidských obydlí, stavění nových silnic a dálnic, fragmentuje krajinu a tím omezuje právě zvěř, která je stresována. Lidské volnočasové, pracovní či jiné aktivity jsou tedy hlavním faktorem ve vyrušování a stresování zvěře, které mohou způsobit svým neohleduplným plněním velké škody. Stresovaná zvěř neprosperuje a zároveň má za následek mnohá poškození na lesních porostech.

Cílem tohoto výzkumu bylo přijít na to, jaké vlivy budou mít na zvěř antropogenní zvukové jevy vyvolané simulací turistickou aktivitou, přehrávání zvuku motorové pily na pevném bodě a zvuky lidí přehrávané na reproduktoru během trasy v lese. Vše se odehrávalo v CHKO Slavkovský les. Sekundárním cílem bylo právě navrhnutí managementového opatření za předpokladu, že by se prokázala vysoká úspěšnost těchto rušivých vjemů.

6.1 Interpretace výsledků

Výsledky z toho měření však poukázaly jen na malé až nepatrné vlivy disturbancí na laně jelena evropského. Statisticky zkrátka nebyl prokázán významný vliv typu rušení na útěkovou vzdálenost. Jinými slovy – podle těchto dat se laně statisticky významně nelišily v chování podle toho, zda šlo o turisty, motorovou pilu nebo jiný typ zvuku. Reakce, až na pár jednotlivých případů byla minimální a neprůkazná. Sice všechny hodnoty útěkové vzdálenosti z Tukey HSD testu byly pozitivní, což znamená, že laně zvýšily svůj pohyb po rušení a pravděpodobně se lekly a odešly z oblasti. Výsledné průměr útěkových vzdáleností, byl však tak malý, že se nemohlo jednat o statistickou významnost a nemohly být spojovány s typem rušivého podnětu. Mohlo jít tedy jen o přirozený pohyb laně, kdy po disturbanci ušla o pár metrů více než pře disturbancí, což mohlo mít za následek nespočet faktorů jako třeba, terén, počasí nebo stav laně a nemuselo se jednat o vyrušení lidmi či zvukem motorové pily. Data naznačují, že i laně, které se nacházely ve vzdálenosti větší než 500 metrů od rušiče, pravděpodobně mohly reagovat na zvuky motorové pily nebo lidskou přítomnost. To svědčí o vysoké citlivosti na hluk i na dálku. Na druhou stranu zde opět nemuselo dojít k vyrušení právě tímto měřením. Laně mohlo vyrušit, již vyrušená zvířata, která běželi směrem od zdroje vyrušení, nebo laň mohla vyrušit jiná událost odehrávající se v její bezprostřední blízkosti. I když došlo k jistým znatelným vyrušením a v rámci sledování byly pozorovány změny v chování laní po vystavení rušivým podnětům, výsledky statistické analýzy ANOVA

neprokázaly, že by tyto rozdíly byly statisticky významné. Jinými slovy: laně v průměru skutečně reagovaly útěkem, přičemž u všech typů rušení byla zaznamenána kladná změna útěkové vzdálenosti, tedy pohyb směrem od zdroje rušení. Nicméně rozptyl těchto reakcí byl natolik vysoký, že nelze s dostatečnou mírou jistoty tvrdit, že typ rušení byl hlavní příčinou tohoto chování. Tato situace ukazuje rozdíl mezi pozorovaným trendem, kdy laně doopravdy utekly po rušení dále od zdroje rušení a statisticky potvrzeným efektem, kdy jsme si jisti, že rozdíl není náhodný. Vysoká variabilita mezi jednotlivými případy totiž naznačuje, že do reakce mohly vstupovat i jiné faktory, jak už jsem dříve zmínil (povaha, prostředí, počasí, denní doba, momentální stav zvířete nebo směr větru). Z tohoto důvodu je možné tvrdit, že v některých případech ke skutečné reakci došlo, ale na základě dostupných dat nelze jednoznačně určit, že byl hlavní příčinou právě konkrétní typ rušivého podnětu.

6.2 Porovnání s literaturou

Výsledky této práce lze do určité míry srovnávat s poznatky uvedenými v dosavadní odborné literatuře zaměřené na vliv lidského rušení na chování velkých savců. Reimoser et al. (2003) uvádějí, že intenzita reakce volně žijící zvěře na rušivé podněty je ovlivněna jejich předchozí zkušeností, a i mírou vystavení danému typu rušení. Tento poznatek koresponduje s některými zjištěními této práce – například kolísavou intenzitou reakce laní na přítomnost turistické aktivity, která mohla být ovlivněna mírou habituace, kdy si zvěř už navykla na vysoké množství turistů a návštěvníků lesa v této oblasti. Stankowich (2008) dále zdůrazňuje, že savci vykazují silnější reakci na podněty, které jsou spojeny s pohybem nebo změnou směru než na statické akustické vjemy. Tento trend byl v práci rovněž pozorován, jelikož pohybující se osoby vyvolávaly u laní v průměru vyšší útěkové vzdálenosti než statický zvuk motorové pily. Toto tvrzení tedy jde přímo proti tvrzení zmíněnému předtím. Výsledky tedy potvrzují hypotézu, že vizuálně pohybové podněty představují pro zvěř silnější narušení než akustické podněty bez přímého kontaktu. Menzel (2011) uvádí, že rozdíly v útěkové vzdálenosti mohou být způsobeny i sezónními faktory, reprodukčním stavem nebo vlivem sociální struktury stáda. Tato proměnlivost nebyla v rámci této práce detailně zohledněna, nicméně vysoký rozptyl hodnot útěkové vzdálenosti může tyto faktory reflektovat. Z hlediska domácí literatury se práce Šustra et al. (2015) zaměřuje na prostorové chování jelení zvěře na území České republiky a potvrzuje, že velikost domovských okrsků i reakce na člověka se liší v závislosti na charakteru prostředí, hustotě zvěře a úrovni rušení. Toto zjištění může částečně vysvětlovat i prostorovou variabilitu chování laní zaznamenanou v této práci. I přes tyto rozdíly lze konstatovat, že získané výsledky

odpovídají obecnému trendu popsanému v odborné literatuře, a přispívají k hlubšímu porozumění reakcím jelení zvěře na lidské podněty v přirozeném prostředí.

6.3 Metodologická reflexe

Rozdíly mezi jednotlivými studiemi mohou být ovlivněny použitou metodikou, a to například frekvencí záznamu GPS, lokalitou výzkumu, počtem zkoumaných laní, ročním obdobím či typem testovaného rušení. V této praktické části bylo měřeno celkem 9 laní, které díky svému GPS obojku ukládaly polohová data každou půlhodinu. V tomto případě je to na takový typ oblasti jako je Slavkovský les velmi málo. Jde o malou variabilitu, kdy tento fakt může znatelně zkreslovat a ovlivnit výsledky. Co se týče ukládání polohových dat po půlhodině, je tento časový rámec příliš dlouhý. Důležité reakce zvěře, jako je okamžitý útěk nebo změna směru pohybu, tak mohly zůstat nezaznamenány nebo se projevit s výrazným zpožděním. K přesnosti výsledků mohla přispět i fakt toho, že ještě před začátkem rušení se na místo museli výzkumníci dostat ať už autem či pěšky, mohl tento faktor celkem významně ovlivnit měření. Zvěř mohla být vyrušena samotnou přípravou všeho potřebného k začátku měření a v dobu kdy byly spuštěny zvukové jevy na reproduktor, laně byly vzdálené natolik, že výsledky je nezahrnuly do vyrušení. Vyrušení tedy paradoxně mohlo proběhnout ještě, než oficiálně započalo. Dalšími metodickými limity může být prostorové zkreslení GPS signálu způsobené hustým lesním porostem nebo nevlídným počasím, kdy v důsledku těchto elementů, může být poloha laně odhadnuta i s chybou desítek metrů. Přes uvedená omezení má tato studie velkou hodnotu v tom, že pracuje s daty z reálného prostředí, nikoliv z laboratorních podmínek. Díky GPS telemetrii bylo možné sledovat chování zvěře dlouhodobě a přímo v jejich přirozeném prostředí, což přináší cenné poznatky pro ekologii i ochranu přírody

6.4 Zlepšení budoucího měření

Z chyb je vždy dobré se poučit a zdokonalit se. Člověk není bezchybný a v tomto odvětví není dlouho, navíc se technologie zlepšují a umožňují více funkcí každým rokem. Návrh na zlepšení by tedy mohl začít s tím faktem, že by se označilo více laní – s tímto však přichází jistá finanční náročnost, a i časová vytíženost. Výzkum by trval příliš dlouho a stresovalo by se příliš zvěře, v tomto jsou možnosti tedy velmi omezené. Jako další změna, která by pomohla lépe interpretovat výsledky je nastavení kratší časové frekvence pro ukládání a odesílání dat o poloze. Místo 30 minut bys data posílala každých 10 minut. To by pomohlo vylepšit přehlednost při tom, jestli laň byla vyrušena či nikoliv. Na druhou stranu by se mnohonásobně zvětšil objem dat, která by se musela pročistit, což by opět zabralo mnoho času a úsilí. Další nepříjemností

by byl fakt, že by baterie vydržela kratší dobu, protože by vysílač fungoval častěji, měřilo by se sice podrobněji ale doba měření by byla značně omezena.

Pro zdokonalení měření by se do budoucna mohl rozšířit výzkum o další typy rušení, které běžně ovlivňují chování zvěře v jejím přirozeném prostředí. Střelba představuje velmi hlasitý a náhlý podnět, který může vyvolat silnou stresovou reakci, zvláště u jedinců, kteří zažili lov. Dalším typem by mohla být přítomnost psů, zejména volně pobíhajících. To bývá vnímáno jako riziko predace a často vede k úniku nebo vyhýbání se lokalitám. Dopravní hluk pak působí dlouhodobě a může ovlivňovat využití prostředí, časovou aktivitu i koncentraci zvěře v klidových zónách. Zařazení těchto faktorů by mohlo přinést komplexnější pohled na vliv lidské činnosti na prostorové chování zvěře i v případě, že by tyto typy rušení byly náročnější.

6.5 Praktické využití výsledků

Získané poznatky lze využít při plánování ochrany přírody, mysliveckého hospodaření i regulace lidské činnosti v citlivých lokalitách. I když výsledky statisticky neprokázaly výrazné rozdíly v útěkových vzdálenostech mezi typy rušení, pozorovaný trend, kdy laně prokázaly vyšší a intenzivnější reakci na pohyb osob, než na statický zvuk motorové pily se může v rpaxi využít, třeba na vhodné naplánování turistické trasy, tak, aby nebyla zvěř příliš rušena. Lze tedy doporučit zvýšenou ochranu klidových zón v období říje a zimního odpočinku v případě vytváření nových příležitostí pro turisty či návštěvníky lesa, respektive chráněného území. Výsledky, i když statisticky nevýznamné mohou dále posloužit jako podklad pro další výzkum zaměřený na toto téma, či ochranu přírody a zvěře.

6.6 Závěrečné zhodnocení

Diskuse ukázala, že laně na rušivé podněty v řadě případů reagovaly útěkem, avšak rozdíly v délce útěkové vzdálenosti nebyly statisticky významné. Výsledky tak částečně potvrdily hypotézu o vlivu rušení na prostorovou aktivitu zvěře, zároveň však poukázaly na variabilitu individuálních reakcí a význam dalších faktorů, jako je prostředí, zkušenost jedince nebo povaha rušení. Výsledky jsou tedy nejasné díky statistické nevýznamnosti, je však ale nadmíru jasné, že v lese by se člověk měl chovat s co největším klidem, aby nerušil živočichy zde žijící. Výzkum potvrdil využitelnost GPS telemetrie pro sledování chování zvěře v přirozených podmínkách a přinesl důležité podněty pro další ekologické i prakticky orientované studie.

7 Závěr

Bakalářská práce byla zaměřena na zhodnocení vlivu vybraných antropogenních zvukových disturbancí a na prostorovou aktivitu laní jelena evropského v oblasti CHKO Slavkovský les. V rámci praktické části byly v několika případech zaznamenány změny v chování sledovaných jedinců v reakci na přítomnost člověka, a to jak během statických rušivých zvuků (např. motorové pily), tak při simulovaném pohybu osob v terénu. Statistická analýza naměřených údajů však neprokázala významné statistické rozdíly v délce útěkových vzdálenosti mezi jednotlivými typy disturbancí, ani v závislosti na vzdálenosti zvěře od rušivého podnětu. Realizovaný výzkum přispěl k hlubšímu porozumění prostorové odezvy jelení zvěře na různé typy rušení a současně poukázal na vybrané metodické limity, které mohou ovlivnit přesnost dat a interpretaci výsledků při využití GPS telemetrie v terénních podmínkách.

Sekundárním cílem bylo vytvořit určité managementové opatření pro ochranu lesa, právě pomocí tohoto výzkumu. Jelikož žádné z měření, za pomocí statistických testů neprokázalo statistickou významnost, nedá se prosadit nápad o opatření tohoto rázu, poněvadž zvěř na rušivé vjemy reagovala minimálně. To však nemění na faktu, že lze pozorovat jasnější tendenci k útěku po rušení. Tato data by mohla následně sloužit jako podklad pro omezení lidské činnosti v blízkosti míst výskytu laní jelena evropského, zejména v období klidu nebo reprodukce. A to z toho důvodu, že všechny hodnoty útěkové vzdálenosti byly pozitivní, což znamená, že laně zvýšily svůj pohyb po rušení, protože se pravděpodobně se lekly a odešly z oblasti. Laně někdy opravdu utekly, ale typ rušení to podle dat nevysvětluje jednoznačně, jelikož mohly pokračovat v pohybu, nezávisle na vyrušení. Zároveň nám statistická analýza jasně, říká, že nic nebylo statistický významné a většina pohybu po rušivém jevu, nesouvisela s rušivým jevem.

8 Literatura

Albery, G. F., Clutton-Brock, T. H., Morris, A., Morris, S., Pemberton, J. M., Nussey, D. H., & Firth, J. A. (2022). Ageing red deer alter their spatial behaviour and become less social. *Nature Ecology & Evolution 2022 6:8*, *6*(8), 1231–1238. https://doi.org/10.1038/s41559-022-01817-9

Andel, P., Minarikova, T., & Andreas, M. (2010). *Ochrana prechodnosti krajiny pro velke savce*. https://www.researchgate.net/publication/235994494_Ochrana_pruchodnosti_krajiny_pro_velke_savce

Barber, J. R., Crooks, K. R., & Fristrup, K. M. (2010). The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. *Trends in Ecology & Evolution*, *25*(3), 180–189. https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.08.002

Bastille-Rousseau, G., Wall, J., Douglas-Hamilton, I., & Wittemyer, G. (2018). Optimizing the positioning of wildlife crossing structures using GPS telemetry. *Journal of Applied Ecology*, *55*(4), 2055–2063. https://doi.org/10.1111/1365-2664.13117

Bateson, P., & Bradshaw, E. L. (1997). Physiological effects of hunting red deer (*Cervus elaphus*). *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, *264*(1389), 1707–1714. https://doi.org/10.1098/rspb.1997.0237

Blumstein, D. T. (2006). Developing an evolutionary ecology of fear: how life history and natural history traits affect disturbance tolerance in birds. *Animal Behaviour*, *71*(2), 389–399. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2005.05.010

Blumstein, D. T., Anthony, L. L., Harcourt, R., & Ross, G. (2003). Testing a key assumption of wildlife buffer zones: is flight initiation distance a species-specific trait? *Biological Conservation*, *110*(1), 97–100. https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00180-5

Broekman, M. J. E., Hoeks, S., Freriks, R., Langendoen, M. M., Runge, K. M., Savenco, E., ter Harmsel, R., Huijbregts, M. A. J., & Tucker, M. A. (2023). *HomeRange* : A global database of mammalian home ranges. *Global Ecology and Biogeography*, *32*(2), 198–205. https://doi.org/10.1111/geb.13625

Bryl, M. (2005). *Rychlost savců - Savci, internetová encyklopedie*. Univerzita Palackého, Upol.Cz.

Cagnacci, F., Boitani, L., Powell, R. A., & Boyce, M. S. (2010). Animal ecology meets GPS-based radiotelemetry: a perfect storm of opportunities and challenges. *Philosophical*

Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, *365*(1550), 2157–2162. https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0107

Červený, J. (2004). *Encyklopedie myslivosti*.

Ciuti, S., Northrup, J. M., Muhly, T. B., Simi, S., Musiani, M., Pitt, J. A., & Boyce, M. S. (2012). Effects of Humans on Behaviour of Wildlife Exceed Those of Natural Predators in a Landscape of Fear. *PLoS ONE*, *7*(11), e50611. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050611

Clinchy, M., Sheriff, M. J., & Zanette, L. Y. (2013). Predator-induced stress and the ecology of fear. *Functional Ecology*, *27*(1), 56–65. https://doi.org/10.1111/1365-2435.12007

Coffin, A. W. (2007). From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, *15*(5), 396–406. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.11.006

Darling, F. (2008). *A herd of red deer: a study in animal behaviour*. Luath Press Ltd.

Forman, R. T. T., & Alexander, L. E. (1998). ROADS AND THEIR MAJOR ECOLOGICAL EFFECTS. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *29*(1), 207–231. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207

Gaynor, K. M., Hojnowski, C. E., Carter, N. H., & Brashares, J. S. (2018). The influence of human disturbance on wildlife nocturnality. *Science*, *360*(6394), 1232–1235. https://doi.org/10.1126/science.aar7121

Hanzal, V. (2017). *Péče o zvěř a životní prostředí* (I.). Česká zemědělská univerzita v Praze ve spolupráci s Druckvo, spol. s r.o.

Hebblewhite, M., & Haydon, D. T. (2010). Distinguishing technology from biology: a critical review of the use of GPS telemetry data in ecology. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *365*(1550), 2303–2312. https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0087

Hromas, J. (2008). *Myslivost*. Matice lesnická s.r.o.

Jaeger, J. A. G., Bowman, J., Brennan, J., Fahrig, L., Bert, D., Bouchard, J., Charbonneau, N., Frank, K., Gruber, B., & von Toschanowitz, K. T. (2005). Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. *Ecological Modelling*, *185*(2–4), 329–348. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.12.015

Jarnemo, A., Nilsson, L., & Wikenros, C. (2023). Home range sizes of red deer in relation to habitat composition: a review and implications for management in Sweden. *European Journal of Wildlife Research*, *69*(5), 92. https://doi.org/10.1007/s10344-023-01719-6

Jayakody, S., Sibbald, A. M., Gordon, I. J., & Lambin, X. (2008). Red deer Cervus elephus vigilance behaviour differs with habitat and type of human disturbance. *Wildlife Biology*, *14*(1). https://doi.org/10.2981/0909-6396(2008)14[81:RDCEVB]2.0.CO;2

Kenward, R. (2001). A manual for wildlife radio tagging. *Animal Conservation*, *5*(3), 259–259. https://doi.org/10.1017/S1367943002212317

Kunc, H. P., & Schmidt, R. (2019). The effects of anthropogenic noise on animals: a meta-analysis. *Biology Letters*, *15*(11), 20190649. https://doi.org/10.1098/rsbl.2019.0649

Lingle, S. (2001). Anti-predator strategies and grouping patterns in white-tailed deer and mule deer. *Ethology*, *107*(4), 295–314. https://doi.org/10.1046/J.1439-0310.2001.00664.X

Lochman, J. (1985). *Jelení zvěř*. SZN - Státní zemědělské nakladatelství.

Loft, E., Kie, J., & Menke, J. (1993). Grazing in the Sierra Nevada: Home range and space use patterns of mule deer as influenced by cattle. *California Fish and Game 79(4)*.

Lone, K., Loe, L. E., Meisingset, E. L., Stamnes, I., & Mysterud, A. (2015). An adaptive behavioural response to hunting: surviving male red deer shift habitat at the onset of the hunting season. *Animal Behaviour*, *102*, 127–138. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.01.012

Lovari, S., Conroy, J., Maran, T., Giannatos, G., Stub-be, M. , A. S., Jdeidi, T., Masseti, M., Nader, I., de Smet, K., & Cuzin, F. (2008). *Cervus elaphus. In: IUCN Red List of Threatened Species*.

Luccarini, S., Mauri, L., Ciuti, S., Lamberti, P., & Apollonio, M. (2006). Red deer (*Cervus elaphus*) spatial use in the Italian Alps: home range patterns, seasonal migrations, and effects of snow and winter feeding. *Ethology Ecology & Evolution*, *18*(2), 127–145. https://doi.org/10.1080/08927014.2006.9522718

Mackovčin, P. a Z. J. (2004). *Chráněná území ČR. XI., Plzeňsko a Karlovarsko* (XI.). Agentura ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK ČR).

Manville, A. M., Levitt, B. B., & Lai, H. C. (2024). Health and environmental effects to wildlife from radio telemetry and tracking devices—state of the science and best management practices. *Frontiers in Veterinary Science*, *11*. https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1283709

McShea, W. (1999). Deer of the World: Their Evolution, Behavior and Ecology, by Valerius Geist. *ARCTIC*. https://www.academia.edu/116087610/Deer_of_the_World_Their_Evolution_Behavior_and_Ecology_by_Valerius_Geist

Menzel, K. (2011). *Chování, chov a lov jelení zvěře*. Víkend.

Millspaugh. (2001). Radio Tracking and Animal Populations. *Journal of Mammalogy*, *84*(1), 326–327. https://doi.org/10.1644/1545-1542(2003)084<0326:R>2.0.CO;2

Milner, J. M., Bonenfant, C., Mysterud, A., Gaillard, J. M., Csányi, S., & Stenseth, N. C. (2006). Temporal and spatial development of red deer harvesting in Europe: Biological and cultural factors. *Journal of Applied Ecology*, *43*(4), 721–734. https://doi.org/10.1111/J.1365-2664.2006.01183.X

Mori, A., & Ito, R. (2017). Antipredator behavior. In *APA handbook of comparative psychology: Basic concepts, methods, neural substrate, and behavior.* (pp. 833–852). American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/0000011-040

Nathan, R., Getz, W. M., Revilla, E., Holyoak, M., Kadmon, R., Saltz, D., & Smouse, P. E. (2008). A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *105*(49), 19052–19059. https://doi.org/10.1073/PNAS.0800375105/SUPPL_FILE/APPENDIX_PDF.PDF

Pluháček, J., Hrabina, P., & Robovský, J. (2010). *PŘÍLOHA ANNEX České názvy živočichů. Savci (Mammalia). Dodatek 2-jelenovití (Cervidae), kabarovití (Moschidae) a kančilovití (Tragulidae) Czech names of animals. Mammals (Mammalia). Appendix 2-deer (Cervidae), musk deer (Moschidae), and mouse deer (Tragulidae). 42*, 281–296. www.iucn.org

Powell, R. A., & Mitchell, M. S. (2012). What is a home range? *Journal of Mammalogy*, *93*(4), 948–958. https://doi.org/10.1644/11-MAMM-S-177.1

Reby, D., & McComb, K. (2003). Vocal Communication and Reproduction in Deer. *Advances in the Study of Behavior*, *33*, 231–264. https://doi.org/10.1016/S0065-3454(03)33005-0

Reimoser, S. (2012). Influence of anthropogenic disturbances on activity, behavior and heart rate of roe deer (Capreolus capreolus) and red deer (Cervus elaphus), in context of their daily and yearly patterns. In *Deer: Habitat, Behavior and Conservation*.

Romportl, D., Bláhová, A., Andreas, M., Chumanová, E., Anděra, M., & Červený, J. (2017). Current distribution and habitat preferences of red deer and eurasian elk in the Czech Republic. *European Journal of Environmental Sciences*, *7*(1), 50–62. https://doi.org/10.14712/23361964.2017.5

Shannon, G., McKenna, M. F., Angeloni, L. M., Crooks, K. R., Fristrup, K. M., Brown, E., Warner, K. A., Nelson, M. D., White, C., Briggs, J., McFarland, S., & Wittemyer, G.

(2016). A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. *Biological Reviews*, *91*(4), 982–1005. https://doi.org/10.1111/brv.12207

Stankowich, T., & Blumstein, D. T. (2005). Fear in animals: a meta-analysis and review of risk assessment. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *272*(1581), 2627–2634. https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3251

Šustr, P. (2007). Kudy chodí šumavští jeleni? *Šumava*.

Šustr, P. (2013). *Jelenovití na Šumavě*. Vimperk : Správa Národního parku a Chráněné krajinné.

Šustr, P., Lamka, J., & Rąpała, R. (2015). JELENIE W KARKONOSZACH. *Vrchlabí : Jelenia Góra : Správa Krkonošského Národního Parku ; Dyrekcja Karkonoskiego Parku Narodowego*.

Tomkiewicz, S. M., Fuller, M. R., Kie, J. G., & Bates, K. K. (2010). Global positioning system and associated technologies in animal behaviour and ecological research. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *365*(1550), 2163–2176. https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0090

Visscher, D. R., Walker, P. D., Flowers, M., Kemna, C., Pattison, J., & Kushnerick, B. (2023). Human impact on deer use is greater than predators and competitors in a multiuse recreation area. *Animal Behaviour*, *197*. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2023.01.003

Weston, M. A., McLeod, E. M., Blumstein, D. T., & Guay, P.-J. (2012). A review of flight-initiation distances and their application to managing disturbance to Australian birds. *Emu - Austral Ornithology*, *112*(4), 269–286. https://doi.org/10.1071/MU12026

Wieser, S. (2006). *Slavkovský les - Průvodce po České republice*. Olympia.

Wiskirchen, K. H., Jacobsen, T. C., Ditchkoff, S. S., Demarais, S., & Gitzen, R. A. (2022). Behaviour of a large ungulate reflects temporal patterns of predation risk. *Wildlife Research*, *49*(6), 500–512. https://doi.org/10.1071/WR21047

Zahler, P., Lhagvasuren, B., P. Reading, R., R. Wingard, J., & Amgalanbaatar, S. (2004). Illegal and Unsustainable Wildlife Hunting and Trade in Mongolia. *Mongolian Journal of Biological Sciences*, *2*(2). https://doi.org/10.22353/MJBS.2004.02.14

Zeller, K. A., Ditmer, M. A., Squires, J. R., Rice, W. L., Wilder, J., DeLong, D., Egan, A., Pennington, N., Wang, C. A., Plucinski, J., & Barber, J. R. (2024). Experimental recreationist noise alters behavior and space use of wildlife. *Current Biology*, *34*(13), 2997-3004.e3. https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.05.030

Internetové zdroje

- Agentura ochrany přírody a krajiny ČR: CHKO Slavkovský les. Dostupné z: https://slavkovskyles.aopk.gov.cz/charakteristika-oblasti
- ČESKO. Vyhláška č. 245/2002 Sb., Ministerstva zemědělství o době lovu jednotlivých druhů zvěře a o bližších podmínkách provádění lovu. In: Zákony pro lidi.cz [online]. © AION CS 2010–2025 [cit. 7. 4. 2025]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-245

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

CHKO – Chráněná krajinná oblast

GPS – Global Positioning System (globální polohový systém)

USB – Universal Serial Bus

LCD – Liquid Crystal Display

SD – Secure Digital (paměťová karta)

GLONASS – Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema (ruský satelitní navigační systém)

VHF – Very High Frequency (velmi vysoká frekvence)

GSM – Groupe Spécial Mobile (Global System for Mobile Communications)