

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra myslivosti a lesnické zoologie



Magnetická orientace spárkaté zvěře na Podbořansku
(Magnetic orientation of ungulates in the area of Podbořany)

Diplomová práce

Autor: Bc. Miroslav Kolibač

Obor: Lesní inženýrství

Vedoucí práce: Ing. Petra Nováková, Ph.D.

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Miroslav Kolibač

Lesní inženýrství

Název práce

Magnetická orientace spárkaté zvěře na Podbořansku

Název anglicky

Magnetic orientation of ungulates in the area of Podbořany

Cíle práce

Cílem diplomové práce je zpracování literární rešerše k problematice magnetismu a sledování magnetické orientace spárkaté zvěře ve zvolené oblasti.

Metodika

V diplomové práci se zaměřte na zpracování literární rešerše k dané problematice a zdokumentování vlivu magnetismu na spárkatou zvěř. Zaměřte se především na hrabákování srnčí zvěře a ohryz dřevin spárkatou zvěří. Získaná data statisticky vyhodnoťte.

Doporučený rozsah práce

cca 50 stran

Klíčová slova

magnetické vnímání , magnetické pole, magnetický alignment, *Capreolus capreolus*

Doporučené zdroje informací

- Begall, S., Červený, J., Neef, J., Vojtěch, O. & Burda, H. 2008 Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 105, 13 451-13 455.
- Begall, S., Malkemper, S. E. P., Červený, J., Němec, P. & Burda, H. 2013 Magnetic alignment in mammals and other animals. *Mammalian Biology* 78, 10-20.
- Burda, H., Marhold, S., Westenberger, T., Wiltschko, W. & Wiltschko, R. 1990 Magnetic compass orientation in the subterranean rodent *Cryptomys hottentotus* (Bathergidae, Rodentia). *Experientia* 46, 528-530.
- Červený, J., Begall, S., Koubek, P., Nováková, P. & Burda, H. 2011 Directional preference may enhance hunting accuracy in foraging foxes. *Biol. Lett.* 7, 355-357.
- Hart, V., Kušta, T., Němec, P., Bláhová, V., Ježek, M., Nováková, P., Begall, S., Červený, J., Hanzal, V., Malkemper, E.P., Štípek, K., Vole, C. & Burda, H. 2012 Magnetic alignment in carps: Evidence from the Czech Christmas fish market. *PLOS ONE* 7(12), doi:10.1371/journal.pone.0051100.
- Hart, V., Malkemper, E.P., Kušta, T., Begall, S., Nováková, P., Hanzal, V., Pleskač, L., Ježek, M., Policht, R., Husinec, V., Červený, J. & Burda, H. 2013 Directional compass preference for landing in water birds. *Frontiers in Zoology* 10(38), doi: 10.1186/1742-9994-10-38.
- Hart, V., Nováková, P., Malkemper, E.P., Begall, S., Hanzal, V., Ježek, M., Kušta, T., Němcová, V., Adámková, J., Benediktová, K., Červený, J. & Burda, H. 2013 Dogs are sensitive to small variations of the Earth's magnetic field. *Frontiers in Zoology* 10(80), doi:10.1186/1742-9994-10-80.
- Němec, P. & Vácha, M. 2007 Mechanizmy magnetorecepce. *Vesmír* 86, 284 – 289.
- Vácha, M. & Němec, P. 2007 Kompas a mapa – orientace v geomagnetickém poli. *Vesmír* 86, 224 – 228.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Petra Nováková, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 19. 5. 2014

Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 8. 2014

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 06. 04. 2015

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Magnetická orientace spárkaté zvěře na Podbořansku“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Petry Novákové, 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 Praze dne 15. 4. 2015

.....

Chtěl bych poděkovat především vedoucí mé diplomové práce Ing. Petře Novákové, Ph.D., za odborné vedení, připomínky, cenné rady, obětavou spolupráci a ochotu. Také děkuji své rodině za trpělivost a podporu během mého studia a psaní této práce.

Magnetická orientace spárkaté zvěře na Podbořansku

Bc. Miroslav Kolibač

Diplomová práce se zaměřuje na magnetickou orientaci spárkaté zvěře. Teoretická část je věnována základním informacím o srnčí zvěři, zvěři jelena siky a o jejich etologii a ekologii. Dále jsou v teoretické části rozebrány doposud známé poznatky o magnetoreceptci (vnímání magnetického pole Země), a o tom, jak je pravděpodobně magnetorecepce využívána nejrůznějšími živočichy této planety. Praktická část je zaměřena na zjišťování magnetické orientace u spárkaté zvěře (konkrétně hrabánky u srnčí zvěře a okus a loupání u jelena siky). Měření probíhalo ve dvou lokalitách a to v honitbě Blatno, nacházející se na území Podbořanska a v nedaleké honitbě Jesenice – Kosobody, která se nachází na okraji Rakovnicka. Následné statistické vyhodnocení výsledků potvrdilo, že při hrabánkovaní srnců na první lokalitě je průměrná odchylka směru od severo-jihní osy $11,9^\circ$ (angulární i axiální vyjádření) a na druhé lokalitě $14,8^\circ$ (angulární vyjádření) a $13,6^\circ$ (axiální vyjádření). Výsledky u okusu a loupání zvěře siky japonského ukazují na první lokalitě průměrnou odchylku $3,4^\circ$ (angulární vyjádření) a $178,3^\circ$ (axiální vyjádření). Na druhé lokalitě vyšla výsledná odchylka $5,9^\circ$ (angulární vyjádření) a $170,3^\circ$ (axiální vyjádření). Zjištěné výsledky potvrdily, že zmíněné druhy spárkaté zvěře využívají magnetoreceptci při činnostech běžného života a ve většině případů jsou hrabánky srnců i poškození způsobená sikou orientovány severo-jihním směrem.

Klíčová slova: magnetorecepce, hrabánky, loupání, srnec obecný, sika japonský

Magnetic orientation of ungulates in the area of Podbořany

Bc. Miroslav Kolibač

The diploma thesis is focused on the magnetic orientation of the ungulates. The theoretical part is dedicated to the basic information about roe deer, sika deer and to their ethology and ecology. There are also analysed established finding about the magnetoreception (the perception of magnetic's field of Earth) and also the informations how is the magnetoreception used by various animal species on this planet probably. The practical part is focused on the detection of magnetic orientation of ungulates (specifically roe deer's rake and the browsing and the barking at the sika deer). The measurement took place in two localities – in a hunting district called Blatno, which is located in the area of Podbořany and in a nearby hunting district called Jesenice – Kosobody, which is on the edge of the area of Rakovnicko. Subsequent statistical evaluation confirmed that during deer's raking is the average difference of direction from north – south axis $11,9^\circ$ (the angular and the axial expression) at the first locality and $14,8^\circ$ (the angular expression) and $13,6^\circ$ (the axial expression) at the second locality. The results about the browsing and the exfoliation of Japanese sika deer showed the average difference $3,4^\circ$ (the angular expression) and $178,3^\circ$ (the axial expression) at the first locality. The second locality has different results for the average difference, that is $5,9^\circ$ (the angular expression) and $170,3^\circ$ (the axial expression). The results confirmed that above mentioned ungulate game species use magnetoreception in everyday activities and the rake of deer and the damage caused by sika are oriented to the north – south direction in most cases.

Key words: magnetoreception, rakes, barking, roe deer, Japanese sika

Obsah:

1. Úvod a cíl práce.....	9
2.1. Základní informace o vybraných druzích spárkaté zvěře.....	11
2.1.1. Srnec obecný.....	11
2.1.1.1. Biologie srnčí zvěře.....	11
2.1.1.2. Způsob života srnčí zvěře.....	16
2.1.1.3. Teritoriální chování.....	18
2.1.2. Sika japonský.....	21
2.1.2.1. Biologie siky japonského.....	21
2.2. Magnetické pole Země.....	24
2.3. Magnetorecepce.....	26
2.3.1. Magnetický kompas.....	28
2.3.2. Magnetická mapa.....	28
2.3.3. Mechanismy magnetorecepce.....	29
2.3.4. Výzkum magnetorecepce u živočišných druhů.....	30
3. Metodika.....	33
3.1. Charakteristika studovaného území.....	33
3.1.1. Honitba Blatno.....	33
3.1.2. Honitba HS Jesenice - Kosobody.....	35
3.2. Měření směrové orientace hrabánek srnčí zvěře.....	36
3.3. Měření směrové orientace okusu a loupání zvěře jelena siky.....	38
4. Výsledky.....	40
4.1. Hrabánkovaní srnců.....	40
4.1.1. Hrabánkovaní na lokalitě č. 1 (honitba Blatno).....	40
4.1.2. Hrabánkovaní na lokalitě č. 2 (honitba HS Jesenice - Kosobody).....	44
4.2. Okus a loupání zvěři jelena siky.....	48
4.2.1. Okus a loupání na lokalitě č. 1 (honitba Blatno).....	48
4.2.2. Okus a loupání na lokalitě č. 1 (honitba HS Jesenice - Kosobody).....	52
4.3. Shrnutí výsledků.....	56
5. Diskuze.....	57
6. Závěr.....	59
7. Seznam literatury a použitých zdrojů.....	60
8. Přílohy.....	65

1. Úvod a cíl práce

Fakt, že planeta Země je obklopena magnetickým polem, je v lidské společnosti už velmi dlouhou dobu znám a respektován. Magnetické pole částečně chrání zemský povrch a ovlivňuje tak život na této planetě. Jak plynul čas, tak se i člověk naučil magnetické pole a jeho vlastnosti využívat ke svému prospěchu. Ovšem nejen vynalézaví lidé, ale také mnozí živočichové a rostliny mají možnost geomagnetické pole a jeho síly vnímat a různým způsobem používat.

Dá se říci, že využití magnetismu je v oblasti současného výzkumu fenoménem. Neustále probíhají nejrůznější pozorování, měření a výzkumy živočichů, které potvrzují, že má magnetorecepce, jak se vnímání magnetického pole Země nazývá, alespoň částečný vliv na chování a na různé činnosti v jejich životě. Ne vždy se mohou živočichové zcela jistě spolehnout na běžné smysly, kterými jsou zrak, sluch, chuť, čich a hmat. Pokud tato situace nastane (například pod zemí nebo za noci, kdy je obloha zatažena mračky), může přijít na řadu magnetorecepce. Její další nespornou výhodou je také fakt, že magnetické pole Země lze vnímat kdekoli na zemské kouli a může tak posloužit jako dobré vodítko i při migracích na dlouhých trasách. Vědcům se dodnes nepodařilo prokázat, že magnetické pole Země mohou vnímat všechny živé organismy, avšak u řady z nich byla už tato schopnost pozorována a dokázána. Jako potvrzení a důkaz tohoto „šestého smyslu“ u spárkaté zvěře v diplomové práci byl vybrán projev teritoriálního chování – hrabánek u srnčí zvěře a pro doplnění také okus a loupání u zvěře jelena siky japonského.

Jako první zmíněný srnec obecný (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758) se nachází na celém území České republiky. Je původním druhem naší fauny a můžeme se s ním setkat jak v nižších, tak i v horských polohách. Vyhovují mu nejen lesy, ale přizpůsobil se také životu v zemědělské krajině. Během roku žije srnčí zvěř silně teritoriálním životem. Srnec si své teritorium bedlivě hlídá a jiného srnce v něm nesnese. Pouze zimu přečkává srnčí zvěř ve více či méně početných tlupách. Při značení svého teritoria u srnců hovoříme o takzvaném hrabákování (jeden z teritoriálních projevů srnčí zvěře), které bylo jedním z předmětů zkoumání.

Druhý výše uvedený jelen sika japonský (*Cervus nippon nippon* Temminck, 1838) je u nás nepůvodním druhem. Obývá lesní komplexy, je velmi přizpůsobivý a v posledních několika desetiletích se na území České republiky velmi rychle šíří. Patří mezi zvěř, která žije

klasicky v tlupách. Velkým problémem u této jinak krásné zvěře jsou značné škody na lesních porostech způsobované okusem a loupáním dřevin. Právě na okus a loupání byla soustředěna pozornost a měřena směrová orientace při způsobování těchto škod.

I když dnes věda postupuje vpřed mílovými kroky, v problematice magnetorecepce je pořád co zkoumat a objevovat. Neustále zde vyvstává řada otázek a teorií, které vědci krok za krokem odhalují a snaží se je zodpovědět, potvrdit či vyvrátit. I to je jeden z důvodů, proč by se v budoucnu měla věda více zajímat o výzkum magnetorecepce a podporovat ho.

Cílem této práce je potvrzení vlivu geomagnetického pole na projevy teritoriálního chování u srnců – hrabánek a také na okus a loupání u zvěře jelena siky japonského ve volných honitbách v severozápadních Čechách. Sběr dat obnášel vyhledávání hrabánek srnců a vzniklých škod okusem a loupáním zvěří jelena siky především v mlazinách a tyčkovinách, měření a zapisování jejich směrové orientace ve stupních a provedení následného vyhodnocení výsledků. Nedílnou součástí diplomové práce je také literární rešerše, která obsahuje základní informace o výše uvedených dvou druzích spárkaté zvěře žijících na území České republiky a shrnutí doposud známých poznatků o magnetoreceptci a jejím vnímání různými živočichy.

2. Literární rešerše

2.1. Základní informace o vybraných druzích spárkaté zvěře

2.1.1. Srnec obecný (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758)

Zařazení:

Třída: Savci (*Mammalia*)

Řád: Sudokopytníci (*Artiodactyla*)

Podřád: Přežvýkavci (*Ruminantia*)

Čeleď: Jelenovití (*Cervidae*)

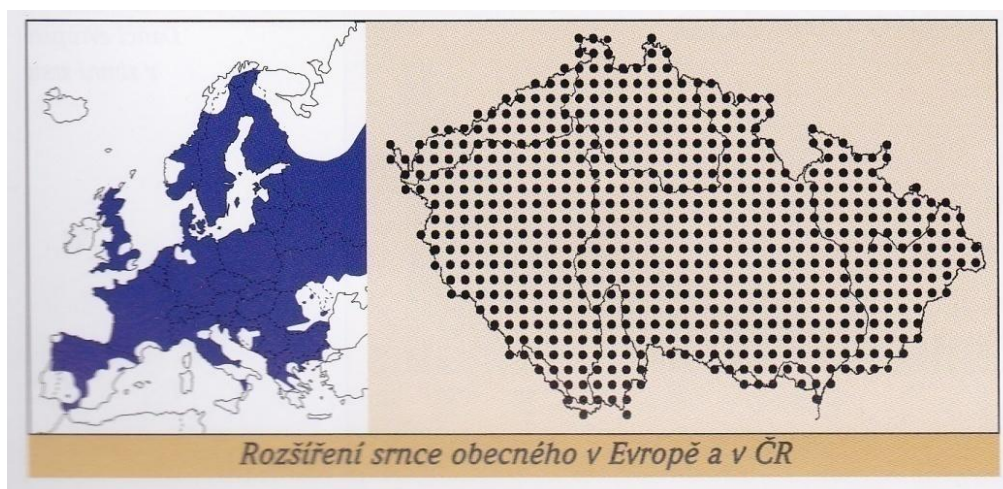
Rod: Srnec (*Capreolus*)

2.1.1.1. Biologie srnčí zvěře

Srnčí zvěř je druh, který má poměrně velký areál rozšíření. Jeho domovinou je v podstatě celá Evropa, také ale značné oblasti Asie a severní Afriky (Červený a kol., 2003). Hranicí rozšíření srnčí zvěře je na západě Atlantský oceán a na východě Tichý oceán. Na severu se dotýká polárního kruhu a na jihu zasahuje až na území Íránu. Takto ohraničený areál rozšíření se vztahuje jak k srnci obecnému, tak i k srnci sibiřskému (*Capreolus pygargus* Pallas, 1771). Přirozenou hranici rozšíření mezi výše zmíněnými druhy představuje ruská řeka Volha. Srnec sibiřský, který má podstatně větší tělesný rámec a výrazně větší parůžky, se vyskytuje na východ od ní (Drmot a kol., 2007).

Srnčí zvěř se řadí mezi nejrozšířenější spárkatou zvěř žijící v České republice. Patří mezi naše původní druhy a také je to nejmenší zástupce evropských jelenovitých. Srnec byl původně obyvatelem okrajů lesostepí a stepí. Díky své přizpůsobivosti se dnes ovšem vyskytuje na různých stanovištích - ať už v intenzivně obhospodařované zemědělské krajině,

tak i v souvislých komplexech lesů. Můžeme se s ním setkat stejně tak v nížinách, jako v horských oblastech. Pouze nad horní hranicí lesa jeho zastoupení chybí (Červený a kol., 2003). Nejvyšší početnosti dosahuje populace srnčí zvěře v otevřené krajině, kde se střídá zemědělsky obhospodařovaná půda s lesy nebo menšími lesíky a křovinami. Les vyhovuje srnčímu často méně rozsáhlý, avšak s členitými okraji, dostatkem krytu v houštinách a bylinným podrostem (Drmot a kol., 2007).



Obr. č. 1: Rozšíření srnčí zvěře v Evropě a v České republice (Červený a kol., 2003)

V dávných dobách, kdy ještě naše území nebylo osídleno člověkem a krajina zde byla téměř všude pokrytá lesy, žila srnčí zvěř pouze v malých počtech. Velký vliv na její nízké stavy měly velké šelmy, které srnčí značně redukovaly. S příchodem Slovanů na území Čech se zde začala rozvíjet první zemědělská činnost a také velké šelmy byly člověkem postupně vyhubeny. Tyto skutečnosti vedly k tomu, že se srnčí zvěři začalo dařit a její početnost se rozrostla (Drmot a kol., 2007).

Aktuální počty srnčí zvěře v honitbách, potažmo v celé České republice, se dnes vypočítávají stejně jako u ostatní spárkaté zvěře podle jarních kmenových stavů a vykázaných ročních úlovků. Přestože velikost populace v jednotlivých letech více či méně kolísá, dlouhodobě měla v průběhu 20. století a na počátku 21. vzestupný trend. Pro představivost stojí za zmínku uvést výši úlovků v průběhu let, která poměrně dobře ukazuje celkový růst

populace. Podle vedených statistik bylo u nás roku 1920 uloveno pouze asi 20 000 jedinců, v období po 2. světové válce kolem 45 000 kusů, roku 1975 asi 107 000 kusů a roku 2005 to bylo už 123 000 kusů srnčí zvěře. Podle sčítání přesahují jarní kmenové stavy během posledních let hranici 300 000 kusů. Podobný trend je patrný i v jiných státech Evropy (Scherer, 2012).

Před zavedením velkoplošného obhospodařování zemědělské půdy bylo srnčí lesní zvěř, na pole vycházelo pouze za potravou. V oblastech bez lesů se srnčí vyskytovalo pouze zřídka. S příchodem velkoplošného hospodaření na polích vznikla takzvaná polní populace srnčí zvěře, která se velmi dobře přizpůsobila životu v těchto podmínkách. Faktem ale stále zůstává, že nejvíce vyhovujícím biotopem je krajina smíšená (Nečas, 1975).

I když je srnčí zvěř postavou naší nejmenší spárkatou zvěř, říká se o ní, že je nejkrásnější. Mezi srncem a srnou není příliš výrazný rozdíl ve velikosti. Délka těla se pohybuje v rozmezí 100 - 140 cm, výška v kohoutku může být u srnce až 75 cm (u srny o něco méně) a hmotnost srnce po vyvržení se udává 14 až 27 kg, u srny pak 12 až 20 kg, někdy to může být i více. Velikost tělesného rámce také záleží na oblasti a nadmořské výšce (Forst a kol., 1975).

Popis se samozřejmě týká zdravých, dobře vyvinutých a silných dospělých jedinců. Parůžky, srnců dosahující jak různých pravidelných, tak i abnormálních tvarových typů, jsou hlavním rozpoznávacím znakem mezi srncem a srnou. Při detailním zkoumání či například v době, kdy má srnec parůžky shozené, můžeme rozpoznat srnce od srny také podle zdánlivě kratší obličejové části, prodloužené srsti kolem žíly – tzv. střapce, který je dobře patrný hlavně v zimní srsti (Forst a kol., 1975). Obřítek, ve kterém se v srsti ukrývá 3 – 5 cm dlouhá kelka, je také u srnce menší a okrouhlý, kdežto u srny je srdčitý, s viditelnou zástěrkou - prodloužená srst kolem spodního okraje svírky (Hromas a kol., 2008)

Zimní srst je na první pohled hustší než letní, šedá až šedohnědě zbarvená. Jarní přebarvování trvá poměrně krátký čas, začíná většinou během druhé poloviny května, ale starší kusy a plné (březi) srny mohou přebarvovat i mnohem později. Letní srst je u srnčího rezavočervená až hnědočervená, krátká a přiléhavá. Přebarvování do zimní srsti bývá pomalejší, začíná zhruba v druhé polovině září a pokračuje v říjnu. Známkou dobrého zdravotního stavu a dobré kondice zvěře v honitbě jsou rychle a včasně přebarvené kusy. U srnčat jsou na červenohnědé srsti do věku dvou měsíců patrné bílé skvrny (Forst a kol., 1975).

Srnce řadíme mezi sudokopytníky našlapující na 3. a 4. prst (spárky – od toho spárkatá zvěř). Kromě nich má také ještě zakrnělý 2. s 5. prst, které se souhrnně nazývají paspárky. Štíhlý, středně dlouhý krk, který je u srnce nasazen celkem nízko, v období říje u dospělých srnců znatelně zesílí. Obecně uznávané pravidlo říká, že čím starší srnec je, tím silnější krk má. Kuželovitou hlavu, která bývá u srn zpravidla štíhlejší než u srnců, zdobí poměrně velká, tmavá světlá s tmavohnědou duhovkou, tmavý větrník a dobře pohyblivá, středně dlouhá slecha (Nečas, 1975). Trvalý chrup srnce je zaznamenán vzorcem 0.0.3.3/3.1.3.3. První čtyři čísla vyjadřují počet zubů v jedné polovině horní čelisti, další čtyři čísla za zlomkem pak znamenají počet zubů v jedné polovině spodní čelisti. Vždy myšleno od středu čelisti směrem dozadu ke stoličkám. Mléčný chrup je zcela vyměněn asi v 15 měsících života. Mezi nejčastější metody určování věku srnčí zvěře patří bez pochyby míra úbrusu chrupu. I zde je ale potřeba zohlednit místní podmínky (Scherer, 2012). Nejlépe vyvinutými smysly u srnčí zvěře jsou čich a sluch. I přes trochu slabší zrak dokáže velmi dobře rozlišit pohyb na poměrně velké vzdálenosti (Hromas a kol., 2008).

V rámci základního dělení patří srnec obecný mezi býložravce. Oproti ostatním jelenovitým je ovšem srnčí poměrně náročné na potravu. Živí se převážně výhonky a listy keřů a dřevin, jejich plody, bylinami, lišejníky a některými zemědělskými plodinami. Mezi oblíbené potravní doplňky patří sůl. Srnčí zvěř má aktivitu rozdělenou do 10 - 11 pastevních period během dne. Nejaktivnější je ale ráno a večer (Červený a kol., 2003). Stejně jako všichni přežvýkavci má i srnec složený žaludek, který je složen ze 3 předžaludků (bachor, čepec, kniha) a slézu – vlastní trávicí žaludek. Samotná pastva srnčího netrvá mnoho času, po pastvě vyhledá vhodný kryt, kde potravu v klidu tráví a zpracovává (Hanzal a kol., 2008).

Srnčí zvěř se může ve volnosti dožít i dvanácti a více roků. Dosahuje pohlavní dospělosti až ve druhém kalendářním roce. Říje, která začíná asi v polovině července, trvá přibližně čtyři týdny. Její délka a průběh je silně závislá na počasí. V průběhu říje srnec intenzivně vyhledává srnu. Jakmile skončí po 4 – 5 dnech její říjnost, začíná vyhledávat jinou družku. Březost srny je dlouhá 39 - 41 týdnů. Zárodek se začne však vyvíjet až v prosinci, tedy po 4 až 5 měsících. Do té doby probíhá tzv. utajená (latentní) březost. Pokud srna není během říje oplozena nebo u ní dojde k úhynu oplozeného vajíčka, přichází v úvahu náhradní říje, kde už ovšem chybí latence vývoje zárodku. V takovém případě už tedy o utajené březosti nehovoříme (Červený a kol., 2003).

Koncem května a začátkem června dochází ke kladení mláďat. Srna klade nejčastěji jedno nebo dvě srnčata (zřídka i tři). Srnčata jsou matkou kojena asi tři měsíce. Matku začínou doprovázet zhruba po dvou týdnech od narození a na zelenou potravu si pomalu začínají navykat od třetího týdne. Srnčata se zcela osamostatňují po dosažení věku dvanácti měsíců života (Červený a kol., 2003).

Hlasovým projevem při znepokojení je bekání. Bekání srnce bývá krátké, úsečné a ozývá se hlubším tónem. U srny je patrný naopak táhlý vyšší hlas. Hlasové projevy slouží jak k dorozumívání, projevu nálady, tak i varování před možným nebezpečím. K dalším varovným signálům pro ostatní jedince svého druhu patří kromě bekání také typické zvednutí hlavy, zježení srsti na obřítku nebo odpichovaný krok. Srnče k sobě přivolává svojí matku jemným pískáním, srna v době říje přivolává srnce pískáním o něco silnějším (Forst a kol., 1975). Srnec se projevuje při pronásledování srny v říji typickým chraplavým supěním. Supění vyjadřuje vzrušení, které srnec zažívá také při útoku na svého soka (Drmota a kol., 2007).

Hlavní ozdoba jedinců samčího pohlaví – parůžky vyrůstají srncům z pučnic na hlavě. Zdraví jedinci se chlubí parůžky většinou pravidelnými, stejnými velikostí i tvarem. Není ovšem neobvyklé, že na hlavě srnce můžeme vidět větší či menší nepravidelnosti a nerovnosti paroží (Forst a kol., 1975). Různá zrůdnost parůžků u srnců může být způsobena nedostatkem potravy, strádáním či jinými vnějšími a vnitřními vlivy. Velké abnormality, tzv. rarity vznikají často poraněním v době parožení (růst nových parůžků). Pokud si srnec poraní ráže, parožní hmota mu na hlavě neustále přirůstá. Vzniká tím takzvaná paruka (srnec se nazývá parukáč), kterou jedinec nevytlouká ani neshazuje. Normálně narostlé parůžky se skládají z lodyhy, vrcholových, předních a zadních výsad. Dále má parůžek větší či menší růže, může mít perlení a rýhy (Hromas a kol., 2008). Srnečkům se objevují na hlavě pučnice už ve čtvrtém měsíci života. Na nich mu vyrůstají ještě na podzim téhož roku první malé parožní útvary, nejčastěji ve formě kuželíků, knoflíků či paliček. Tyto útvary jsou dlouhé pouze 1 – 2 cm (Forst a kol., 1975). Těch se mladý srneček zbaví zpravidla v únoru až březnu roku příštího. Ihned po shození těchto prvních parůžků mu začnou růst nové. Ty dorostou na konci května a roční srnec je vytluče v červnu. Svojí ozdobu nosí až do listopadu, případně prosince, kdy se jí opět zbaví. Takovýto roček, jak se roční srnec jinak nazývá, je zpravidla špičák (paroží má ve tvaru různě dlouhých špiček). V úživných honitbách však není výjimkou, že jsou parůžky členěné, s přední výsadou či dokonce s přední i zadní výsadou (tedy vidláček nebo šesteráček). Naproti tomu jedinci, kteří jsou z nějakého důvodu vývojově

slabší, nosí první paličky až ve stáří jednoho roku (paličkáči). Slabě založený srnec mívá ve třetím kalendářním roce parůžky vidláka, kvalitně založený jedinec pak šesteráka. Stupeň šesteráka srnec v dalších letech života už běžně nepřekročí. Parůžky dosahují největších rozměrů v období mezi 4. až 6. rokem. Potom se začíná postupně délka jejich výsad zkracovat a ze srnce se stává tzv. zpátečník nebo dokonce škůdník, který má parůžky již téměř nebo zcela bez výsad a může jimi ohrožovat životy svých soků. Starší srnec začíná vytloukat parůžky během měsíce dubna. Parůžky srnci vytloukají na více nebo méně silných kmíncích a větvích stromů a keřů. Podle dřeviny, na které srnec parůžky vytlouká, je následně jeho chloubka zbarvena. Starší srnci shazují parůžky v měsících říjnu a listopadu, nemocní i později (Hromas a kol., 2008).

Dle naší platné myslivecké legislativy je stanovena doba lovu srnce od 16. května do 30. září, doba lovu srny a srnčete pak trvá od 1. září do 31. prosince (Červený a kol., 2003).

2.1.1.2. Způsob života srnčí zvěře

Pro srnčí zvěř jsou typické změny v chování v průběhu roku. Více než polovinu roku tráví tato zvěř společenským životem v tlupách, které tvoří různý počet jedinců. Tlupy se začínají vytvářet koncem léta a rozpadají se na jaře, kdy si srnci začínají obsazovat svá teritoria a srny se připravují na kladení mláďat (Drmota a kol., 2007). Čím větší populace srnčího v dané oblasti je, tím více je patrné sdružování do tlup (Scherer, 2012). Zde je znatelný rozdíl oproti zvěři jelení, která vytváří mateřské tlupy. V mateřských tlupách jelení zvěře jsou laně se svými kolouchy a také jejich loňské potomstvo, nejčastěji mladé laně. Jeleni se oddělují a vytvářejí své tlupy složené pouze z jedinců samčího pohlaví (Hanzal a kol., 2008). Mateřské tlupy vznikají u srnčí zvěře pouze v ojedinělých případech. Rodinné pouto srny se srnčetem je velmi silné v době kojení, na podzim a v zimě se toto pouto postupně uvolňuje. Někdy ovšem může přetrvat až do pohlavní dospělosti potomků (Hanzal a kol., 2008).

Na počátku říje srna svá srnčata opouští a po jejím skončení se k nim opět vrací. Během měsíce září se k nim často přidává i potomstvo srny z minulého roku. Tyto skupinky jsou potom základem pro vznik tlupy (Nečas, 1975). V podstatě zde platí pravidlo, že čím

více jedinců v tlupě je, tím jsou v ní volnější uspořádání a sociální vztahy. U velkých tlup je často příčinou vzniku například potravní nabídka nebo přehledné stanoviště, které zajišťuje pocit bezpečí celé tlupy (Drmota a kol., 2007). Jako dobrý příklad může posloužit jižní Morava, kde bylo možné bez problémů spatřit na rozsáhlých zemědělsky obhospodařovaných plochách tlupy o počtu kolem 100 kusů. Domovský okrsek těchto polních populací je často i desetinásobkem areálu zvěře žijící v lese. Také velikost tlupy srnčího žijícího v lese čítá často maximálně jen 4 – 8 kusů (Hanzal a kol., 2008).

Pokud srnče přijde o matku, není schopno se samo připojit do tlupy. Často je odráženo jinými vodícími srnami a jediná jeho možnost je připojit se k cizímu srnci (pokud ho u sebe snese) a nebo k jiným osiřelým srnčatům (Scherer, 2012). Tvorba tlup je závislá i na počasí, které v daném roce panuje. Teplé zakládání tlup oddalí. Když je chladno, tlupy se naopak vytvoří dříve než jindy. Rychlé sdružení do tlup většinou lze pozorovat po sklizni zemědělských plodin, ve kterých mělo srnčí kryt a dostatek klidu a zároveň se listnaté či smíšené lesy prosvětlí díky opadu listů (Scherer, 2012).

V tlupách bývá dodržována pevná sociální struktura, díky které drží tlupy pospolu. Řadoví členové tlupy jsou závislí na vedoucím kusu, který je svým chováním často vzorem pro ostatní. Určuje například místo, kde se bude tlupa pastvit, rychlost a směr úniku v případě nebezpečí a také místo odpočinku (Scherer, 2012). Vedoucím kusem tlupy bývá většinou zkušená vodící srna, srnec pouze v ojedinělých případech. Pokud se blíží nebezpečí, jeden nebo více členů tlupy začnou jistit, bekat (častější v lese), roztahovat obřítky, případně krátkým dupavým krokem (odpichováním) odskočí a tím varují ostatní jedince v tlupě (Nečas, 1975). Roztažením obřítku reaguje většina kusů v tlupě, srny však častěji než srnci a srnčata takto reagují jen málo kdy (Hanzal a kol., 2008). Když zaznamená některý ostražitý jedinec nebezpečí, dá se do úprku a celá tlupa pokračuje za ním. V případě, že je tlupa vyrušena nečekaně, všechny kusy se dají do neorganizovaného útěku. Po chvíli se zastaví, a pokud se vedoucí kus rozhodne v útěku pokračovat, tlupa ho opět následuje (Nečas, 1975).

I přes nedokonalost srnčího zraku dokáže zvěř v přehledném terénu spatřit pohyby představující možné nebezpečí na vzdálenost kolem 500 m. V každé tlupě je vždy více ostražitějších kusů, které se vzájemně doplňují. Zvěř žijící v lesním prostředí se musí spoléhat především na svůj čich a sluch (Nečas, 1975). V přehledných oblastech, kde na sebe jednotlivé tlupy vidí, fungují v případě nebezpečí zrakové signály i mezi jednotlivými tlupami. Skupina srnčí zvěře, která se dala po vyrušení na úprk a je viděna jinou tlupou, ji

s sebou může takzvaně strhnout a mimo dosah nebezpečí pokračují společně. Tímto způsobem mohou také dočasně vznikat tlupy o větším počtu kusů (Scherer, 2012).

Důkazem, že dnešní kulturní prostředí a rušivé vlivy člověka značným způsobem ovlivňují způsob života srnčí zvěře je fakt, že se srnčí shlukuje nejvíce během dne. Naopak v noci, pokud má zvěř klid, pohybují se kusy v menších skupinkách nebo dokonce jednotlivě (Scherer, 2012).

Pouta mezi jedinci v tlupě u zvěře žijící na polích jsou poměrně silná. Jen výjimečně se během vyrušení tlupa rozdělí nebo uprchne do lesa. V lese by se totiž velmi špatně orientovala a byla nejistá, proto se této variantě pokud možno snaží vyhnout (Scherer, 2012).

Tlupy se začínají rozpadat během března. Jako první je opouštějí srnci, u kterých postupně roste agresivita díky hormonálním změnám. Srncům se zvyšuje hladina hormonu testosteronu a tak se osamostatňují. Především mezi staršími, vyzrálými srnci začíná panovat nesnášenlivost. Proto se vracejí do svých teritorií, ve kterých žijí během léta (Scherer, 2012). Teritorium srnce je najednou mnohem menší, než tomu bylo v tlupě. Telemetrický výzkum prokázal u sledovaného srnce zmenšení teritoria z 65 ha v zimě s tlupou na pouze asi 20 ha samostatně během léta (Hanzal a kol., 2008). Na velikost teritoria může mít vliv také kvalita prostředí – dostatek krytu, klidu a potravy. Pokud tyto podmínky nejsou zcela ideální, teritorium může mít větší rozlohu (Drmota a kol., 2007).

Také srny, které jsou již v pokročilém stádiu březosti, tlupy opouštějí. Chtějí si vyhledat své teritorium, kde budou mít během kladení mláďat dostatek klidu. Poslední zbytek tlupy tvoří už jen roční srnci, kteří ještě nevytloukli parůžky. Oproti dospělým srncům je jejich vývojový cyklus paroží mírně zpožděn (Scherer, 2012).

2.1.1.3. Teritoriální chování

Hájení a označování určitého území, tedy teritoria, je typickým chováním srnčí zvěře. Teritoriem se myslí prostor, který si zvěř chrání i proti jiným jedincům téhož druhu. Díky teritorialitě je srnčí během léta rovnoměrně rozmístěno v krajině (Drmota a kol., 2007). Teritorialita může v populaci srnčího částečně zabránit šíření lokálních nákaz, snížit úmrtnost při střetech s dopravními prostředky nebo nepřiměřený odlov. Protože srnčí zvěř zachovává

svým domovským okrskům věrnost i po výrazné změně v prostředí jako je sklizeň zemědělských plodin, může mít také neblahý vliv na její kondici a zdravotní stav (Scherer, 2012).

Svá teritoria si srnci hájí každým rokem od dubna do září. Teritoriální chování je následkem tvorby testosteronu, což je samčí hormon produkovaný pohlavními žlázami. Díky němu srnci vytloukají parůžky (Nečas, 1975).

Velikost teritoria je ovlivněna prostředím - v lese je jeho rozloha podstatně menší než na poli a také hustotou populace v dané oblasti. Čím větší hustota je, tím bývají logicky teritoria menší. Nejvhodnější teritoria si zabírají nejsilnější srnci. Většinou srnci své teritorium během života dobrovolně nemění. Domovské okrsky stejně silných srnců se vzájemně nepřekrývají, kdežto u srnců mladých to není nic neobvyklého. Po smrti teritoriálního srnce jeho území zabere jiný srnec nebo je rozděleno mezi srnce, kteří obývají svá teritoria v blízkém okolí (Scherer, 2012).

U mladších srnců bývá zvykem, že si své teritorium značí i takzvaně zvukově, tedy bekáním. Starší srnci pak už jen opticky a pachově. Na hlavě má srnec čelní pachové žlázy, které splňují svojí funkci při vytloukání a parůžků. Parůžky strouhají i po jejich vytlučení. Parůžky mohou být zbarveny od světle hnědé až po tmavou, téměř černou barvu. Rozhodující je dřevina, na které srnec parůžky vytloukal. Při tomto aktu si běžně srnci počínají dosti agresivně. Útok na vytloukanou dřevinu či bylinu připomíná souboj se sokem. Tím dochází ke značnému poškození mladých stromků a tedy ke vzniku škod (Nečas, 1975). Množství takto poničených stromků je často značné. Při výzkumu bylo na 1 ha zjištěno i 94,2 známek po vytloukání. Nejvíce těchto pobytových stop srnců se objevuje koncem dubna a v květnu, protože mohou hrát hlavní roli při zisku a hájení domovského okrsku (Hanzal a kol., 2008).

Dalším teritoriálním projevem a pobytovým znakem srnců jsou hrabánky – srnci hrabánekují. Při hrabánkování srnec využívá pachových žláz, které má umístěny mezi spárky předních běhů. Při tomto agresivním projevu srnec předními běhy zuřivě hrabe a někdy si výsledné hrabánky ještě označí močí. Mladší srnci při tom můžou i bekat. Při setkání dvou podobně silných rivalů dochází nejprve k vzájemnému poměřování sil, kdy se srnci pozorují, obcházejí a přitom nápadně zvedají běhy. Stoupnou si naproti sobě, skloní hlavy a začnou hrabánkovat. Pokud se ani jeden ze soupeřů nemá k ústupu, začnou bojovat. Parůžky se přetlačují, dokud to jeden z nich nevzdá. Vítěz ihned po boji rychle vyžene poraženého soupeře ze svého teritoria. Zranění v těchto soubojích nejsou příliš častá, nicméně nastat

mohou. Dokonce může dojít i k ubodání slabšího jedince. Proto není možné chovat více než jednoho srnce v uzavřeném prostoru. Takto chování srnci často projevují známky agrese i vůči lidem a to právě z toho důvodu, že berou člověka jako jedince svého druhu a brání si před ním své teritorium (Scherer, 2012).

Mladí roční srnci se poměrně dobře poznají. Jsou často velmi neopatrní. Brzy vytahují na pastvu a svádějí cvičné souboje se svými vrstevníky. Starším dospělým srncem se ale nechají snadno vyhnat. Teritorialita se u ročků zatím téměř neprojevuje, hrabánekují jen výjimečně. Parůžky vytloukají často v rámci hry (Drmot a kol., 2007).

U srnců dvouletých zatím také převládá neopatrnost. Není složité je obelstít a přilákat je na zvuk vábničky. Pomalu vyhledávají svoje teritorium, ve kterém se usazují. Značkují si ho hrabánekováním a vytloukáním. Ročky prohánějí, ale souboj se starším srncem neriskují. Pokud jsou vyrušeni, často vydrží bekat poměrně dlouho dobu (Scherer, 2012).

Dospívající srnci ve svých 3 – 4 letech se vyznačují největší agresivitou k jiným srncům. Svá teritoria si urputně chrání a se svými soky o něj velmi často soupeří. Agresivitu projevují také při hrabánekování a vytloukání. Co se týče jejich chování, jsou už o poznání obezřetnější (Drmot a kol., 2007).

Srnci ve věku 5 – 6 let jsou již úplně vyspělí. Vyznačují se velkou opatrností. Na pastvu vycházejí pozdě a při sebemenším náznaku nebezpečí prchají. Bekají jen zřídka a hlubokým tónem. Ostatní srnce v blízkosti svého domovského okrsku nesnesou, ale neznačí si ho tak intenzivně jako srnci mladší (Scherer, 2012).

Srnce, kteří jsou staří 7 a více let, je možné pozorovat často pouze v období říje. Jindy se s nimi nemáme šanci setkat, protože žijí skrytým způsobem života. Svá teritoria také zmenšují a značí si je už velmi málo. Pokud mají dostatek sil, mohou být ještě dosti agresivní k jiným srncům (Drmot a kol., 2007).

Naopak srny oproti srncům projevy teritoriálního chování nepoužívají. I když si svůj domovský okrsek dovedou chránit velice dobře, značkují si ho pouze močí. Často v místech, kde mají ukrytá svá srnčata (Scherer, 2012).

2.1.2. Sika japonský (*Cervus nippon nippon* Temminck, 1838)

Zařazení:

Třída: Savci (*Mammalia*)

Řád: Sudokopytníci (*Artiodactyla*)

Podřád: Přežvýkavci (*Ruminantia*)

Čeleď: Jelenovití (*Cervidae*)

Rod: Jelen (*Cervus*)

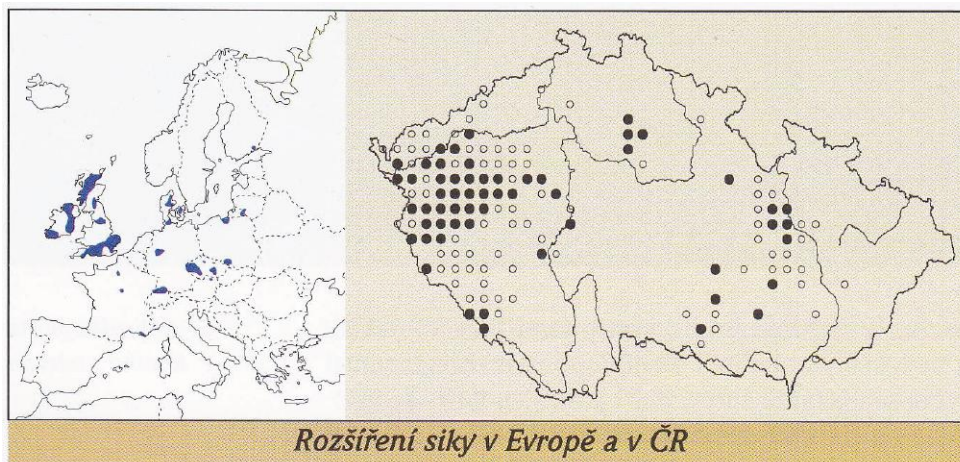
2.1.2.1. Biologie siky japonského

Tento menší jelen, jehož domovinou je Asie, byl k nám dovezen v následujících dvou poddruzích. Jedním z nich je sika japonský, o kterém bude dále řeč a tím druhým je sika Dybowského (*Cervus nippon hortulorum* Swinhoe, 1864) (Červený a kol., 2003). Původním domovem jelena siky je jihozápadní Asie a Japonsko. Odtud byl dále vyvážen na jiné světadíly, kde se měl vždy chovat jako oborní zvěř. Dnes ale žije na více místech evropského kontinentu i ve volné přírodě. Do obor na území naše státu byl importován na konci 19. století, do volnosti se rozšířil ve 30. letech 20. století zrušením existence manětínské obory na severním Plzeňsku. V současnosti se můžeme s tímto jelenem setkat ve dvou hlavních oblastech výskytu. První a rozsáhlejší z nich jsou západní Čechy (centrem je okres Plzeň-sever) a druhou je severní Morava (okres Olomouc, Šumperk). Z těchto ohnisek se sika dále rozpíná (Červený a kol., 2003).

Tato odolná a nenáročná zvěř nemá problém se přizpůsobit různým podmínkám prostředí. Proto se velmi dobře aklimatizovala i u nás v podmínkách střední Evropy. Nejvíce vyhovující se pro jelena siku jeví smíšené a listnaté lesy v rozvolněných krajinách nižších či středních nadmořských výšek. Nedělá mu ovšem problémy obývat i jehličnaté lesy v podhůřích (Červený a kol., 2003).

Jelen sika je postavou menší než daněk (*Dama dama* Linnaeus, 1758), ale jeho zbarvení v letní srsti je velmi podobné. Kohoutková výška dosahuje rozmezí 81 – 86 cm a délka těla se pohybuje okolo 120 cm. Samci můžou vážit až 55 kg, samice až 45 kg (Hanzal a kol., 2008). Tak jako je tomu u jiných jelenovitých, laně jsou podstatně menší než jeleni. Prokázáno je také křížení s poddruhem sikou Dybowského, který dosahuje větších tělesných proporcí. Tvar těla siky se podobá tvaru těla jelena evropského (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758). V chrupu má jelen sika vyvinuty slabé kelce, má proto i zubní vzorec totožný s jelenem evropským (0 1 3 3 / 3 1 3 3) (Červený a kol., 2003).

V letní srsti je jelen sika kaštanově hnědě zbarven, má bílé skvrny na těle a tmavý pruh na hřbetní linii. V zimní šedé až šedohnědé srsti nejsou bílé skvrny téměř vůbec patrné. V období říje se samci pyšní tmavou hřívou, která vytváří dojem velmi krátkého a silného krku. Pro siku je typický také velký bílý obřitek s černě olemovaným okrajem a celkem dlouhá kelka, která je zespoda bílá (Červený a kol., 2003).



Obr. č. 2: Rozšíření síčích zvěře v Evropě a v České republice (Červený a kol., 2003)

Způsobem života se jelen sika od jelena evropského příliš neliší. Období říje nastupuje až zhruba v polovině října a jeleni se při ní nechovají vůči sobě tak agresivně. Souboje, které mezi sebou jeleni svádějí, připomínají často spíše menší šarvátky (Červený a kol., 2003). Místo troubení se při říji jeleni projevují dlouhým pronikavým pískáním a bývají v této době výbojní. Březost laní trvá 30 až 32 týdnů a na přelomu května a června kladou většinou pouze

jednoho koloucha. Kojení kolouchů trvá obvykle tři až čtyři měsíce. Potomci se stávají samostatnými na konci prvního roku života a pohlavní dospělost nastává zhruba v roce a půl (Hanzal a kol., 2008).

Zvěř žije během roku v organizovaných tlupách, které bývají tvořeny laněmi s mládřaty a nedospělými laněmi. Mladí jeleni se sdružují do samostatných tlup a staří jeleni žijí osamělým způsobem života. Struktura tlup je narušena pouze v období říje. Jelen sika se vyznačuje poměrně vysokou agresivitou vůči ostatním druhům spárkaté zvěře a vyhání je ze svých stávaníšť (Červený a kol., 2003).

Dnes je již potvrzeno, že v oblastech, kde se překrývají areály výskytu jelena siky a jelena evropského, dochází k hybridizaci obou zmíněných druhů. Křížení nebrání ani fakt, že doba říje obou druhů se zcela nepřekrývá. Vzniklí kříženci jsou dále plodní a nosí fenotypové znaky obou druhů. Tato skutečnost má samozřejmě negativní dopad na populaci domácího jelena evropského. I přes snahu intenzivně redukovat stavy zvěře jelena siky se jeho populace stále více rozrůstá a šíří i do jiných oblastí (Červený a kol., 2003).

Jelen sika je stejně jako ostatní jeleni býložravec. Živí se tedy pouze rostlinnou potravou. Na rozdíl od jelena evropského dokáže ale hůře využívat vlákninu. To je důvodem větší náročnosti při výběru potravy. Není tajemstvím, že při vyšších stavech je schopen napáchat značné škody loupáním kůry a okusem dřevin, obdobně jako jelen evropský. V zimě hojně navštěvuje krmná zařízení a využívá tak mysliveckého příkrmování (Červený a kol., 2003).

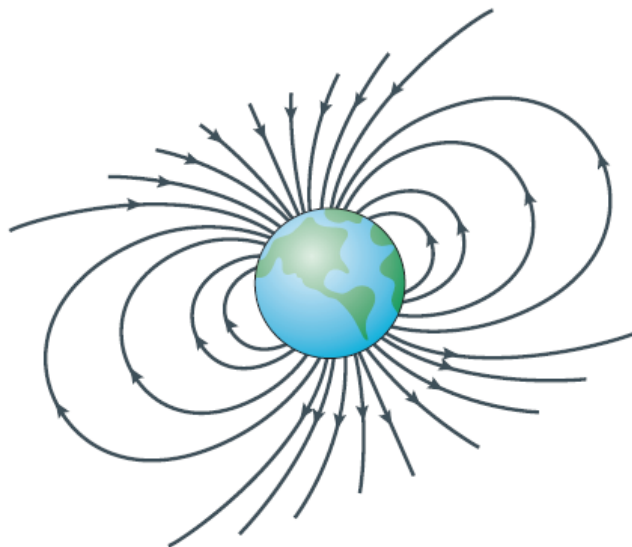
Ve druhém roce života mívá mladý jelen první paroží špičáka, druhé už má formu vidláka nebo častěji šesteráka. Další paroží dosahuje obvykle stupně pouze osmeráka. Charakteristický znak pro paroží jelena siky je celkem vysoko nasazený očník, svírající ostrý úhel s lodyhou parohu (Hanzal a kol., 2008).

Doba lovu stanovená naší současnou platnou mysliveckou legislativou je u jelena a laně siky japonského od 1. srpna do 15. ledna, u koloucha od 1. srpna do 30. dubna. U siky Dybowského pak od 16. srpna do 31. prosince (Červený a kol., 2003).

2.2. Magnetické pole Země

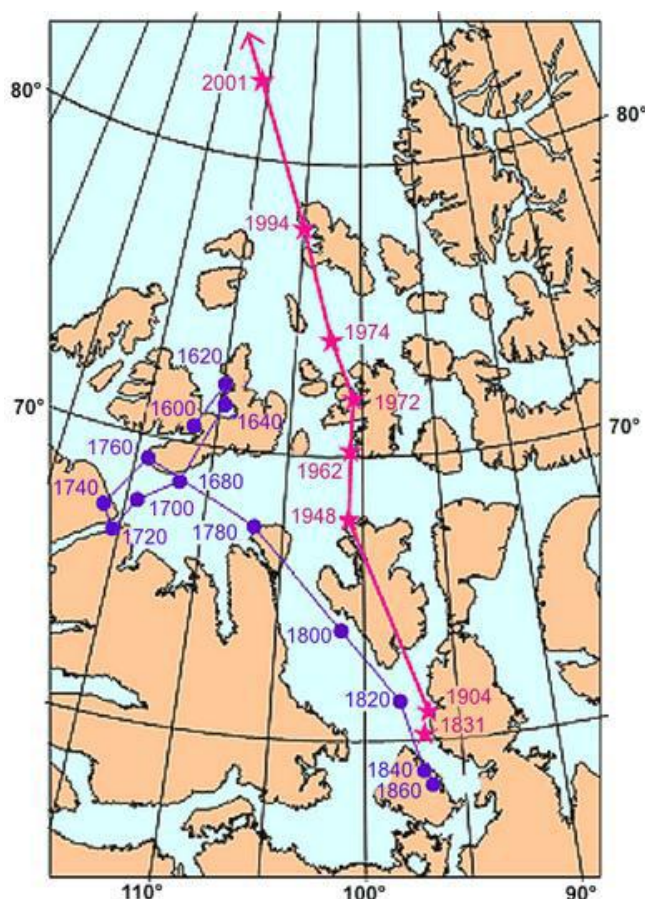
Magnetické pole Země neboli magnetosféra ochraňuje planetu Zemi před slunečním zářením přicházejícím z vesmíru, takzvaným slunečním větrem. Sluneční vítr tvoří proud elektricky nabitých protonů a elektronů, které se šíří meziplanetárním prostorem obrovskými rychlostmi (zhruba 300 – 400 km/s). Bez ochrany magnetického pole by bylo záření smrtící pro veškerý život na Zemi (Olmer, Pintér, 1975).

Vznik magnetického pole je vysvětlován rozdílnými rychlostmi otáčení zemského jádra a zemské kůry. Polotekuté zemské jádro, které je složeno ze železa a niklu, se otáčí rychleji než pevná zemská kůra. Samotné magnetické pole je tvořeno siločárami, které vystupují ze Země v místě jižního magnetického pólu a v severním magnetickém pólu do ní opět vstupují. Zeměkoule se tedy vlastně chová jako tyčový magnet, má dipólový charakter. Dipól ovšem není úplně shodný se zeměpisným severním a jižním pólem. Úhel, který svírá s rotační osou planety činí zhruba $11,5^\circ$ a nazývá se deklinace. Magnetické pole je složeno ze síly elektricky nabitých částic pohybujících se v jádře (Chadima, 2003).



Obr. č. 3: Znárodnění magnetického pole Země s průběhem siločar (Johnsen, Lohmann 2005)

Magnetické póly nejsou na rozdíl od těch zeměpisných pořád na jednom místě, ale jejich poloha se mění. Severní magnetický pól se stále posouvá severozápadním směrem. Směr ani rychlost posouvání ovšem není stabilní. Nelze tedy mnoho předvídat. Současná rychlost je asi 40 kilometrů během jednoho roku. Pokud by takto severní magnetický pól postupoval dále, dostal by se přes Severní ledový oceán až na Sibiř. Také intenzita magnetických pólů je kolísavá. Během posledních 150 let klesla zhruba o 10 %. V případě trvání takového poklesu by se intenzita přiblížila za 1000 let nule. V takovém případě by nastalo takzvané přepólování. Vzhledem k tomu, že přepólování není nijak výjimečným jevem, děje se průměrně jedenkrát za 700 000 let a naposledy k němu došlo zhruba před 780 000 lety, lze tento jev očekávat. Vědcům není zatím známo, jak dlouho by přepólování a tvorba nových magnetických pólů trvala. Přepólování by nejspíš provázely i přírodní katastrofy. Jaký rozsah a vliv na lidstvo by katastrofy měly, ale také bohužel není nikdo schopen s určitostí říci (Martínek, 2004).



Obr. č. 4: Pohyb severního magnetického pólu v průběhu let. Červená křivka je podložena měřeními, modrá je rekonstrukcí z historických záznamů (http://www.aldebaran.cz/bulletin/2006_05_mgp.php)

Magnetosféra se dá vyjádřit v určitém bodě vektorem. Jeho velikost je závislá na celkové intenzitě magnetického pole a má směr siločáry. Skládá se z horizontální a vertikální složky. Složky mohou využívat k orientaci i různé živočichové. Zemský povrch je všude protínán siločarami. Úhel mezi sklonem siločáry a severo-jihní osou zeměkoule se nazývá inklinace. Ve vertikální poloze jsou siločáry na severním a jižním magnetickém pólu. Na severním pólu se úhel inklinace rovná $+90^\circ$, na jižním pak -90° . Živočichové, kteří migrují na dlouhé vzdálenosti, poznají podle inklinace měnící se v závislosti na zeměpisné šířce, kde se zrovna nacházejí. Problém může nastat v oblasti magnetického rovníku, kde je inklinací úhel roven 0° a také v místech magnetických anomálií. V nich je intenzita magnetické síly odlišná (Chadima, 2003).

2.3. Magnetorecepce

Zvířata musí při migracích urazit často i tisíce kilometrů. Při tak dlouhém cestování se orientují podle několika ukazatelů. Jednak na svých cestách spoléhají na své smysly, kterými jsou zrak, sluch, čich a někdy chuť. Výzkum nedávné doby ale ukázal, že dalším vodítkem je i smysl pro vnímání magnetického pole Země. Pro lidi je potřebný k orientaci v geomagnetickém poli magnetický kompas. Po staletí se stal tento převratný cestovní nástroj životně důležitým pomocníkem jak při putování na pevné zemi, tak i na mořské hladině. Jeho nespornou výhodou je spolehlivé udržení orientace i v situacích, kdy selže zrak (za tmy, v mlze). Přírodovědec Alexander Theodor von Middendorff však sestavil už v roce 1859 hypotézu, na základě které předpokládal schopnost živočichů využívat geomagnetické pole ve svůj prospěch. Protože ale například ptáci využívají k nasměrování svého letu kromě magnetického pole Země také polarizované světlo oblohy, polohu hvězd a Slunce a místo, kde se nacházejí, jsou schopni také určit díky čichovým, sluchovým a zrakovým receptorům, nebylo snadné tuto hypotézu potvrdit. I přes to se již od poloviny šedesátých let minulého

století nashromáždily důkazy, které tuto schopnost živočichů potvrzují (Vácha, Němec, 2007).

Živočichové mají schopnost vnímat jak jednotlivé složky, tak i celkovou intenzitu geomagnetického pole a umějí využít těchto informací při orientaci. Schopnost nese název magnetorecepce (Wiltschko, Wiltschko, 2006). Rozšíření magnetorecepce v živočišné říši je zřejmé. Podařilo se jí prokázat u řady bakterií, hmyzu, ryb, obojživelníků, ptáků i savců. Spoléhají na ní jak živočichové, kteří migrují - například drobný pěvec červenka obecná (*Erithacus rubecula* Linnaeus, 1758), tak i zástupci živočichů, kteří nemigrují. Příkladem může být spárkatá zvěř nebo skot ovlivněný domestikací. U jmenovaných nemigrujících živočichů lze využití magnetismu pozorovat na takzvaném pozičním chování. Při pozičním chování pozorování jedinci zaujmou pozici hlavou v severo-j jižním směru při činnostech, které patří k jejich běžnému životu (Wiltschko, Wiltschko, 2007).

Magnetorecepce a její vnímání se velmi těžko zkoumá a prokazuje. Jedním z důvodů je skutečnost, že zatím zcela jistě nevíme, co všechno živočichové z magnetického pole dokážou vnímat, a jakým způsobem. Další příčinou je využívání magnetické orientace pouze jako doplňku ostatních smyslů. I přes to se podařilo vědeckým týmům nashromáždit značné množství dat hlavně při výzkumech včel, čolků, želv či tažných ptáků, jenž potvrzují vnímání magnetického pole Země. Manželé Wiltschkovi, kteří působí na univerzitě ve Frankfurtu, se věnují problematice magnetorecepce mnoho let. Jejich hlavním zaměřením je výzkum ovlivnění ptačí orientace magnetickým polem Země. Velkým přínosem pro vědu byly testy v laboratořích, při nichž se věnovali směru vzletání ptáků. Významné jsou i pokusy s holuby, kteří byli vypouštěni v neznámém terénu a byl pozorován jejich návrat domů (vybaveni malým magnetem umístěným na hlavě, se zakrytým okem nebo po aplikování silného magnetického impulzu). Jen v oblasti značení holubů nahradilo klasické kroužkování ptáků použití miniaturních GPS přijímačů, které jsou zdrojem přesných záznamů o jejich pohybu (Vácha, Němec, 2007).

Jak je dnes již známo, živočichové jsou schopni využívat dva druhy navigačních informací, které poskytuje geomagnetické pole. Prvním z nich je magnetický vektor, poskytující informace o směru – magnetický kompas (Johnsen, Lohmann, 2005). Tím druhým je využití inklinace (směru) a intenzity magnetického pole pro určení pozice – magnetická mapa. Existují živočichové, kteří jsou schopni kombinovat a využívat oba dva typy navigačních informací (Wiltschko, Wiltschko, 2006).

2.3.1. Magnetický kompas

U zvířat, která jsou schopna využívat magnetické pole ke své orientaci, hovoříme o magnetickém kompasu. Podařilo se ho prokázat jak u několika skupin bezobratlých (měkkýši, členovci), tak i obratlovců při migracích (ryby, želvy, ptáci). Dalším zajímavým faktem bylo prokázání jeho použití nejen při zmíněných migracích, hnízdění ptáků, ale také například při stavbě svého obydlí u termitů a včel (Wiltschko, Wiltschko, 2006). Rozlišují se dva principy magnetického kompasu – polaritní a inklinální kompas (Wiltschko, Wiltschko, 2002).

Princip polaritního kompasu je stejný, jako orientace člověka podle našeho technického kompasu. Tvor si určí úhel (azimut), který svírá směr jeho trasy a severo-jihní magnetická osa. Jestliže při pohybu nezmění azimut, nevybočí z přímého směru (Vácha, Němec, 2007). Pokud se inklinace vynuluje či obrátí, nečiní mu to žádné problémy (Wiltschko, Wiltschko, 2002).

U inklinálního kompasu rozpozná tvor směr k pólu a rovníku pomocí sklonu magnetických siločar. Problém může nastat při migracích přes magnetický rovník, kde je inklinace nulová a kompas zde nefunguje (Lohmann, Lohmann, 1994).

Živočichové, kteří magnetický kompas využívají, reagují velice citlivě na změnu intenzity magnetického pole. Při laboratorních pokusech na migrujících pěvcích - červenkách obecných vědci prokázali, že pokud se zvýší intenzita magnetického pole, dojde k dezorientaci pěvců. Po uplynutí zhruba tří dnů se červenky na změnu intenzity magnetického pole adaptovaly a začaly se opět správně orientovat (Wiltschko, Wiltschko, 2002).

2.3.2. Magnetická mapa

Díky magnetické mapě jsou živočichové zřejmě schopni určit polohu, kde se nacházejí a směr trasy, kterým se mají vydat. Tak jako lidé jsou schopni cestovat s pomocí družicového navigačního systému, který s poměrně velkou přesností určí pozici v dvojrozměrné síti

souřadnic na zemském povrchu, tak i jiní živočichové využívají poziční navigační systém, který pracuje s celoplanetárními gradienty magnetického pole. Důležitým faktorem je zde ale kromě citlivého vnímání magnetického pole také znalost postavení Slunce a hvězd na obloze a pamatování si významných orientačních prvků v krajině. Magnetickou mapu mají živočichové částečně vrozenou a částečně jí získají zkušenostmi (Wiltschko, Wiltschko, 2007).

Jako dobrý příklad živočichů využívajících magnetickou mapu pro svoji orientaci poslouží mořské želvy. Mladé karety jsou schopny využít magnetické souřadnice jako místa, ve kterých mění svůj směr a orientují se tak ve vodách Atlantického oceánu. Když jim vědci nasimulovali stejné podmínky a shodné magnetické pole v prostorách laboratoří, karety měnily svůj směr i tam. V tomto případě se jedná o magnetickou mapu, která je již vrozená (Vácha, Němec, 2007). Naproti tomu u výzkumu poštovních holubů se podařilo prokázat, že mladí holubi bez zkušeností se po prvním vypuštění z klecí orientovali pouze podle magnetického kompasu. Již zkušenější holubi, kteří si pamatovali reliéf krajiny a terén z minulých letů, využili k orientaci i magnetickou mapu a jejich návrat domů byl tak podstatně rychlejší (Wiltschko, Wiltschko, 2002).

2.3.3. Mechanismy magnetorecepce

Jako všechny ostatní smysly, má i tento „šestý smysl“ své receptory, kterými ji vnímá. Fungování a umístění smyslových orgánů magnetorecepce je zatím založeno pouze na řadě teorií. Receptory se mohou nacházet buď jen na určité části těla, volně rozmístěny v celém těle nebo je možné, že jejich přenos funguje na principu chemické reakce. Mechanismy magnetorecepce rozdělujeme podle závislosti na světle. K mechanismům magnetického vnímání, které nejsou závislé na světle, patří magnetitová teorie a elektromagnetická indukce a k těm závislým na světle se řadí teorie radikálových párů (Válková, Vácha, 2012).

První mechanismus magnetorecepce je založen na elektromagnetické indukci a základních poznatcích elektromagnetismu. Na nabitou částici pohybující se v magnetickém poli působí Lorentzova síla, která je kolmá na směr pohybu i magnetické pole. Velikost síly je závislá nejen na náboji částice, intenzitě magnetického pole, ale i na sinu úhlu, který svírá směr pohybu a vektor pole. V případě, že se vodič pohybuje v magnetickém poli

v kterémkoliv směru (kromě směru siločar), probíhá migrace kladně a záporně nabitých částic na opačné konce vodiče. Vzniká konstantní napětí. Jeho velikost je závislá na směru a rychlosti pohybu vzhledem k magnetickému poli. Když se nachází vodič ve vodivém prostředí (to musí být v klidu vzhledem k magnetickému poli), vzniká elektrický obvod a tím prochází elektrický proud (Johnsen, Lohmann, 2005). Zmíněný princip popisuje mechanismus magnetorecepce u paryb a nejspíš i u mihulí, řady skupin ryb, vodních obojživelníků a ptakořitných savců (Vácha, Němec, 2007).

Druhý mechanismus magnetorecepce je založen na magnetitové hypotéze. Důležitá je přítomnost magnetických částic (často magnetitu) v tělech sledovaných živočichů. Magnetické částice mění svou orientaci vlivem geomagnetického pole. Protože jsou magnetitové částice napojeny na nervovou soustavu, můžou živočichové vnímat magnetické pole i minimální změny orientace. Za magnetoreceptor se zde považuje biologický tyčový magnet spojený s mechanoreceptorovým neuronem. Ten vnímá pohyb magnetu. Biologickým tyčovým magnetem je magnetit – biologicky produkováná látka, která vykazuje feromagnetické vlastnosti (Deutschlander, Muheim, 2010).

Třetím modelem je teorie radikálových párů. Probíhají zde složité chemické reakce, při kterých se tvoří radikálové páry. Ty jsou ovlivňovány magnetickým polem Země (Vácha, Němec, 2007). Radikálovým párem se rozumí dvě nabitě molekuly, které jsou od sebe udržovány v malé vzdálenosti molekulami rozpouštědla (Johnsen, Lohmann, 2005).

2.3.4. Výzkum magnetorecepce u živočišných druhů

Jeden z možných experimentů, kdy je vnímání magnetického pole testováno, se provádí v kruhové aréně. Uvnitř jsou pouze navigační magnetická vodítka, do středu se umístí živočichové, na kterých je prováděn výzkum a pozoruje se jejich chování. Zkoumáno bylo např. chování octomilek, čolků, želv nebo stavba obydlí termitů a hlodavců (Vácha, Němec, 2007).

Výzkum magnetorecepce proběhl také u nemigrujících ryb. Jednou z nich je kapr obecný (*Cyprinus Carpio* Linnaeus, 1758). V prosinci 2011 se tým českých vědců rozhodl k měření kaprů v kádích a jejich fotodokumentaci při tradičním vánočním prodeji v České

republice. Pro kapry v kádích bylo nutné po dobu měření omezit ovlivnění jiných faktorů, jako byly například světlo z pouličního osvětlení, nadměrný hluk a vibrace, přítok čerstvé vody a přítomnost lidí v blízkosti kádí. Výsledky studie potvrdily, že se většina kaprů za daných podmínek také rozmísťovala ve směru severo-jihní osy. Zajímavostí bylo, že v některých kádích převládalo postavení většiny ryb severním směrem, v jiných zase jižním (Hart a kol., 2012).

Výzkum zaměřený na vodní ptactvo potvrdil, že 13 ze 14 druhů vodních ptáků volí při přistání na vodní hladinu často severo-jihní orientaci. Směr přiletu v tom nehraje roli (Hart a kol., 2013).

Pozorování magnetorecepce bylo zaměřeno jak na migrující druhy živočichů, tak i na ty, kteří se na dlouhé cesty nepouštějí. Příkladem magnetorecepce u živočichů, kteří nemigrují, je studie založená na pozorování chovaného skotu, který je silně ovlivněn domestikací a také volně žijících jelenovitých. Zde se měření provádělo na kvalitních satelitních snímcích pořízených aplikací Google Earth. Pomocí snímků bylo možno v krátkém časovém intervalu změřit poměrně velké množství dat, což ušetřilo vědcům nejen spoustu času, ale také práce. Výsledkem bylo zjištění, že převážná část pozorovaných jedinců se projevuje takzvaným „pozičním chováním“ (Begall a kol., 2008).

Poziční chování je spontánní směrová reakce na magnetické pole. Zvířata při něm zaujmají postoj, který je pro ně pohodlný, přináší jim výhody a šetří energii (Begall a kol., 2013). Většina zvířat pozorovaných ve výše uvedeném výzkumu byla při pastvě a odpočinku nasměrována hlavou na sever, zhruba jedna třetina pak jižním směrem. Družicové snímky byly pořízeny na různých místech po celém světě a v různých ročních obdobích. Tím se dá zcela jistě vyloučit ovlivnění polohou Slunce, směrem a silou vanoucího větru či teploty vzduchu na směr podélných os jejich těl (Begall a kol., 2008).

Domestikovaný skot se často chová na pastvinách, které jsou ohraničeny elektrickým ohradníkem nebo je na pastvinách umístěno elektrické vedení. Pro výzkum magnetorecepce je nezbytně nutné se vyvarovat měření kusů stojících v blízkosti zdrojů elektrického napětí. Elektrickým vedením je totiž magnetické pole Země narušeno, což má vliv pochopitelně i na orientaci podle něj (Burda a kol., 2009).

Kromě skotu byly v rámci pozičního chování měřeny také zálehy různých druhů jelenovitých, které byly vyleženy ve sněhu. I zde se výzkum může pochlubit potvrzením orientace zálehů jelenovitých v severo-j jižním směru (Begall a kol., 2008).

Dalším zkoumaným volně žijícím živočichem byla liška obecná (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) pozorovaná při typickém lovu hrabošů, takzvaném „myškování“. Když liška vyhledává svou kořisti, nejdůležitějším smyslem je pro ní sluch. Povedlo se ale vypořadovat, že úspěch při lovu je ale také závislý na magnetorecepci. Liška se při myškování připlíží ke kořisti, vyskočí do výšky a hraboš je tak překvapen útokem shora. Útoky směřované severně měly daleko větší úspěšnost než v jiných směrech především ve sněhu nebo ve vysoké vegetaci, kde predátor s kořistí nemá vizuální kontakt. Další možností je, že liška využívá magnetorecepci k odhadu vzdálenosti od potenciální kořisti. Výzkum probíhal během různé denní doby, ročního období, oblačnosti či směru vanoucího větru (Červený a kol., 2011).

Vůbec poprvé byla magnetická orientace zkoumána také u psů. Vědcům se podařilo prokázat, že i psi při močení a vyprazdňování natáčejí své tělo severo-j jižním směrem. Velmi silně při tom ale mohou být ovlivněni přirozenými fluktuacemi magnetického pole Země, přičemž i nepatrné změny polarity se projeví v náhodném natočení jejich těl. Měření probíhalo po dobu dvou let u 70 psů 37 různých plemen. Během výzkumu se podařilo nasbírat poměrně velké množství dat (1893 pozorování při vyprazdňování a 5582 pozorování při močení) (Hart a kol., 2013).

3. Metodika

3.1. Charakteristika studovaného území

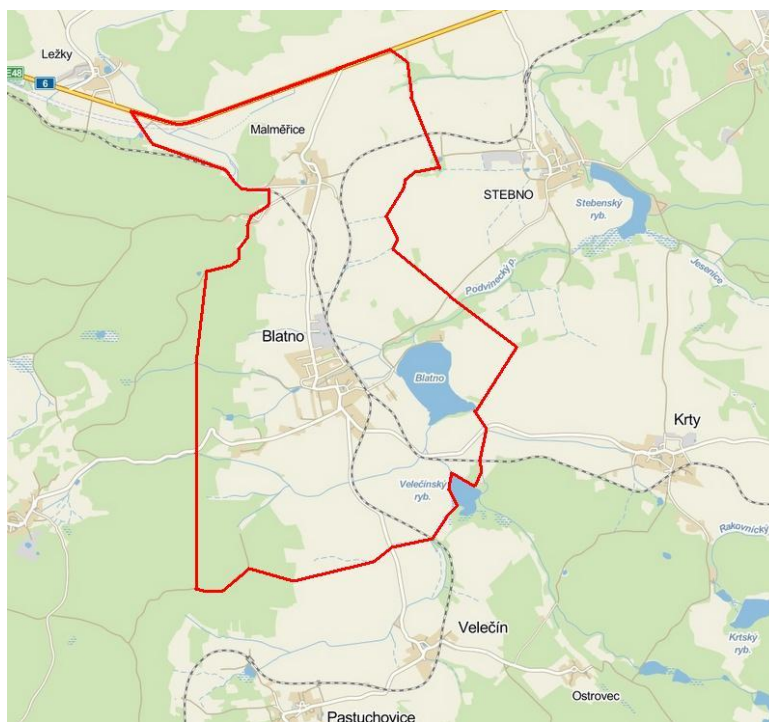
Nejpočetnější zastoupení ze spárkaté zvěře má stejně jako prozatím na většině území České republiky i v regionu Podbořanska zvěř srnčí a černá. V posledních letech se zde ale stále častěji a ve větších počtech setkáváme i se zvěří jelena siky, která se sem rozpíná z nedalekého Plzeňska. S ohledem na výskyt a početnost zde žijících druhů spárkaté zvěře byly pro výzkum diplomové práce vybrány hrabánky srnců jako projev teritoriálního chování u srnčí zvěře a škody vzniklé okusem a loupáním způsobené zvěří jelena siky. Tím byl zajištěn dostatek měřitelných dat pro diplomovou práci. Měření dat (jak hrabánek srnců, tak i okus a loupání siky) probíhalo ve dvou lokalitách. Hlavní lokalitou byla volná honitba Blatno (Obr. č. 5) a druhou vedlejší lokalitou byla honitba HS Jesenice – Kosobody (Obr. č. 6).

3.1.1. Honitba Blatno

Zmiňovaná honitba Blatno se nachází Podbořansku. Tento region spadající do bývalého okresu Louny vyplňuje jižní cíp Ústeckého kraje. I honitba je na samém jižním okraji. Její hranice tak z části opisují hranici kraje a navazují na Plzeňský a Středočeský kraj.

Jde o převážně polní honitbu. Z celkové výměry 1082 ha, zaujímají zhruba třetinu lesní pozemky. Pole jsou intenzivně zemědělsky obhospodařovaná. Z plodin se na nich pěstuje převážně pšenice, řepka a někdy žito, ječmen či oves pouze minimálně. Lesní porosty v honitbě jsou smíšené a převažují v nich listnáče. Vodní plocha je zastoupena jen jedním větším rybníkem s rozlohou zhruba 42 ha a několika menšími vodotečemi s nízkým průtokem. Průměrná nadmořská výška se pohybuje kolem 450 m. n. m.. Honitbu křížují dvě celkem frekventované železniční tratě (Plzeň – Most a Rakovník – Bečov nad Teplou). Na nich a na místních silničních komunikacích vznikají každým rokem nezanedbatelné škody na zvěři (především srnčí).

Jedná se o společenstevní honitbu pronajatou fyzické osobě, ve které vykonává právo myslivosti 11 aktivních myslivců. Normovanou zvěří je v honitbě pouze zvěř srnčí. Zatím má zde tato krásná spárkatá zvěř největší zastoupení. Normované stavy se pohybují každým rokem zhruba okolo 50 kusů, ale výsledky sčítání ukazují každoroční úbytek. Vzhledem k dodržování plánu lovu, je úbytek způsoben pravděpodobně úhynem kusů na otravu řepkou a ztrátami na silnicích a železnicích. Dále se tu vyskytuje také černá zvěř (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) a sičí zvěř. Ani jeden ze zmíněných druhů ale není normován. Důvodem je jejich sezónní výskyt pouze v době dozrávání pěstovaných zemědělských plodin případně náhodné návštěvy ze sousedních honiteb. Počet ulovených kusů těchto dvou druhů každým rokem stoupá. Ze žijících šelem zde má zastoupení hlavně liška obecná, v menší míře pak jezevec lesní (*Meles meles* Linnaeus, 1758) a v poslední době byl několikrát pozorován i mýval severní (*Procyon lotor* Linnaeus, 1758). Zástupci vodního ptactva jsou kachna divoká (*Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758), polák velký (*Aythya ferina* Linnaeus, 1758) a lyska černá (*Fulica atra* Linnaeus, 1758). Z drobné zvěře se zde vyskytuje v omezeném množství zajíc polní (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) a bažant obecný (*Phasianus colchicus* Linnaeus, 1758). Jejich stavy jsou zanedbatelné i přes veškerou snahu místních myslivců je zvýšit. Každým rokem se vypouští několik desítek uměle odchovaných jedinců bažanta obecného a ani jeden ze zmiňovaných druhů se již řadu let neloví.



Obr. č. 5: Honitba Blatno

(<http://www.mapy.cz/zakladni?x=13.3901024&y=50.1018634&z=13>)

3.1.2. Honitba HS Jesenice – Kosobody

Druhou lokalitou ve které probíhalo měření je honitba HS Jesenice – Kosobody. Ta leží na západním okraji Rakovnicka, v těsné blízkosti Podbořanského regionu. Spadá už tedy svým umístěním do Středočeského kraje. Nicméně přírodní podmínky jsou zde dá se říci totožné s první lokalitou.

Honitba má výměru 1014 ha. Větší polovinu zaujímá zemědělská půda (558 ha). Na zemědělsky intenzivně obhospodařované půdě se pěstuje nejvíce pšenice a řepka. Svě zastoupení zde mají ovšem v menší míře i trvalé travní porosty, které mírně zvyšují úživnost honitby. Ve smíšených lesích také převažují zástupci listnatých dřevin. Vodní plochu (celkem 24 ha) tvoří kaskáda 3 rybníků a několik vodotečí. Průměrná nadmořská výška je obdobná jako na první lokalitě (kolem 450 m. n. m.). Škody na zvěři způsobené automobilovou a vlakovou dopravou zde nejsou tak velké, protože intenzita provozu je zde podstatně nižší.

Společenstevní honitbu spravuje honební společenstvo ve vlastní režii. Právo myslivosti v ní vykonává 15 držitelů povolenek. Normovaná je zde taktéž pouze zvěř srnčí a to kolem 40 kusů. Hlavně na ní je soustředěna myslivecká péče. V hojné míře se zde vyskytuje zvěř černá a sičí, především v době dozrávání zemědělských plodin. Ve stejné době honitbou v ojedinělých případech migruje i zvěř vysoká. Výše odstřelu černé a sičí zvěře zde také každým rokem pozvolna stoupá. Z drobné zvěře má zastoupení pouze zajíc polní, jehož stavy jsou nízké. Bažant obecný se téměř nevyskytuje. Ani jeden ze zmiňovaných druhů není lovem obhospodařován. Ze šelem je hojně rozšířená především liška obecná. Složení vodního ptactva není nikterak pestré. Hlavní zástupci jsou totožní jako na první lokalitě, tedy kachna divoká, polák velký a lyska černá.



Obr. č. 6: Honitba HS Jesenice – Kosobody
(<http://www.mapy.cz/zakladni?x=13.3901024&y=50.1018634&z=13>)

3.2. Měření směrové orientace hrabánek srnčí zvěře

Aby bylo možno provést statistické vyhodnocení výsledků směrové orientace hrabánek srnců, bylo zapotřebí je vyhledávat a měřit. Měření hrabánek probíhalo na dvou lokalitách, v různých částech zmiňovaných honiteb. Pátrání po hrabánkách a jejich měření se konalo od května do července 2014, v různých denních dobách. V tomto ročním období, kdy vegetace ještě nebyla příliš vysoká a srnci si svá teritoria intenzivně označovali a bránili, nebyl problém dostatek hrabánek najít a změřit.

Po vyhledání bylo zapotřebí s jistotou určit, že jde o hrabánky a mohou být zahrnuty do naměřených dat. Při důkladnějším ohledání okolního prostoru se poblíž často nacházelo několik hrabánek blízko sebe. Staré hrabánky, u kterých už nebyl dobře znatelný směr hrabání a rýh od spárků, nebyly do měření zahrnuty. Samotné měření probíhalo určením

předpokládaného směru hlavy srnce, pomyslným vytyčením podélné osy hrabánky a odečtení azimutu sevřeného touto podélnou osou a severo-jihní osou.

Při sběru dat pro diplomovou práci sloužila k měření směrové orientace hrabánek z obou lokalit klasická buzola s přesností měření na desítky stupňů. Zapisování naměřených údajů proběhlo do přehledného předem připraveného zápisníku. Kromě směru hrabánek zapisovaného ve stupních bylo nutné do zápisníku zaznamenat ještě další důležité údaje. Uváděné informace zahrnovaly, na které lokalitě byly hrabánky nalezeny (zda šlo o les, louku, či jinou lokalitu), zda se místo hrabánkovaní nacházelo ve svahu (s jeho případnou orientací) nebo na rovině, směr linie (cesta, mez, kraj porostu) a datum a čas měření. Žádné hrabánky započítávané do měření se nenacházely ve svažitém terénu, ani v bezprostřední blízkosti vedení vysokého napětí nebo elektrických ohradníků.

Celkem bylo pro diplomovou práci na první lokalitě (honitba Blatno) zaznamenáno do zápisníku se všemi potřebnými údaji 183 hrabánek, na lokalitě číslo dvě (honitba HS Jesenice – Kosobody) pak 210 hrabánek. Následné statistické vyhodnocení dat bylo provedeno programem Oriana 4.01 (Kovach Computing).



Obr. č. 7: Hrabánky srnců (Kolibač, 2014)

3.3. Měření směrové orientace okusu a loupání zvěře jelena siky

Měření směrové orientace okusu a loupání způsobeným zvěří jelena siky probíhalo obdobně jako měření hrabánek srců. Bylo zapotřebí projít všechny části obou lokalit a vyhledávat škody způsobené okusem a loupáním. Vzhledem k občasnému výskytu sičí zvěře a způsobováním škod na obou lokalitách nedělalo potíže tyto škody vyhledat a změřit jejich směrovou orientaci. Do měření byla zahrnuta poškození různého stáří, takže nebyl problém s termínem sběru dat. Ten probíhal od listopadu 2014 do ledna 2015.

Vyhledávání zmiňovaných škod probíhalo v mladých, nejčastěji smrkových porostech. Několik dat bylo naměřeno také na mladých jedincích borovice. V tyčkovinách a tyčovínách se běžně nacházelo větší množství poškozených jedinců vhodných pro měření. Nejprve se bylo nutno přesvědčit, zda došlo k poranění dřeviny opravdu okusem či loupáním a ne jiným poškozením. Jiné poškození by nemohlo být zahrnuto do množiny dat. Při měření dat bylo téměř vždy snadné demonstrovat směr postavení a hlavy zvěře při okusu nebo loupání. Poškozením byla vedena pomyslná podélná osa a odečten azimut sevřený touto osou a směrovou severo-jihní osou.

K měření směrové orientace okusu a loupání byla na obou lokalitách použita klasická buzola s přesností měření na desítky stupňů stejně jako v případě měření hrabánek. Zapisování dat probíhalo do připraveného zápisníku. Kromě směru poškození bylo nutno uvést také druh poškození, druh poškozené dřeviny, její obvod kmene ve výšce 1,3 m uvedený v centimetrech, směr delší strany porostu, směr možného nebezpečí, směr rušivých vlivů a jejich vzdálenost a ostatní poznámky. Žádné měření nebyl provedeno v blízkosti vedení vysokého napětí nebo elektrických ohradníků.

Pro diplomovou práci bylo naměřeno na první lokalitě (honitba Blatno) 208 poškození způsobených okusem či loupáním, na druhé lokalitě (honitba HS Jesenice – Kosobody) potom 126 poškození. Statistické vyhodnocení dat bylo po naměření dat provedeno stejným programem Oriana 4.01 (Kovach Computing).



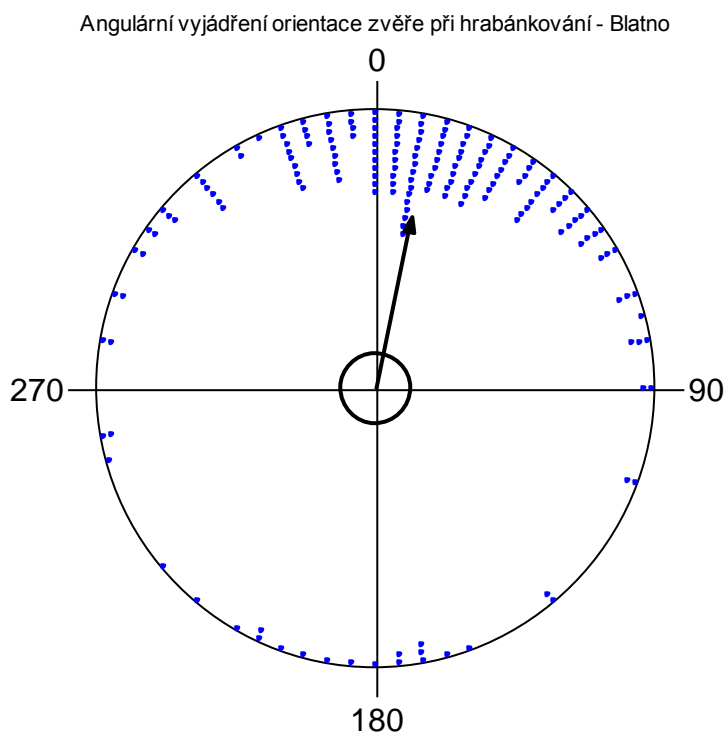
Obr. č. 8: Poškození loupáním zvěří jelena siky (Kolibač, 2014)

4. Výsledky

4.1. Hrabákování srnců

4.1.1. Hrabákování na lokalitě č. 1 (honitba Blatno)

Během sběru dat se na první lokalitě podařilo nalézt a změřit celkem 183 hrabánek srnců. Po provedeném statistickém vyhodnocení byla výstupem průměrná odchylka podélných os hrabánek od severo-jihní osy. Výsledné angulární vyjádření orientace srnců při hrabákování mělo průměrnou velikost naměřené odchylky $11,9^\circ$ a je vyobrazeno na grafu (Obr. č. 9). V případě, kdy šipka v grafu protíná okraje vnitřní kružnice, můžeme považovat výsledek za statisticky signifikantní. Základní statistické údaje byly zaznamenány v příložené tabulce (Tabulka č. 1).

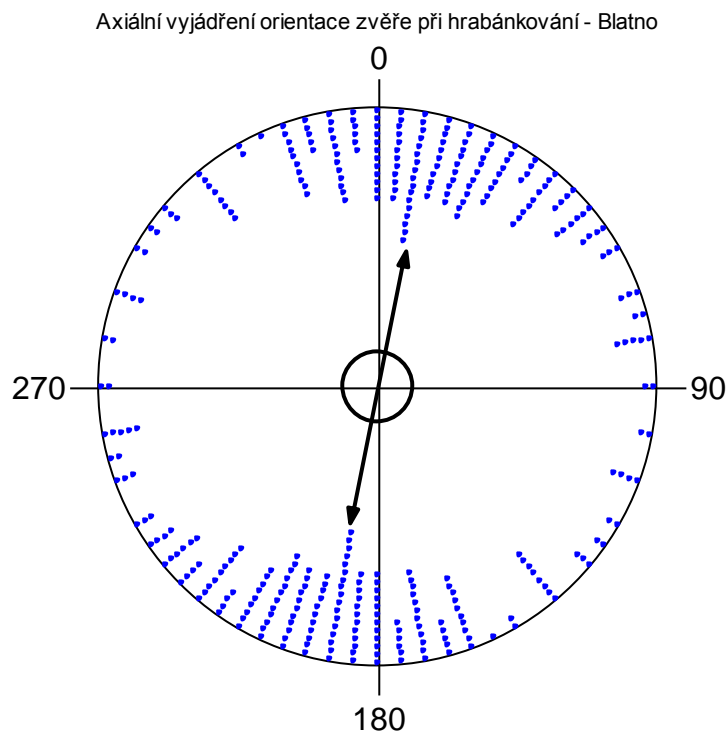


Obr. č. 9: Angulární vyjádření orientace hrabánek srnců na lokalitě č. 1

Variable	Angles
Data Type	Angles
Number of Observations	183
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	11,912°
Length of Mean Vector (r)	0,629
Concentration	1,634
Circular Variance	0,371
Circular Standard Deviation	55,149°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	72,458
Rayleigh Test (p)	< 1E-12
Rao's Spacing Test (U)	269,508
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

Tabulka č. 1: Základní statistické údaje – hrabánky srnců na lokalitě č. 1

Pro stejná data z první lokality bylo provedeno ještě axiální vyjádření orientace srců při hrabákování. Výsledný průměrný azimut vyšel i zde $11,9^\circ$. Stejně jako v prvním případě je vyobrazen na grafu (Obr. č. 10). I zde se jedná o statisticky signifikantní výsledek. V příložené tabulce (Tabulka č. 2) jsou zapsány základní statistické údaje.



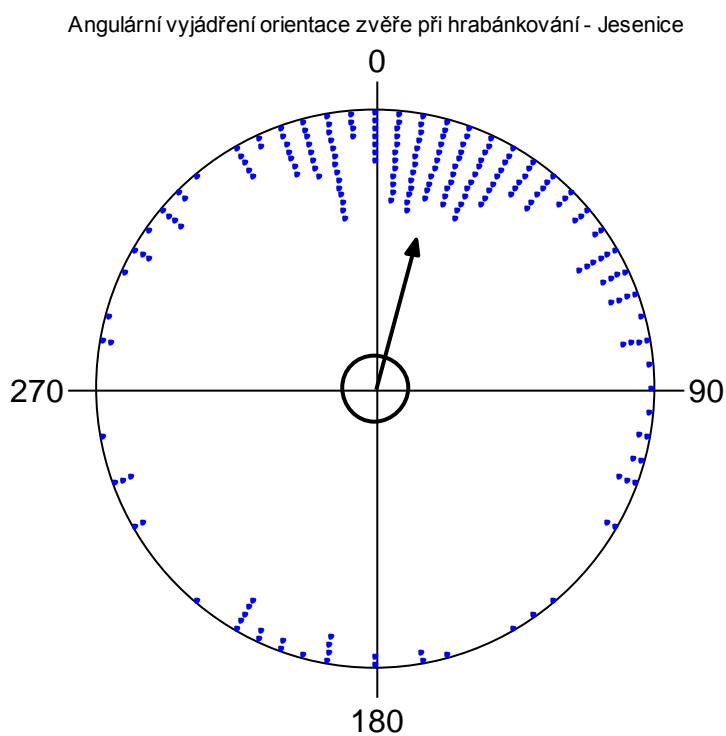
Obr. č. 10: Axiální vyjádření orientace hrabánek srců na lokalitě č. 1

Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	183
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	11,89°
Length of Mean Vector (r)	0,497
Concentration	1,143
Circular Variance	0,251
Circular Standard Deviation	33,853°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	45,291
Rayleigh Test (p)	< 1E-12
Rao's Spacing Test (U)	302,951
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

Tabulka č. 2: Základní statistické údaje – hrabánky srnců na lokalitě č. 1

4.1.2. Hrabánkovaní na lokalitě č. 2 (honitba HS Jesenice - Kosobody)

Na druhé lokalitě se povedlo najít a naměřit celkem 210 smčích hrabánek. Následným statistickým vyhodnocením u angulárního vyjádření orientace srnců při hrabánkovaní vyšla průměrná naměřená odchylka o velikosti $14,8^\circ$. Statisticky signifikantní výsledek lze pozorovat na grafu (Obr. č. 11). Ostatní statistické údaje jsou uvedeny v příložené tabulce (Tabulka č. 3).

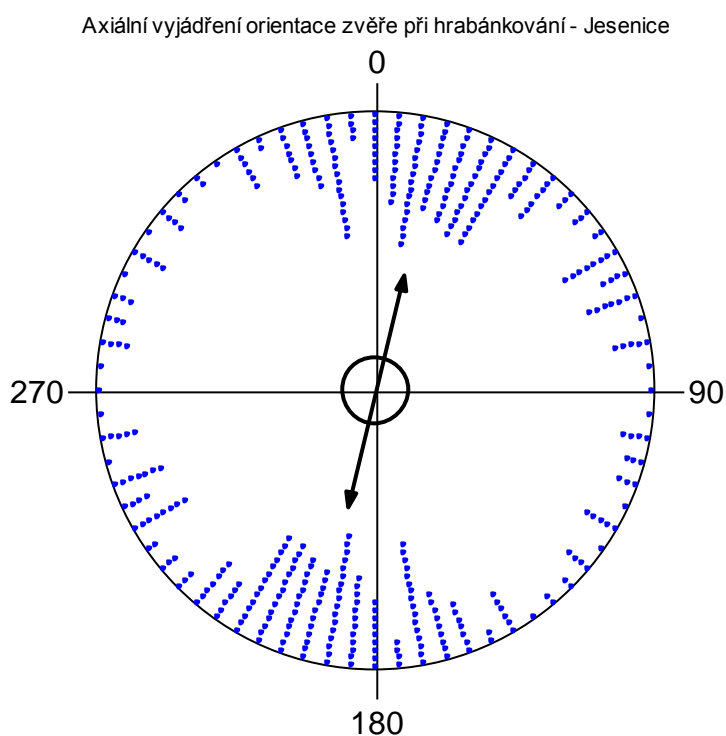


Obr. č. 11: Angulární vyjádření orientace hrabánek srnců na lokalitě č. 2

Variable	Angles
Data Type	Angles
Number of Observations	210
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	14,849°
Length of Mean Vector (r)	0,557
Concentration	1,344
Circular Variance	0,443
Circular Standard Deviation	62,009°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	65,092
Rayleigh Test (p)	< 1E-12
Rao's Spacing Test (U)	269,143
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

Tabulka č. 3: Základní statistické údaje – hrabánky srnců na lokalitě č. 2

Data z lokality č. 2 byla také ještě použita pro axiální vyjádření orientace hrabánek srců. Výsledná průměrná odchylka středové osy hrabánek od severo-jihní osy zde vyšla 13,6°. I zde je výstupem grafické vyobrazení statisticky signifikantních výsledků (Obr. č. 12). Přiložená tabulka (Tabulka č. 4) dokládá základní statistické údaje.



Obr. č. 12: Axiální vyjádření orientace hrabánek srců na lokalitě č. 2

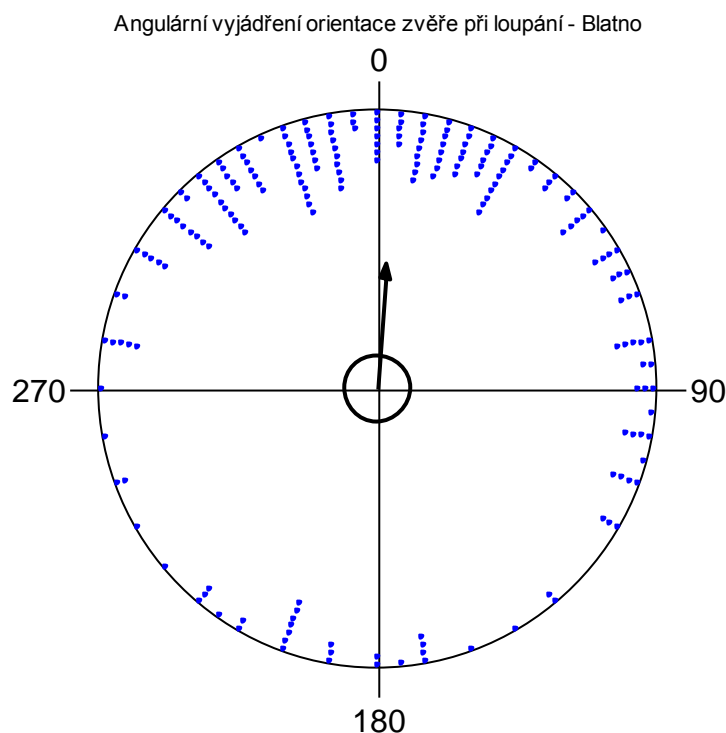
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	210
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	13,597°
Length of Mean Vector (r)	0,423
Concentration	0,933
Circular Variance	0,289
Circular Standard Deviation	37,58°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	37,573
Rayleigh Test (p)	< 1E-12
Rao's Spacing Test (U)	298,286
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

Tabulka č. 4: Základní statistické údaje – hrabánky srnců na lokalitě č. 2

4.2. Okus a loupání zvěří jelena siky

4.2.1. Okus a loupání na lokalitě č. 1 (honitba Blatno)

V případě směrové orientace okusu a loupání siky japonského bylo na první lokalitě do statistiky zahrnuto 208 naměřených dat. Po závěrečném statistickém vyhodnocení angulárního vyjádření orientace zvěře byla výsledkem průměrná odchylka podélných os měřených poškození od severo-jihní osy $3,4^\circ$. Výsledné angulární vyjádření orientace zvěře při loupání je zobrazeno na grafu (Obr. č. 13). Použitý statistický program Oriana 4.01 (Kovach Computing) označil i tento výsledek jako statisticky významný. Základní statistické údaje udává přiložená tabulka (Tabulka č. 5).

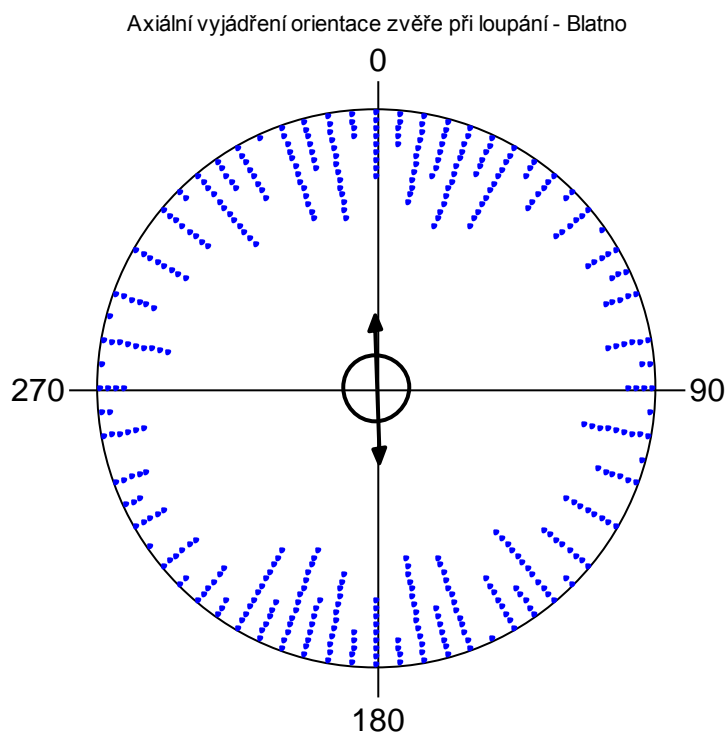


Obr. č. 13: Angulární vyjádření orientace zvěře jelena siky při loupání na lokalitě č. 1

Variable	Angles
Data Type	Angles
Number of Observations	208
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	3,373°
Length of Mean Vector (r)	0,45
Concentration	1,006
Circular Variance	0,55
Circular Standard Deviation	72,441°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	42,055
Rayleigh Test (p)	< 1E-12
Rao's Spacing Test (U)	270
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

Tabulka č. 5: Základní statistické údaje – loupání jelena siky na lokalitě č. 1

Pro data okusu a loupání naměřená na první lokalitě bylo vyhotoveno ještě axiální vyjádření orientace zvěře. Výsledkem byl průměrný azimut o velikosti $178,3^\circ$. Stejně jako v předchozích případech je vyobrazen na grafu (Obr. č. 14). I zde hovoříme o statisticky signifikantním výsledku. V příložené tabulce (Tabulka č. 6) jsou potom uvedeny základní statistické údaje.



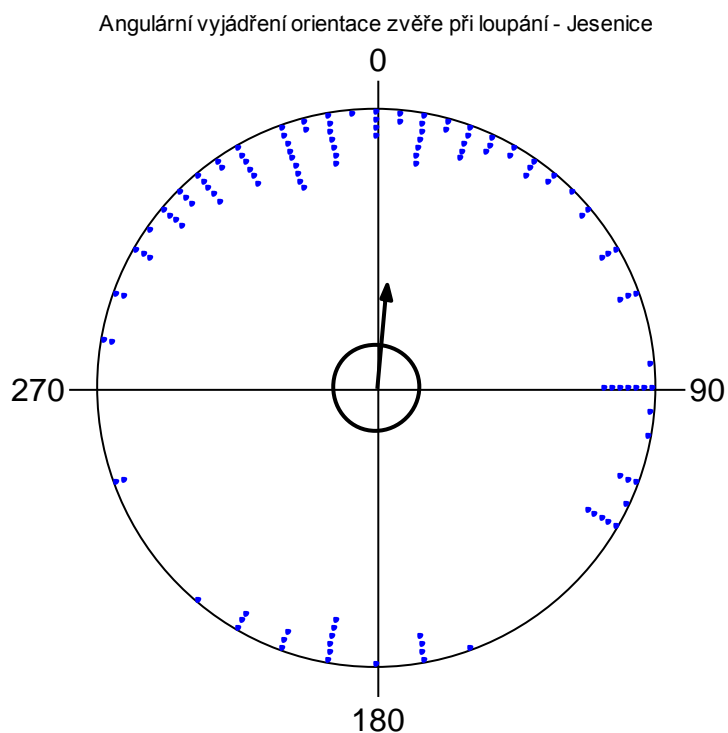
Obr. č. 14: Axiální vyjádření orientace zvěře jelena siky při loupání na lokalitě č. 1

Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	208
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	178,336°
Length of Mean Vector (r)	0,264
Concentration	0,547
Circular Variance	0,368
Circular Standard Deviation	46,766°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	14,479
Rayleigh Test (p)	5,15E-7
Rao's Spacing Test (U)	302,885
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

Tabulka č. 6: Základní statistické údaje – loupání jelena siky na lokalitě č. 1

4.2.2. Okus a loupání na lokalitě č. 2 (honitba HS Jesenice - Kosobody)

Na druhé lokalitě bylo nalezeno a změřeno celkem 126 poškození od siky. Po statistickém vyhodnocení angulárního vyjádření orientace síčí zvěře při loupání se povedla prokázat průměrná naměřená odchylka o velikosti $5,9^\circ$. Statisticky signifikantní výsledek je vyobrazen na grafu (Obr. č. 15). Ostatní statistické údaje dokládá přiložená tabulka (Tabulka č. 7).

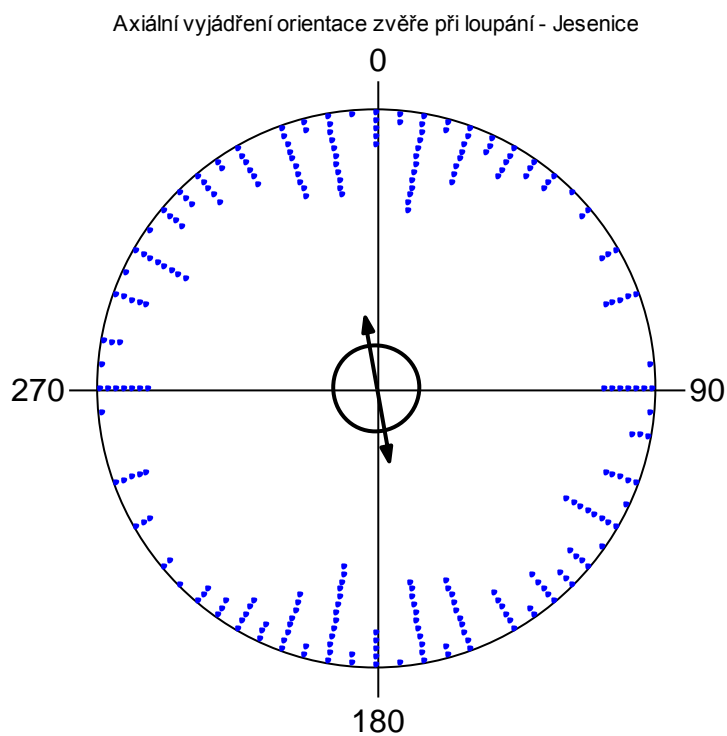


Obr. č. 15: Angulární vyjádření orientace zvěře jelena siky při loupání na lokalitě č. 2

Variable	Angles
Data Type	Angles
Number of Observations	126
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	5,921°
Length of Mean Vector (r)	0,371
Concentration	0,798
Circular Variance	0,629
Circular Standard Deviation	80,736°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	17,3
Rayleigh Test (p)	3,07E-8
Rao's Spacing Test (U)	242,857
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

Tabulka č. 7: Základní statistické údaje – loupání jelena siky na lokalitě č. 2

Aby byla data orientace zvěře jelena siky při okusu a loupání naměřená pro druhou lokalitu kompletní, bylo vytvořeno i axiální vyjádření orientace. Výsledkem byla průměrná odchylka o velikosti $170,3^\circ$. Výsledek je rovněž vyobrazen v grafu (Obr. č. 16). I v posledním případě se jedná o statisticky signifikantní výsledek. V níže přiložené tabulce (Tabulka č. 8) jsou potom zapsány základní statistické údaje.



Obr. č. 16: Axiální vyjádření orientace zvěře jelena siky při loupání na lokalitě č. 2

Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	126
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	170,275°
Length of Mean Vector (r)	0,264
Concentration	0,546
Circular Variance	0,368
Circular Standard Deviation	46,785°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	8,752
Rayleigh Test (p)	1,58E-4
Rao's Spacing Test (U)	274,286
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

Tabulka č. 8: Základní statistické údaje – loupání jelena siky na lokalitě č. 2

4.3. Shrnutí výsledků

Za pomoci použitého statistického programu Oriana 4.01 (Kovach Computing) byly získány výsledky diplomové práce, které potvrdily, že i spárkatá zvěř (v tomto případě srnčí a sičí zvěř) vyskytující se ve volných honitbách v okolí Podbořanska využívá vnímání magnetického pole Země při běžných projevech a činnostech ve svém životě.

Prvním předmětem zkoumání byla směrová orientace srnců při hrabákování. Výsledky prokázaly, že srnci při tomto teritoriálním projevu chování natáčejí své tělo ve většině případů severo-jihním směrem. Z programem zpracovaných grafů je mimo jiné patrné, že výsledky byly ve všech případech statisticky významné. Velikost odchylky na první lokalitě byla od severo-jihní osy $11,9^\circ$ (angulární i axiální vyjádření orientace srnců při hrabákování). Na druhé lokalitě vyšla odchylka $14,9^\circ$ (angulární vyjádření) a $13,6^\circ$ (axiální vyjádření orientace srnců při hrabákování).

Doplňkový výzkum směrové orientace zvěře jelena siky při okusu a loupání prokázal, že se i při páchání škod staví zvěř ve směru severo-jihní osy. Všechny výstupy byly statisticky signifikantní. Na první lokalitě byla velikost výsledného azimutu $3,4^\circ$ (angulární vyjádření) a $178,3^\circ$ (axiální vyjádření orientace sičí zvěře při loupání). Výsledkem na druhé lokalitě je odchylka o velikosti $5,9^\circ$ (angulární vyjádření) a $170,3^\circ$ (axiální vyjádření orientace sičí zvěře při loupání).

5. Diskuze

Výsledky diplomové práce, které jsou uvedeny v kapitole 4. Výsledky, jednoznačně potvrdily severo-jížní směrovou orientaci při hrabánkovaní srnců i při okusu a loupání sičí zvěře a to na obou zkoumaných lokalitách v severozápadních Čechách. Obě zkoumané činnosti vykonává zvěř zcela přirozeně při běžném chování.

Podobné přirozené chování popisuje u skotu a některých jelenovitých ve své studii i Begall a kol. (2008). Jednalo se o výzkum pozičního chování a využití magnetického pole Země u skotu a jelenovitých při odpočinku a pastvě. Studie potvrdila orientaci os těl zvířat při těchto každodenních činnostech ve většině případů přibližně severo-jížním směrem. I přes rozdílné získávání dat nebyl ve výsledcích téměř žádný rozdíl. Výzkum se rozhodla skupina vědců měřit na základě satelitních snímků prostřednictvím internetové aplikace Google Earth. Naproti tomu způsob získávání dat pro diplomovou práci spočíval v hledání a měření přímo v terénu. Velkou výhodou metody družicových snímků je možnost získání dat z různých míst celého světa a bezesporu menší časová náročnost. Problém může nastat v případech, kdy snímky nejsou příliš kvalitní. Kdežto terénní měření lze bez sebemenších potíží provádět i v lesním porostu. Nevýhodou terénního sběru dat může být omezení pouze na několik určitých lokalit a větší časová náročnost. Oba postupy měly za cíl vybírat pro měření ty lokality, ve kterých hrozily minimální rušivé vlivy pro zkoumaná zvířata (například lidská obydlí, turistické stezky, silnice).

Burda a kol. (2009) ve své studii dokázal, že by mohla přítomnost vedení vysokého napětí nebo elektrických ohradníků na pastvinách negativně ovlivnit poziční chování zvířat, které se nacházejí v jejich blízkosti. Elektřina v nich proudící ruší magnetické pole Země v okolí. Proto do měření nezapočítával data, která byla získána zhruba ve vzdálenosti do 50 metrů. Ani v diplomové práci nebyla tato data použita. Dodržování výše uvedených zásad a pravidel a také poměrně přesné měření dat vedlo k dosažení uspokojivých výsledků.

Pokud bychom zůstali v oblasti myslivosti, nelze opomenout výzkum Červeného a kol. (2011) věnovaný liškám a jejich chování při myškování. Při charakteristickém lovu hrabošů měly útoky na kořist směřované v severním směru větší úspěšnost než ve směrech jiných.

Jedním z důvodů volby tohoto zajímavého tématu pro diplomovou práci, byla aktuální oblíbenost a zájem veřejnosti o magnetorecepci. Ta se stala na poli české vědy fenoménem současné doby. To dokazuje řada výzkumů, které na vnímání magnetického pole Země v posledních letech probíhaly.

Za všechny lze jmenovat měření kaprů v kádích při vánočním prodeji, kterému se věnoval Hart a kol. (2012). Do té doby se rybám v oblasti magnetorecepce příliš velká pozornost nevěnovala. U vodního prostředí zůstal Hart a kol. (2013) i u dalšího výzkumu, který se zabýval vodním ptactvem a jeho směrem přistávání na vodní hladinu. Vůbec největšího úspěchu dosáhl Hart a kol. (2013) zřejmě se studií, která byla zaměřená na orientaci psů při močení a vyprazdňování. Téma, kterému se do té doby ještě nikdo nevěnoval, vzbudilo pozornost nejen odborné, ale i laické veřejnosti. Vědecký článek byl dokonce oceněn Ig Nobelovou cenou. Ig Nobelova cena je pro někoho možná úsměvné, ale jinak uznávané ocenění. Dostanou ho objevy, které podle definice „mají nejprve lidi rozesmát, ale poté je donutit k zamyšlení“. Rozhodně tím článek získal popularitu.

6. Závěr

Cílem diplomové práce bylo potvrdit vliv magnetického pole Země na teritoriální projevy chování u srnců (hrabánekování) a na okus a loupání u zvěře jelena siky japonského. Výzkum proběhl ve volných honitbách v severozápadních Čechách. Porovnáním výsledků diplomové práce se studii výše citovaných odborníků a vědců v problematice magnetorecepce jsem došel k závěru, že geomagnetické pole ovlivňuje směrovou orientaci uvedených druhů spárkaté zvěře, a to i v oblasti Podbořanska. Výsledky nashromážděných dat po statistickém zpracování potvrdily, že srnci při hrabánekování a zvěř jelena siky při loupání a okusu orientují svá těla ve většině případů ve směru severo-jihní osy. V obou případech a na dvou různých lokalitách byly jak při angulárním tak i axiálním vyjádření výstupy statisticky významné.

Výsledky studií, které potvrzují dosavadní informace o pozičním chování spárkaté zvěře a chovaného skotu, ale také ostatní studie zabývající se magnetorepcí jistě budou v budoucnosti značným přínosem pro další výzkum. Nahlédnutí do problematiky magnetorecepce pro mě bylo velmi přínosné a jistě bude velmi zajímavé pozorovat, kterým směrem povede cesta k dalším objevům a zda se vědcům v této oblasti povede odhalit další dosud nepotvrzené hypotézy.

7. Seznam literatury a použitých zdrojů

BEGALL S., BURDA H., ČERVENÝ J., GERTER O., NEFF-WEISE J., NĚMEC P., Further support for the alignment of cattle along magnetic field lines: reply to Hert et al. *J Comp Physiol A* 197 (2011): 1127 - 1133.

BEGALL S., BURDA H., MALKEMPER E. P., Magnetoreception in Mammals. *Advances in the Study of Behavior* 46 (2014): 45 - 88.

BEGALL S., ČERVENÝ J., NEFF J., VOJTĚCH O., BURDA H., Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer. *Proc Natl Acad Sci USA* 105 (2008): 13451 - 13455.

BEGALL S., MALKEMPER E. P., ČERVENÝ J., NĚMEC P., BURDA H., Magnetic alignment in mammals and other animals. *Mammalian Biology* 78 (2013): 10 - 20.

BURDA H., BEGALL S., ČERVENÝ J., NEFF J., NĚMEC P., Extremely low-frequency electromagnetic fields disrupt magnetic alignment of ruminants. *PNAS* 106 (2009): 5708 - 5713.

BURDA H., ČERVENÝ J., VOJTĚCH O., Magnetické krávy a internet přitahují. *Vesmír* 87 (2008): 2 - 5.

ČERVENÝ J., KAMLER J., KHOLOVÁ H., KOUBEK P., MARTÍNKOVÁ M., Encyklopedie myslivosti. Vydání první. Praha: Ottovo nakladatelství (2003): 591 s. ISBN 80-7181-901-8.

ČERVENÝ J., BEGALL S., KOUBEK P., NOVÁKOVÁ P., BURDA H., Directional preference may enhance hunting accuracy in foraging foxes. *Biology Letters* 7 (2011): 355 - 357.

DEUTSCHLANDER M. E., MUHEIM R., Magnetic Orientation In Migratory Songbirds. *Encyclopedia of Animal Behavior* 2 (2010): 314 – 323.

DRMOTA J., KOLÁŘ Z., ZBOŘIL J., Srnčí zvěř v našich honitbách. Praha: Grada Publishing a.s. (2007): 251 s. ISBN 978-80-247-2366-2.

FLYDAL K., KORSLUND L., REIMERS E., JOHANSEN F., COLMAN J. E., Effects of power lines on area use and behaviour of semi-domestic reindeer in enclosures. *International Journal of Ecology* 2009 (2009): 1 - 15.

FORST P., JIRÁK J., BROŽ V., KUČERA V., KOVÁČ J., NOVÁKOVÁ E., WURZINGER H., LANKAŠ K., ZELENÝ L., Myslivost. Vydání první. Praha: Státní zemědělské nakladatelství (1975): 479 s.

FREIRE R., BIRCH T. E., Conditioning to magnetic direction in the Pekin duck (*Anas platyrhynchos domestica*). *The Journal of Experimental Biology* 213 (2010): 3423 - 3426.

GUERRA P. A., GEGEAR R. J., REPERT S. M., A magnetic compass aids monarch butterfly migration. *Nat. Commun.* 5 (2014): 1 - 8.

HANZAL V., HROMAS J., KOVAŘÍK J., POLÁKOVÁ D., PONDĚLÍČEK J., HANÁK J., ZVOLÁNEK P., MEDKOVÁ M., Velká myslivecká encyklopedie – CD ROM. České Budějovice: Elektronické nakladatelství Grand (2008).

HART V., KUŠTA T., NĚMEC P., BLÁHOVÁ V., JEŽEK M., NOVÁKOVÁ P., BEGALL S., ČERVENÝ J., HANZAL V., MALKEMPER E. P., ŠTÍPEK P., VOLE CH., BURDA H., Magnetic Alignment in Carps: Evidence from the Czech Christmas Fish Market. *PLoS ONE* 7 (2012): 1 - 7.

HART V., MALKEMPER E. P., KUŠTA T., BEGALL S., NOVÁKOVÁ P., HANZAL V., PLESKAČ L., JEŽEK M., POLICHT R., HUSINEC V., ČERVENÝ J., BURDA H., Directional Compass Preference for Landing in Water Birds. *Frontiers in Zoology* 10 (2013): 1 – 10.

HART V., NOVÁKOVÁ P., MALKEMPER E. P., BEGALL S., HANZAL V., JEŽEK M., KUŠTA T., NĚMCOVÁ V., ADÁMKOVÁ J., BENEDIKTOVÁ K., ČERVENÝ J., BURDA H., Dogs are Sensitive to Small Variations of the Earth's Magnetic Field. *Frontiers in Zoology* 10 (2013): 1 - 12.

HROMAS J., BLÁHOVEC B., FEUREISEL J., KONFRŠT A., KOVAŘÍK J., KUČERA V., LANKA K., MLEJNEK J., NOVÁK R., Myslivost. Písek: Matice lesnická s. r. o. (2008): 559 s. ISBN 978-80-86271-00-2.

CHADIMA M., Magnetismus Země (online). Vystaveno 2003. Dostupné z: <http://www.sci.muni.cz/~chadima/geomagnetismus/Geomagnetismus1.pdf>.

JANDAČKA P., BURDA H., PISTORA V., Magnetically-induced behaviour of ferritin corpuscles in avian ears: can cuticulosomes function as magnetosomes?. *Journal of the Royal Society Interface* 2014 (2014): 1 - 27.

JOHNSEN S., LOHMANN K., The Physics and Neurobiology of Magnetoreception. *Nature Reviews Neuroscience* 6 (2005): 703 – 712.

KOLEKTIV OMS PRAHA 3, Penzum znalostí z myslivosti. Vydání VIII. Praha: Druckvo spol. s r. o. (2007): 699 s. ISBN 978-80-239-8606-8.

KRYLOV V. V., IZYUMOV Y. G., IZVEKOV E. I., NEPOMNYASHCHIKH V. A., Magnetic Fields and Fish Behavior. *Biology Bulletin Reviews* 4 (2014): 222 – 231.

LANDLER L., GOLLMANN G., Magnetic orientation of the Common Toad: establishing an arena approach for adult anurans. *Frontiers in Zoology* 8 (2011): 1 - 9.

LOHMANN K. J., LOHMANN C. M. F., Detection of magnetic inclination angle by sea turtles: A possible mechanism for determining latitude. *The Journal of Experimental Biology* 194 (1994): 23 - 32.

LOHMANN J. K., Magnetic – field perception. *Nature* 464 (2010): 1140 - 1142.

MAFFEI M. E., Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution. *Front.PlantSci.* 5 (2014): 1 - 15.

MAREK C., BISSANTZ N., CURIO E., SIEGERT A., TACUD B., ZIGGEL D., Spatial orientation of the Philippine bent-toed gecko (*Cyrtodactylus philippinicus*) in relation to its home range. *Salamandra* 46 (2010): 93 – 97.

MARTÍNEK F., Magnetické pole Země (online). Vystaveno 7.1. 2004 (2004-01-07). Dostupné z: <http://www.astro.cz/clanek/tisk/1188>.

NEČAS J., Srnčí zvěř. Praha: Státní zemědělské nakladatelství (1975): 302 s.

OLMER J., PINTÉR Š., Sluneční vítr. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie* 20 (1975): 84 – 90.

RODDA G. H., The orientation and navigation of juvenile alligators: evidence of magnetic sensitivity. *Journal of Comparative Physiology A* 154 (1984): 649 – 658.

SCHERER P., Srnčí zvěř I. Klatovy: Dragon Press s.r.o. (2012): 331 s. ISBN 978-80-260-3183-3.

VÁCHA M., KVÍČALOVÁ M., PŮŽOVÁ T., American cockroaches prefer four cardinal geomagnetic positions at rest. *Behaviour* 147 (2009): 425 - 440.

VÁCHA M., NĚMEC P., Kompas a mapa: Orientace v geomagnetickém poli. *Vesmír* 86 (2007): 224 - 228.

VÁCHA M., NĚMEC P., Mechanizmy magnetorecepce: Jak živočichové vnímají geomagnetické pole Země. *Vesmír* 86 (2007): 284 - 289.

VÁLKOVÁ T., VÁCHA M., How do honeybees use their magnetic compass? Can they see the North?. *Bulletin of Entomological Research* 102 (2012): 461 - 467.

VANDERSTRAETEN J., BURDA H., Does magnetoreception mediate biological effects of power-frequency magnetic fields. *Science of the Total Environment* 417 - 418 (2011): 299 - 304.

VANDERSTRAETEN J., GILLIS P., Theoretical evaluation of magnetoreception of power-frequency fields. *Bioelectromagnetics* 31 (2010): 371 - 379.

WILTSCHKO R., STAPPUT K., BISCHOF H. J., WILTSCHKO W., Light-dependent magnetoreception in birds: increasing intensity of monochromatic light changes the nature of the response. *Frontiers in Zoology* 4 (2007): 1 - 12.

WILTSCHKO R., WILTSCHKO W., Magnetic compass orientation in birds and its physiological basis. *Naturwissenschaften* 89 (2002): 445 - 452.

WILTSCHKO R., WILTSCHKO W., Magnetoreception. *BioEssays* 28 (2006): 157 – 168.

WILTSCHKO R., WILTSCHKO W., Magnetoreception in birds: two receptors for two different tasks. *Journal of Ornithology* 148 (2007): 61 - 76.

8. Přílohy

Příloha č. 1: Hrabánky srnců (Kolibač, 2014)



Příloha č. 2: Loupání siky (Kolibač, 2014)

