

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



Prostorová orientace translokovaných jedinců jelena evropského během jejich návratu do domovského areálu

Bakalářská práce

Autor: Jaroslav Bartoška

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

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jaroslav Bartoška

Lesnictví
Provoz a řízení myslivosti

Název práce

Prostorová orientace translokovaných jedinců jelena evropského během jejich návratu do domovského areálu

Název anglicky

Spatial orientation of translocated individuals of red deer during the return back to their home range

Cíle práce

Věrnost zvířat svému domovskému okrsku byla v minulosti podrobně testována. V souvislosti s tím se také pozornost zaměřila na studování schopnosti návratu zvířat a orientaci v prostoru po jejich přemístění a to zejména u ptáků. U savců jsou případy návratu do původního areálu po translokaci velice často zmiňovány, ale nikdo je zatím detailně nestudoval. Cílem této bakalářské práce je proto určit charakteristiky orientace jedinců převezených mimo jejich původní areál výskytu (tzv. home range). Jedná se zejména o charakteristiku magnetického natočení a jeho souvislost s rychlostí a směru pohybu.

Metodika

Základem práce bude zpracování literární rešerše na téma prostorová orientace jelena evropského, případně dalších druhů, se zaměřením na fidelitu využívaného území. Terénní práce bude spočívat v asistenci při translokaci označených jedinců jelena evropského GPS obojky z místa jejich přirozeného výskytu do vzdálenosti alespoň 10 km mimo něj. Sledování bude probíhat automaticky pomocí systému GPS a také akcelerometrického a magnetometrického čidla. GPS data budou získávána kontinuálně a přenášena pomocí modulu GSM, ostatní data budou stažena z obojky po jeho sejmutí z označeného jedince. Následně proběhne analýza dat a to především porovnáním veličin před, během a po návratu translokovaného jedince. Vyhodnocena budou především data z magnetometrického čidla, které udávají orientaci zvířete. Ta budou dána do souvislosti s rychlostí pohybu a případnou viditelností a významných krajinných landmarků. Hodnocení bude probíhat pomocí základních statistických metod, metod kruhové statistiky a pomocí nástrojů GIS.

Harmonogram práce (níže jsou uvedeny dílčí cíle, do konce uvedeného období je student povinen předložit zpracovanou dílčí část školiteli):

1. leden 2020 – květen 2020: terénní práce (translokace označených jedinců)

2. květen 2020 – červen 2020: zpracování a odevzdání literární rešerše
3. červenec 2020 – říjen 2020: analýza dat
4. listopad 2020 – prosinec 2020: sestavení výsledků práce a zpracování diskuze
5. leden 2021: sestavení kompilátu finální verze práce a její odevzdání



Doporučený rozsah práce

30-40 stran A4

Klíčová slova

magnetická orientace; translokace; homing; jelen evropský

Doporučené zdroje informací

- Aarts, G., Mackenzie, M., McConnell, B., Fedak, M., Matthiopoulos, J. 2008. Estimating space-use and habitat preference from wildlife telemetry data. *Ecography*, vol. 31, no. 1, p. 140–160. ISSN 09067590. DOI: 10.1111/j.2007.0906-7590.05236.x
- Ewald, M., Dupke, C., Heurich, M., Müller, J., Reineking, B. LIDAR Remote Sensing of Forest Structure and GPS Telemetry Data Provide Insights on Winter Habitat Selection of European Roe Deer. *Forests*, 2014, vol. 5, no. 6, p. 1374–1390. ISSN 1999-4907. DOI: 10.3390/f5061374.
- Fernando, P., Leimgruber, P., Prasad, T., Pastorini, J. 2012. Problem-Elephant Translocation: Translocating the Problem and the Elephant? *PLoS ONE*, vol. 7, no. 12, DOI: 10.1371/journal.pone.0050917.
- Godvik, I. M. R., Loe, L. E., Vik, J. O., Veiberg, V., Langvatn, R., Mysterud, A. Temporal scales, trade-offs, and functional response in red deer habitat selection. *Ecology*, 2009, vol. 90, no. 3, p. 699–710.
- Mandal, S. 2018. How do animals find their way back home? A brief overview of homing behavior with special reference to social Hymenoptera. *Insectes Sociaux*, vol. 65, p. 521–536.
- Rutz, C.; Hays, G. C. New frontiers in biologging science. *Biology Letters* 2009, 5 (3), 289–292.
-

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Miloš Ježek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Konzultant

Ing. Václav Šilovský

Elektronicky schváleno dne 24. 5. 2020

doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 8. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 18. 04. 2021

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma "**Prostorová orientace translokovaných jedinců jelena evropského během jejich návratu do domovského areálu**" vypracoval samostatně pod vedením Ing. Miloše Ježka, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Teplé dne 16. dubna 2021

.....

Jaroslav Bartoška

Poděkování:

Velmi rád bych srdečně poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Milošovi Ježkovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, velmi vstřícný přístup po celou dobu tvorby a za cenné rady. V neposlední řadě patří velké poděkování i mé rodině, která mě po celou dobu psaní práce významně podporovala.

Abstrakt

Jelenovití spoléhají především na sluch, čich a poté na zrak. Právě zrak je využíván pro potvrzení informací získávaných ostatními smysly a pro pohyb v prostředí během dne i noci. Převážně pomocí zraku využívají prostorovou orientaci, která je z jedním z nejkompexnějších aspektů chování zvířat a zahrnuje nejen orientaci v rámci domovského okrsku, ale i mezi výrazně vzdálenějšími a sezónními oblastmi výskytu. Návrátová strategie do původního místa výskytu (neboli *homing*), se týká navigace a návratení se z tisíce kilometrů dlouhé migrace i z místa blízkého či středně vzdáleného od domovského okrsku.

Cílem této bakalářské práce je více porozumět prostorové orientaci, fidelitě (věrnost k domovským okrskům) a homingu. Také chceme určit charakteristiky orientace jedinců převeznených mimo jejich domovský okrsek (tzv. home range).

Data byla získávána během translokace pomocí GPS obojků na 7 laních jelena evropského (*Cervus elaphus*) v CHKO Slavkovský les. GPS obojky byly nasazeny laním při imobilizaci. Translokace probíhala ve dnech 1.5. 2018 a ukončení k datu 31.5.2020.

Analyzovaná data prokazují velice dobrou orientaci. Důkazem je všech 7 laní, které se i po delší prodlevě vrátily do svého domovského okrsku (home range). Data dosahovala zajímavých hodnot, kdy nejrychlejší homing trval pouze 3 dny. Také ale byly analyzovaná data, ze kterých není vůbec patrné homing chování.

Výsledky bakalářské práce poskytly zajímavé informace o ekologii jelení zvěře a v budoucnu by mohly být použity i v myslivecké praxi.

Klíčová slova: laň jelena evropského, domovský okrsek, návratová strategie, GPS obojky

Abstract

Cervids rely mainly on their hearing, smell and only subsequently on sight. They use sight to confirm information obtained by other senses and move in their habitat during the day and night. They use spatial orientation mainly based on sight, which is one of the most complex aspects of animal behaviour and includes orientation within their home range and movement between significantly more distant and seasonal areas of their occurrence. The animal's strategy to return to their original location (or *homing*) involves navigation and returning from a thousand-kilometre long migration and a place close or moderately distant from the home range.

The Bachelor's thesis aims at better understanding spatial orientation, fidelity (loyalty to a particular home range), and homing. The topic of the orientation characteristics of individuals transported outside their home ranges shall also be addressed.

Data were obtained during translocation using GPS collars put on seven red hinds (*Cervus elaphus*) living in the Slavkovský les Protected Landscape Area. The GPS collars were attached to the hinds during immobilisation. The translocation took place on May 1st, 2018, and was terminated on May 31st, 2020.

The analysed data show a perfect orientation sense of the game. This result has been corroborated by the fact that all seven hinds returned to their home range even after a long delay. The data also provided interesting values because the fastest homing lasted only three days. However, there were also data analysed that do not show any homing behaviour at all.

The results of the Bachelor's thesis provided interesting information about the ecology of the cervids, and it could be used in hunting practice in the future.

Keywords: Red hind, home range, homing, GPS collars

Obsah

1. Úvod.....	12
2. Cíle.....	13
3. Literární rešerše	14
3.1 Jelenovití (<i>Cervidae</i>).....	14
3.1.1 Rozšíření jelena evropského (<i>Cervus elaphus</i>) v Evropě a ČR.....	14
3.1.2 Biologie.....	16
3.2 Navigace a prostorová orientace zvířat.....	20
3.2.1 Navigace savců.....	21
3.3 Návrátové strategie zvířat	23
3.4 Bio-logging technologie	24
3.4.1 Dead-reckoning	25
3.5 Biotelemetrie – využití GPS a VHF	26
4. Metodika.....	27
4.1. Oblast studie	27
4.3 Translokace.....	28
4.4 Vyhodnocení.....	30
5. Výsledky.....	32
5.1 Laň č. 105	32
5.2 Laň č. 110	34
5.3 Laň č. 132	36
5.4 Laň č. 142	38
5.5 Laň č. 144	39
5.6 Laň č. 145	46
5.7 Laň č. 149	56
6. Diskuze.....	58
7. Závěr	60
8. Použitá literatura	61

Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obrázek 1: Mapa rozšíření jelena evropského (<i>Cervus elaphus</i>) v ČR.....	15
Obrázek 2: Mapa rozšíření jelena evropského (<i>Cervus elaphus</i>) v Evropě.....	16
Obrázek 3: Přezimovací obůrka Kladská.....	29
Obrázek 4: Translokace laň č. 105.....	30
Obrázek 5: Translokace laň č. 110.....	31
Tabulka 1: Statistika směrových preferencí k domovskému okrsku.....	53
Tabulka 2: Statistika směrových preferencí při pohybu 500 m za půl hodiny	55
Graf 1: Translokace 2019, laň č. 105.....	33
Graf 2: Květen 2018, laň č. 105.....	33
Graf 3: Květen 2019, laň č. 105.....	34
Graf 4: Translokace 2019, laň č. 110.....	35
Graf 5: Květen 2018, laň č. 110.....	35
Graf 6: Květen 2019, laň č. 110.....	36
Graf 7: Translokace 2020, laň č. 132.....	37
Graf 8: Květen 2019, laň č. 132.....	37
Graf 9: Květen 2020, laň č. 132.....	38
Graf 10: Květen 2020, laň č. 142.....	39
Graf 11: Květen 2020, laň č. 142.....	39
Graf 12: Translokace 2020, laň č. 144.....	41
Graf 13: Květen 2019, laň č. 144.....	41
Graf 14: Květen 2020, laň č. 144.....	42
Graf 15: Úhel k domovskému okrsku při ušlé vzdálenosti více než 500 m za půl hodny.....	42
Graf 16: Úhel k domovskému okrsku při ušlé vzdálenosti 100-499 m za půl hodny	43
Graf 17: Úhel k domovskému okrsku při ušlé vzdálenosti méně než 100 m za půl hodny.....	43
Graf 18: Úhel k domovskému okrsku při ušlé denní vzdálenosti více jak 500 m za půl hodiny	44
Graf 19: Úhel k domovskému okrsku při ušlé noční vzdálenosti více jak 500 m za půl hodiny	44
Graf 20: Úhel k domovskému okrsku při ušlé vzdálenosti více jak 500 m za půl hodiny	45
Graf 21: Ušlá vzdálenost znázorňující úhel směru při pohybu k domovského okrsku i od něj při 500 m za půl hodiny.....	45
Graf 22: Úhel při pohybu od domovskému okrsku při 500 m za půl hodiny	46
Graf 23: Translokace 2020, laň č. 145.....	48
Graf 24: Květen 2019, laň č. 145.....	48
Graf 25: Květen 2020, laň č. 145.....	49
Graf 26: Úhel pohybu mezi body více jak 500 m za půl hodiny podle světových stran.....	49
Graf 27: Úhel pohybu mezi body do 100 m za půl hodiny podle světových stran	50
Graf 28: Úhel pohybu mezi body od 100-499 m za půl hodiny podle světových stran	50
Graf 29 :Úhel při nočním pohybu 500 m za půl hodiny podle světových stran	51
Graf 30: Úhel denního pohybu více jak 500 m za půl hodiny podle světových stran.....	51
Graf 31: Úhel při pohybu k domovskému okrsku, ušlá vzdálenost 500 m za půl hodiny.....	52

Graf 32: Úhel při pohybu k domovskému okrsku, ušlá vzdálenost méně než 100 m za půl hodiny	52
Graf 33: Úhel při pohybu k domovskému okrsku, ušlá vzdálenost 100-499 m za půl hodiny...	53
Graf 34: Úhel pohybu přímo k domovskému okrsku, ušlá vzdálenost více jak 500 m za půl hodiny	54
Graf 35: Úhel pohybu od domovskému okrsku, ušlá vzdálenost více jak 500 m za půl hodiny	54
Graf 36: Úhel pohybu při stagnaci, ušlá vzdálenost více jak 500 m za půl hodiny	55
Graf 37: Translokace 2020, laň č. 149	56
Graf 38: Květen 2019, Laň č. 149.....	57
Graf 39: Květen 2020, laň č. 149.....	57

Seznam použitých zkratk

D-R	Dead-reckoning
GPS	Global Positioning Systém
PI	Path Integration
VHF	Very High Frequency
CHKO	Chráněná krajinná oblast

1. Úvod

Populace jelena evropského (*Cervus elaphus*) je rozšířena téměř po celé republice. Je to jeden z nejrozšířenějších druhů v ČR a jeho populace stále roste (Anděra, 2020). Proto je důležité, porozumět co nejvíce jejich ekologii a získávat nové informace.

V této bakalářské práci jsme se zaměřili na prostorovou orientaci, fidelitu a homing jedinců jelena evropského (*Cervus elaphus*). Tyto studie byly už dříve podrobně testovány například u kaloňů egyptských *Rousettus aegyptiacus* byla zjištěna vizuální navigace zpět k místu původního výskytu i na vzdálenost několika desítek kilometrů (Tsoar et al., 2011). Nebo také například u migrujících lososů (Able, 1980). U kopytníků je výzkum v této oblasti však nedostatečný. Proto jsem se rozhodl pro téma prostorová orientace translokovaných jedinců jelena evropského (*Cervus elaphus*) během jejich návratu do domovského areálu.

Jako rozeného myslivce, pozorovatele a milovníka přírody mě tohle téma nesmírně zaujalo a stejně tak bavilo sbírání a vyhodnocování dat. Jedna z nejzáživnějších součástí mé práce bylo značení GPS obojky přímo v kontaktu s jedinci.

Data, které nám poskytly GPS obojky byly zpracovány a znázorněny grafy které nám udávají mnoho užitečných informací. Je to například minimální a maximální vzdálenost od domovského okrsku, celková denní ušlá vzdálenost nebo také daný úhel pohybu při dané rychlosti pohybu.

Studie byla provedena v CHKO Slavkovský les na Kladské, kde nám byla umožněna v přezimovací obůrce imobilizace.

Značení GPS obojky, následné sledování a vyhodnocování dat je velice časově i finančně náročné. Odměnou za to je nám poskytnuto mnoho užitečných výsledků o jelenech evropských (*Cervus elaphus*), které se mohou použít do dalších studií.

2. Cíle

Věrnost zvířat svému domovskému okrsku byla v minulosti podrobně testována. V souvislosti s tím se také pozornost zaměřila na studování schopnosti návratu zvířat a orientaci v prostoru po jejich přemístění, a to zejména u ptáků. U savců jsou případy návratu do původního areálu po translokaci velice často zmiňovány, ale nikdo je zatím detailně nestudoval. Cílem této bakalářské práce je proto určit charakteristiky orientace jedinců převezených mimo jejich původní areál výskytu (tzv. home range). Jedná se zejména o charakteristiku magnetického natočení a jeho souvislost s rychlostí a směru pohybu.

3. Literární rešerše

3.1 Jelenovití (*Cervidae*)

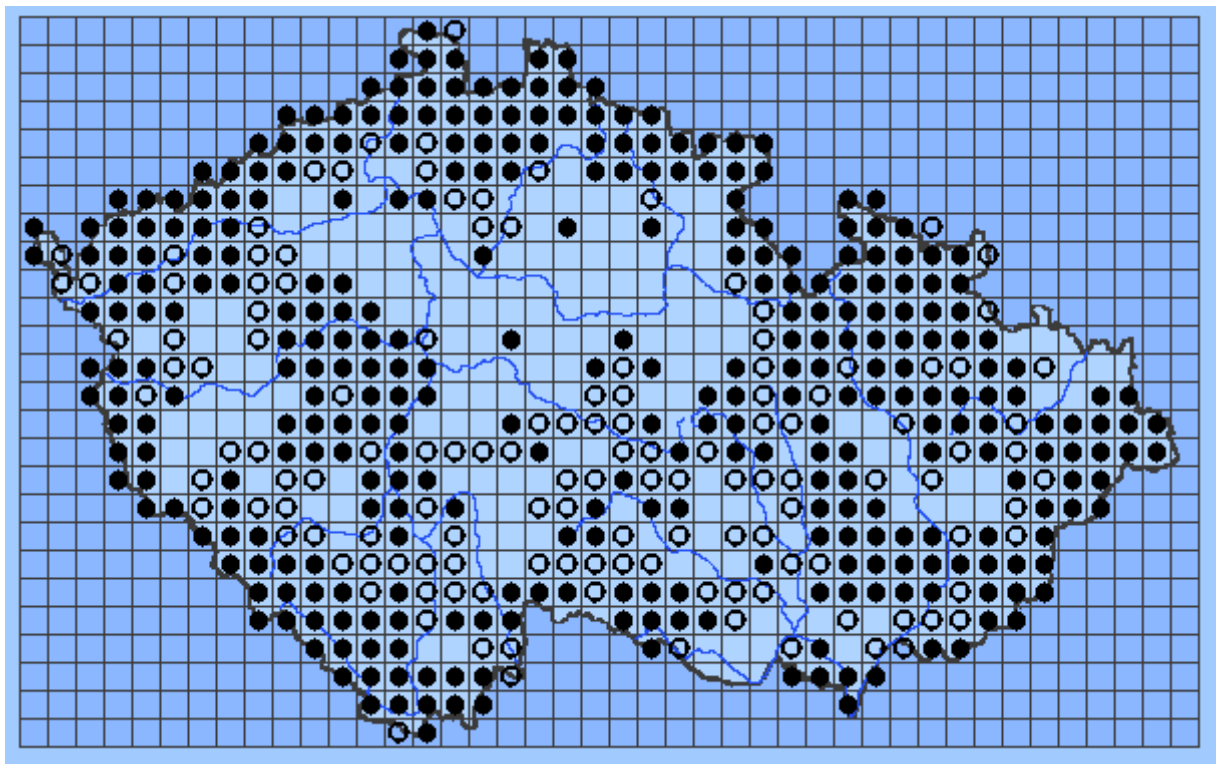
V posledních 150 letech zaznamenala přírodní krajina v Evropě v důsledku lidské činnosti kritické změny, týkající se především poklesu biodiverzity a snížení početnosti mnoha dříve hojných druhů. Některé druhy kopytníků se však na tyto změny adaptovaly. Jejich nárůst je spojen nejen s vysokou adaptabilitou, ale i s nepřítomností velkých predátorů. Kromě prasete divokého (*Sus scrofa*) jsou nejhojněji rozšířenými druhy čeledi jelenovitých (*Cervidae*), především pak jelen evropský (*Cervus elaphus*) (Cukor et al., 2017). Ten se stal dominantním druhem v mnoha zemích Evropy, hlavně pak v Británii, kde se v nynější době vyskytuje cca 30 % evropské populace (Fuller & Gill, 2001; Burbaite & Csányi, 2010). Taxonomicky je jelen evropský dělen do tří geografických skupin: západoevropské, východoevropské, a africko-sardinské (Skog et al., 2009); nadále pak do 7 poddruhů: britský *C. e. scotius*, norský *C. e. atlanticus*, švédský *C. e. elaphus*, středoevropský *C. e. hippelaphus*, španělský *C. e. hispanicus*, africký *C. e. barbarus* a korsický *C. e. corsicanus*. Občas je i karpatská populace označována jako poddruh *C. e. montanus* (Zachos & Hartl, 2011). Kvůli translokaci populací různých poddruhů z Evropy, střední Asie a Ameriky, a zavlečení nových druhů (jelen sika *Cervus nippon*) je většina současných evropských populací jelena evropského vzniklá hybridizací (ať již na poddruhové či druhové úrovni) (Bartoš et al., 1981; Bartoš, 2009; Zachos & Hartl, 2011).

3.1.1 Rozšíření jelena evropského (*Cervus elaphus*) v Evropě a ČR

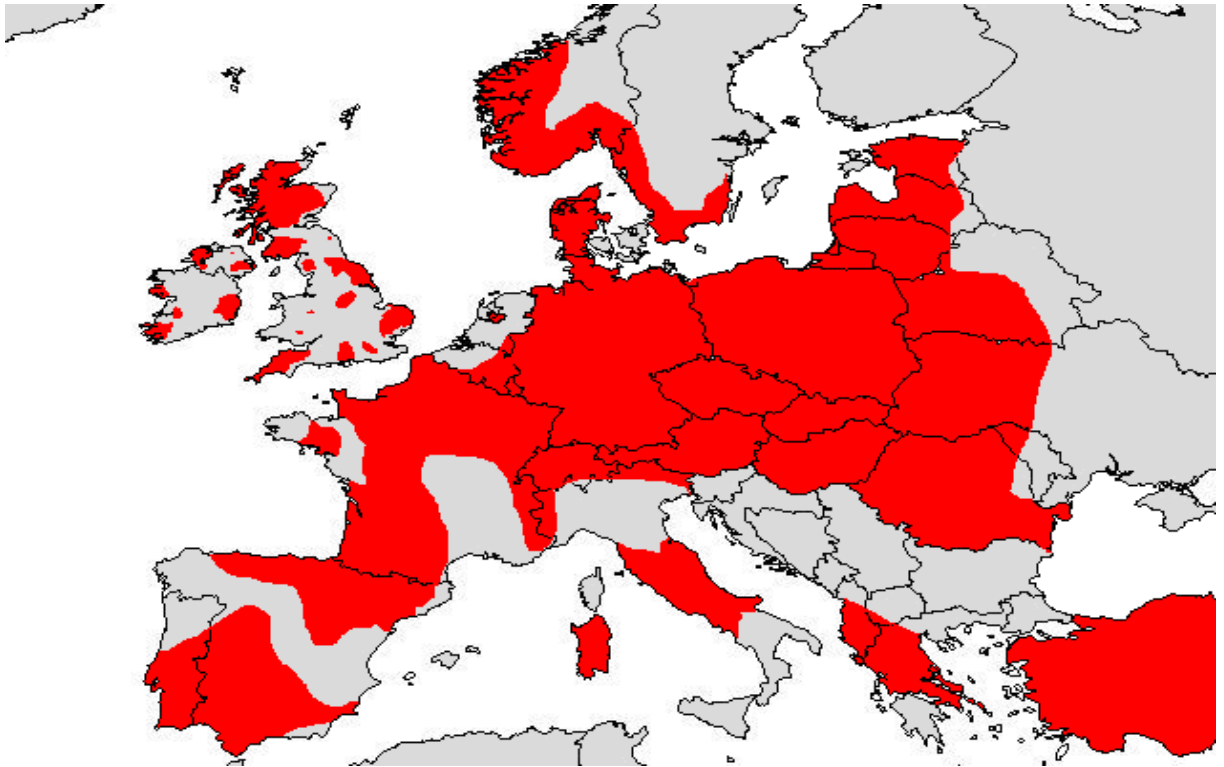
Distribuce jelena evropského je mnohdy fragmentovaná dle habitatu a lidské činnosti. I přes zhoršující se ekologické podmínky a rostoucí lovecký a urbanizační tlak v posledních 50. letech, který způsobil vyhynutí jelena evropského v Albánii a značně zdecimoval populace například v Řecku a Makedonii, však populace jelenů evropských ve většině zemí roste distribuce (viz obr. 1). Například v roce 1990 bylo v rámci Evropy zjištěno 1.1 milionů jedinců, v r. 2010 pak 1.7 milionu. Hustota výskytu byla r.2018 zjištěna na 9.2 (+/- 1.88) jedince na km² (Borowik & Jedrzejewska, 2018). Například ve Švédsku vzrostla populace od 90. let o 900 % (Burbaite & Csányi, 2010).

Význam jelena evropského tkví především v jeho ekonomické hodnotě v rámci turismu i lovu, ale i hodnotě ekologické jako kořist či potrava šelem ovlivňuje i strukturu a složení vegetace. V případě přílišné hustoty populace se jeleni stávají škůdci zemědělské krajiny, roste nebezpečí šíření chorob i množství dopravních nehod (Burbaite & Csányi, 2010). Nejvýznamnější škody působí v rámci lesních porostů, převážně pak olaňem a loupáním kůry, které vede až k odumření stromu či jeho susceptibilitě k napadení patogeny (Borowski & Ukalski, 2012). Zároveň velká hustota populace přispívá i ke zvýšené úmrtnosti mláďat a nízké fertilitě (Borowik & Jedrzejewska, 2018).

V legislativě ČR je *Cervus elaphus* označen jako druh, který lze obhospodařovat lovem (Zákon o myslivosti 499/2001 Sb.). V rámci ČR se jelen evropský vyskytuje především v zalesněných oblastech pohraničí, nicméně zasahuje i do vnitrozemí (viz obr. 2) (Anděra, 2020). Na našem území je hojný i výskyt jelena siky a mezi oběma druhy bylo v ČR prokázáno křížení (Bartoš et al., 1981; Bartoš, 2009; Zachos & Hartl, 2011).



Obrázek 1: Mapa rozšíření jelena evropského (*Cervus elaphus*) v ČR



Obrázek 2: Mapa rozšíření jelena evropského (*Cervus elaphus*) v Evropě

3.1.2 Biologie

Rozšíření jelena evropského je spojeno především s jeho poměrně snadnou adaptabilitou i ekologickou plasticitou. Jedná se o typicky sociální druh, pro který je příznačný sexuální dimorfismus patrný díky rozdílné velikosti samců a samic, a převážně díky výskytu paroží u samců. Hmotnost i kohoutková výška obou pohlaví se značně liší dle poddruhů i oblasti rozšíření. Největší jedinci se vyskytují v rumunských Karpatech (naměřeny byly hmotnosti až do 500 kg u samců) (Geist, 1998), na druhou stranu na Korsice (poddruh *C. e. corsicanus*) se vyskytují jedinci maximální váhy 100 kg (Zachos et al., 2003).

V rámci populací jsou preferováni samci s větším parožím i tělesným vzrůstem, který (společně s věkem) ovlivňuje i jelení volání v říji a vede k jejich výraznějšímu reprodukčnímu úspěchu (Charlton et al., 2007). Kromě období říje žijí samci a samice povětšinu času odděleně. Samice a jejich mláďata žijí v tlupách o velikosti okolo 40 jedinců. U samců je reprodukční úspěšnost daná velikostí těla, pro kterou je esenciální vývoj v raném věku. Proto je větší množství zdrojů alokováno mláďatům samčího pohlaví - například je jim dovoleno delší a častější sání mateřského mléka (Clutton-

Brock, 1986), mléko navíc obsahuje více proteinů, laktózy a tuků než v případě krmení mláďat samičího pohlaví (Landete-Castillejos et al., 2004). Laně během života zřídka odcházejí z mateřské tlupy, a asociují se s ostatními samice své matriarchální linie. Mladí jeleni však domovský okrsek matek opouští ve věku okolo 2.5 let, a sdružují se soliterně či v nepříliš pevně spjatých mládeneckých skupinách, vyskytujících se v oblastech přilehlých k oblastem obývaných samicemi (Georgii & Schöder, 1983). V období říje se samci rozdělují a každý individuálně získává a později brání vlastní harém (obvykle 2-20 laní). Březost trvá zpravidla od října do června, mláďata jsou odstavena po cca 6 měsících (Clutton-Brock et al., 1986).

3.1.2.1 Smysly jelenovitých

Ačkoli se jelenovití spoléhají především na sluch a čich, i zrak je pro ně důležitým smyslem, využívaným pro potvrzení informací získávaných ostatními smysly a pro pohyb v prostředí během dne i noci (VerCauteren & Pipas, 2003). Důležitou součástí světla, umožňující jelenovitým noční vidění, je tzv. *tapetum lucidum*, odrazová vrstva nacházející se mezi sítnicí a cévnatkou světla (Shackleton, 1999). Pigmentový prstenec pronikající hluboko do intersticiální tkáně rohovky naopak napomáhá ke zlepšení vidění za dne (VerCauteren & Pipas, 2003). Nepřítomnost fovey (žluté skvrny) zhoršuje jejich schopnost ostření. U kopytníků všeobecně najdeme více tyčinek (zodpovědných za citlivost na světlo a lepší detekci pohybu) než čípků, které umožňují barevné vidění (Shackleton, 1999). V očích jelenovitých se však nalézají minimálně dva typy čípků, které jsou (například podle Birgerssona et al., 2001) zodpovědné za vnímání vlnových délek v rozsahu 450–460nm (modrá) a 530–550nm (zeleno-žlutá). Podle všeho dokážou jeleni během dne rozpoznat i barvy delšího vlnového spektra (červená, oranžová) od barev spektra středního (zelená); v noci pak jsou schopni rozpoznávání barev modrého a modro-zeleného spektra (VerCauteren & Pipas, 2003). Barevné vidění jelenovitým umožňuje i rozlišení mezi druhy rostlin či mezi jejich částmi a ovlivňuje i schopnost zachycení přítomnosti predátora (Birgersson et al., 2001). V tom hraje roli i pozice světel umístěných po stranách hlavy, která umožňuje jelenovitým vidění v úhlu 310° (bez pohybu hlavy) (VerCauteren & Pipas, 2003).

Jelenovití jsou vysoce vokální, a proto hraje sluch v jejich životě důležitou roli. A to zejména pro vnitrodruhovou i mezidruhovou komunikaci, zachycení přítomnosti predátora a alaťtických podnětů prostředí, včetně varovných signálů ostatních druhů

(Carrasco & Blumstein, 2011). Mláďata jsou schopna rozpoznávat hlas vlastní matky a podle všeho i laň umí rozeznat volání vlastního mláděte (Vaňková et al., 2010), esenciální je sluch i pro zachycení vokalizace v době říje u samců a poplachové volání samic (Long et al., 1998). Samice upřednostňují volání větších samců bez toho, aniž by je viděly. To ukazuje to na velmi dobré sluchové schopnosti a rozeznávání tónu a rozlišných frekvencí hlasu (Charlton et al., 2007). Obdobně jako u dalších kopytníků (například ovcí) byl zjištěn u většiny jelenovitých (například karibu *Rangifer tarandus*) frekvenční rozsah sluchu od 0.07 kHz do 38 kHz (Flydal et al., 2001), například u jelenců běloocasých *Odocoileus virginianus* od 0.25 kHz do 30 kHz (s nejvyšší citlivostí mezi 4 a 8kHz) (D'Angelo et al., 2007).

Neméně důležité jsou pachové neboli olfaktorické signály. Čich pomáhá jelení zvěři k získání mnoha informací o jejím prostředí. Používá jej k získání potravy (například, zřejmě společně se zrakovými vjemy, k vyhnutí se toxickým rostlinám (Tixier et al., 1998)), zaznamenání přítomnosti predátorů a vnitrodruhové komunikaci – nejen pro rozpoznání jeden druhého, označení teritorií a domovských okrsků, ale například i pro výzvu v období říje. Olfaktorické signály jsou přijímány skrz čichovou membránu a vomeronasální orgán uvnitř dutiny ústní. K produkci vlastních pachových stop využívají jelenovití pachové žlázy (zejména čelní, preorbitální, meziprstní a tarzální) a moč. Vlastní pach rozšiřují převážně skrz tření o stromy přímým využitím pachových žláz. Charakteristické je také rozrývání a označení půdy močí, ve které se jeleni následně vyválí. Tím kombinují pach nejen z moči, ale i z meziprstních a tarzálních žláz. Skrz pachovou stopu meziprstních žláz zanechávají kontinuální stopu o svém pohybu a jsou tak schopni se navzájem následovat (Steffoff, 2008; Black-Decima & Santana, 2001). Olfaktorické signály jsou důležité i pro formování blízkého vztahu laní a kolouchů a následného pachového rozpoznání mláděte (Kendrick et al., 1997).

Při výzkumu použití olfaktorických signálů predátorů k odpuzení jedinců z určité oblasti však jelení zvěř nadále navštěvovala danou oblast, což ukazuje na důležité použití kombinace zmíněných smyslů (Elmeros et al., 2011).

Magnetorecepce, tedy orientace a navigace dle geomagnetického pole, je u mnoha druhů pozorována teprve v posledních letech. Poprvé byla zkoumána u ptáků, nicméně byla zaznamenána i u mnoha jiných druhů obratlovců, například mořských želv a obojživelníků. U savců je však stále velmi málo prozkoumána a většinou je její význam přikládán orientaci v prostoru (Begall et al., 2014). Výzkumy ukazují i její význam a percepci u jelenovitých, především skrz pozorování spojená s určitou orientací dle

geomagnetického pole. U srnců obecných (*Capreolus capreolus*), jelenů evropských i domácího skotu bylo pozorováno natočení těla v ose sever-jih, u srnců i vyložené natočení hlavy severním směrem při spásání (Begall et al., 2008).

3.1.2.2 Habitat a potrava

Potravní strategie jelena evropského spadá do kategorie potravních oportunistů a jeho potravní preference se tak mění v ohledu na oblast výskytu i dostupnost zdrojů, od spásání travin po okusování listů, semen a ovoce. *Cervus elaphus* se většinou vyskytuje ve smíšených lesních porostech a přilehlých polích či pastvinách, nicméně obývat může i volnou krajinu, jako například skotská rašeliniště (Gebert & Verheyden-Tixier, 2008). Výběr habitatu v rámci domovského okrsku závisí především na zdrojích potravy a denních rytmech jedinců či stád, dostupnosti vhodného úkrytu a výskytu predátorů. V některých oblastech hrají roli i roční období a sezónní dostupnost zdrojů (Godvik et al., 2009). Zdroje nutričně bohaté potravy jsou důležité zejména pro samice v období březosti a pro mláďata.

Obývaný habitat ovlivňuje i využívané potravní zdroje. Například dle studie provedené ve Skotsku v dietě jelenů vyskytující se na rašeliništích se prakticky nevyskytují jehličnany, naopak u těch žijících ve smíšených, převážně jehličnatých lesích, tvoří okolo 11 % potravy (Gebert & Verheyden-Tixier, 2008).

3.1.3 Vztah jelena evropského k domovským okrskům

U *Cervus elaphus* byla v rámci několika studií potvrzena fidelita (neboli věrnost) domovskému okrsku (například Irwin & Peak, 1983; Edge et al., 1985). Pro jeleny je fidelita výhodou, neboť jim umožňuje předvídat sezónní dostupnost potravy i možnosti úkrytu (Edge et al., 1985). Domovské okrsky jelenů evropských se mění v závislosti na sezónnosti i denní době. Například v rámci Skotska byla jejich rozloha zjištěna od 400 ha do 6 tisíc ha, v rámci bavorských Alp pak od 113 ha do cca 400 ha (zima/léto), v Montaně (USA) v průměru 4500 ha (Georgii & Schröder, 1983; Edge et al., 1985). Všeobecně jsou jelenovití aktivní během celého dne i noci, ve většině oblastí Evropy jejich aktivita narůstá během letních měsíců a domovský okrsek se zvětšuje (Georgii & Schröder, 1983). Podle Pépina et al. (2008) jsou domovské okrsky samců výrazně větší než okrsky samic, a častěji také dochází k jejich změnám – nejen z důvodů sezónnosti (například

v důsledku zvýšení sněhové pokrývky) Georgii & Schöder, 1983; Rivrud et al., 2010, ale i kompetice s dalšími jeleny. Naopak u samic je důležitá především potravní dostupnost (Clutton-Brock et al., 1987; Meisinger et al., 2012).

Ke snižování velikosti domovských okrsků dochází i vlivem zvýšené hustoty populace, většího množství doplňkového krmiva a vzdáleností dopravní sítě (Jerina, 2012). K opuštění domovských okrsků vede zvýšená disturbance, především jako důsledek lovu či kácení stromů a zemědělské aktivity. Fidelita k okrsku zůstává zejména u samic nezměněná i přes vyrušení či změny počasí, pokud mají k dispozici dostatečný úkryt (Edge et al., 1985). Například Pépin et al. (2008) během výzkumu ve Francii zjistil, že jeleni využívali během roku tři oblasti (letní, zimní a v období říje), zatímco laně zůstávaly na stejném místě celoročně.

3.2 Navigace a prostorová orientace zvířat

Navigace je definovaná jako koordinovaný a cílený pohyb za účelem nalezení potravy, partnerů k páření, úkrytu, a dalších zdrojů (Montello, 2010). Je jedním z nejkompaktnějších aspektů chování zvířat a zahrnuje nejen orientaci v rámci domovského okrsku, ale i mezi výrazně vzdálenějšími, sezónními oblastmi výskytu. Nejznámější jsou dálkové trasy migrujících druhů, například nepřetržitá trasa bělouše rudého *Limosa lapponica* mezi Aljaškou a Novým Zélandem dlouhá 11 tisíc km, či migrace ve vzdálenosti 3400 km monarchů stěhovavých *Danaus plexippus* z Kanady do Mexika.

Navigace se týká jak bezobratlých, tak obratlovců a je všeobecně vzato zahájena zhodnocením původního místa (například hnízdění, zdroj potravy, zimoviště apod.). Jakmile zvíře určí svou polohu (mapováním), započne fáze „kompasování“ a určování co nejefektivnějšího směru migrace. Tzv. mapovací informace, tedy získávání informací z prostředí, může být určena na základě vizuálních bodů (například pohoří, ale i silnic) v krajině, či olfaktorických a akustických signálů (Frost & Mouritsen, 2006), a díky tomu hraje v navigaci silnou roli i paměť (Montello, 2010). V rámci známého prostředí je využíváno celé řady signálů a podnětů, které se diametrálně liší v rámci druhů i jedinců (Frost & Mouritsen, 2006; Åkesson et al., 2014).

Migraci lze rozlišit na výzkumnou, tedy za hranice domovského okrsku (nicméně pouze do takové vzdálenosti, ze které je pro zvíře snadné se vrátit), a migraci

kalkulovanou, objevující se periodicky během roku, jejíž cílová destinace je zvířeti známá skrz perцепci, dřívější výskyt v dané oblasti, či sociální komunikaci (Pépin et al., 2008).

Mezi vizuální navigační signály patří mimo jiné slunce, které je hojně využíváno nejen denními, ale i některými nočními živočichy. Není však jasné, zda používají slunce samotné, intenzitu světla, či například polohu a délku stínů. Pro kompenzaci pohybu slunce používají zvířata vnitřních cirkadiálních hodin (koncept nazvaný „časově-kompenzovaný sluneční kompas“ (Åkesson et al., 2014). Pro mnohé druhy hmyzu je typické rozpoznání polarizovaného světla, například mravenci a včely využívají tzv. polarizační kompas. Možné využití je zmiňováno u ryb a dalších obratlovců. Pro noční druhy živočichů, a především pro ptáky migrující v noci, je typická orientace dle hvězd či tzv. lunární orientace, ta však sama o sobě není příliš výhodná pro častou nemožnost detekce měsíce. Dalším vizuálním signálem je využití stálých prvků v krajině, například následování linií pobřeží či pohoří migrujícím ptactvem (Able, 1980; Frost & Mouritsen, 2006).

Mezi ne-vizuální navigační typy patří navigace pomocí geomagnetického pole (magnetorecepce), známá, jak již bylo zmíněno, u velkého množství živočichů – od hmyzu přes ryby až k savcům. Detekce linií magnetického pole napomáhá s určením směru, a sklon či síla místního pole k učení polohy (Frost & Mouritsen, 2006; Åkesson et al., 2014). Mnoho vodních živočichů využívá k navigaci také proudy a vlny, například u migrujících lososů bylo zaznamenáno sledování směru mořských proudů. Roli v navigaci hraje i směr větru, převážně pak pro ptáky, netopýry a létající hmyz (Able, 1980).

Řada druhů používá různé kombinace signálů, například u geomagnetické orientace při migracích ptáků bývají pro „kalibraci“ směrového kompasu využívány polohy hvězd a slunce (Holland et al., 2010).

3.2.1 Navigace savců

Součástí migračních tras je i jejich efektivnost a co nejnižší spotřeba energie (spojená například s pohybem do nižších nadmořských výšek a vyhýbání se výstupu do kopců) i dostatečný úkryt před predátory či lidskou přítomností (Pépin et al., 2008; Åkesson et al., 2014). Při výzkumné migraci na krátké vzdálenosti část zvířat včetně savců využívá tzv. *path integration* (PI, v češtině integrace cesty) (nazývaná taktéž *vector*

navigation – vektorová navigací či *dead-reckoning*). Znamená využití vnitřních informací zvířete o jeho vlastním pohybu, což mu umožňuje získání směrového vektoru ve vztahu k domovu. Zdrojem PI jsou hlavně vestibulární systém vnitřního ucha, motorika a proprioreceptivní systém, tedy schopnost nervového systému zaznamenávat změny v kloubech a svalech. U mnoha druhů je PI doplněna i o tok optických signálů (Tsoar et al., 2011; Etienne, 1992; Hermer, 1997). Při prvních pokusech na hlodavcích bylo zjištěno, že při prvotní exploraci prostředí využívají převážně PI, ale jakmile se začnou lépe orientovat, využívají vizuálních signálů prostředí pro úpravu trasy (Hermer, 1997). Soustavné vyhodnocení polohy vzhledem k domovu umožňuje snadný návrat po co nejkratší trase (viz *Homing*, kap.2.3).

Dalším druhem navigace je tzv. *pilotování* (piloting), kdy zvířata využívají pro prostorovou orientaci trvalé prvky v krajině. Pro navigaci je účinný i „*beaconing*“, kdy je využíváno specifických smyslových vjemů či dle známého/naučeného vektoru (Tsoar et al., 2011). Jak již bylo zmíněno, důležitá je rovněž magnetorecepce, která byla jako forma navigace zaznamenána u savců již v r.1981, konkrétně u myšic křovinných (*Apodemus sylvaticus*) (Mather & Baker, 1981). Například u některých netopýrů (konkrétně u netopýrů velkých *Myotis myotis*) byla zjištěna stejná kalibrace geomagnetického „kompasu“ jako u migrujících ptáků s pomocí polohy západu a východu slunce (Holland et al., 2010).

3.2.1.1 Navigace a prostorová orientace u kopytníků

Jak naznačují výzkumy u malých savců, kopytníci jsou také schopni komplexních navigačních mechanismů. Výzkum v této oblasti je však nedostatečný, i co se týče velkých migrací kopytníků, při kterých musí prokázat dostatečné kognitivní schopnosti i schopnosti zpracování prostorových informací. Například u jelence ušatého (*Odocoileus hemionus*) byla zaznamenána kapacita rychlé paměťové orientace. Mladá samice, označená GPS obojkem, byla schopna samostatné orientace v terénu během jejího výzkumného pohybu dlouhého 94 km a úspěšného navrácení do letního domovského okrsku.

Kromě využívání vizuálních podnětů z prostředí, především stabilních prvků v krajině, mohou kopytníci využívat zřejmě i jiné formy navigace, včetně kompasování a mapování. Například u již zmíněné samice jelence je možné, že při své trase navigovala i pomocí olfaktorických signálů zanechaných jiným jedincem téhož druhu (Jakopak et

al., 2019). Pro teorii využití různých forem navigace nahrává například i studie migrací u takinů (*Budorcas taxicolor*) v Číně, kde několik jedinců během sezónní migrace do téže oblasti využilo v různých letech různých tras (Guan et al., 2012). Na základě výše zmíněné magnetorecepce u pasoucích se/odpočívajících krav a jelenů se předpokládá, že i geomagnetické pole má pro kopytníky své využití (Åkesson et al., 2014). Podle Oblesera et al. (2016) má důležitost přinejmenším pro únikové strategie srnce obecného (*Capreous capreolus*). Při spásání byli pozorovaní srnci orientováni dle osy sever-jih a při vyrušení také v tomto směru unikali (a to i ve chvíli, kdy hrozba přišla z východu či západu – neprchali tedy přímým směrem od nebezpečí, ale do stran: buď na jih či na sever). To podporuje hypotézu využívání magnetického pole pro navigaci u kopytníků (Obleser et al., 2016).

3.3 Návratové strategie zvířat

Návratová strategie do původního místa výskytu (neboli *homing*), se týká navigace a navrácení se z tisíce kilometrů dlouhé migrace i z místa blízkého či středně vzdáleného od domovského okrsku. Schopnost návratu u translokovaných jedinců se snižuje s prodlužující se vzdáleností od původního místa výskytu (Feldhamer et al., 2007). Může se týkat i návratů do stejných sezónních oblastí (například letních a zimních okrsků jelence ušatého) a jsou při ní využívány již zmíněné způsoby navigace. Například u kaloňů egyptských *Rousettus aegyptiacus* byla zjištěna vizuální navigace zpět k místu původního výskytu i na vzdálenost několika desítek kilometrů. Důležitost vizuálních podnětů byla usouzena dle toho, že translokovaní kaloni umístění na okraj kráteru zamířili správným směrem prakticky okamžitě, zatímco ti umístění na jeho dno byli nejprve dezorientovaní, po opuštění kráteru však s jistotou zamířili zpět do domovské jeskyně, či ke známému ovocnému stromu (Tsoar et al., 2011). U již zmíněných myšic křovinných a dalších hlodavců dochází při návratu k využití magnetorecepce – například myšice i při umístění do prostoru blokujícího všechny vizuální, olfaktorické a další signály, neomylně mířily zpět k místu původního odchyty, a při umělé změně magnetického pole změnily směr o danou hodnotu (Mather & Baker, 1981).

Návratové strategie jsou spojeny i s tzv. scoutingem, kdy zvířata využívají navigačních mechanismů a zkratk v rámci nových cest. Během scoutingu pozorovaném u psů byla na začátku navigace patrná magnetorecepce a pohyb zvířat po severo-jihní ose spojené s tzv. „kompasovým“ během na cca 20 m bez ohledu na skutečný směr návratu.

S největší pravděpodobností běh sloužil k určení polohy kalibrací kompasu vzhledem ke geomagnetickému poli. Scouting nebyl ve výzkumu u psů spojen s využitím pozice slunce či polarizovaného světla, ale v několika případech byl spojen s větrem, díky čemuž byli psi schopni zachycení pachu majitele a následného pilotování (Benediktová et al., 2020).

Homing hraje roli také v rámci ochrany přírody a cílené trvalé translokaci zvířat, jež se z nové oblasti často snaží navrátit do původního místa odchyty. To bylo zjištěno například u kočkovitých šelem při „tvrdé“ reintrodukci/vypuštění (*hard release*). To vedlo ke změně přístupu a umístění zvířat do dočasných ohrad a dalších zařízení v rámci nové oblasti, které jim umožňuje zotavení se ze stresu během translokace i aklimatizaci na nové prostředí. Esenciální jsou nejen monitoring po vypuštění a zjišťování tendencí na návrat do původní oblasti, ale i vybudování nového domovského okrsku. To souvisí mimo jiné s dostupností vhodné potravy, kvalitou nového habitatu, množstvím ostatních druhů téže trofické úrovně (které mohou značně ovlivnit chování jedince po jeho vypuštění, například skrz jeho vypuzení z dané oblasti), i individuální historií daného jedince. Úspěšný reintrodukční proces je spojen s fidelitou k místu vypuštění a malou tendencí k navracení do místa odchyty, u samic i s úspěšným zabřeznutím (u samců je reprodukční úspěšnost většinou hůře monitorovatelná). Důležitá je i dostatečná velikost nového habitatu a vzdálenost od původní oblasti (u kočkovitých šelem v Africe byla určena na minimálně 400–1000 km – v rámci výzkumu na lvech *Pantera leo* a levhratech *Pantera pardus*) (Weise et al., 2015; Briers-Louw et al., 2019).

Pro výzkum návratových strategií u zvířat má význam i metoda capture-recapture, tedy metoda opětovného chycení označených jedinců. Například při výzkumu *homingu* u myší rodu *Peromyscus* v r.1963 bylo zaznamenáno, že opětovně chycení a vypuštění jedinci jsou schopni rychlejšího a úspěšnějšího navracení do původního místa (Murie, 1963). U výzkumu návratových strategií (a samotné schopnosti návratu) pak hraje roli především opětovné chycení/zaznamenání translokovaného či migrujícího zvířete zpět v jeho domovském okrsku (například Benvenuti & Ioyalé, 1980; Avens et al., 2003).

3.4 Bio-logging technologie

Bio-logging technologie spočívá v umístění zařízení (bio-loggeru) buď přímo na povrch těla daného zvířete, či do něj může být implementováno, nebo připevněno k obojku či postroji (Fehlmann & King, 2016). Základem bio-logging technologií je

umožnění výzkumu u volně žijících druhů, které se vyskytují mimo možnosti přímého zkoumání. Slouží tedy především k zachycení chování či pohybu a fyziologie druhů, které nejsou lehce (či vůbec) pozorovatelné – díky tomu zaznamenal bio-logging rozvoj především ve výzkumu podmořských organismů. Kvůli problematické detekci pohybu suchozemské divoké zvěře (převážně v rámci lesních porostů, pouští, či u menších druhů v rámci křovinné vegetace) byly implementovány i do poznání chování terestriálních zvířat (Boyd et al., 2004). Například v r. 2013 byla technologie využita v kombinaci s GPS také ke studii pohybové dynamiky při lovu u gepardů (Wilson et al., 2013).

Moderní technologie a široká škála bio-loggerových senzorů umožňuje zjišťovat informace týkající se o polohy, chování, spotřeby energie, intra i interspecifické interakce (Wilmers et al., 2015). Narůstá také využití bio-loggingu ke sběru dat o životním prostředí zvířat, kdy se zvíře stává „bio-monitorem“: například pro hodnocení znečištění ve městech byly bio-loggery připevněny na holuby (Fehlmann & King, 2016).

Jak podotýká Hawkins (2004), při používání bio-logging technologií je důležité vždy mít na paměti welfare zvířete a snížení způsobování stresu, bolesti a utrpení, především spojeného se studii divokých, na člověka nenavvyklých zvířat, a to jak při jejich chycení a zacházení s nimi, tak s umístěním samotného bio-loggeru.

3.4.1 Dead-reckoning

Dead-reckoning (nadále také jako D-R) je novým a alternativním přístupem ke zjišťování pohybu zvířat (či alespoň pro doplnění chybějících informací získaných z GPS). Metoda dead-reckoningu je hojně využívána u mořských živočichů, převážně velryb. Její užití pro výzkum pohybu suchozemských živočichů je stále poměrně omezené (ačkoli je označována za jedinou opravdu přesnou metodu), především z důvodu snazšího zjištění rychlosti mořských druhů (oproti tomu u suchozemských druhů mizí problematika zanášení ze směru pohybu mořskými proudy). D-R vypočítává vektor pohybu v daném časovém úseku z informací o směru, rychlosti a změnách vertikální osy. Zjištěné vektory jsou pak spojeny v sekvenci, umožňující 3-D rekonstrukci pohybu a trasy daného zvířete. Pro D-R jsou nejčastěji využívány tzv. archivní (*archival*) loggery a jejich senzory, které zaručují získání přesných dat. Archivní loggery v porovnání s GPS systémy také spotřebovávají výrazně menší množství energie. Například GPS vyžaduje mezi 30 a 50 mA, senzory daily-diary vyžadují pouze 5-10 mA.

Rychlost pohybu, problematická u suchozemských živočichů, je měřitelná i skrze zástupnou metodu měřící akceleraci (zrychlení) (Bidder et al., 2015). Tu lze využít i pro zjištění výdeje a využití energie. Je založená na dynamickém zrychlení těla (DBA z angl. *Dynamic Body Acceleration*) (buď ve formě vektorové, *VeDBA*, či souhrnné, *ODBA*), zjišťovaným z bio-loggerů ve formě 3D–akcelerometrů umístěných v na sebe kolmých osách těla daného jedince pro zjištění pohybu ve třech dimenzích (lineární vertikální, lineární horizontální a lineární délkové). Ačkoli tato technologie byla poprvé použita u ptáků, je využitelná také u ryb, obojživelníků a savců (včetně člověka) (Qasem et al., 2012). 3D–akcelerometry se využívají i pro studie těžko pozorovatelného chování, například u primátů (Fehlmann et al., 2017). V kombinaci s magnetometry tvoří i již zmíněnou metodu DD, použitelnou například pro etologické výzkumy a zjišťování zdravotního stavu živočichů (Arkwright et al., 2020).

3.5 Biotelemetrie – využití GPS a VHF

Jak již bylo zmíněno, nejvyužívanější metodou pro získání informací o pozici a pohybu živočichů jsou GPS systémy (*Global Positioning System*), fungující na principu automatického zachycení souřadnic pozice v daných časových intervalech dle kontaktu s GPS satelity. Minimálně tři satelity jsou potřebné pro determinaci 2D pozice, čtyři pro přesnější 3D pozici. Množství satelitů dostupných pro GPS je ovlivňováno fyzickými bariérami včetně vegetačního porostu a data z GPS jsou tak přesnější pro otevřené, než pro lesní habitaty (D'Eon et al., 2002). Výdrž baterií a jejich velikost znemožňuje využití GPS systémů u menších živočišných druhů, či výzkumy limituje časově. Problematika GPS je spojena kromě chyb spojených s vegetačním pokryvem a výdrží baterie i s topografií terénu (Bidder et al., 2015).

Další biotelemetrickou metodou je využití VHF (*Very High Frequency*), která byla první technologií k vzdálenému zjišťování pozice a pohybu živočichů na principu vysílání elektromagnetických signálů, s frekvencí jasně přiřazenou individuálním zvířatům (Coulombe et al., 2006). Podobně jako u GPS však předpokládá lineární pohyb mezi zachycenými pozicemi a nesleduje tak skutečný pohyb zvířat (Bidder et al., 2015).

4. Metodika

4.1. Oblast studie

Translokace laní jelena evropského (*Cervus elaphus*) byla prováděna v nejcennější oblasti CHKO Slavkovského lesa, tedy na Kladské.

Kladská se nachází v západní části České republiky mezi městy Březová, Mariánskými Lázněmi a Lázněmi Kynžvart. Kladská je známá především přírodní rezervací Kladské rašeliny. Kladské rašeliny byly vyhlášeny v roce 1933 přírodní rezervací z důvodu ochrany rašeliny s typickou květenou. Dělí se na pět samostatných lesních vrchovišť ležících v různých katastrálních územích jejichž celková výměra činí 305 ha (Zahradnický et al., 2004).

Rozloha honitby Kladská, ve které probíhá translokace a následný homing činí 18 282 ha. V honitbě se hojně vyskytuje jelen sika (*Cervus nippon nippon*), jelen evropský (*Cervus elaphus*) a prase divoké (*sus scrofa*). Aby každý hajný dokázal plnit odstřel zvěře, je honitba rozdělena do mnoha úseků. Stejně tak z lesnického hlediska, aby se bezpečně obhospodařoval les.

Dominantní dřevinou je smrk ztepilý (*picea abies*), který se vyskytuje téměř po celém území Kladské a CHKO Slavkovského lesa. V 19. století byla přidána do výsadby borovice blatka (*Pinus uncinata*). Bohužel její porost byl v dávné historii ohrožen odvodňovacími kanály, které byly zřízeny vystřelováním trhaviny. Jejich odvodňovací vliv negativně působil na přirozenou obnovu borovice blatky (*Pinus uncinata*) a tak způsobil její značný úbytek. A proto se porosty s dominancí smrku rozšířily dál, než byl původní stav (Zahradnický et al., 2004).

Podloží je tvořené středně zrnitou až hrubozrnnou muskovitickou krušnohorskou žulou typu Kladská nebo lithno-topazovou hrubozrnnou krušnohorskou žulou typu Jelení. Z hornin se hojně vyskytují grafitické břidlice a rohovce, amfibolity a kvarcity. Na většině území se vyskytuje vrchní organozem typická lemovaná po okrajích organozemními gleji (Plaček et al., 2013).

Bylinnému patru dominuje řada keříčků, především vlochyně bahenní (*Vaccinium uliginosum*), brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) nebo brusnice brusinka (*Vaccinium vitis – idaea*). Také lze narazit na dva druhy suchopýrů,

na suchopýr pochvatý (*Eriopborum vaginatum*) a suchopýr úzkolistý (*Eriophorum angustifolium*). Svě zastoupení zde mají také mechy, jsou to například mechy z rodu baňatka (*Splachnum sp.*), které roustou v extrémních jelení zvěře (Plaček et al., 2013).

4.2 Sběr dat

Data v mé bakalářské práci pro následné výpočty a analýzy byla získávána v rámci projektu GPS telemetrie a homing jelenovitých v CHKO Slavkovský les.

Nejvyžívanější metodou a taktéž naší metodou pro získání informací o pozici a pohybu živočichů jsou GPS systémy (*Global Positioning System*), „GPS obojky“ které zaznamenávají následovné údaje: polohové umístění zvířete v daném čase, aktivita jedince v daném okamžiku a přesnost zaměření pozice. GPS obojky fungují na principu automatického zachycení souřadnic pozice v daných časových intervalech dle kontaktu s GPS satelity. Množství satelitů dostupných pro GPS je ovlivňováno fyzickými bariérami včetně vegetačního porostu a data z GPS jsou tak přesnější pro otevřené, než pro lesní habitaty (D'Eon et al., 2002).

Sběr dat pro mou bakalářskou práci byl zahájen 1.5. 2018 a ukončení k datu 31.5.2020, a to z důvodu získání všech potřebných dat. Následně došlo k exportu všech získaných dat z GPS obojek do tabulkového editoru Microsoft Excel.

4.3 Translokace

Za pomoci schopného, minimálně pětičlenného týmu byla prováděna translokace v měsících leden, únor a březen. Začátek translokace byl zahájen v přezimovací obůrce Kladská (viz obr. č. 3).

Obůrka Kladská s rozlohou 9,5 ha je vzdálena přibližně 4 kilometry severně od obce Kladská. Obůrka je vybavena dvěma pozorovacími kazatelnami, dvěma krmelci se zásobníkem, mnoho korýtek pro jadrné krmivo, jeden silážní stůl a dvě slaniska. Zvěř má dva způsoby, jak se do obůrky dostat. Jsou zde dva záskoky, nebo obyčejně bránou, kterou oborník nechá do vstupu zvěře otevřenou. Brány jsou zavřené od prosince do dubna, po celou tu dobu je o zvěř v obůrce dobře postaráno předkládáním potřebného krmiva.

Translokace byla zahájena 10. 1. 2019 imobilizací laně jelena evropského (*Cervus elaphus*) z kazatelny u silážního stolu. Střela, která obsahuje Hellabrunskou směs může

bezpečně zasáhnout pouze do 20 metrů. Střelec musí zasáhnout laň do zadní části těla, do oblasti hýždě. Střela obsahuje už výše zmíněnou Hellambrunskou směs, která se míchá podle váhy uspávaného jedince. Směs je smíchána (průměrná váha jedince 85 kg) xylasedem (500 mg) a ketaminem (3 ml) samozřejmě pod dohledem veterináře. Po zasažení laně je potřeba 20 minut čekat, aby jedinec v poklidu usnul.

Imobilizace byla obvykle prováděna skupinou pracovníků, kteří po nastřelení uspávací látkou zabezpečili laň proti případnému vzdorování. Na síle spánku záviselo několik kritérií (počasí, stres, strava), proto bylo potřeba eliminovat lani možnost utéct a nějak se zranit. Během imobilizace musel mít laň nasazen šátek přes hlavu a svázané běhy kvůli bezpečnosti. Následujícím krokem bylo označení neboli výměna GPS obojku a přemístění do přepravního zařízení, kde byla potřeba rozvázat běhy a sundat šátek.

Místo vysazení bylo přibližně 18 kilometrů od přezimovací obůrky Kladská (viz obr. č. 4,5), kde byly otevřeny přední i zadní dveře transportního zařízení. U místa vysazení se muselo čekat než se laň vzbudí a pohodlně odejde do porostu.

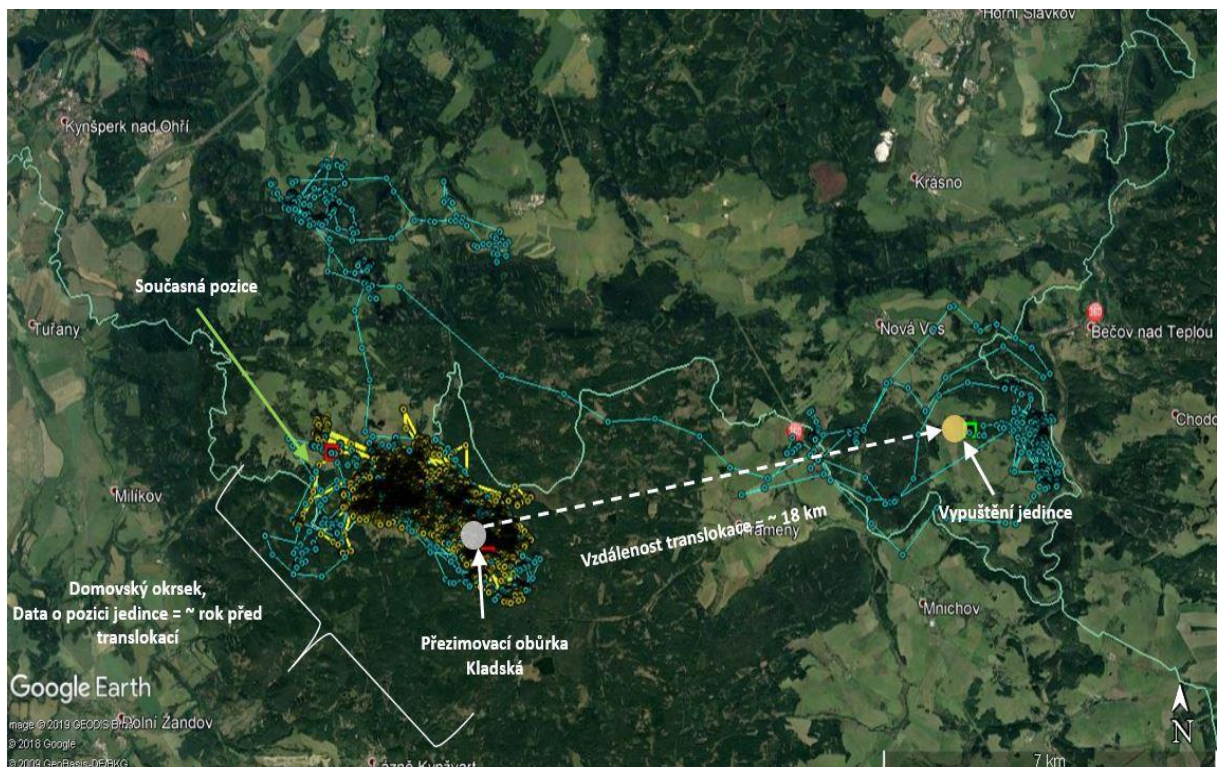


Obrázek 3: Přezimovací obůrka Kladská

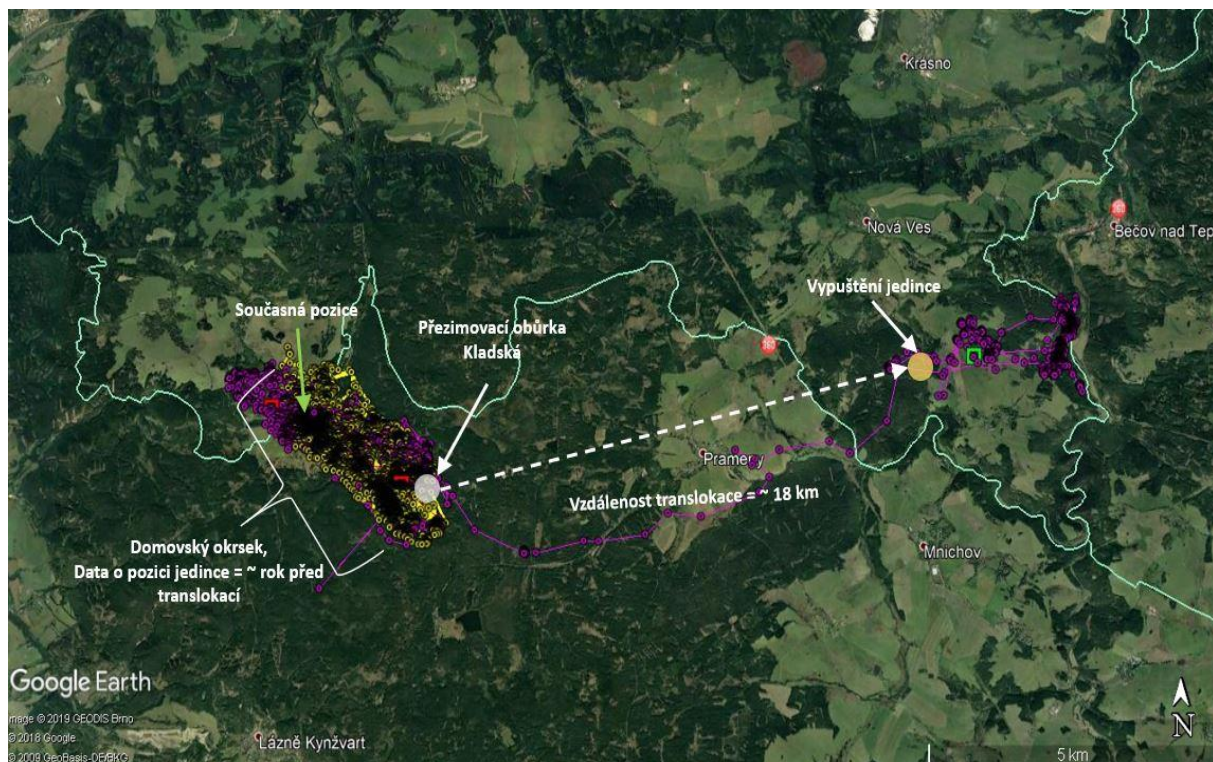
4.4 Vyhodnocení

Celkem bylo translokováno sedm laní jelena evropského (*Cervus elaphus*), přičemž byly dvě translokovány dvakrát. První translokace proběhla v roce 2019 a druhá v roce 2020. Další tři laně jelena evropského (*Cervus elaphus*) se při translokaci nevrátily do potřebného data návratu pro výzkum, tedy delší jak půl roku.

Data byla vyhodnocena z období translokace (viz obrázky 3,4) ve srovnání s období před translokací a po translokaci. Máme tedy ze zpracovaných dat grafy a diagramy. Na grafech můžeme vidět celkovou ušlou vzdálenost, maximální vzdálenost a minimální vzdálenost od obůrky. Můžeme tedy porovnat rozdíly v chování laní v podobě ušlých kilometrů a vzdálenosti ke svému domovskému okrsku. Diagramy nám udávají, jaký mají laně jelena evropského (*Cervus elaphus*) při dané rychlosti směr.



Obrázek 4: Translokace laň č. 105



Obrázek 5: Translokace laň č. 110

5. Výsledky

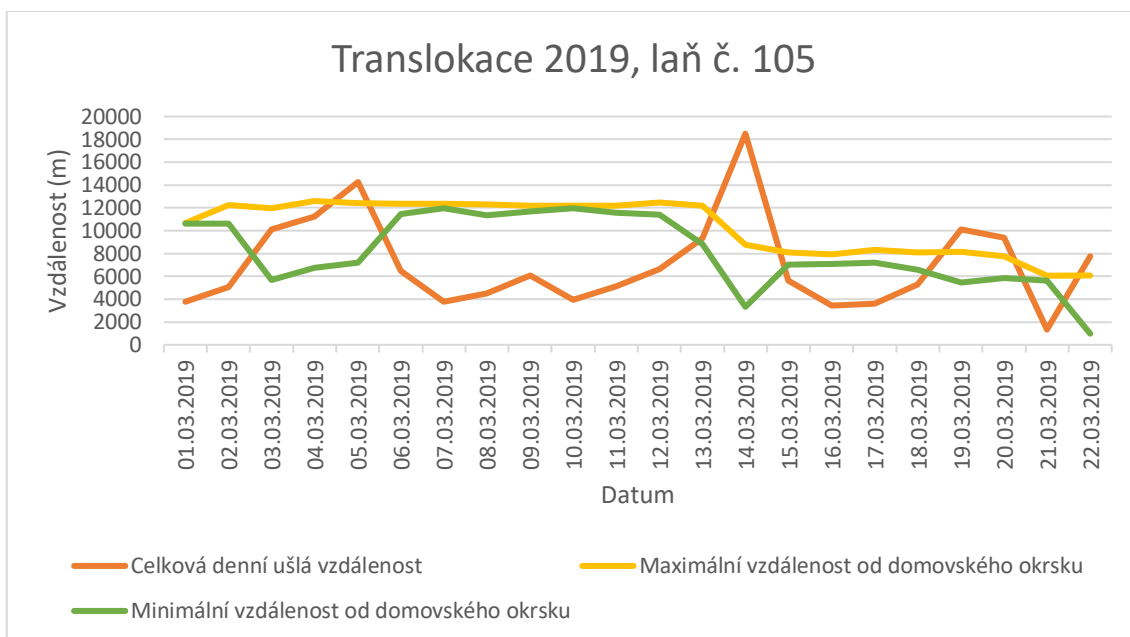
5.1 Laň č. 105

Jako první byla translokována laň jelena evropského (*Cervus elaphus*), která byla označena číslem 105. Číslo laní byla viditelná na obojku. Laň se nijak nelišila od ostatních, stáří bylo odhadnuto na 7 let a tělesná kondice velice dobrá.

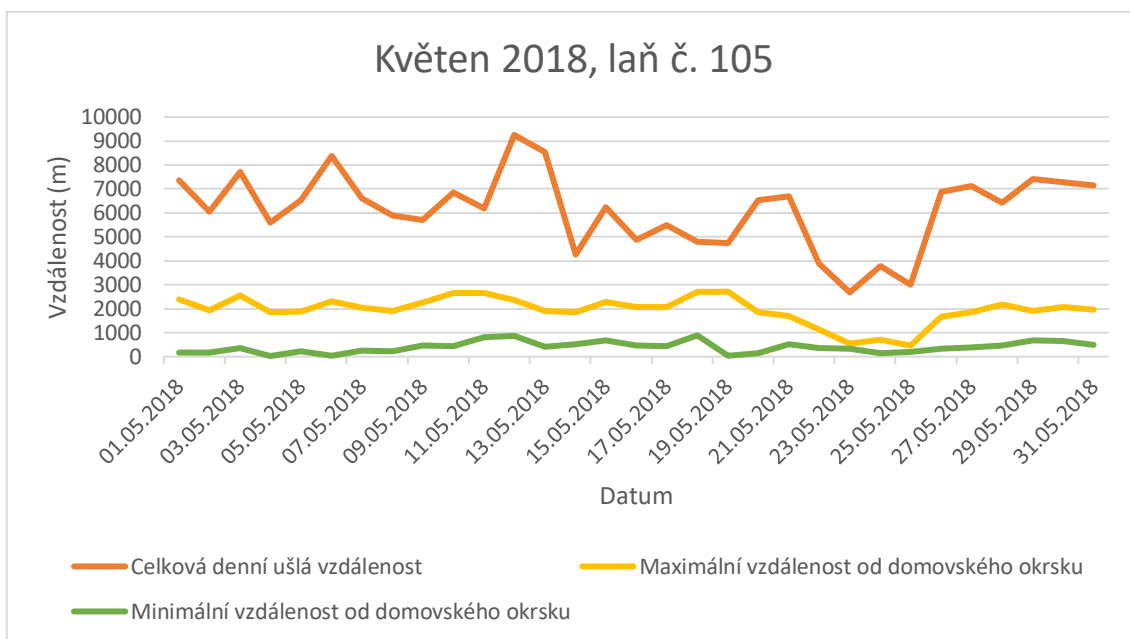
Translokace byla zahájena 1.3.2019 v přezimovací obůrce Kladská, kde byla laň uspána a převezena přibližně 18 kilometrů severovýchodně od obůrky. Do přezimovací obůrky Kladská se vrátila 22.3.2019, tedy 21 dní po uspání a translokaci. Data na grafu č.1 analyzují zajímavost, kterou je denní vzdálenost až 18 kilometrů. Ve srovnání s ostatními laněmi je doba homingu průměrná.

Porovnání v ušlé vzdálenosti a vzdálenosti od domovského okrsku jak z období translokace, tak měsíce květen po translokaci nám poskytuje graf č. 2. Jedná se taktéž o laň č. 105 ale z období květen 2018, tedy před translokací. Nulová hodnota na ose y je spojena se souřadnicemi obůrky, laň tedy v květnu 2018 žila přímo v obůrce. Jelikož jsou obě vrata obůrky otevřena, většina laní má tak obůrku jako domovský okrsek.

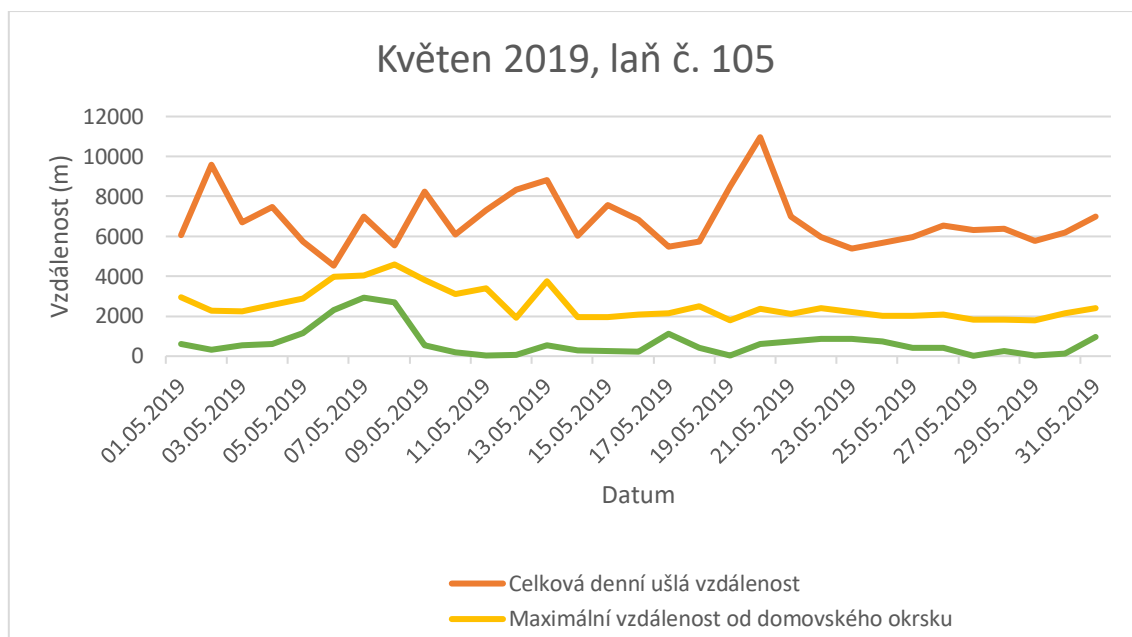
Třetí porovnávací graf č. 3 nám zobrazuje ušlou vzdálenost a vzdálenost od obůrky v měsíci květen 2019, tedy období po translokaci. Květen po translokaci byla laň o něco aktivnější než před translokací, byla schopna za den ujít i 11 kilometrů a vzdálit se 4,3 kilometru od obůrky.



Graf 1: Translokace 2019, laň č. 105



Graf 2: Květen 2018, laň č. 105



Graf 3: Květen 2019, laň č. 105

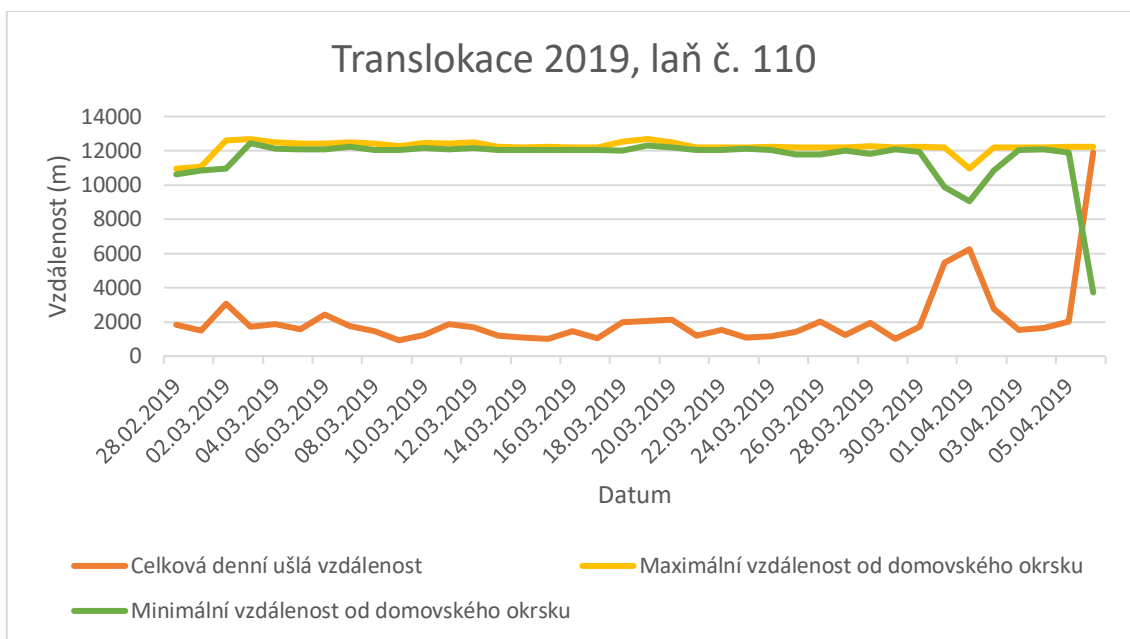
5.2 Laň č. 110

Laň pod číslem 110 byla translokována 27. 2. 2019 přibližně 18 kilometrů severovýchodně od přezimovací obůrky Kladská. Vzhledově působila trochu mohutněji a věk se odhadoval kolem 10 let. Tuto laň jsme translokovali dvakrát, bohužel jen při první translokaci se vrátila, a tak máme data aspoň z první translokace.

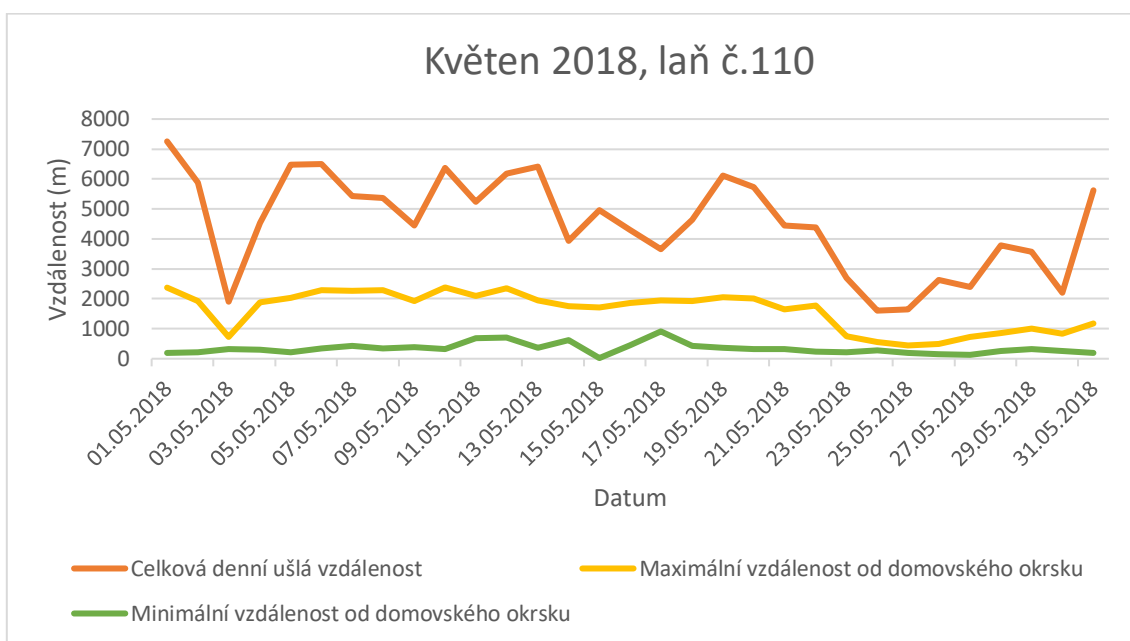
Do obůrky (viz graf č. 4), tedy do svého domovského okrsku se vrátila 6. 4. 2019. Laň se vyskytovala v nové lokalitě po dobu 38 dnů, po této periodě nastalo homing chování, což je patrné z grafu č. 4, kde vidíme signifikantní změny ve vzdálenostech vůči domovskému okrsku.

Graf č. 5 udává pohyb laně v měsíci květen 2018 před translokací. Laň byla průměrně aktivní, denní průměr pohybu se vyskytuje kolem 5 kilometrů za den. Podle křivky minimální vzdálenost od domovského okrsku víme, že domovský okrsek je přezimovací obůrka Kladská.

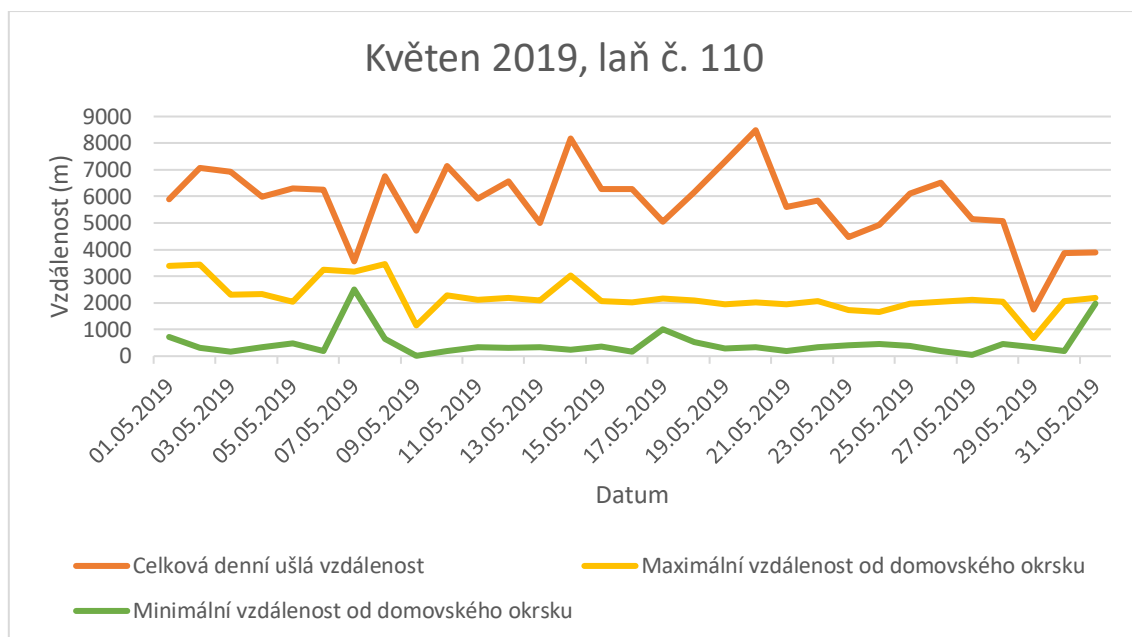
Pro porovnání s grafem č. 5 (měsíc před translokací) máme k dispozici graf č. 6 (měsíc po translokaci), ve kterém jsou analyzovaná data z měsíce květen 2019. V tomto měsíci byla laň o téměř kilometr za den aktivnější než v měsíci před translokací. Domovský okrsek zůstal stejný v přezimovací obůrce Kladská.



Graf 4: Translokace 2019, laň č. 110



Graf 5: Květen 2018, laň č. 110



Graf 6: Květen 2019, laň č. 110

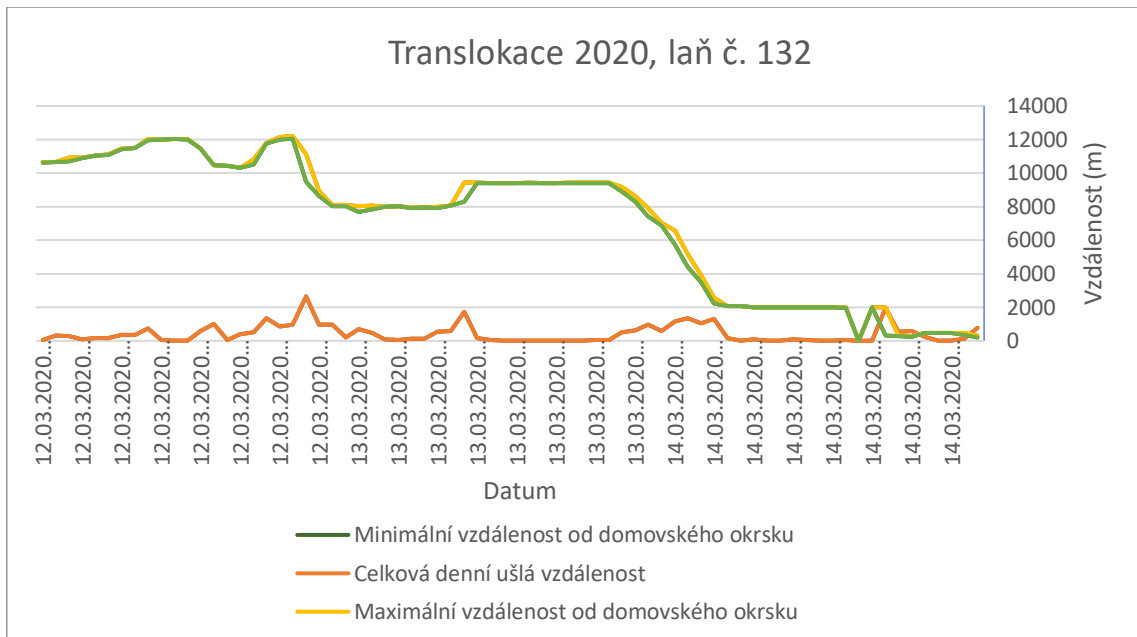
5.3 Laň č. 132

Laň č. 132 byla translokována 11.3.2020 přibližně 18 kilometrů severovýchodně od přezimovací obůrky Kladská. Laň vynikala natrhlym pravým slechem, věk se odhadoval na 10 let a tělesná kondice v normál.

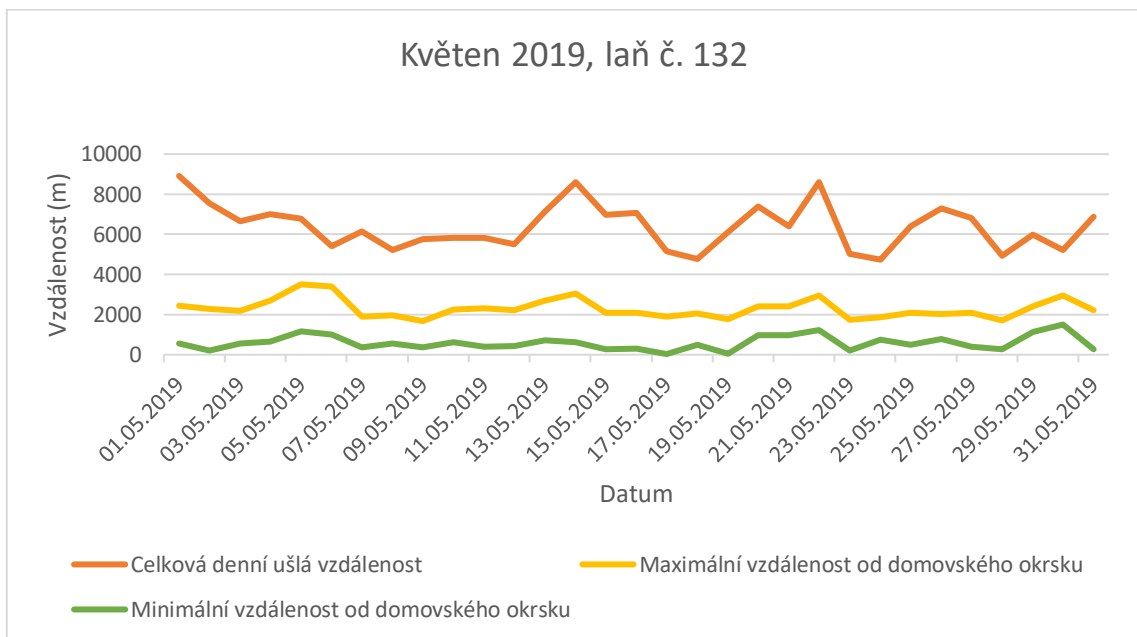
Natrhlé pravé slecho nebylo jedinou její výjimečností, laň označená pod č. 132 se vrátila pouze za 3 dny od doby vypuštění. Je to tedy rekordní doba v rychlosti vrácení se do domovského okrsku. V nejrychlejším tempu ušla 2,3 kilometru během dvou hodin, což není extrém. Z grafu č. 7 je tedy patrné, že laň kromě menších vychýlení šla rovnou směrem k obůrce. Jedná se tak o dobrou orientaci.

Graf č. 8 nám udává minimální a maximální vzdálenost od domovského okrsku s celkovou ušlou vzdáleností v období květen 2019, jedná se tedy o měsíc před translokací. Celková denní ušlá vzdálenost kolem 6 kilometrů a jako domovský okrsek opět přezimovací obůrka Kladská.

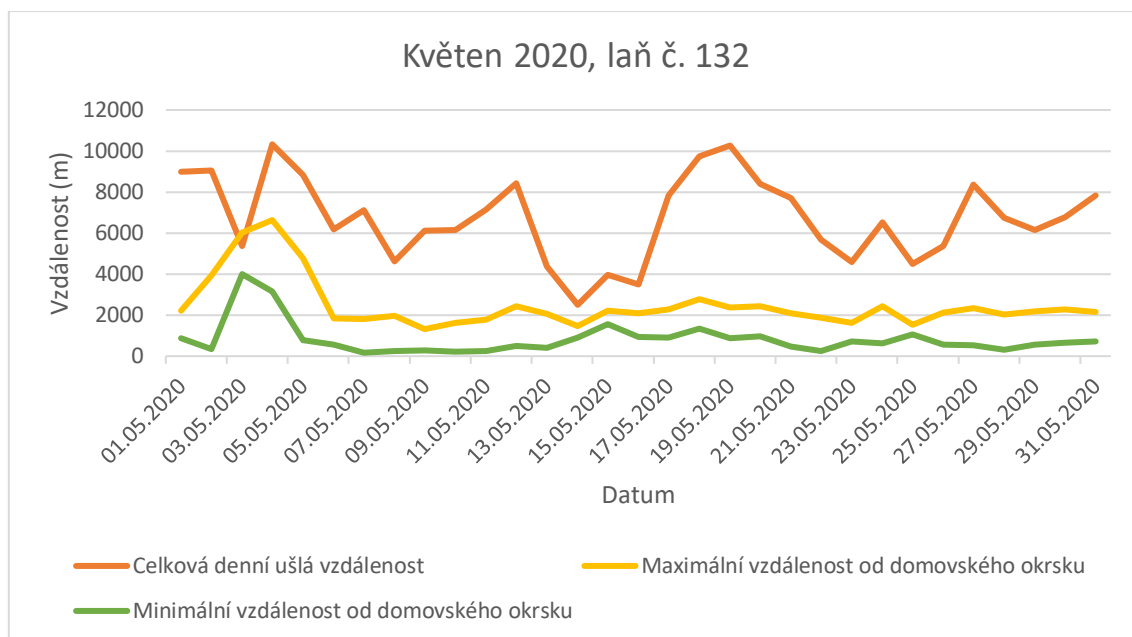
Květen 2020 nám znázorňuje graf č. 9 a jedná se o období po translokaci. Z grafu č. 9 je patrné, že celková denní ušlá vzdálenost je variabilnější a průměrně i vyšší než v období před translokací. Pohyb po domovském okrsku zůstal podobný až na jednu výjimku, kdy se laň vzdálila až přes 6 kilometrů od přezimovací obůrky Kladská.



Graf 7: Translokace 2020, laň č. 132



Graf 8: Květen 2019, laň č. 132



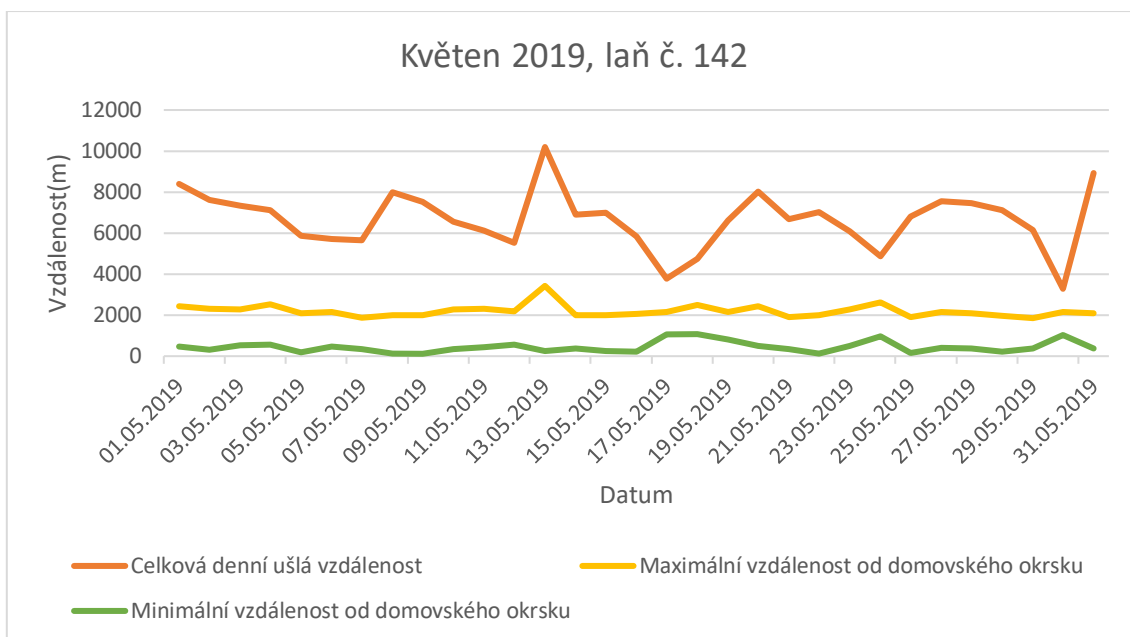
Graf 9: Květen 2020, laň č. 132

5.4 Laň č. 142

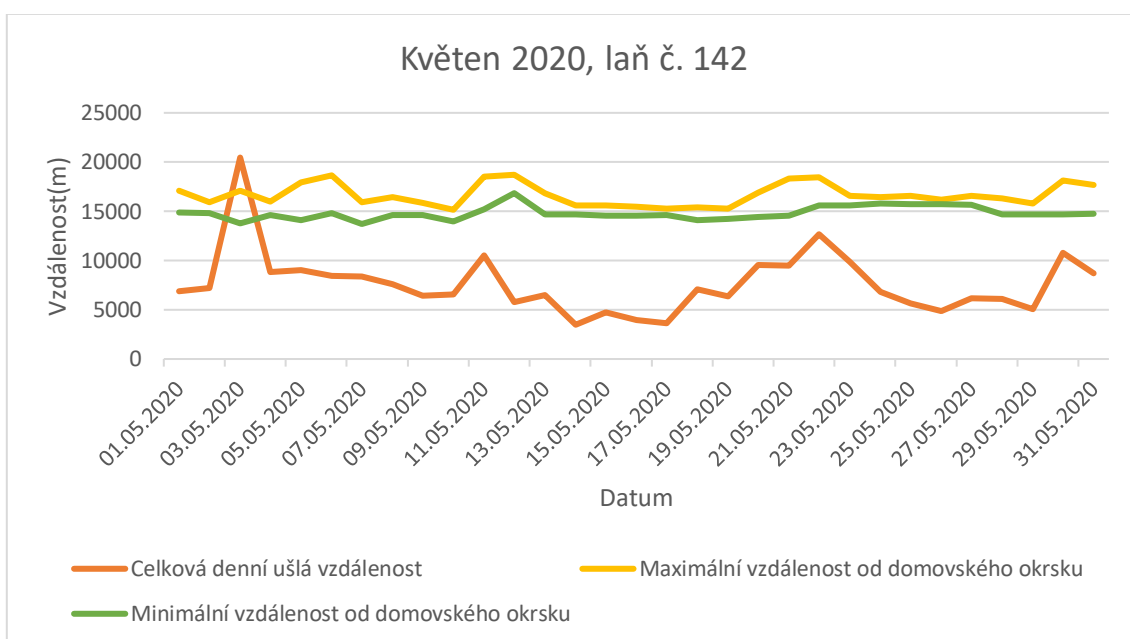
Laň č. 142 byla 27.1.2020 translokována 17 kilometrů severovýchodně od přezimovací obůrky Kladská. Jedná se o jednu z nejstarších laní našeho výzkumu. Podle chrupu jsme odhadovali 16 let. Bohužel laň zařazujeme do těch, které se nevrátily. Tím, že byla translokována jen jednou a nevrátila se, bohužel nemáme data pro translokaci ale jen pro měsíce květen.

Porovnání chování laně v ušlé vzdálenosti, minimální vzdálenosti a maximální vzdálenosti nám prezentuje graf č. 10, kdy se jedná o měsíc před translokací. Z grafu č. 10 je patrné, že laň žila s velikou až nadprůměrnou aktivitou v přezimovací obůrce Kladská.

Velice zajímavá data vyplívají z grafu č. 11, kde můžeme vidět nový domovský okrsek ve vzdálenosti přibližně 16 kilometrů. V našem výzkumu jde o první laň, která se nevrátila do obůrky a zároveň si našla nový domovský okrsek. Její pohybová aktivita byla stejná.



Graf 10: Květen 2020, laň č. 142



Graf 11: Květen 2020, laň č. 142

5.5 Laň č. 144

Jako další translokovaná laň byla označena pod č. 144. Datum translokace z prezimovací obůrky Kladská je 24.1.2020. Jedná se o jednu z nejmladších laní, které byly doposud translokovány. Podle chrupu byl odhad kolem 5 let a tělesná kondice

napovídala o lehké podváze. Laň byla převezena jako ostatní 18 kilometrů severovýchodně od přezimovací obůrky Kladská.

V grafu č. 12 vidíme několik zajímavostí. Například nejdelší dobu homingu, který trval rekordních 100 dní. Návrat byl tedy 3.5.2020. Další zajímavost nám udávají křivky minimální a maximální vzdálenost od domovského okrsku, kde můžeme vidět vzdálení se až na 50 kilometrů od přezimovací obůrky Kladská. Laň v této lokalitě byla 48 dní, poté se vydala k obůrce.

Graf č. 13 udává minimální, maximální a celkovou denní ušlou vzdálenost od přezimovací obůrky Kladská. Jedná se o květen 2019, tedy o období před translokací. Průměrná ušlá denní vzdálenost se nijak neliší od většiny laní, pohybuje se kolem 6 kilometrů za den. Na konci grafu k datumu 30.5.2019 můžeme vidět náhlý pokles pohybu. Domníváme se tedy, že jde o vrh mláděte (mláďat) a laktační dobu.

Do grafu č. 14 zasahují data z translokace 2020, proto křivky dosahují prvních 7 dní vysokých hodnot. Jedná se o měsíc květen 2020, tedy období po translokaci. Minimální a maximální vzdálenost od obůrky nám ukazuje, že přezimovací obůrka Kladská je domovský okrsek laně. Pohyb laně byl v průměrném normálu až k datumu 23.5.2020. Od tohoto data na 4 dny klesl pohyb laně téměř na kilometr na den. Opět se domníváme, že jde o období kladení mláďat a následné období laktace.

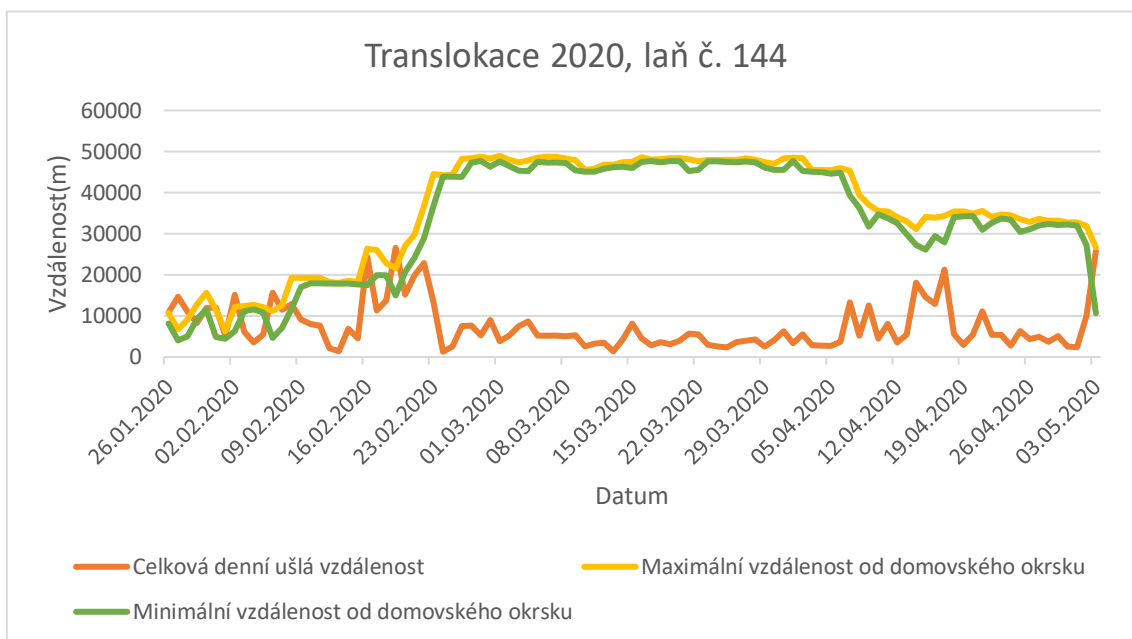
Graf č. 15 nám analyzuje data které udávají úhel k domovskému okrsku při ušlé vzdálenosti více než 500 metrů za půl hodiny. V grafu je patrná lehká preference ke směru domovského okrsku.

V uvedeném grafu č. 16 vidíme zobrazený úhel k domovskému okrsku při rychlosti pohybu 100-499 metrů za půl hodiny.

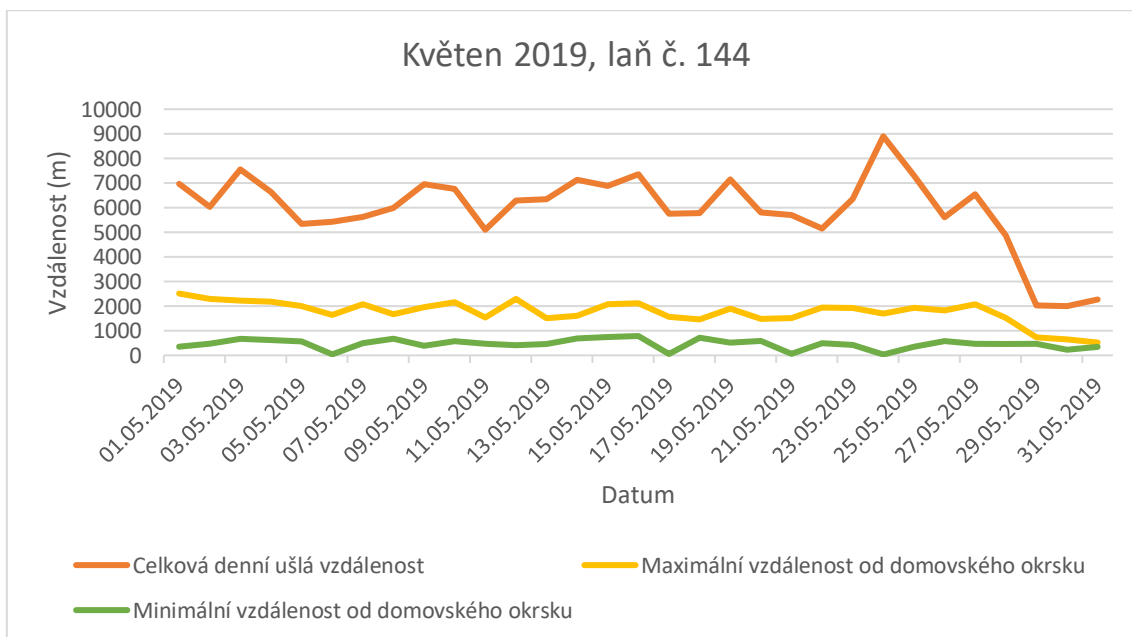
Graf č. 17 znázorňuje úhel k domovskému okrsku při rychlosti pohybu méně než 100 metrů za půl hodiny.

Z grafu č. 18 vyplývá, že laň se lépe orientuje ve dne. Při více jak 500 metech za půl hodiny je velká preference pohybu k domovskému okrsku.

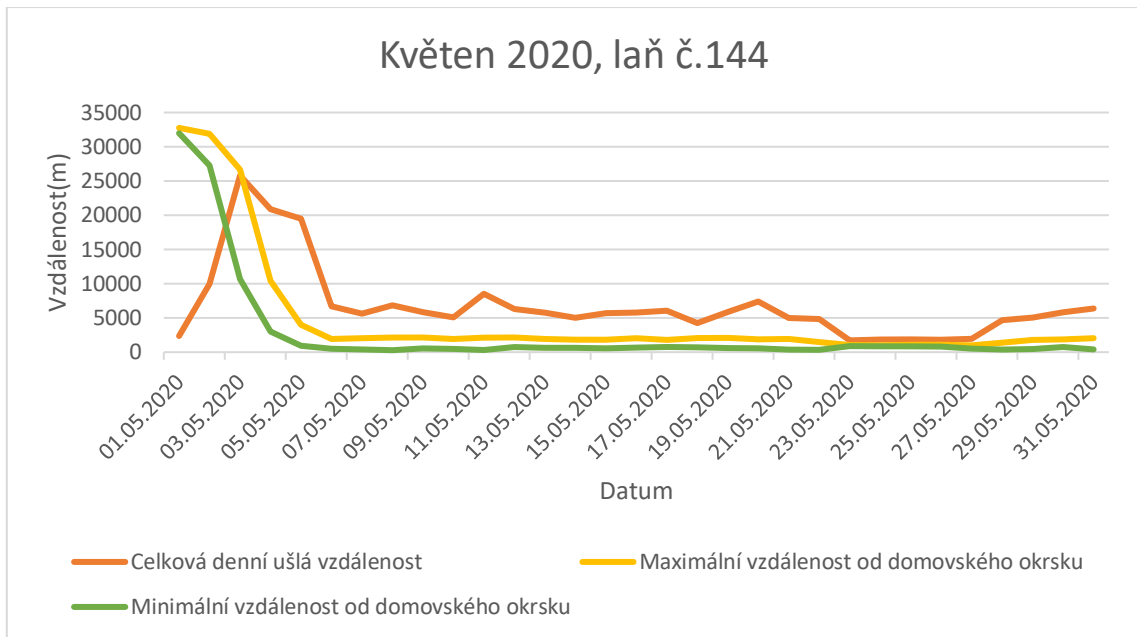
Graf č. 19 udává úhel nočního pohybu k domovskému okrsku při 500 metrech za půl hodiny. Preference směru je tak opačná než u grafu č. 18.



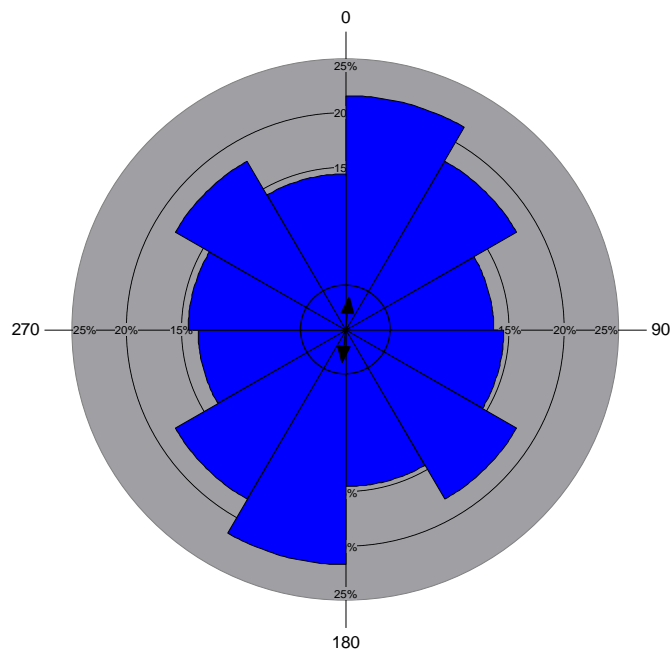
Graf 12: Translokace 2020, laň č. 144



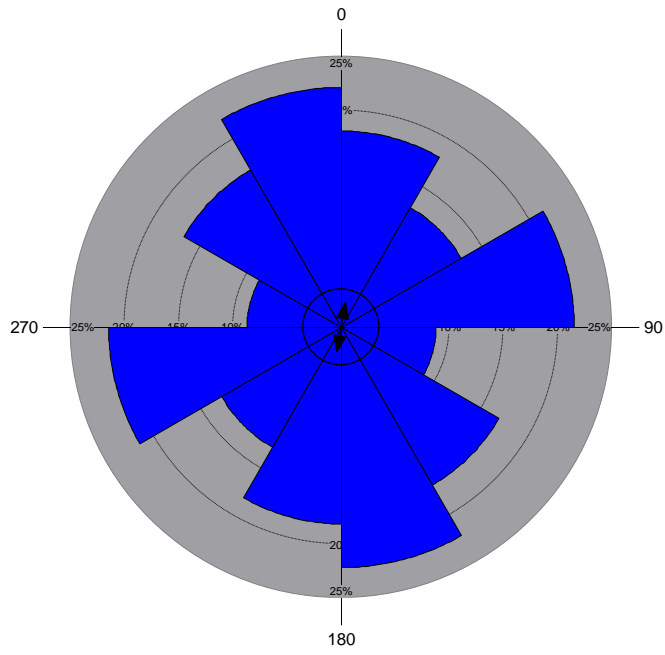
Graf 13: Květen 2019, laň č. 144



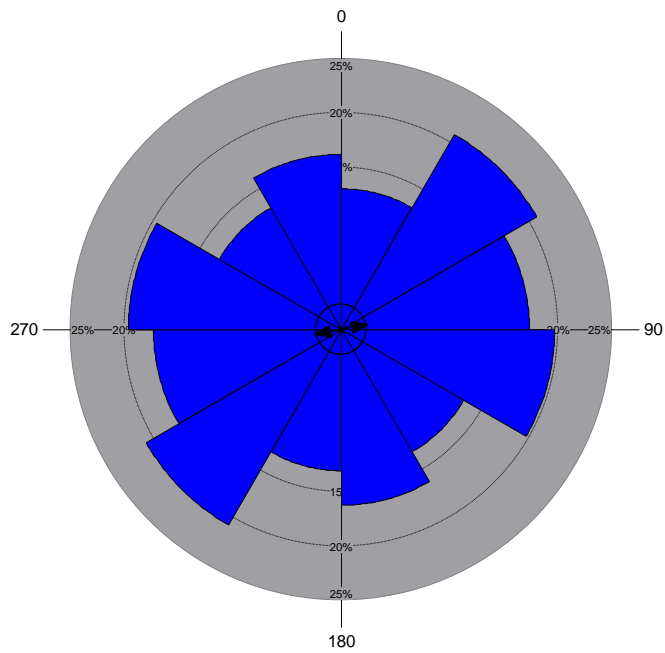
Graf 14: Květen 2020, laň č. 144



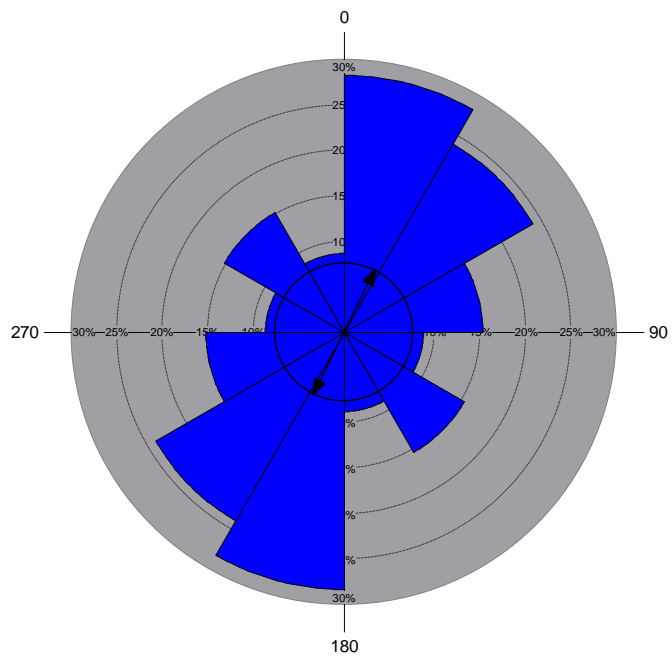
Graf 15: Úhel k domovskému okrsku při ušlé vzdálenosti více než 500 m za půl hodny



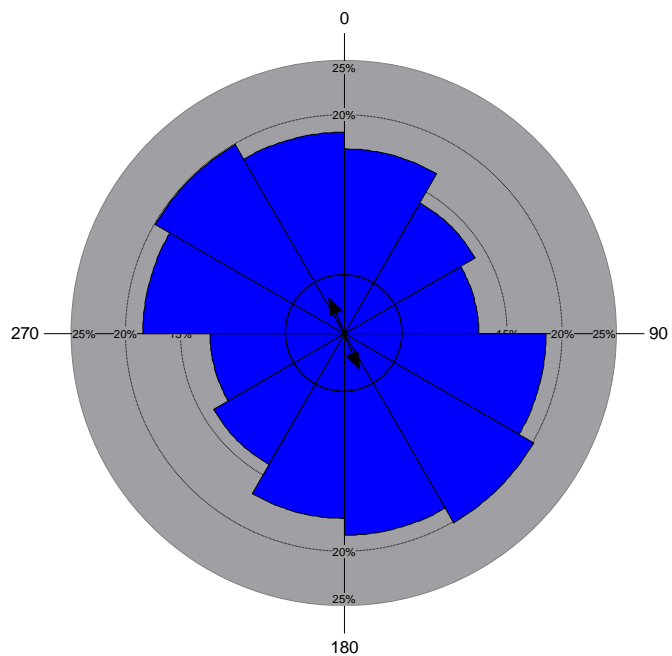
Graf 16: Úhel k domovskému okrsku při ušlé vzdálenosti 100-499 m za půl hodny



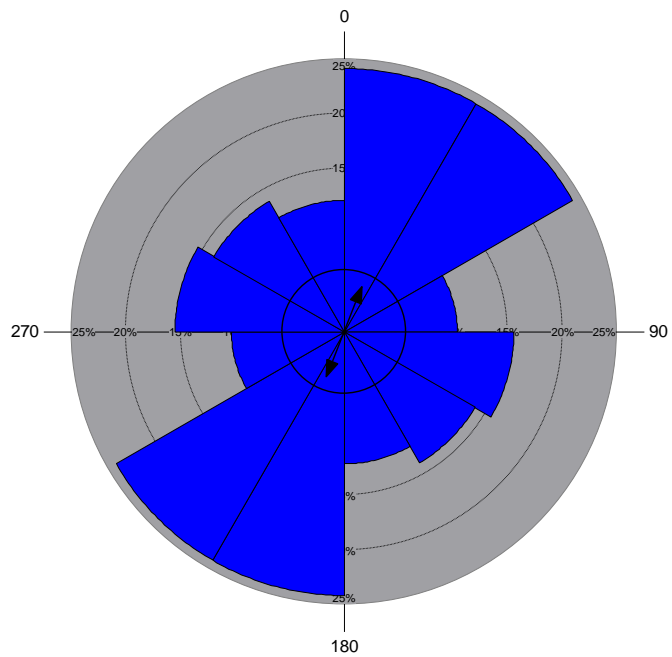
Graf 17: Úhel k domovskému okrsku při ušlé vzdálenosti méně než 100 m za půl hodny



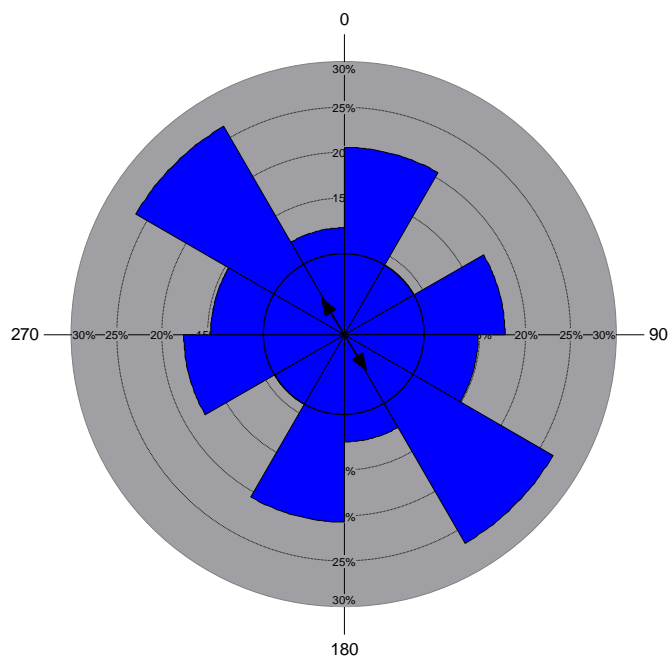
Graf 18: Úhel k domovskému okrsku při ušlé denní vzdálenosti více jak 500 m za půl hodiny



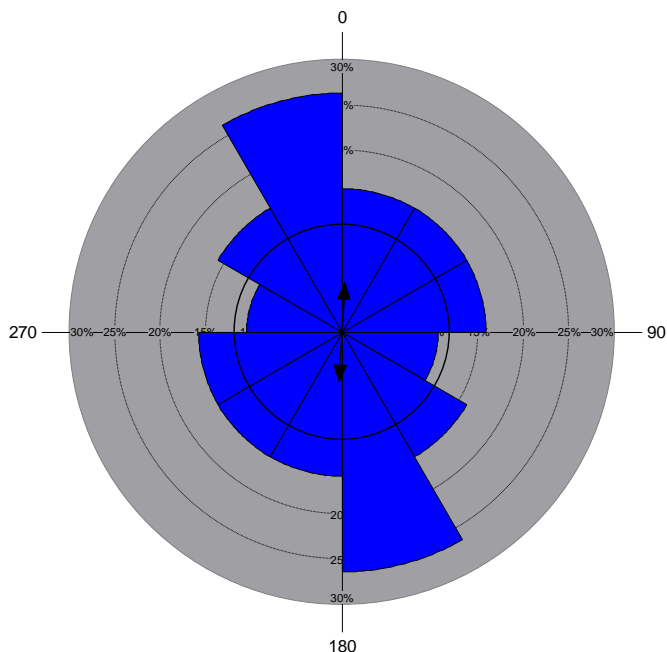
Graf 19: Úhel k domovskému okrsku při ušlé noční vzdálenosti více jak 500 m za půl hodiny



Graf 20: Úhel k domovskému okrsku při ušlé vzdálenosti více jak 500 m za půl hodiny



Graf 21: Ušlá vzdálenost znázorňující úhel směru při pohybu k domovského okrsku i od něj při 500 m za půl hodiny



Graf 22: Úhel při pohybu od domovského okrsku při 500 m za půl hodiny

5.6 Laň č. 145

Číslem 145 byla označena laň, která byla translokována 20.1.2020 přibližně 18 kilometrů severovýchodně od přezimovací obůrky Kladská. Tělesná kondice v normálu a věk byl odhadován na 8 let.

Na grafu č. 23 je zřejmé, že se laň do přezimovací obůrky Kladská vrátila za 14 dní. Bohužel poslední data nevyšla ze signálu, který je v některých místech kolem obůrky velice špatný. Nemůžeme tedy vidět přiblížení se křivek maximální a minimální vzdálenost od domovského okrsku k 0. Potvrzení, že se laň do přezimovací obůrky Kladská vrátila jsme dostali od oborníka 3.2.2020.

Graf č. 24 nám udává minimální, maximální a celkovou denní ušlou vzdálenost od přezimovací obůrky Kladská. Vidíme tedy, že její domovský okrsek je v přezimovací obůrce Kladská. Jedná se o květen 2019, tedy o období před translokací. Průměrná ušlá denní vzdálenost se nijak neliší od většiny laní, pohybuje se kolem 6 kilometrů za den.

Porovnávací graf č. 25 nám slouží k porovnání v celkové denní ušlé vzdálenosti, minimální a maximální vzdálenosti od přezimovací obůrky Kladská s grafem č. 24 před translokací. Jedná se tedy o období po translokaci květen 2020. Grafy se nijak zvláště neliší. Z grafu je patrné že domovský okrsek je taktéž přezimovací obůrka Kladská a průměrná ušlá vzdálenost se také pohybuje kolem 6 kilometrů za den.

Graf č. 26 udává směr laně při rychlosti 500 metrů za půl hodiny podle světových stran, není zde žádná preference.

Úhel směru pohybu při rychlosti do 100 metrů za půl hodiny udává graf č. 27, laň se primárně vyskytovala a pohybovala na stejných místech a nepřibližovala se k obůrce.

Preferenci pohybu k domovskému okrsku značí graf č. 28. Při rychlosti v rozmezí 100-499 byla laň mírně nasměrována k domovskému okrsku.

Jak už při výše zmíněném grafu č. 19 je patrné také z grafu č. 29, že noční pohyb při rychlosti 500 metrů za půl hodiny je směřován od domovského okrsku.

Graf č. 30 nedokazuje žádnou preferenci při denním pohybu v rychlosti 500 metrů za půl hodiny.

Grafy číslo 31, 32, 33 nedokazují žádné preference, laň se vyskytovala na stejném místě.

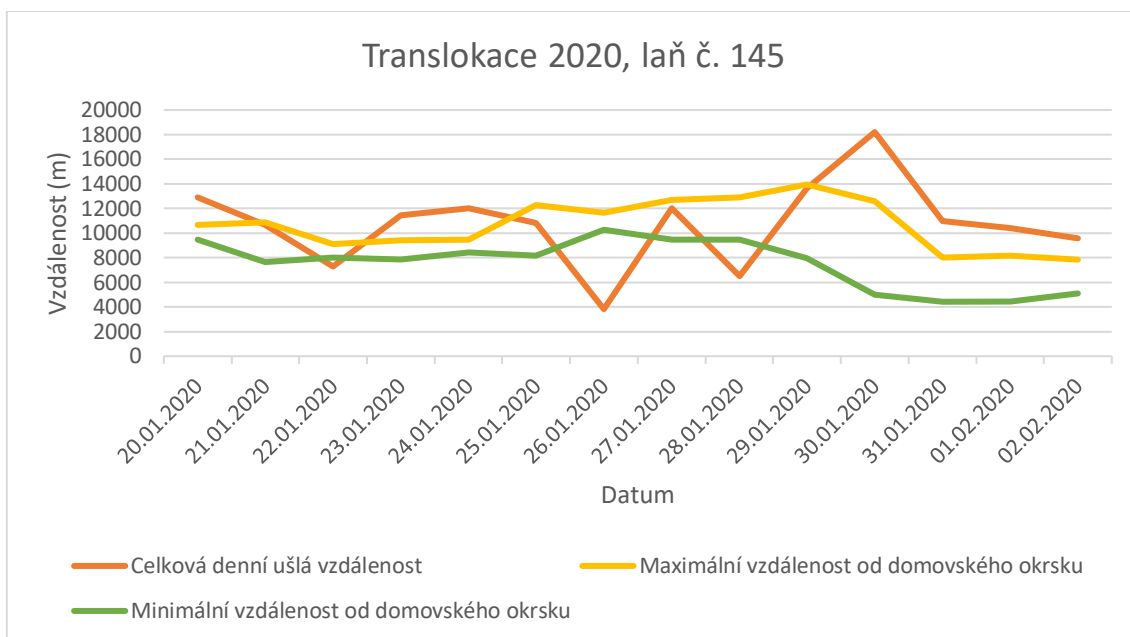
Tabulka č. 1 udává axiální data které dosahují zajímavých výsledků a to hlavně při větší rychlosti než je 500 metrů za půl hodiny.

Graf č. 34 udává úhel směru při pohybu 500 metrů za půl hodiny přímo k obůrce. Z grafu je tedy patrné, že šla při homing chování přímo do obůrky.

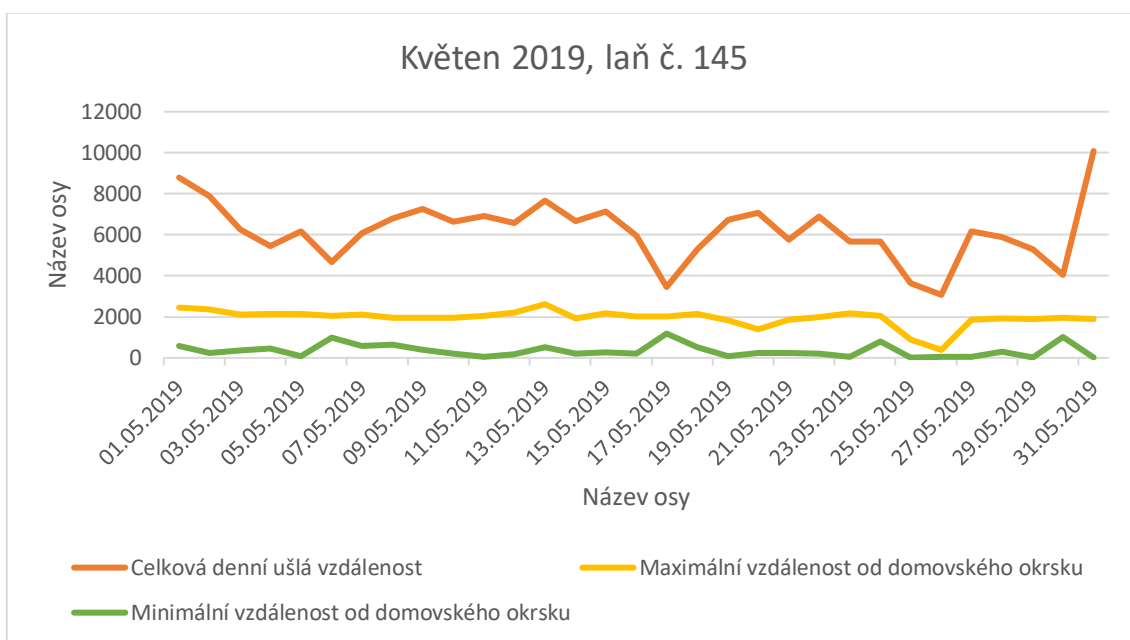
Opačné data analyzuje graf č. 35, kde vidíme zobrazení směru při 500 metrech za půl hodiny od obůrky.

Stagnující pohyb laně při 500 metrech za půl hodiny znázorňuje graf č. 36.

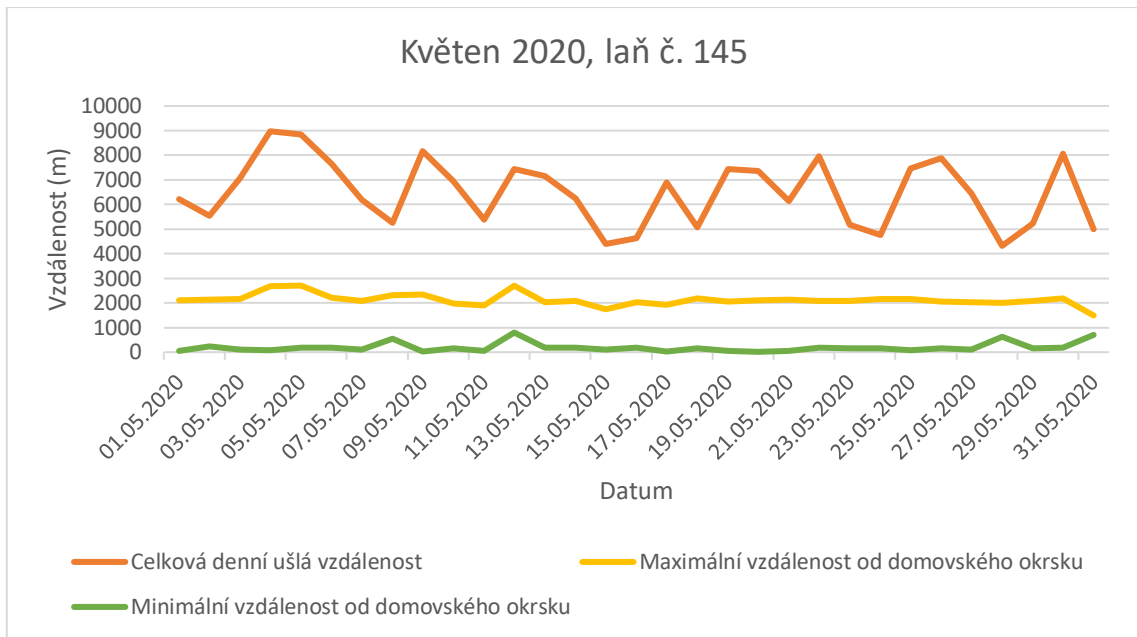
Tabulka č. 2 udává statistická data směrových preferencí při pohybu 500 metrů za půl hodiny



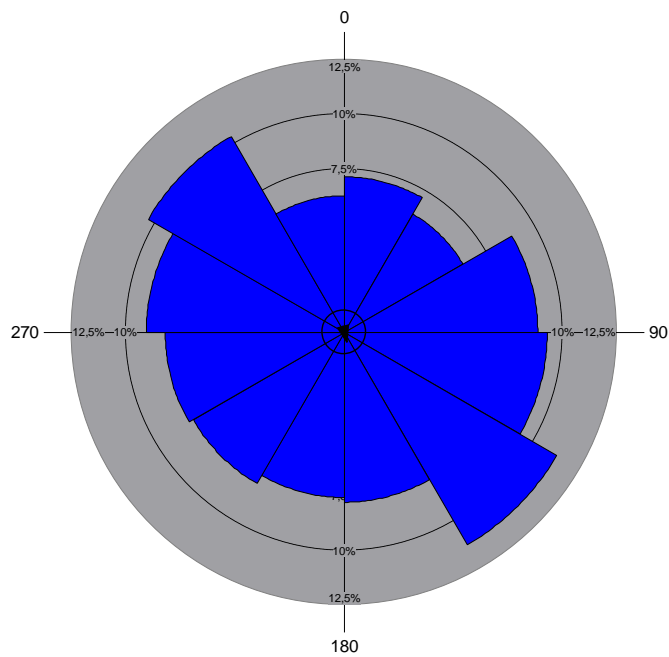
Graf 23: Translokace 2020, laň č. 145



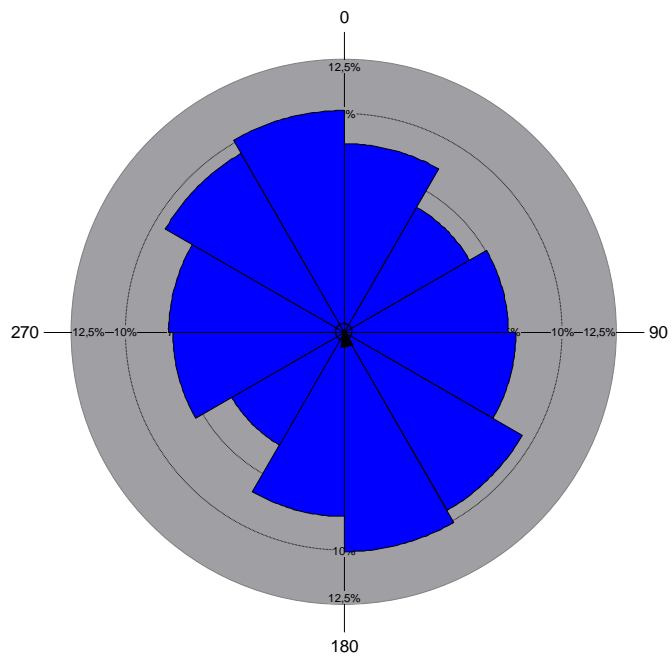
Graf 24: Květen 2019, laň č. 145



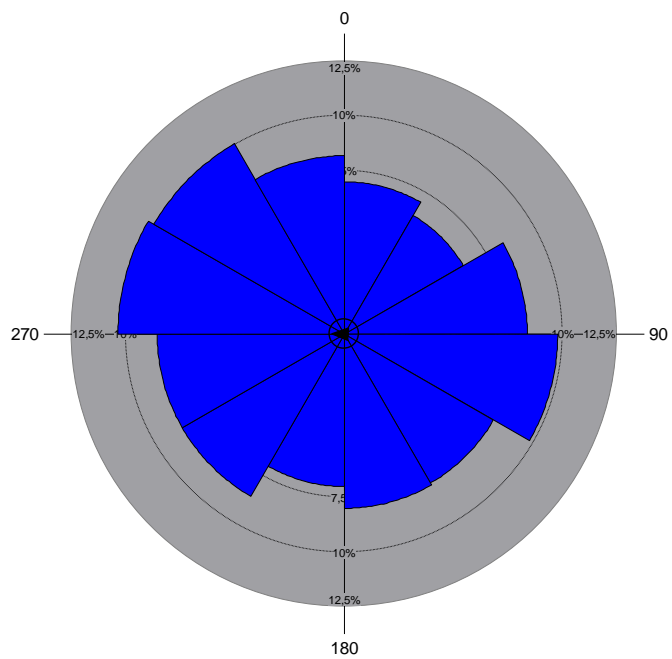
Graf 25: Květen 2020, laň č. 145



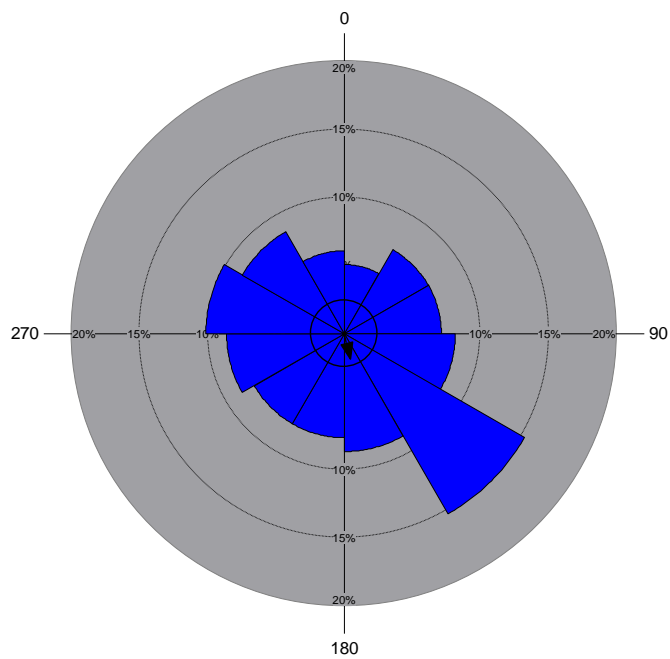
Graf 26: Úhel pohybu mezi body více jak 500 m za půl hodiny podle světových stran



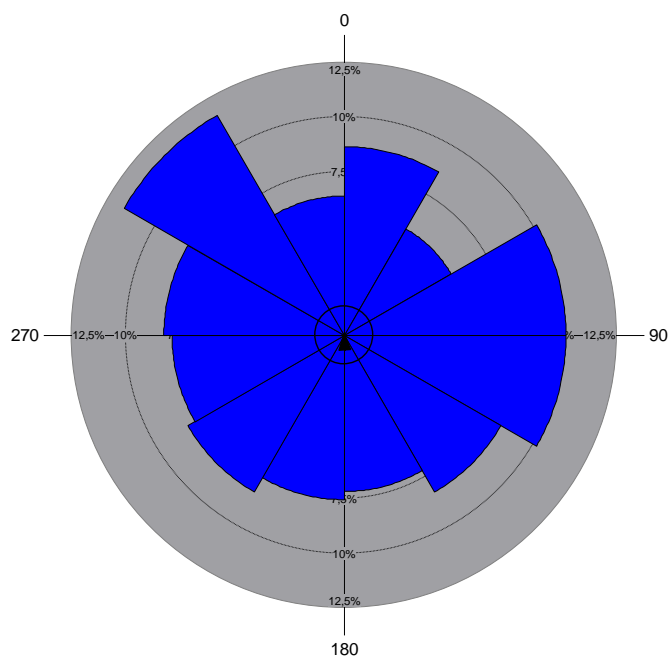
Graf 27: Úhel pohybu mezi body do 100 m za půl hodiny podle světových stran



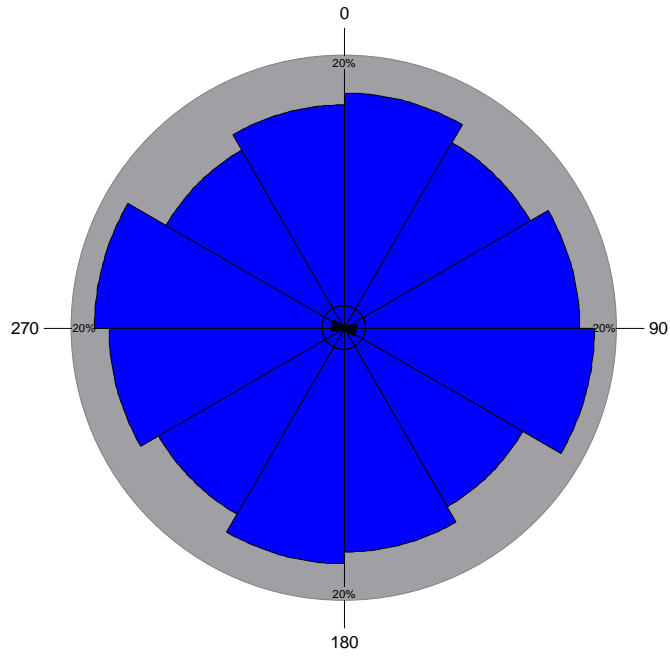
Graf 28: Úhel pohybu mezi body od 100-499 m za půl hodiny podle světových stran



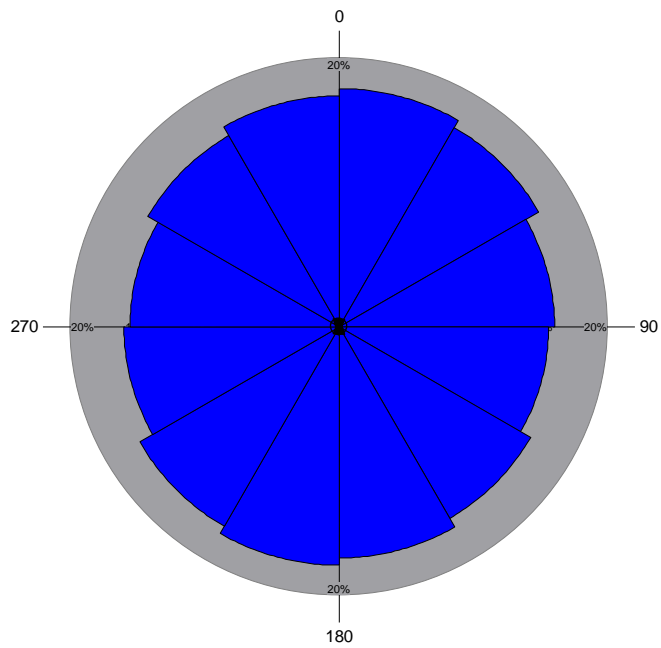
Graf 29 : Úhel při nočním pohybu 500 m za půl hodiny podle světových stran



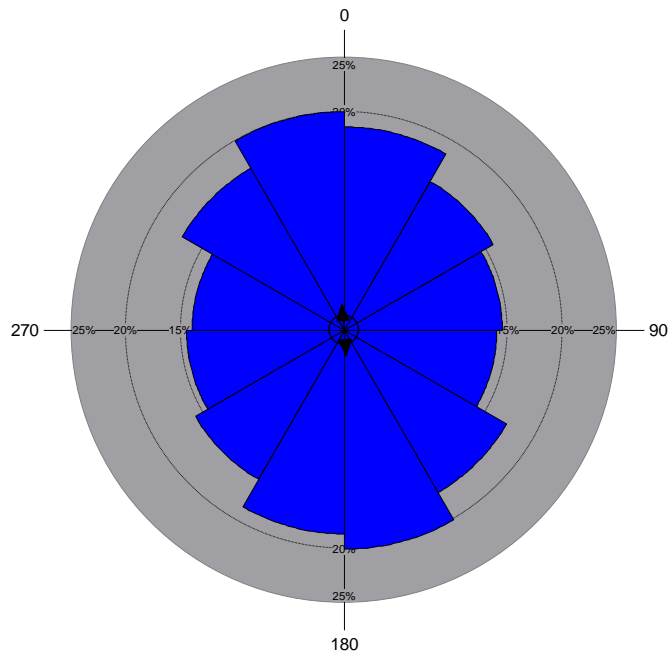
Graf 30: Úhel denního pohybu více jak 500 m za půl hodiny podle světových stran



Graf 31: Úhel při pohybu k domovskému okrsku, ušlá vzdálenost 500 m za půl hodiny



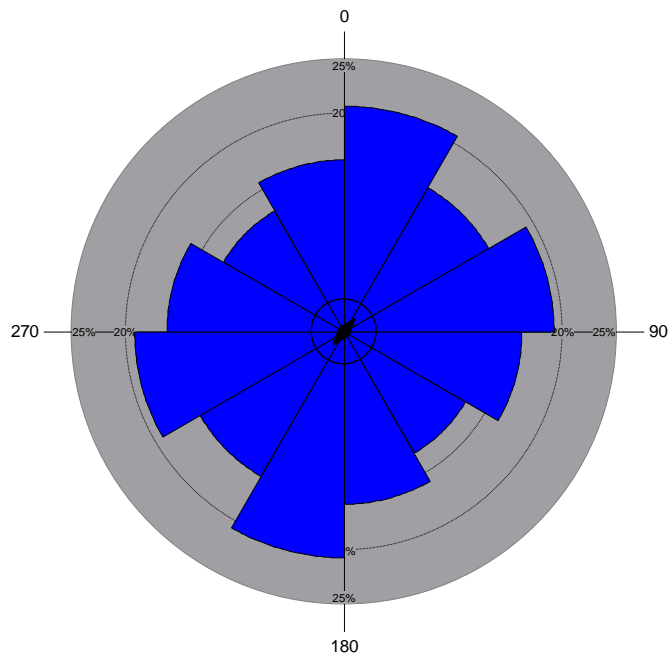
Graf 32: Úhel při pohybu k domovskému okrsku, ušlá vzdálenost méně než 100 m za půl hodiny



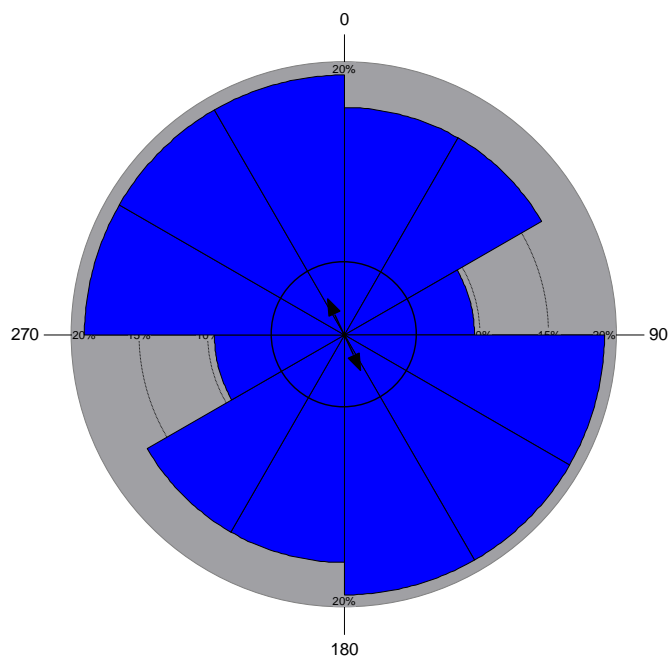
Graf 33: Úhel při pohybu k domovskému okrsku, ušlá vzdálenost 100-499 m za půl hodiny

Tabulka 1: Statistika směrových preferencí k domovskému okrsku

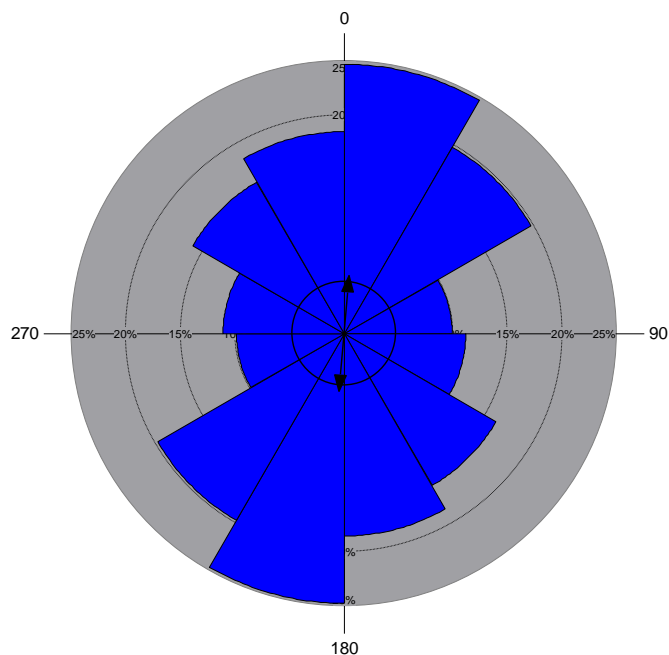
Variable	úhel k HR	úhel k HR	úhel k HR
Subgroup	100-499	méně než 100	500+
Data Type	Axial	Axial	Axial
Number of Observations	1003	3149	464
Data Grouped	No	No	No
Group Width (& Number of Groups)			
Mean Vector (μ)	175,824°	2,786°	101,023°
Length of Mean Vector (r)	0,096	0,032	0,015
Concentration	0,192	0,064	0,03
Circular Variance	0,452	0,484	0,492
Circular Standard Deviation	62,052°	75,236°	82,946°
One Sample Tests			
Rayleigh Test (Z)	9,199	3,183	0,106
Rayleigh Test (p)	1,01E-04	0,041	0,899
Rao's Spacing Test (U)	295,394	339,422	231,207
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Rao's Spacing Test (p)	< 0.05		



Graf 34: Úhel pohybu přímo k domovskému okrsku, ušlá vzdálenost více jak 500 m za půl hodiny



Graf 35: Úhel pohybu od domovskému okrsku, ušlá vzdálenost více jak 500 m za půl hodiny



Graf 36: Úhel pohybu při stagnaci, ušlá vzdálenost více jak 500 m za půl hodiny

Tabulka 2: Statistika směrových preferencí při pohybu 500 m za půl hodiny

Variable	úhel k HR	úhel k HR	úhel k HR
Subgroup	přibl. Se 500	oddal. (-500 a víc)	stagnuje (+500 až -500)
Data Type	Axial	Axial	Axial
Number of Observations	203	42	81
Data Grouped?	No	No	No
Group Width (& Number of Groups)			
Mean Vector (μ)	39,145°	155,056°	4,774°
Length of Mean Vector (r)	0,061	0,144	0,212
Concentration	0,122	0,292	0,434
Circular Variance	0,47	0,428	0,394
Circular Standard Deviation	67,794°	56,352°	50,46°
One Sample Tests			
Rayleigh Test (Z)	0,751	0,877	3,64
Rayleigh Test (p)	4,72E-01	0,419	0,026
Rao's Spacing Test (U)	140,099	114	138,222
Rao's Spacing Test (p)	0.10 > p > 0.05	0.90 > p > 0.50	0.50 > p > 0.10

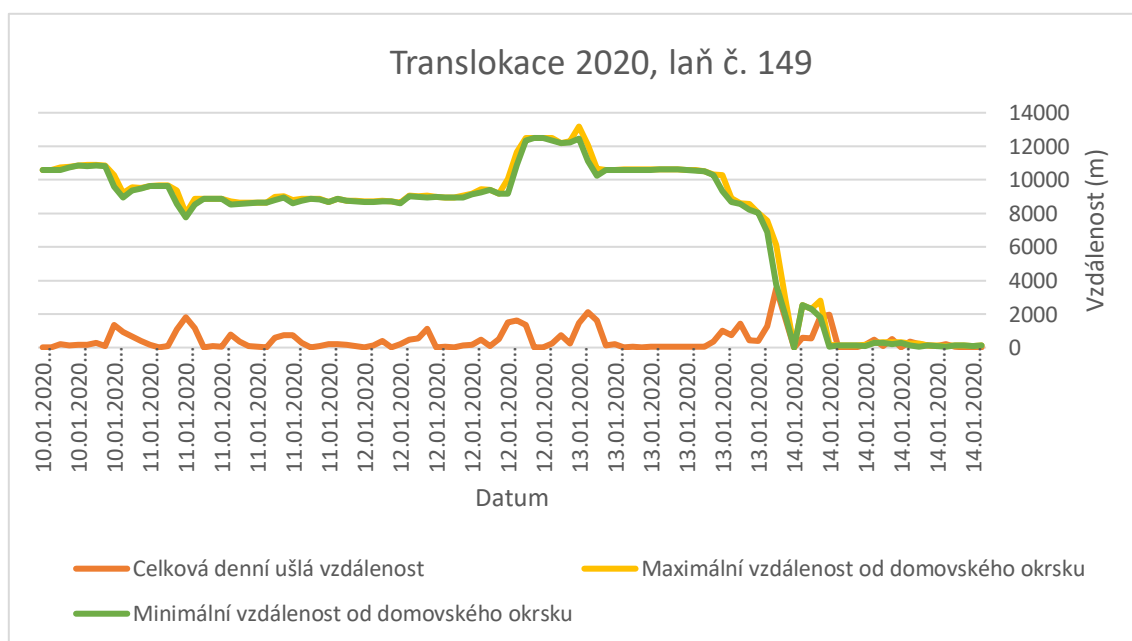
5.7 Laň č. 149

Laň označena č. 149 byla translokována 10.1.2020 severovýchodně od přezimovací obůrky Kladská. Tentýž rok byla převezena znovu, bohužel se laň nevrátila do doby potřebné k našemu výzkumu. Také tuto laň řadíme k těm nejstarším, odhad věku byl 17 let a tělesná kondice dobrá.

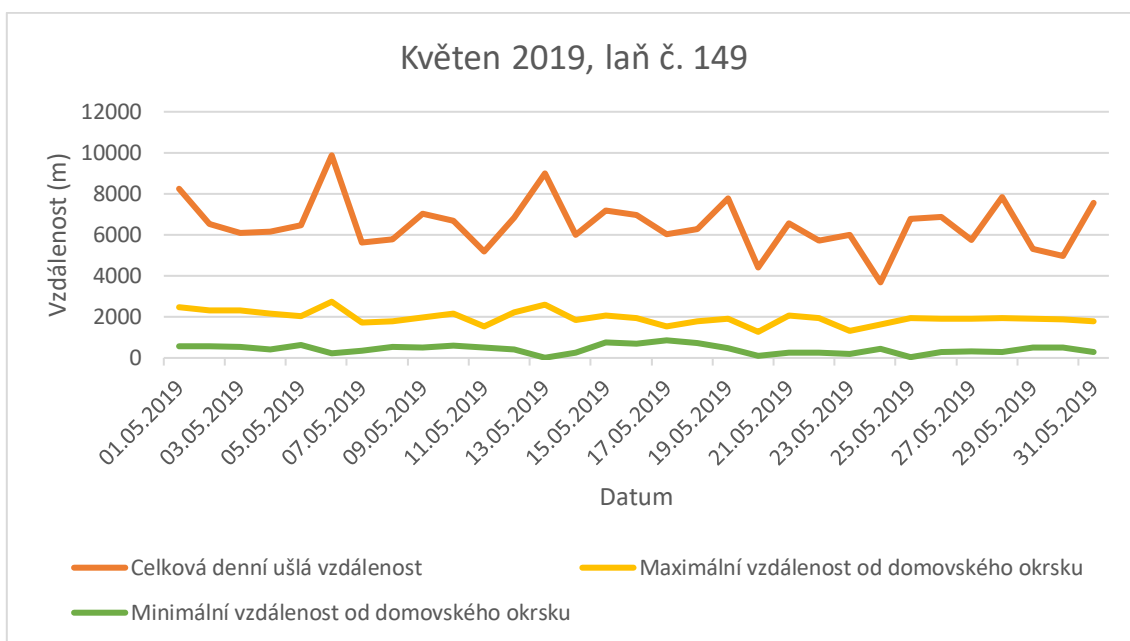
Další velice rychlý homing prezentuje graf č. 37, který trval pouze 4 dny. Laň se tedy vrátila 14.1. 2020. Na grafu je patrné, že nejdelší ušlá vzdálenost byla 3 kilometry během 3 hodin. Jedná se tedy o dobrou orientaci laně, když hned po vysazení zvolila směr k přezimovací obůrce Kladská.

Období před translokací (květen 2019) znázorňuje graf č. 38. Podle křivky maximální a minimální vzdálenost od přezimovací obůrky Kladská můžeme vidět, že obůrka je její domovský okrsek. Průměrná denní ušlá vzdálenost je 7 kilometrů za den, což je o trochu vyšší než u ostatních laní.

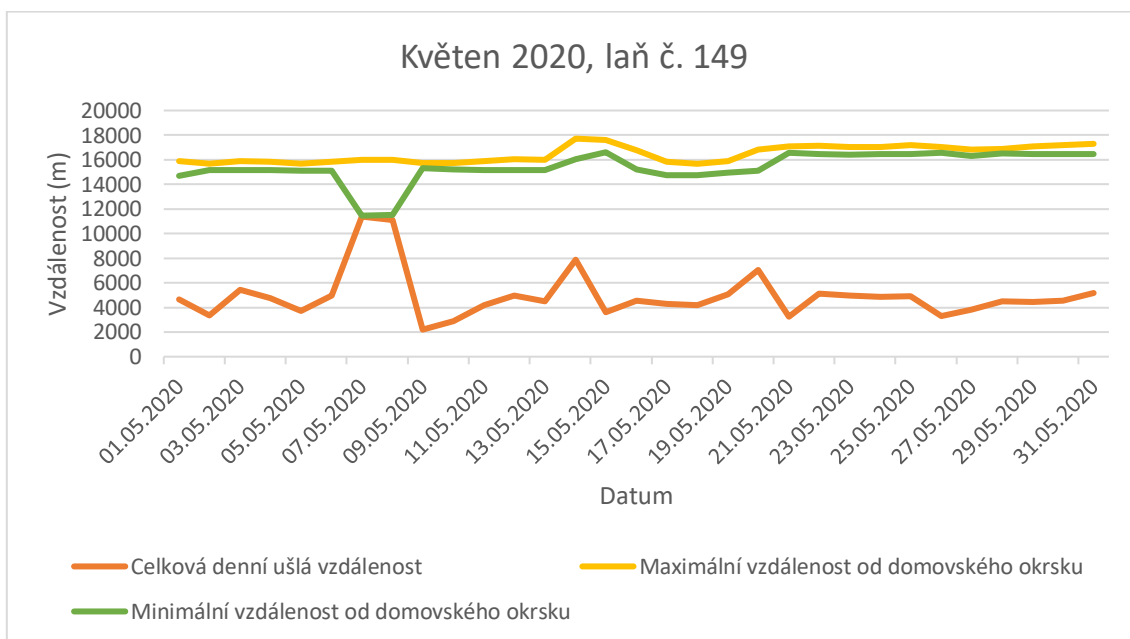
Graf č. 39 slouží k porovnání v období před translokací a po translokaci. Jak už bylo výše zmíněno, laň se po druhé translokaci nevrátila a její nový domovský okrsek zůstal přibližně 15 kilometrů od přezimovací obůrky Kladská. Denní ušlá vzdálenost je kolem 5 kilometrů, je to o 2 kilometry méně než před translokací v přezimovací obůrce Kladská.



Graf 37: Translokace 2020, laň č. 149



Graf 38: Květen 2019, Laň č. 149



Graf 39: Květen 2020, laň č. 149

6. Diskuze

Data získané u 7 jedinců laní jelena evropského (*Cervus elaphus*) při translokaci a sledování měsíců květen nám poskytly cenné informace ohledně fidelity, prostorové orientace a homing chování.

U laně a jelena evropského (*Cervus elaphus*) byla v rámci několika studií potvrzena fidelita (neboli věrnost) domovskému okrsku (například Irwin & Peak, 1983; Edge et al., 1985). Tento údaj se nám potvrzuje ve všech výsledcích mé bakalářské práce. Domovské okrsky laní a jelenů se mění v závislosti na sezónnosti i denní době. Například v rámci Skotska byla jejich rozloha zjištěn od 400 ha do 6 tisíc ha, v rámci bavorských Alp pak od 113 ha do cca 400 ha (zima/léto), v Montaně (USA) v průměru 4500 ha (Georgii & Schröder, 1983; Edge et al., 1985). V naší studii se tyto výsledky liší. GPS sledování nám prokázalo, že laně jelena evropského (*Cervus Elaphus*) dokazují že mohou mít svůj domovský okrsek i na 100 ha. Fidelita k okrsku zůstává zejména u samic nezměněná i přes vyrušení či změny počasí, pokud mají k dispozici dostatečný úkryt (Edge et al., 1985). Například Pépin et al. (2008) během výzkumu ve Francii zjistil, že jeleni využívali během roku tři oblastí (letní, zimní a v období říje), zatímco laně zůstávaly na stejném místě celoročně. Naše studie dosahuje stejných výsledků. Laně jelena evropského (*Cervus elaphus*) mají podle analyzovaných dat za domovský okrsek přezimovací obůrku a blízké okolí do 2 kilometrů. I přes mnoha faktorů zůstávaly ke svému domovskému okrsku věrné. Jedná se například o těžbu, turistiku, shozařskou sezónu nebo velmi náročné zimy na Kladské.

Studie u jelence ušatého (*Odocoileus hemionus*) dokázala, že se při své trase navigoval i pomocí olfaktorických signálů zanechaných jiným jedincem téhož druhu (Jakopak et al., 2019). Tyto charakteristiky orientace zaznamenala i naše studie, kdy laně jelena evropského (*Cervus elaphus*) byly translokovány vždy do oblasti s výskytem jelena evropského (*Cervus elaphus*).

Mezi další vizuální navigační signály patří mimo jiné slunce, které je hojně využíváno nejen denními, ale i některými nočními živočichy. Pro kompenzaci pohybu slunce používají zvířata vnitřních cirkadiálních hodin (koncept nazvaný „časově-kompenzovaný sluneční kompas“ (Åkesson et al., 2014). Grafy v naší studii při denním homing chování jasně dokazují jasně tento jev.

Podle OBLESERA et al. (2016) využívají kopytníci magnetické pole, kde ve svém výzkumu zmiňuje únik jedinců při nebezpečí buď na sever, nebo jih. (Obleser et al., 2016). Při vypuštění jedinců z přepravního zařízení jsme zaznamenali jev, kdy jedinci šli hned směrem ke svému domovskému okrsku. Je tedy zřejmé, že jde o vnímání magnetického pole.

Nutno vyzdvihnout laň č. 144 která, u které zaznamenávají data homing chování z 35 kilometrů za pouhé dva dny. Neshodujeme se tedy se studií FELDHAMERA et al. (2017) který udává že schopnost návratu u translokovaných jedinců se snižuje s prodlužující se vzdáleností od původního místa výskytu (Feldhamer et al., 2007).

V naší studii byla pozorována i návratová metoda capture-recapture, tedy metoda opětovného chycení označených jedinců. Například při výzkumu *homingu* u myší rodu *Peromyscus* v r.1963 bylo zaznamenáno, že opětovně chycení a vypuštění jedinci jsou schopni rychlejšího a úspěšnějšího návratu do původního místa (Murie, 1963). Bohužel, tato metoda v naší studii nebyla prokázána.

Laně během života zřídka odchází z mateřské tlupy, a asociují se s ostatními samicemi své matriarchální linie (Georgii & Schöder, 1983). Je to jeden z faktorů, proč se laně jelena evropského (*Cervus elaphus*) v naší studii vždy vrátily do svého domovského okrsku.

7. Závěr

Hlavním cílem této práce bylo zjistit charakteristiky orientace laní jelena evropského (*Cervus elaphus*). Z námi vyhodnocených dat máme několik příznivých výsledků.

Laně jelena evropského (*Cervus elaphus*) mají silnou fidelitu ke svému domovskému okrsku, hraje zde velikou roli sociální postavení v tlupě a pouto ke kolouchovi. Ze vzdálenosti 18 kilometrů jsme zaznamenali homing chování za pouhé tři dny.

Jako další zajímavý výsledek považujeme 50 kilometrový homing až z Doupovských hor. Laň žila měsíc v jiné populaci jelena evropského (*Cervus elaphus*) v Doupovských horách ale i přes to se vydala do svého domovského okrsku na Kladské.

Nepochybujeme ani o vnímání magnetického pole, kdy laně opakovaně volily správný směr hned po opuštění přepravního zařízení. Nelze hovořit o tom, že by dané kusy prostředí znaly. GPS obojky dokazují, že po celý svůj život žijí v hloubi Kladských lesů na přibližně 150 ha.

Zjistili jsme, že laně jelena evropského (*Cervus elaphus*) zaznamenávají homing chování hlavně přes den. Je už mnoha studií, které potvrzují orientaci savců podle slunce a chtěl bych svou bakalářskou práci zařadit mezi ně.

Pozorování fidelity, prostorové orientace a homing chování je velice rozsáhlé, a proto bych tuto studii chtěl rozšířit v mé diplomové práci. Je zde mnoho aspektů, které pro studii rozšiřovat a vylepšovat. Je to například bio-logging technologie, kterou bych chtěl do své práce zahrnout a získat tak další a hlubší užitečná data. Také zvětšit translokační vzdálenost a přejít tak pochybnostem o malé vzdálenosti translokace laní.

8. Použitá literatura

Able, K. P. (1980). Mechanisms of orientation, navigation and homing. In: S. A. Gauthreaux, Jr (ed.). *Animal Migration, Orientation, and Navigation*, 283–373. Academic Press, New York. ISBN 0-12-277750-6

Åkesson, S., Boström, J., Liedvogel, M., & Muheim, R. (2014). Animal navigation. In: Hansson, L.A & Åkesson, S. (eds.). *Animal movement across scales*, 151-178. ISBN 978-0-19-967718-4

Anděra M. (2020): Mapa rozšíření *Cervus elaphus* v České republice. In: Zicha O. (ed.) Biological Library – BioLib [online]. Citováno 21.10.2020. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxonmap/id40/>

Arkwright, A. C., Archibald, E., Fahlman, A., Holton, M. D., Crespo-Picazo, J. L., Cabedo, V. M., ... & Wilson, R. P. (2020). Behavioral Biomarkers for Animal Health: A Case Study Using Animal-Attached Technology on Loggerhead Turtles. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 504. doi: 10.3389/fevo.2019.00504

Avens, L., Braun-McNeill, J., Epperly, S., & Lohmann, K. J. (2003). Site fidelity and homing behavior in juvenile loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Marine Biology*, 143(2), 211-220. doi: 10.1007/s00227-003-1085-9

Bartoš, L. (2009). Sika Deer in Continental Europe. In: McCullough, D.R., Takatsuki, S., Kaji, K. (eds.). *Sika Deer*, 573-594. ISBN 978-4-431-09429-6

Bartoš, L., Hyánek, J., Žirovnický, J. (1981). Hybridization between Red and Sika Deer. I. Craniological analysis. *Zoologischer Anzeiger*, 207, 260–270 [online]. Citováno 03.01.2021. Dostupné z:

https://www.researchgate.net/publication/230561014_Hybridization_between_red_and_sika_deer_I_Craniological_analysis

Begall, S., Cervený, J., Neef, J., Vojtech, O., & Burda, H. (2008). Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(36), 13451–13455. doi: 10.1073/pnas.0803650105

Begall, S., Burda, H., & Malkemper, E. P. (2014). Magnetoreception in Mammals. *Advances in the Study of Behavior*, 45–88. doi: 10.1016/B978-0-12-800286-5.00002-X

Benediktová, K., Adámková, J., Svoboda, J., Painter, M. S., Bartoš, L., Novakova, P., ... & Burda, H. (2020). Magnetic alignment enhances homing efficiency of hunting dogs. *Elife*, 9, e55080. doi: 10.7554/eLife.55080

Benvenuti, S., & Ioalè, P. (1980). Homing experiments with birds displaced from their wintering ground. *Journal für Ornithologie*, 121(3), 281-286. doi: 10.1007/BF01647618

Bidder, O. R., Walker, J. S., Jones, M. W., Holton, M. D., Urge, P., Scantlebury, D. M., ... & Wilson, R. P. (2015). Step by step: reconstruction of terrestrial animal movement

paths by dead-reckoning. *Movement ecology*, 3(1), 1-16. doi: 10.1186/s40462-015-0055-4

Birgersson, J., Alm, U., & Forkman, B. (2001). Colour vision in fallow deer: a behavioural study. *Animal Behaviour*, 61(2), 367–371. doi: 10.1006/anbe.2000.1603

Black-Decima, P., & Santana, M. (2011). Olfactory communication and counter-marking in brown brocket deer *Mazama gouazoubira*. *Acta Theriologica*, 56(2), 179-187. doi: 10.1007/s13364-010-0017-6

Borkowski, J., & Ukalski, K. (2012). Bark stripping by red deer in a post-disturbance area: The importance of security cover. *Forest ecology and management*, 263, 17-23. doi: 10.1016/j.foreco.2011.09.029

Borowik, T., & Jędrzejewska, B. (2018). Europe-wide consistency in density-dependence of red deer (*Cervus elaphus*) fertility. *Mammalian Biology*, 89, 95–99. doi: 10.1016/j.mambio.2017.10.005

Boyd, I. L., Kato, A., & Ropert-Coudert, Y. (2004). Bio-logging science: sensing beyond the boundaries. *Memoirs of National Institute of Polar Research – Special Issue*, 58, 1-14. ISSN 0386-0744

Briers-Louw, W. D., Verschueren, S., & Leslie, A. J. (2019). Big cats return to Majete Wildlife Reserve, Malawi: evaluating reintroduction success. *African Journal of Wildlife Research*, 49(1). doi: 10.3957/056.049.0034

Burbaitė, L., & Csányi, S. (2010). Red deer population and harvest changes in Europe. *Acta Zoologica Lituanica*, 20(4), 179–188. doi: 10.2478/v10043-010-0038-z

Carrasco, M. F., & Blumstein, D. T. (2011). Mule deer (*Odocoileus hemionus*) respond to yellow-bellied marmot (*Marmota flaviventris*) alarm calls. *Ethology*, 118(3), 243–250. doi: 10.1111/j.1439-0310.2011.02002.x

Clutton-Brock, T. H., Albon, S. D., & Guinness, F. E. (1986). Great expectations: dominance, breeding success and offspring sex ratios in red deer. *Animal behaviour*, 34(2), 460-471. doi: 10.1016/S0003-3472(86)80115-4

Clutton-Brock, T. H., Iason, G. R., & Guinness, F. E. (1987). Sexual segregation and density-related changes in habitat use in male and female Red deer (*Cervus elaphus*). *Journal of Zoology*, 211(2), 275–289. doi: 10.1111/j.1469-7998.1987.tb01534.x

Coulombe, M.-L., Massé, A., & Côté, S. D. (2006). Quantification and Accuracy of Activity Data Measured with VHF and GPS Telemetry. *Wildlife Society Bulletin*, 34(1), 81–92. doi: 10.2193/0091-7648(2006)34[81:QAAOAD]2.0.CO;2

Cukor, J., Havránek, F., Rohla, J., & Bukovjan, K. (2017). Stanovení početnosti jelení zvěře v západní části Krušných hor. *Zprávy lesnického výzkumu*, 62, 288-295. ISSN 0322-9688

- D'Angelo, G. J., CHicchis, A. R. D., Osborn, D. A., Gallagher, G. R., Warren, R. J., & Miller, K. V. (2007). Hearing Range of White-Tailed Deer as Determined by Auditory Brainstem Response. *Journal of Wildlife Management*, 71(4), 1238–1242. doi: 10.3106/ms2019-0034
- D'Eon, R. G., Serrouya, R., Smith, G., & Kochanny, C. O. (2002). GPS radiotelemetry error and bias in mountainous terrain. *Wildlife Society Bulletin*, 430-439. doi: 10.2307/3784501
- Edge, W. D., Marcum, C. L., & Olson, S. L. (1985). Effects of Logging Activities on Home-Range Fidelity of Elk. *The Journal of Wildlife Management*, 49(3), 741. doi: 10.2307/3801704
- Elmeros, M., Winbladh, J. K., Andersen, P. N., Madsen, A. B., & Christensen, J. T. (2011). Effectiveness of odour repellents on red deer (*Cervus elaphus*) and roe deer (*Capreolus capreolus*): a field test. *European Journal of Wildlife Research*, 57(6), 1223–1226. doi: 10.1007/s10344-011-0517-y
- Etienne, A. S. (1992). Navigation of a small mammal by dead reckoning and local cues. *Current Directions in Psychological Science*, 1(2), 48-52. doi: 10.1111/1467-8721.ep11509737
- Fehlmann, G., & King, A. J. (2016). Bio-logging. *Current Biology*, 26(18), R830-R831. doi: 10.1016/j.cub.2016.05.033
- Fehlmann, G., O'Riain, M. J., Hopkins, P. W., O'Sullivan, J., Holton, M. D., Shepard, E. L., & King, A. J. (2017). Identification of behaviours from accelerometer data in a wild social primate. *Animal Biotelemetry*, 5(1), 6. doi: 10.1186/s40317-017-0121-3
- Feldhamer, G. A., Drickamer, L. C., Vessey, S. H., Merritt, J. F., & Krajewski, C. (2007). *Mammalogy: adaptation, diversity, ecology*. JHU press, 643s. ISBN 978-0-80-188695-9
- Flydal, K., Hermansen, A., Enger, P., & Reimers, E. (2001). Hearing in reindeer (*Rangifer tarandus*). *Journal of Comparative Physiology A: Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 187(4), 265–269. doi: 10.1007/s003590100198
- Frost, B. J., & Mouritsen, H. (2006). The neural mechanisms of long distance animal navigation. *Current Opinion in Neurobiology*, 16(4), 481–488. doi: 10.1016/j.conb.2006.06.005
- Fuller, R. J., & Gill, R. M. (2001). Ecological impacts of increasing numbers of deer in British woodland. *Forestry*, 74(3), 193-199. doi: 10.1093/forestry/74.3.193
- Gebert, C., & Verheyden-Tixier, H. (2008). Variations of diet composition of Red Deer (*Cervus elaphus* L.) in Europe. *Mammal Review*, 31(3-4), 189–201. doi: 10.1111/j.1365-2907.2001.00090.x
- Geist, V. (1998). *Deer of the World: Their Evolution, Behaviour and Ecology*. Stackpole Books, 421s. ISBN 978-0-81-170496-0

- Georgii, B., & Schröder, W. (1983). Home range and activity patterns of male red deer (*Cervus elaphus* L.) in the alps. *Oecologia*, *58*(2), 238–248. doi: 10.1007/BF00399224
- Godvik, I. M. R., Loe, L. E., Vik, J. O., Veiberg, V., Langvatn, R., & Mysterud, A. (2009). Temporal scales, trade-offs, and functional responses in red deer habitat selection. *Ecology*, *90*(3), 699–710. doi: 10.1890/08-0576.1
- Guan, T.-P., Ge, B.-M., McShea, W. J., Li, S., Song, Y.-L., & Stewart, C. M. (2012). Seasonal migration by a large forest ungulate: a study on takin (*Budorcas taxicolor*) in Sichuan Province, China. *European Journal of Wildlife Research*, *59*(1), 81–91. doi: 10.1007/s10344-012-0650-2
- Hawkins, P. (2004). Bio-logging and animal welfare: practical refinements. *Memories of National Institute of Polar Research, Special Issue (58)*, 58–68. ISSN: 0386-0744
- Hermer, L. (1997). Internally coherent spatial memories in a mammal. *NeuroReport*, *8*(7), 1743–1747. doi: 10.1097/00001756-199705060-00035
- Holland, R. A., Borissov, I., & Siemers, B. M. (2010). A nocturnal mammal, the greater mouse-eared bat, calibrates a magnetic compass by the sun. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *107*(15), 6941–6945. doi: 10.1073/pnas.0912477107
- Charlton, B. D., Reby, D., & McComb, K. (2007). Female red deer prefer the roars of larger males. *Biology Letters*, *3*(4), 382–385. doi: 10.1098/rsbl.2007.0244
- Charlton, B. D., Reby, D., & McComb, K. (2007a). Female perception of size-related formant shifts in red deer, *Cervus elaphus*. *Animal Behaviour*, *74*(4), 707–714. doi: 10.1016/j.anbehav.2006.09.021
- Irwin, L. L., & Peek, J. M. (1983). Elk Habitat Use Relative to Forest Succession in Idaho. *The Journal of Wildlife Management*, *47*(3), 664. doi: 10.2307/3808602
- Jakopak, R. P., Lasharr, T. N., Dwinnell, S. P. H., Fralick, G. L., & Monteith, K. L. (2019). Rapid acquisition of memory in a complex landscape by a mule deer. *Ecology* *100*(12), e2854. doi: 10.1002/ecy.2854
- Jerina, K. (2012). Roads and supplemental feeding affect home-range size of Slovenian red deer more than natural factors. *Journal of Mammalogy*, *93*(4), 1139–1148. doi: 10.1644/11-MAMM-A-136.1
- Kendrick, K. M., Da Costa, A. P., Broad, K. D., Ohkura, S., Guevara, R., Lévy, F., & Keverne, E. B. (1997). Neural Control of Maternal Behaviour and Olfactory Recognition of Offspring. *Brain Research Bulletin*, *44*(4), 383–395. doi: 10.1016/S0361-9230(97)00218-9
- Landete-Castillejos, T., García, A., López-Serrano, F. R., & Gallego, L. (2005). Maternal quality and differences in milk production and composition for male and female Iberian red deer calves (*Cervus elaphus hispanicus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *57*(3), 267–274. doi: 10.1007/s00265-004-0848-8

- Long, A. M., Moore, N. P., & Hayden, T. J. (1998). Vocalizations in red deer (*Cervus elaphus*), sika deer (*Cervus nippon*), and red x sika hybrids. *Journal of Zoology*, 244(1), 123–134. doi: 10.1111/j.1469-7998.1998.tb00014.x
- Mather, J. G., & Baker, R. R. (1981). Magnetic sense of direction in woodmice for route-based navigation. *Nature*, 291(5811), 152–155. doi: 10.1038/291152a0
- Meisingset, E. L., Loe, L. E., Brekkum, Ø., Van Moorter, B., & Mysterud, A. (2012). Red deer habitat selection and movements in relation to roads. *The Journal of Wildlife Management*, 77(1), 181–191. doi: 10.1002/jwmg.469
- Montello, D. R. (2010). Navigation. *The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking*, 257–294. doi: 10.1017/cbo9780511610448.008
- Murie, M. (1963). Homing and orientation of deermice. *Journal of Mammalogy*, 44(3), 338–349. doi: 10.2307/1377204
- Obleser, P., Hart, V., Malkemper, E. P., Begall, S., Holá, M., Painter, M. S., ... Burda, H. (2016). Compass-controlled escape behavior in roe deer. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 70(8), 1345–1355. doi: 10.1007/s00265-016-2142-y
- Pépin, D., Adrados, C., Janeau, G., Joachim, J., & Mann, C. (2008). Individual variation in migratory and exploratory movements and habitat use by adult red deer (*Cervus elaphus* L.) in a mountainous temperate forest. *Ecological Research*, 23(6), 1005–1013. doi: 10.1007/s11284-008-0468-2
- Qasem, L., Cardew, A., Wilson, A., Griffiths, I., Halsey, L. G., Shepard, E. L., ... & Wilson, R. (2012). Tri-axial dynamic acceleration as a proxy for animal energy expenditure; should we be summing values or calculating the vector?. *PloS one*, 7(2), e31187. doi: 10.1371/journal.pone.0031187
- Rivrud, I. M., Loe, L. E., & Mysterud, A. (2010). How does local weather predict red deer home range size at different temporal scales?. *Journal of Animal Ecology*, 79(6), 1280–1295. doi: 10.1111/j.1365-2656.2010.01731.x
- Shackleton, D.M. (1999). *Hoofed Mammals of British Columbia*. UBC Press, 268s. ISBN 978-0-77-480728-9
- Skog, A., Zachos, F. E., Rueness, E. K., Feulner, P. G. D., Mysterud, A., Langvatn, R., ... & Stenseth, N. C. (2009). Phylogeography of red deer (*Cervus elaphus*) in Europe. *Journal of Biogeography*, 36(1), 66–77. doi: 10.1111/j.1365-2699.2008.01986.x
- Steffoff, R. (2008). *Deer*. Marshall Cavendish, 108s. ISBN 978-0-76-142534-2
- Tixier, H., Maizeret, C., Duncan, P., Bertrand, R., Poirer, C., & Roger, M. (1998). Development of feeding selectivity in roe deer. *Behavioural processes*, 43(1), 33–42. doi: 10.1016/S0376-6357(97)00084-3

Tsoar, A., Nathan, R., Bartan, Y., Vyssotski, A., Dell’Omo, G., & Ulanovsky, N. (2011). *Large-scale navigational map in a mammal. Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(37), E718–E724. doi: 10.1073/pnas.1107365108

Vaňková, D., Bartoš, L., & Málek, J. (2010). The Role of Vocalization in the Communication between Red Deer Hinds and Calves. *Ethology*, 103(10), 795–808. doi: 10.1111/j.1439-0310.1997.tb00121.x

VerCauteren, K. C., & Pipas, M. J. (2003). A review of color vision in white-tailed deer. *Wildlife Society Bulletin*, 684-691. doi: 10.2307/3784587

Weise, F. J., Lemeris, J., Stratford, K. J., van Vuuren, R. J., Munro, S. J., Crawford, S. J., ... & Stein, A. B. (2015). A home away from home: insights from successful leopard (*Panthera pardus*) translocations. *Biodiversity and conservation*, 24(7), 1755-1774. doi: 10.1007/s10531-015-0895-7

Wilmers, C. C., Nickel, B., Bryce, C. M., Smith, J. A., Wheat, R. E., & Yovovich, V. (2015). The golden age of bio-logging: how animal-borne sensors are advancing the frontiers of ecology. *Ecology*, 96(7), 1741-1753. doi: 10.1890/14-1401.1

Wilson, A. M., Lowe, J. C., Roskilly, K., Hudson, P. E., Golabek, K. A., & McNutt, J. W. (2013). Locomotion dynamics of hunting in wild cheetahs. *Nature*, 498(7453), 185–189. doi: 10.1038/nature12295

Zachos, F. E., & Hartl, G. B. (2011). Phylogeography, population genetics and conservation of the European red deer *Cervus elaphus*. *Mammal Review*, 41(2), 138-150. doi: 10.1111/j.1365-2907.2010.00177.x

Zachos, F., Hartl, G. B., Apollonio, M., & Reutershan, T. (2003). On the phylogeographic origin of the Corsican red deer (*Cervus elaphus corsicanus*): evidence from microsatellites and mitochondrial DNA. *Mammalian Biology*, 68(5), 284-298. doi: 10.1078/1616-5047-00097

Zahradnický, Jiří; Mačkovčín, Peter a kol. *Chráněná území ČR sv. XI – Plzeňsko a Karlovarsko*. 1. vyd. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2004. ISBN 80-86064-68-9. S. 521.

PLAČEK, Štěpán; KROPÁČEK, Jiří. *Přehled ochrany české přírody v roce 2013* Dostupné z: Národní přírodní rezervace Kladské rašeliny (cittadella.cz)

Zákon č. 449/2001 o myslivosti [online]. Cit.23-10-2020. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-449>

Zdroje obrazových příloh:

Obr.1: Mapa rozšíření jelena evropského v Evropě. *Red Deer Distribution*. Wildlife online [online]. Cit. 22.10.2020. Dostupné z: <https://www.wildlifeonline.me.uk/animals/article/red-deer-distribution>

Obr.2: Rozšíření jelena evropského v ČR. Anděra M. (2020): Mapa rozšíření *Cervus elaphus* v České republice. In: Zicha O. (ed.) Biological Library – BioLib [online]. Cit. 21.10.2020. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxonmap/id40/>

Zdroje tabulkových příloh:

Tabulka 1: Kovach, W. L. "Oriana—circular statistics for windows, ver. 4." *Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK* (2011).

Tabulka 2: Kovach, W. L. "Oriana—circular statistics for windows, ver. 4." *Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK* (2011).