

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



Vliv magnetismu na teritoriální chování srnčí zvěře na Karlštejnsku

Bakalářská práce

Autor: Monika Mládková

Obor: Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

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

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Monika Mládková

Lesnictví

Název práce

Vliv magnetismu na teritoriální chování zvěře na Karlštejnsku

Název anglicky

Influence of magnetism on the territorial behavior of roe deer in the area of Karlštejn

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zpracování literární rešerše k problematice magnetismu a sledování magnetické orientace srnčí zvěře při hrabákování na Karlštejnsku.

Metodika

V bakalářské práci se zaměříte na zpracování literární rešerše k dané problematice a zdokumentování vlivu magnetismu na teritoriální chování srnčí zvěře ve zvolené oblasti. Získaná data statisticky vyhodnotíte. Součástí práce bude ekonomická analýza hospodaření vybraného mysliveckého sdružení.

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran

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., Wiltchko, W. & Wiltchko, R. 1990 Magnetic compass orientation in the subterranean rodent *Cryptomys hottentotus* (Bathyergidae, 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 26. 02. 2015

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Vliv magnetismu na teritoriální chování srnčí zvěře na Karlštejnsku vypracovala samostatně pod vedením Ing. Petry Novákové, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, 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 26. 02. 2015

Monika Mládková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Petře Novákové, Ph.D. za odborné vedení, připomínky a rady, kterými mi byla nápomocna při zpracování této práce.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá vlivem zemského magnetismu na teritoriální chování srnčí zvěře. Konkrétní pozorování probíhala na honebních pozemcích mysliveckého sdružení Mořina. Zde probíhal sběr dat přímo v terénu včetně zaměření směru teritoriálních projevů ve formě hrabánek vzhledem k zemské magnetické ose. Ze získaných údajů byl vypočten výsledný vektor, který představuje preferovaný směr při hrabání. Zpracované výsledky ukazují určitou preferenci severojižní osy při teritoriálním chování srnčí zvěře. Ovšem ve srovnání s údaji z měření skotu a jelení zvěře při odpočinku není preference tak výrazná. Důvodem mohl být také malý počet změřených dat. Součástí bakalářské práce je i ekonomická analýza mysliveckého sdružení Mořina.

Klíčová slova: Magnetické vnímání, magnetické pole, magnetický alignment, magnetorecepce, *Capreolus capreolus*

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the influence of geomagnetism on the territorial behavior of roe deer. Specific observations took place on the hunting ground of the Mořina Hunting Association. There, straight in the field, were collected data and the orientation of territorial expressions was found out in the form of raking in relation to the earth magnetic axis. Final vector, that represent preferred direction of the raking area, was calculated from the data. Results show a preference of north-south axis in the territorial behaviour of the deer. However, in the comparison with data from measurements of cattle and deer at rest, the preference is not so significant. The reason could be also a small number of measured data. The bachelor thesis includes the economical analysis of the Mořina Hunting Association.

Key words: Magnetic perception, magnetic field, magnetic alignment, magnetoreception, *Capreolus capreolus*

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Smččí zvěř	11
2.1. Zařazení druhu	11
2.2. Areál výskytu a biotop	11
2.3. Popis druhu a potrava	11
2.4. Biologie druhu	12
2.5. Etologie	13
3. Mechanismy magnetorecepce	15
3.1. Magnetický kompasový smysl.....	15
3.1.1. Polaritní kompas	16
3.1.2. Inklináční kompas.....	16
3.2. Magnetický mapový smysl	16
3.3. Mechanismy magnetorecepce	17
3.4. Magnetorecepce bakterií a hmyzu	18
3.5. Magnetorecepce ryb.....	18
3.5.1. Magnetorecepce obojživelníků	19
3.5.2. Magnetorecepce plazů	19
3.6. Magnetorecepce ptáků	20
3.7. Magnetorecepce savců	21
3.7.1. Magnetorecepce psů	21
3.7.2. Magnetorecepce delfinovitých.....	21
3.7.3. Magnetorecepce spárkaté zvěře	22
4. Lokality.....	23
4.1. Lokalita Holý vrch	23
4.2. Lokalita Studený	24

4.3. Lokalita V Borovém	25
4.4. Lokalita Skalice	26
5. Metodika práce	27
5.1. Metodika statistické analýzy.....	28
5.2. Ekonomická analýza hospodaření MS Mořina	29
6. Výsledky	31
7. Diskuse.....	38
8. Závěr	39
9. Seznam použité literatury	40

Seznam obrázků

obrázek č. 1 – Mapa lokality Holý vrch.....	23
obrázek č. 2 – Mapa lokality Studený.....	24
obrázek č. 3 – Mapa lokality V Borovém.....	25
obrázek č. 4 – Mapa lokality Skalice.....	26
obrázek č. 5 – Srnčí hrabánek.....	27
obrázek č. 6 – Srnčí hrabánek a otluček.....	28
obrázek č. 7 – Axiální vyhodnocení dat z lokality Holý vrch.....	31
obrázek č. 8 – Axiální vyhodnocení dat z lokality Studený.....	32
obrázek č. 9 – Axiální vyhodnocení dat z lokalit V Borovém.....	33
obrázek č. 10 – Axiální vyhodnocení dat z lokality Skalice.....	35
obrázek č. 11 – Axiální vyhodnocení dat všech čtyř lokalit.....	36

Seznam tabulek

tabulka č. 6 – Roční náklady MS Mořina za rok 2014.....	29
tabulka č. 7 – Roční výnosy MS Mořina za rok 2014.....	30
tabulka č. 1 – Výsledky statistické analýzy dat z lokality Holý vrch.....	31
tabulka č. 2 – Výsledky statistické analýza dat z lokality Studený.....	33
tabulka č. 3 – Výsledky statistické analýzy dat z lokality V Borovém.....	34
tabulka č. 4 – Výsledky statistické analýzy dat z lokality Skalice.....	35
tabulka č. 5 – Výsledky statistické analýzy dat ze všech čtyř lokalit.....	36

1. Úvod

Život na Zemi se vyvíjel po několik miliard let. Je možný jen díky několika jevům, jako je např. tepelná energie nebo rotace Země. Díky rotaci také vzniká magnetické pole Země, které je důsledkem pohybu zemského jádra. Schopnost, díky níž živočichové umí vnímat magnetické pole k orientaci a navigaci, zůstává stále otevřená. Mnoho provedených pokusů dokazuje, že živočichové jsou schopni využívat magnetické pole Země (Vácha 1995). Schopnost vnímání magnetického pole a využívání jeho informací se nazývá magnetorecepce. Prvopočátky zkoumání magnetorecepce u živočichů sahají až k druhé polovině 19. století (Wiltschko, R., Wiltschko W. 2006). Živočichové používají magnetorepceci zejména tehdy, když jsou ostatní smysly potlačeny nebo je nelze využívat (např. ve tmě, při zatažené obloze). Tato schopnost byla pozorována a prokázána u organismů od bakterií přes měkkýše, hmyz, ryby, obojživelníky, ptáky až k savcům (Vácha 1995).

Spárkatá zvěř je z hlediska magnetorecepce méně prozkoumanou skupinou. Byla prokázána u stád pasoucího a odpočívajícího skotu a jelení zvěře. Při odpočinku studie ukázala, že zvěř preferuje natočení těl v severojižní ose. Zvěř se stavěla tak, aby jejich těla byla orientována podél siločar magnetického pole Země (Begall a kol. 2008).

Cílem bakalářské práce je rozšířit poznatky o vnímání magnetického pole živočichy a také o využívání tohoto smyslu v prostoru. Hlavním cílem je získání údajů o hrabánkování srnčí zvěře a statistické vyhodnocení dat. Cílem je také ekonomická analýza mysliveckého sdružení Mořina.

2. Srnčí zvěř

2.1. Zařazení druhu

Srniec obecný (*Capreolus capreolus*, Linnaeus, 1758) je zařazen do řádu sudokopytníků (Artiodactyla). V tomto řádu je zařazen do čeledi jelenovitých (Cervidae). Čeleď se dále dělí na nižší jednotky podle morfologického utváření záprstních kůstek (*ossa metacarpalia*) na přední končetině. Z původních několika paralelně uspořádaných kostí si u dnešních druhů zachovala funkční význam pouze kost jediná a ostatní se vyskytují jako drobné laterální rudimenty (boční zakrnělé orgány), které se při pohybu již funkčně neuplatňují. Druhy, u kterých se tyto rudimenty zachovaly v proximální oblasti záprstní kosti (vzdálenější od konce běhu), se nazývají plesiometakarpální, druhy s rudimenty v distální oblasti jsou telemetakarpální. Srniec obecný patří mezi druhy telemetakarpální (Vach 1993).

2.2. Areál výskytu a biotop

Srnčí zvěř žije na rozsáhlém území Evropy a Asie od pobřeží Atlantského oceánu na západě až k břehům Tichého oceánu na východě. Nejsevernější oblast výskytu zasahuje k polárním kruhu. Nejjižněji se srnčí zvěř vyskytuje v Sýrii, v příkaspických částech Íránu a ve střední Číně (Vach 1993). Jako zvěř původně obývala okraje stepi a lesostepi. Dnes se u nás srnčí zvěř vyskytuje převážně v otevřené krajině s menšími lesíky, křovinami a poli. Díky své přizpůsobivosti žije i na intenzivně obhospodařovaných zemědělských krajinách v nížinách až po souvislé lesy v horských oblastech (Červený a kol. 2003).

2.3. Popis druhu a potrava

Zbarvení srnčí zvěře se periodicky mění v různých ročních obdobích a dochází ke střídání letní a zimní srsti. Základní zbarvení letní srsti je u dospělé zvěře červenohnědé, zimní šat je nažloutle šedý až šedohnědý. Spodina hrudi, břicho a vnitřní část běhů jsou šedavě nažloutlé, na zadku tvoří bílá srst jasně ohraničenou skvrnu – obřítek. Obřítek je nejvíce patrný v zimním šatu. Ve zbarvení se mohou někdy objevit nápadné odchylky, nejčastěji je to černá nebo bílá srst. Tyto odchylky jsou způsobeny jednoduchými změnami dědičných genů - mutací.

Tělo srnce je krátké, válcovité, s dlouhým štíhlým krkem a štíhlými běhy. Délka těla u srnčí zvěře se pohybuje mezi 90 až 110 cm. Průměrná výška v kohoutku u srnců

je 72,3 cm a u srn 69,6 cm. Hmotnost srnce se pohybuje okolo 25 kg a u srny kolem 20 kg. Velikost i hmotnost zvěře se zvyšuje od jihu k severu a od západu na východ. Srnci ve Skandinávii mohou dosahovat hmotnosti až 35 kg (Vach 1993).

Srnčí zvěř je velmi náročná na potravu. Při letní pastvě si nejraději vybírá z lučních porostů hlavně bobovité rostliny, vyhledává pole s jetelem a hrachem. Brzy na podzim (již v září) sbírá plody a semena rostlin. V zimě srnčí okusuje pupeny a ohryzává zelenou kůru zvláště měkkých dřevin (osika, jeřáb, střemcha) a keřů (maliník, ostružiník, bez černý). Na jaře vyhledává nejrůznější rašící byliny (jetel, vojtěška) a rašící pupeny dřevin. Srnčí zvěř má velmi v oblibě sůl. Denní aktivita srnčí zvěře je rozdělena na pastvu (15 až 20 %), přežvykování (20 až 25 %), odpočinek (30 až 40 %), spánek (5 %) a přecházení (10 až 15 %) (Vach a kol. 2010).

2.4. Biologie druhu

Srnec při říji pokládá vždy jednu srnu, teprve když její říjnost po 4–5 dnech skončí, vyhledává další. Vývoj zárodku trvá zhruba 5 měsíců, ale díky utajené březosti, která trvá 40–41 týdnů rodí srny koncem května a začátkem června. Rodí většinou 1–2 mláďata. Někdy dojde k průběhu říje až na podzim nebo na začátku zimy a díky tomu se doba utajené březosti zkracuje nebo není vůbec. Srnčata přecházejí na zelenou stravu od třetího týdne, ale kojena jsou ještě asi tři měsíce. Srnčí zvěř pohlavně dospívá zhruba ve stáří 16 měsíců. Zvěř se po většinu roku vyskytuje jednotlivě na malém území. V zimě se ovšem sdružuje do různě velkých tlup (Červený a kol. 2003).

Srnčí tlupy jsou založeny na rodinné jednotce, kterou tvoří srna se srnčaty. Zimní tlupy většinou vede zkušená vedoucí srna ve věku 3 až 6 let. Tato srna bývá často nahrazována jinou srnou. Tlupy srnčí zvěře mají určitý ochranný systém. V polovině března se srnci začínají vzdalovat od tlup. Začíná vzrůstat agresivita mezi silnými srnci. Srnci se vzdalují do svých budoucích teritorií. Teritorium je část území v honitbě, která splňuje v současných podmínkách požadavky srnce (dostatečný kryt, klid, dostatek potravy). Velikost teritoria je přímo úměrná kvalitě daného prostředí. Velikost bývá od 3 až do 15 ha. Pokud lze na malé ploše najít požadované parametry, můžeme velikost teritoria určit od 3 do 5 ha. Tam, kde jsou podmínky špatné, bývá teritorium větší, a to od 10 do 15 ha. Jeho velikost zpravidla určuje tvar krytu, terénu a rozmístění potřebných pevných bodů, které si srnec značí otloukáním. Srnci si teritorium značí hrabánkováním, ostrouháváním stromků, keřů, ale i vyšších rostlin, a otíráním pachových žláz mezi pučnicemi a na krku. (Vach 2010)

2.5. Etologie

V době, kdy volně žijící populace ovlivňovaly pouze přírodní mechanismy, byly poměry pohlaví i věková skladba v rovnováze s kvalitou životního prostředí. Současné s tím se i populační hustota udržovala funkcí regulačních faktorů na optimální úrovni. V dnešní době, kdy převážnou část zásahů do populace provádí člověk, dochází k výrazným rozporům mezi potřebou a možností. V populaci, která je ovlivňována pouze přírodními regulačními faktory, převládal poměr pohlaví u dospělých jedinců 1:1. V populacích, které jsou více ovlivňovány predací velkých šelem, je poměr pohlaví výrazně vyšší ve prospěch samců. Poměr dospělých jedinců 1 : 1 zajišťuje vyváženou reprodukci druhu a zabraňuje výrazným výkyvům v populační hustotě. Z hlediska ekologického a genetického je tento poměr ideální. V tomto případě můžeme předpokládat, že se v říji uplatní teritoriální srnci, tím dochází ke zvyšování genetického potenciálu. V případě poměru pohlaví ve prospěch srn se neuplatňuje téměř žádný kvalitativní výběr a taková populace se nezkvalitňuje, ale zhoršuje. Věková skladba je dalším důležitým ekologickým faktorem, který ovlivňuje strukturu populace. V optimálních životních podmínkách se každoročně po rozpadu zimních tlup vytváří nová populační struktura. Na věkovou skladbu populace má vliv celá řada faktorů, jako je životní prostředí, průběh zimního počasí, ale hlavně odstřel. Lov je ovlivňován individualitou lovců, plánem lovu i loveckou příležitostí. Úprava věkové skladby je nutná pro udržení stability populační struktury žijící na daném území. Kvalita životního prostředí, poměr pohlaví a věková skladba ovlivňují populační hustotu. Populační hustota přímo ovlivňuje tělesnou hmotnost, parožení, reprodukci a úmrtnost. Zvyšování populační hustoty nad optimum je příčinou zhoršování kvality populace (Vach 1993). Hrabánkovaní je shrabávání lesní hrabanky a drnu až na minerální půdu. Hrabání se považuje za projev agresivity, což se nejvíce uplatňuje při optickém kontaktu s ostatními srnci a také při dobývání srny v říji. Hrabánkovaní je významné v tom, že pachové žlázy přenesené na minerální zem jsou stálejší než na suché hrabance (Vach 1999).

Začátek říjné aktivity srn spadá s místními rozdíly přibližně do 2. poloviny července a 1. poloviny srpna. Teritoriální systém srnčí zvěře umožňuje srně, aby si skutečně sama vybrala otce svého budoucího potomstva. Její domovské okrsky zasahují většinou do několika teritorií, záleží jen na srně, kterému teritoriálnímu srnci dá přednost. Jestliže se srna rozhodne opustit dané teritorium, srnec jí v tom nemůže

zabránit. Srnci vyhledávají srny jen na území vlastního teritoria. Na začátku říjnosti srny, kdy ještě není v ovulaci, začíná srnec srnu honit. Pár se při honičkách pohybuje v teritoriu, ale srna se z něho často dostane ven. Teritoriální srnec se snaží srně v útěku zabránit. Honičky nemají přesný řád a tvar. Při vrcholu ovulace srna výrazně zvolní běh a srnec je v těsné blízkosti za srnou. Potom se srna zastavuje a nechá se srncem pokládat (Vach 1993).

3. Mechanismy magnetorecepce

Už po staletí se vědci pokouší zjistit příčiny migrace živočichů. Rok od roku roste počet důkazů, že se živočichové orientují pomocí smyslu pro geomagnetické pole. Smysl pro vnímání geomagnetického pole přichází ke slovu, teprve když na ostatní smysly přestává být spolehnutí, např. za tmy, při zatažené obloze nebo pod zemí. Při praktickém studiu nastává problém, protože živočichové nepoužívají k orientaci jen magnetické pole Země. Například ptáci k určení směru používají též polohu Slunce, hvězd a polarizované světelné oblohy (Vácha 2007). Živočichové používají dva druhy navigačních informací, které poskytuje magnetické pole Země. Dokáží využívat magnetický vektor, ze kterého vychází magnetický kompas, anebo intenzitu magnetického pole Země – magnetickou mapu (Wiltschko, R., Wiltschko, W. 2006). Tyto smysly se také dají nazývat kompasový smysl a mapový smysl. Někteří živočichové dokáží využívat oba dva (Vácha 2007).

3.1. Magnetický kompasový smysl

Při kompasovém smyslu se stanoví úhel (azimut) mezi směrem trasy a severojižní magnetickou osou. Pokud je při pohybu azimut konstantní, tvor má jistotu, že se neodchýlil od přímého směru. Abychom určili polohu, musíme mít dva na sebe kolmé gradienty jisté veličiny, které stoupají nebo klesají s geografickou šířkou a délkou. Sklon celkového magnetického vektoru od vodorovné roviny se rovnoměrně mění od 90 stupňů na severním k -90 stupňům na jižním magnetickém pólu. Hodnota inklinace může velmi dobře informovat o vzdálenosti od rovníku. A její orientace o tom, zda jsme na severní, nebo na jižní polokouli. Severojižní gradient existuje. Východně-západní gradienty také existují. Migrující živočichové zpravidla nepotřebují homogenní síť celoplanetárního rozsahu. Zpravidla se přesouvají v určitých koridorech (v rádech od desítek po tisíce kilometrů). V těchto oblastech může existovat jen jedno místo s dvěma jedinečnými magnetickými souřadnicemi. Tyto souřadnice dávají pokyn k obratu určitým směrem, další cesta může být odvozena ze znalosti dalších gradientů. Takovéto znalosti jsou buď vrozené, nebo se získávají na základě zkušeností podle klasických orientačních vodítek.

Byly zjištěny dva druhy kompasů: polaritní a inklináční kompas (Vácha 2007).

3.1.1. Polaritní kompas

Polaritní kompas pracuje na podobném způsobu jako běžný kompas. Využívá směru horizontální složky magnetického pole Země k rozlišení „sever“ a „jih“. Obrácení vertikální složky nemá vliv na orientaci zvířat (Wiltschko, R., Wiltschko W. 1995; Wiltschko, R., Wiltschko W. 2006). Živočich určuje úhel mezi směrem svého pohybu a severojižním směrem (Deutschlande, Muheim 2010). Tento typ kompasu používají například hlodavci (Wiltschko, R., Wiltschko W. 2006).

3.1.2. Inkliniční kompas

Inkliniční kompas nevyužívá polaritu, ale vychází z axiálního průběhu siločar. Získává informace o sklonu siločar a respektuje směr „nahoru“ a „dolů“. Z toho vyplývá, že inkliniční kompas rozlišuje mezi směry k magnetickým pólům a k magnetickému rovníku. Pokud směřuje siločára k magnetickému pólu, tak klesá a úhel inklinace roste. Pokud směřuje siločára k magnetickému rovníku, tak stoupá a úhel inklinace se zmenšuje a blíží k nule (Deutschlande, Mudeim 2010).

Převrácením vertikální složky magnetického pole lze ověřit, zda zvíře používá k orientaci inkliniční kompas. Zvíře musí otočit svůj směr pohybu, aby se dokázalo, zda používá inkliniční kompas (Wiltschko R., Wiltschko, W. 2006).

Asi nejzajímavějším pokusem se stal pokus s klasickými holuby vypuštěnými volně v terénu a vracejícími se domů. Jednou byl holub vypuštěn s miniaturním magnetem připevněným na hlavě, jindy se zakrytým okem. Moderní technologie nyní místo kroužků dávají na nohy holubů miniaturní přijímače GPS, které sledují, kdy a kde holub byl. Dalším příkladem je, že jsou zvířata testována v kruhových arénách, kde nejsou žádné jiné podněty, podle kterých by se mohli orientovat. Zde se orientují pouze podle magnetických vodítek. V tomto případě existují v laboratoři velké cívky, které mohou polem otáčet, zesilovat ho nebo obracet libovolnou složku zemského vektoru. Když byla ptákům obrácena horizontální složka o 180 stupňů, reagovali letem na druhou stranu. Ptáci reagovali shodně, když horizontální složka zůstala stejná, ale byla obrácena inklinace (Vácha 2007).

3.2. Magnetický mapový smysl

Pro lepší porozumění si můžeme mapový smysl představit jako navigační systém GPS (Global position system), který je založený na signálech z družic. Při

tvorbě magnetické mapy je nutné znát dva receptory – směrový receptor a receptor vnímající intenzitu geomagnetického pole (Johnsen, Lohmann 2005).

První důkaz mapového smyslu poskytly mladé mořské želvy, které migrují mezi Amerikou a Evropou. Při dosažení určitých bodů v Atlantiku mění směr, jakoby narazily na magnetické majáky (Vácha 2007).

3.3. Mechanismy magnetorecepce

Magnetorecepce nám lidem byla jako smysl odepřena, proto nemáme nejmenší představu, jak a co vlastně zvířata z magnetického pole cítí. Živočichové využívají magnetorepceci jen jako součást komplexního vnímání, proto není snadné zopakovat pokus jiného kolegy, ba dokonce i svůj vlastní (Vácha 2007). Živočichové vnímají magnetické pole tkání, která je propustná. Smyslové orgány, které vnímají toto pole se mohou nacházet nejen na povrchu, ale i uvnitř těl. Proto je zkoumání magnetorecepce velmi obtížné (Johnsen, Lohmann 2008).

Magnetoreceptory byly dosud zjištěny na hlavě, avšak mohou být uloženy v tkáních celého těla. O mechanismu, kterým jsou živočichové informováni o magnetickém poli, existují pouze hypotézy. Předpokládá se, že existují tři základní principy, s jejichž pomocí může živočich magnetické pole vnímat. Jako první je magnetorecepce založená na elektromagnetické indukci. Na této teorii je založen model vysvětlující mechanismus u paryb. Ten způsobuje, že se pohybují ve vodivém prostředí a mají citlivé elektroreceptory. Živočich je schopen indikovat slabá elektrická pole vznikající na povrchu těla pohybem v magnetickém poli. Jako druhou hypotézu můžeme zmínit magnetorepceci založenou na součinnosti feromagnetických částic a mechanoreceptorů. Tento model vychází z předpokladu, že v tkáních existují feromagnetické částice, které se chovají jako miniaturní magnety. Ve vnějším magnetickém poli se natácejí tak, že se magnetický moment přiklání ke směru indukčních čar pole. Malé krystalky biogenního magnetitu fungují jako masivní magnetomechanické převodníky (spontánně se natácejí do směru geomagnetického pole). Poslední hypotézou je chemická magnetorecepce. Je založena na myšlence, že některé chemické reakce mohou probíhat různě v závislosti na působícím magnetickém poli. Tento model je úzce spojen s fotorepcecí. Model je závislý na světle, které poskytuje energii pro počáteční excitaci. Nedovoluje rozpoznat sever a jih – kompas musí být inkliniční, nikoli polaritní. Po množství experimentů bylo prokázáno, že jde o inkliniční kompas komplexního působení. V posledních letech, po sériích pokusů,

začíná převládat názor, že by různé kvality magnetického pole mohly být vnímány současně různými receptními mechanismy (Vácha 2007).

3.4. Magnetorecepce bakterií a hmyzu

V roce 1970 byly objeveny v Nové Anglii bakterie, které se orientují a pohybují pomocí magnetických siločar. Tento způsob pohybu byl pojmenován jako magnetotaxe. Nový druh bakterií dostal název *Aquaspirillum magnetotacticum*. Bakterie, které žijí ve vodách severní polokoule, se orientují k severu. Naproti tomu bakterie, které se vyskytují ve vodách na jižní polokouli, se pohybují směrem k jihu. Bakterie jsou mikroaerobní a vyšší obsah kyslíku je pro ně toxický. Díky svému magnetickému smyslu si dokáží najít cestu pryč od atmosféry.

Z menších živočichů byly pozorovány včely, které jsou schopny se orientovat v krajině a poté se opět navrátit do úlu. Existuje několik příkladů, kdy včely využívají magnetické pole Země:

- a) Při svých tanečcích na plástu v úlu sdělují svým kolegyním, kde našly potravu. Zde se však dopouštějí chyby v odchylce od správného směru tanečku, přičemž tato odchylka je závislá na orientaci tanečků vůči zemskému magnetickému poli.
- b) Je-li úl překlopen, takže včely jsou nuceny tancovat na vodorovné ploše plástu, po čase přebírá úlohu svislé osy osa severojižní.
- c) Podle hypotézy si včely jednoho včelstva měly pamatovat orientaci plástu mateřského úlu vůči magnetickým osám. Toto by si měly zapamatovat při stavbě nového plástu v novém úle (Vácha 1995).

3.5. Magnetorecepce ryb

Zatímco magnetismus u ptáků byl velmi dlouho a důkladně studován, u ryb nikoliv. U nemigrujících ryb nebyla magnetorecepce přepokládána. Avšak vědci provedli výzkum kaprů v kádích, kde byla zjištěna orientace podle magnetického pole Země. Bylo pozorováno 14537 kaprů v 80 kádích na 25 lokalitách v České republice. Bylo zjištěno, že kapři v kádích preferují severojižní osu Země. U tohoto pokusu můžeme vyloučit jiné orientační body (vítr, teplotu, slunce, hluk, vibrace, průtok vody aj.). Netušíme, k čemu tento smysl potřebují, ale nejspíš je to vrozený smysl. Vědci se také přiklánějí k myšlence, že se takto ryby staví, aby mohly lépe plavat v hejnu (Hart a kol. 2012).

Vědcům z mnichovské univerzity se podařilo najít v rypci pstruha buňky, které reagují na zemský magnetismus. V rámci výzkumu se podařilo vědcům odebrat z tkání pstruhů celé buňky a vložit je do Petriho misek. Když na ně působili magnetickým polem, přibližně jedna z deseti tisíců buněk začala rotovat se stejnou frekvencí jako pole. Dále objevili na buněčných membránách krystaly podobné magnetitu (ruda železa), která má magnetické vlastnosti. Podle vědců struktury magnetitu rozechvívají membrány neuronů a spustí tak nervové impulzy, které posílají signály mozku s informací o změně směru. Tým z mnichovské univerzity následně objevil množství buněk v postranní čáře, pomocí níž ryby zaznamenávají vibrace (Teličková 2013).

3.5.1. Magnetorecepce obojživelníků

Skupina obojživelníků patří k dosud nejméně prozkoumaným skupinám. Práce, které byly na toto téma napsány, se nejvíce zabývají čolkem zelenavým (*Notophtalmus viridescens*). Dále byly zpracovány studie na bezocasé živočichy, a to převážně u ropuchy obecné (*Buffo buffo*), ropuchy krátkonohé (*Buffo calamita*) a ropuchy bradavičnaté (*Buffo spinulosus*) (Freake, Phillips 2005).

Studie s čolkem zelenavým prokázala použití magnetického kompasu v kontrolovaných podmínkách a také schopnost naučit se řídit se směrem v zemském magnetickém poli (Phillips 1986). Pozdější studie dokazují schopnost vytvářet si magnetickou mapu (Sinsch 2006).

U žab byla zjištěna neschopnost nalézt cestu do domovské tůně při zmatení magnetem, který byl připevněn na hlavě. Jednalo se o druhy: ropucha obecná, ropucha krátkonohá a ropucha bradavičnatá (Freake, Phillips 2005). Landler, Gollmann (2011) zjistili ve své studii výraznou reakci na změnu magnetického pole při migraci ropuchy obecné. Při otočení směru magnetického pole se migrace změnila z unimodálního na bimodální vzor (Landler, Gollmann 2011).

Dále bylo objeveno použití magnetického kompasu u mločika zářivého (*Eurycea lucifuga*) (Phillips, Adler 1978; Phillips 1997).

3.5.2. Magnetorecepce plazů

Skupina plazů je stejně jako skupina obojživelníků velmi málo prozkoumanou skupinou z hlediska magnetorecepce (Marek et al. 2010). Nejvíce prací se zabývá migrací a vnímáním magnetického pole u mořských želv (například Lohmann, Lohmann 1993; Lohmann, Lohmann 1994, Lohmann et al. 2012).

Aligátor severoamerický (*Alligator mississippiensis*) byl jedním z druhů, na kterém byla zkoumána magnetorecepce. U aligátorů bylo prokázáno, že velmi citlivě využívají magnetickou mapu k návratu do místa odchyty. Tato schopnost se s větším věkem zvyšovala (Rodda 1984).

Avšak nejvíce výzkumů bylo věnováno karetě obrovské (*Caretta caretta*). Už v roce 1993 Light et al. prokázali vnímání magnetického pole Země u želv (Lohmann, Lohmann 1994). Byla prokázána schopnost udržovat směr cesty pomocí magnetického pole (Lohmann, Lohmann 1998). S. Benhamou z Centra pro funkční a evoluční ekologii v Montpellier provedl výzkum, při němž odchytili 20 karet obrovských, které mířili do místa snášky. Poté je převezli o 120 km od jejich trasy. Šesti karetám upevnili na hlavu silný magnet po dobu převozu, sedmi karetám po dobu jejich putování k hnízdu a zbylých sedm magnetem nevybavili. Želvy, které byly „zmagnetizovány“, strávily na cestě mnohem delší dobu. To znamená, že želvy využívají ke své orientaci magnetické pole Země, ale zároveň používají i jiný navigační prostředek, protože i želvy, které byly ovlivněné působením magnetu, nakonec našly správnou cestu (Anonymus 2015d).

U kožatky velké (*Demochelys coriacea*) byla zjištěna magnetorecepce, která je závislá na světle (Lohmann, Lohmann 1993). Dále byla provedena studie gekona filipínského, která ukázala, že plazi mohou vnímat změny magnetického pole Země. (*Cyrtodactylus philippinicus*) (Marek et al. 2010).

3.6. Magnetorecepce ptáků

Ptačí migrace je zkoumána již mnoho let. Pozoruhodné je, jak ptáci dokáží migrovat na zimní stanoviště a zase zpět. Už dříve bylo prokázáno, že se ptáci řídí podle orientačních bodů v krajině, podle slunce a hvězd. Když je zataženo nebo tma, orientují se především podle magnetického pole Země.

První důkaz pro orientaci podle magnetického kompasu pochází od vrabce. Je to pták, který migruje převážně v noci. Bylo zjištěno, že na podzim létá mírně na jihozápad a na jaře létá na sever. Další pokus byl proveden v klecích trychtýřovitého tvaru. Okolo této klese lze pomocí cívek měnit magnetické pole. Nejvíce takovýchto pokusů bylo provedeno na červenkách obecných (*Erithacus rubecula*) (Wiltschko 2011).

Další záhadou je, že když ptáci dosedají na vodní hladinu, řídí se též zemským magnetismem. Vědce z univerzity v Duisburg-Essen a z České zemědělské univerzity v Praze provedli výzkum, kdy sledovali více než 3000 dosedů hejn 14 druhů vodních

ptáků v 8 různých zemích světa. Měření proběhla v různou denní dobu a v různých ročních obdobích. Z tohoto důvodu mohlo být vyloučeno, že se ptáci orientují podle postavení slunce. Výsledky ukázaly, že ptáci přistávají na vodní hladinu v severojižní ose. Měření probíhalo za bezvětří nebo lehkého vánku. Dále bylo zjištěno, že ptáci při přistávání nemění sklon hlavy. Ptáci, pokud letí na sever, nebo na jih, vidí jakousi tmavou skvrnu, která jim udává, že letí na sever, nebo na jih (Hart et al. 2013a).

3.7. Magnetorecepce savců

Schopnost vnímat magnetické pole Země dokáží kromě ryb, ptáků nebo hmyzu i savci. Tato schopnost byla pozorována u lovcích lišek. Lišky obecné (*Vulpes vulpes*) pravděpodobně vnímají magnetické pole při lovu. Bylo prokázáno, že lišky využívají magnetické pole pro odhad vzdálenosti při lovu kořisti, zvláště v nepřehledném terénu, např. ve vysokém sněhu nebo vysoké trávě. Bylo zjištěno, že lišky svůj útok orientují převážně na severovýchod, zatímco při orientaci na jinou stranu bývají lovy neúspěšné. Pozorování proběhlo v České republice od dubna 2008 do září 2010 na 65 lokalitách na různých stanovištích a v různých denních dobách. Bylo pozorováno 84 lišek při 592 skocích. Výsledkem bylo zjištění, že skoky orientované na severovýchod mají 74 % úspěšnost lovu. Naproti tomu když byl skok orientovaný jiným směrem, byl ve velké většině neúspěšný. Je také možné, že lišky vnímají sever jako tmavší plochu ve svém zorném poli (Červený a kol. 2011).

3.7.1. Magnetorecepce psů

Další studie byla zaměřena na chování psů. Byla provedena měření osy těla u 70 psů 37 plemen. Při defekaci bylo změřeno 1893 dat a při močení 5582 dat po dobu dvou let. Data byla analyzována a testována pomocí kruhových statistik. Bylo zjištěno, že za klidných podmínek magnetického pole Země mají psi při vylučování těla natočena v severojižní ose. Pokud došlo ke změně polární orientace magnetického pole Země, došlo i ke změně chování psů při jeho vnímání. Bylo prokázáno, že savci dokáží citlivě reagovat na přirozené kolísání magnetického pole Země (Hart et al. 2013b).

3.7.2. Magnetorecepce delfínovitých

Delfini jsou velice vyspělí tvorové. Jejich chování ještě není dokonale prozkoumáno. Francouzští vědci zjistili, že se delfini řadí mezi magnetosenzitivní zvířata. Jsou velmi citliví na magnetické podněty a chovají se odlišně, když plavou

v blízkosti zmagnetizovaných objektů. Francouzský tým výzkumníků studoval chování šesti delfínů v delfináriu, skládající se ze 4 bazénů. Vědci pozorovali spontánní reakce na silně zmagnetizovaný sud a naopak na sud nezmagnetizovaný. Oba sudy byly vizuálně naprosto identické. Delfíni je tak nemohli rozpoznat podle odrazu zvukových vln, které delfíni využívají k orientaci. Ve výsledku bylo zjištěno, že se delfíni přiblížili mnohem rychleji ke zmagnetizovaným sudům, než když šlo o sudy nezmagnetizované. Z toho vyplývá, že jsou více zaujati a přitahováni magnetickým sudem. Jsou tedy schopni rozlišit objekty na základě jejich magnetických vlastností, což je i důležitá součást jejich navigace a orientace (Anonymus 2015c).

3.7.3. Magnetorecepce spárkaté zvěře

U velkých savců začal výzkum až v posledních letech. Prvními velkými savci, u nichž byla magnetorecepce prokázána, byly krávy. Pro výzkum byly použity snímky z internetové aplikace Google Earth 5.0, kde byla velmi dobře rozpoznatelná stáda skotu. Pro tento pokus bylo použito 8510 kusů skotu na 308 pastvinách na celé Zemi. Orientace jejich těl v ose sever–jih byla prokázána zhruba u 60–70 % jedinců ve stádech. U skotu tedy byla potvrzena orientace pomocí geomagnetického pole Země. Na tento výzkum navazuje výzkum spárkaté zvěře, konkrétně jelenovitých. U nich bylo zkoumáno chování 2974 kusů srnců a jelenů během pastvy a odpočinku na 241 lokalitách. Srnci byli pozorováni při pastvě a u jelenů byly sledovány zálehy ve sněhu. Musel se však brát v potaz vliv větru a slunce. Stáda, která se pohybovala na pastvinách nebo u napajedla či krmelce, nebyla měřena vzhledem k velkému ovlivnění při stavbě krmelců. Toto měření neprobíhalo pomocí Google Earth. Vzhledem k tomu, že probíhalo na odlišných lokalitách, není pravděpodobné, že by měl na orientaci srnců a jelenů vliv vítr nebo sluneční záření. U srnců a jelenů byla zjištěna orientace v severojižní ose mnohem vyšší než u skotu a to 70%–80%. Tato studie předpokládá, že orientace savců je založena na polaritním kompasu. (Begall a kol. 2008)

Analýzou satelitních snímků stád krav a pozorováním těl pasoucích se srnců bylo zjištěno, že orientace byla rušena působením elektromagnetického pole pod vedením vysokého napětí. Zvířata, která se vyskytují pod nebo v blízkosti (< 150 m) elektrického vedení, vykazují náhodnou distribuci na rozdíl od zvířat pasoucích se v lokalitách mimo dosah elektrického vedení. S rostoucí vzdáleností od elektrického vedení se rušivý účinek zmenšuje (Burda a kol. 2009).

4. Lokality

4.1. Lokalita Holý vrch

Na této lokalitě probíhalo měření v lesním porostu zhruba o velikosti 0,2–0,5 ha. Lokalita se nachází mezi obcemi Roblín a Dolní Roblín v nadmořské výšce 350–370 m. n. m.

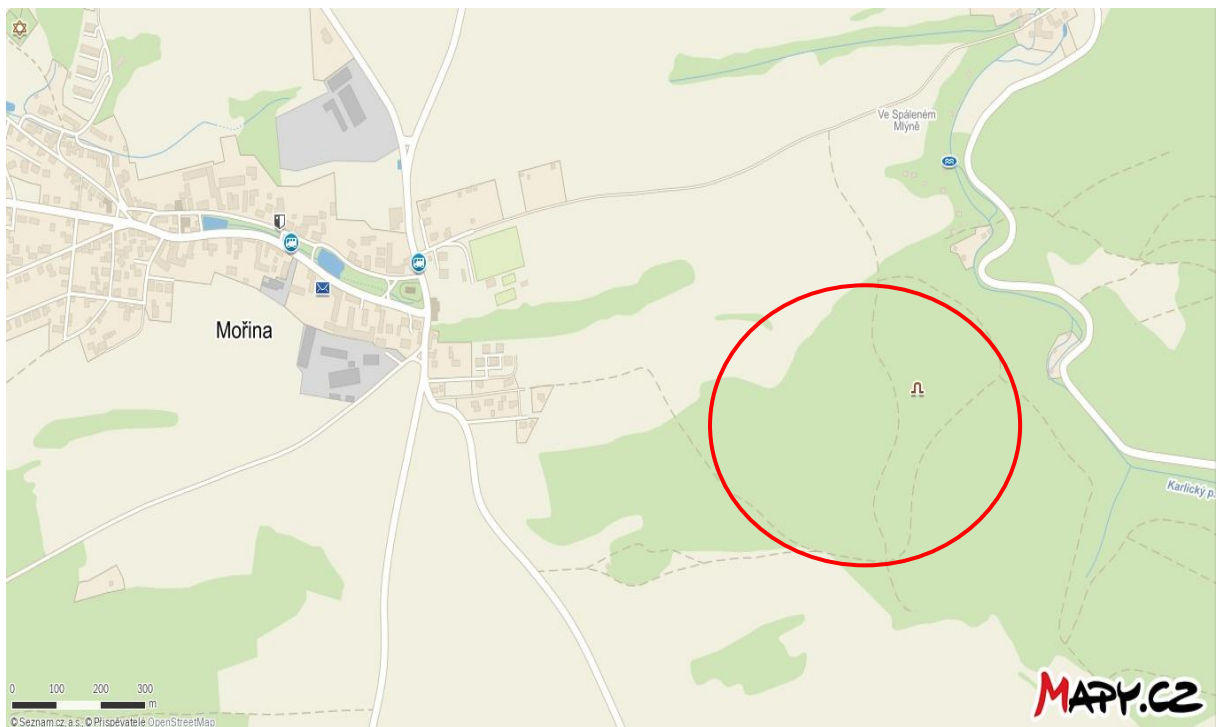
Hlavními dřevinami v této oblasti jsou buk lesní (*Fagus sylvatica*), dub letní (*Quercus robur*), dub zimní (*Quercus petraea*). Dále je tu také zastoupena borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a smrk ztepilý (*Picea abies*). Je zde také v malém množství zastoupeno keřové patro, a to převážně dřínem obecným (*Cornus mas*).



obrázek č. 1 – Mapa lokality Holý vrch
zdroj: www.mapy.cz

4.2. Lokalita Studený

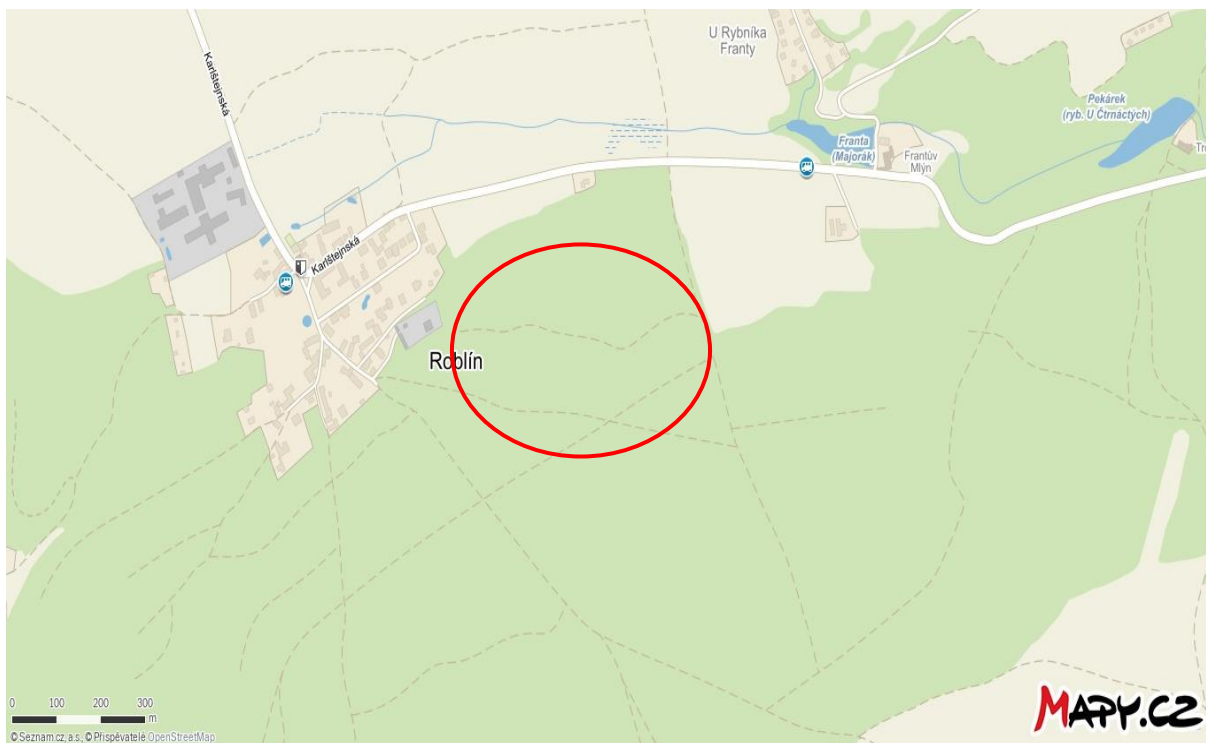
Na této lokalitě probíhalo měření v oblasti mezi obcí Mořina a oblastí Ve Spáleném mlýně v okolí jeskyní Českého krasu v nadmořské výšce 350–370 m. n. m. Velikost lokalit byla od 0,5–1 ha. V této lokalitě převládají porosty složené z buku lesního (*Fagus sylvatica*), dubu letního (*Quercus robur*) a javoru babyky (*Acer campestre*). Jako doplňkové dřeviny jsou zde zastoupeny modřín opadavý (*Larix decidua*), smrk ztepilý (*Picea abies*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a borovice černá (*Pinus nigra*).



obrázek č. 2 – Mapa lokality Studený
zdroj: www.mapy.cz

4.3. Lokalita V Borovém

Lokalita se nachází u obce Roblín směrem k obce Černošice, v nadmořské výšce 340–350 m. n. m. Je to lokalita s lesním porostem tvořeného převážně z buku lesního (*Fagus sylvatica*) a dubu letního (*Quercus petraea*). Vedle listnatých porostů se tu také nachází porost s vysazenou borovicí lesní (*Pinus sylvatica*), která zde tvoří velmi hustý porost na písčitém stanovišti. Velmi hojně se tu vyskytuje jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*).



obrázek č. 3 – Mapa lokality V Borovém
zdroj: www.mapy.cz

4.4. Lokalita Skalice

Lokalita se nachází v blízkosti obce Mořinka v nadmořské výšce 340–350 m. n. m. Je to lokalita s převážně listnatým porostem tvořený bukem lesním (*Fagus sylvatica*) a dubem letním (*Quercus robur*). Jako doplňkové dřeviny jsou zde zastoupeny smrk ztepilý (*Picea abies*), modřín opadavý (*Larix decidua*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a jedle bělokorá (*Abies alba*).



obrázek č. 4 – Mapa lokality Skalice
zdroj: www.mapy.cz

5. Metodika práce

Údaje, které byly potřebné pro výslednou statistiku, byly měřeny nepřímým pozorováním na čtyřech lokalitách: Holý vrch, Studený, V Borovém a Skalice. Sběr dat probíhal hledáním dat ve formě hrabánek, případně otlučků nebo strouhání na stromech či bylinách. Údaje byly měřeny v období od 19. 07. 2014 do 20. 10. 2014 v různých časech a různou denní dobu. Rozloha jedné lokality se pohybovala okolo 0,5–2 ha. Tyto plochy se nacházejí v rovném terénu, pouze lokalita Skalice má více členitý terén. Z měření byly vyloučeny hrabánky, u kterých nešel přesně určit směr hrabání. Azimut byl měřen ve směru hrabání, tedy tak jak byla nasměrována hlava srnce. Azimut byl měřen pomocí kompasu a poté zapsán do tabulky a vyfocen.

Lokality se nacházejí na území, které spadá pod myslivecké sdružení Mořina, které se rozkládá na území obcí Mořina, Roblín a Mořinka o velikosti 1500 ha s polní a lesní honitbou. Území se nachází v oblasti CHKO Český kras.



obrázek č. 5 – Srnčí hrabánek
zdroj: Mládková 2015



obrázek č. 6 – Srnčí hrabánek a otluček
zdroj: Mládková 2015

5.1. Metodika statistické analýzy

Naměřená data byla zpracována ve statistickém programu Oriana pro vyhodnocování naměřených směrových dat. Program je určen pro Microsoft Windows a je vytvořen pro statistiku kruhových dat, která jsou měřena v úhlech nebo ve stupních v různou denní dobu, různý den v týdnu, měsíc a rok (Anonymus 2015a). Oriana vypočítává řadu jednotlivých statistických vzorků.

Základní statistika obsahuje kruhový průměr, délku průměrného vektoru, kruhovou střední odchylku a 95% a 99% limit spolehlivosti. K dispozici je také řada jednovýběrových testů. Mezi ně patří Reyleigh's test of uniformity a Merida-Watson-Wheelerův test.

Výsledky jsou uvedeny v tabulkách a ty jsou připravené pro vkládání do textového dokumentu. Počet dat je omezen pouze množstvím instalované paměti a disku. Data mohou být znázorněna v růžicových diagramech nebo v kruhovém histogramu. V programu Oriana lze také začlenit lineární data do dvou různých růžicových diagramů nebo histogramů nebo také ve vektorových plochách, ve kterých

šipka nebo sloupec znázorňuje jednotlivé údaje. Délka šipky nebo sloupce reprezentuje svou délkou lineární data.

V programu lze také upravit různé aspekty vzhledu grafu. Lze upravit například písmo, barvy čar, objektů a pozadí, text titulů a popisky osy. Grafy se dají vytisknout na jakékoliv tiskárně, uložit do různých grafických formátů nebo zkopírovat a vložit do jiné aplikace Windows (Anonymus 2015b).

5.2. Ekonomická analýza hospodaření MS Mořina

Myslivecké sdružení (dále jen MS) Mořina je občanské sdružení, které vykonává právo myslivosti a myslivecké hospodaření na 1500 ha polní a lesní honitby, kterou má pronajatou od Lesů ČR a. s. a soukromých vlastníků polních a lesních pozemků.

Jako každé občanské sdružení i MS má revizní komisi a pokladníka, který kontroluje pohyb peněz na účtu nebo v hotovosti MS. Předseda revizní komise poté podepisuje veškeré dokumenty spojené s pohybem financí. Na co se budou vynakládat finance, schvaluje výbor MS nebo také členská schůze. Náklady MS se mění dle potřeb. Pronájem honiteb je každý rok stejný. Škody zvěří u Lesů ČR a. s. jsou také každý rok stejné, ovšem u zemědělských plodin je to velmi individuální podle rozsahu poškození. Mezi provozní náklady je zařazený provoz elektrocentrály, motorové pily, křovinořezu a doprava. Mezi provozní náklady dřevního charakteru se řadí kulatina a hřebíky na stavbu mysliveckých zařízení.

MS je zájmové sdružení, každý člen tuto aktivitu provozuje ve svém volném čase. MS nemá v nákladových položkách finanční náhradu času pro členy MS.

Roční náklady mysliveckého sdružení za rok 2014

Pronájem honitby		20 000 Kč
Škody zvěří	Lesy ČR	1 000 Kč
	Zemědělské	275 000 Kč
Krmivo		16 200 Kč
Léčiva		3 850 Kč
Provozní	Elektrotechnické	5 400 Kč
	Dřevní	6 300 Kč
Občerstvení		4 700 Kč
Lovecky upotřebitelní psi		5 000 Kč
Celkem		332 450 Kč

tabulka č. 6 – Roční náklady MS Mořina za rok 2014

Výnosy MS tvoří jednorázový vklad, který vkládá každý člen při přijetí do MS. Pokud se rozhodne ukončit činnost, vklad se mu vrátí. Nejvyšší příjmy pro MS jsou z kulturních akcí, jako jsou ples a poslední leč. Brigády má MS nasmlouvané s Obecním úřadem Mořinka. MS má za úkol údržbu příjezdových komunikací a polních a lesních cest. Prodej zvěřiny je velmi individuální podle počtu ulovené zvěře. Cena odlovu srnce nebo muflona je také velmi různá. Je odvíjí se od velikosti loveného kusu.

Roční výnosy mysliveckého sdružení za rok 2014

Vklad člena		1000 Kč – jednorázový
Kulturní akce	Ples	32 000 Kč
	Poslední leč	14 700 Kč
Brigády		24 000 Kč
Prodej zvěřiny		15 200 Kč
Poplatkový lov	Srnc	15 000 Kč
	Muflon	50 000 Kč
Celkem		118 900 Kč

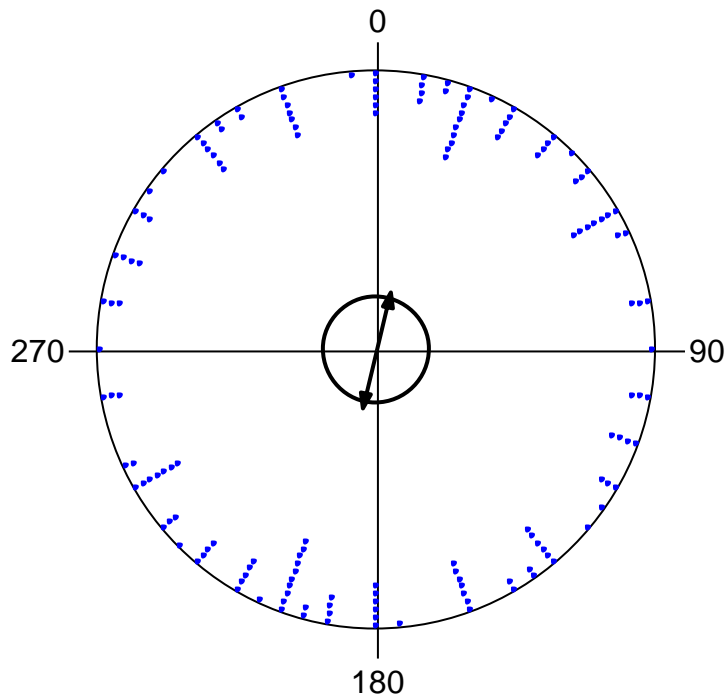
tabulka č. 7 – Roční výnosy MS Mořina za rok 2014

MS Mořina jako občanské sdružení je odkázáno na získávání financí z kulturních akcí. Většinou náklady převyšují výnosy z důvodu velkého množství škod, které jsou působené zvěří na lesních pozemcích a zemědělských plodinách. V roce 2014 převyšovaly celkové náklady výnosy o 213 550 Kč.

6. Výsledky

Holý vrch

Axiální vyjádření orientace srnčí zvěře při hrabákování - Holý vrch



obrázek č. 7 – Axiální vyhodnocení dat z lokality Holý vrch

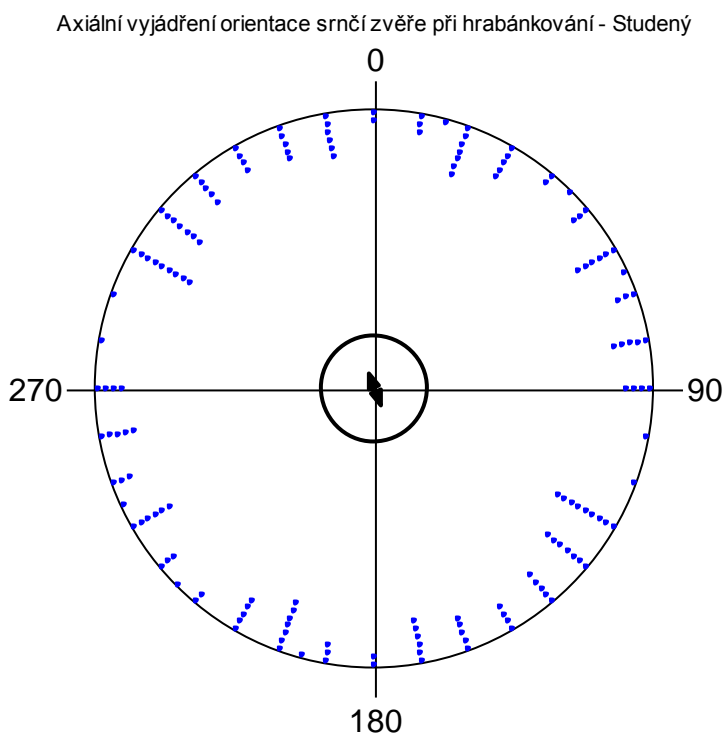
Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	79
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	14,144°
Length of Mean Vector (r)	0,216
Concentration	0,443

Circular Variance	0,392
Circular Standard Deviation	50,142°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	3,691
Rayleigh Test (p)	0,025
Rao's Spacing Test (U)	255,19
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

tabulka č. 1 – Výsledky statistické analýzy dat z lokality Holý vrch

V lokalitě Holý vrch bylo naměřeno 79 hrabánek nepřímým pozorováním. Výsledný vektor této lokality vyšel $14,144^\circ / 194,144^\circ$. Odchylka od severojižní magnetické osy je $14,144^\circ$. Zjištěné výsledky odpovídají výsledkům práce Begall a kol. (2008) a v případě středního vektoru se liší o $15,344^\circ$. Takový rozdíl může být pravděpodobně způsoben množstvím měření. U skotu bylo měřeno 8510 údajů, u srnců 79. K obdobným výsledkům došel i Samec (2013) ve své práci, který zkoumal hrabánky v oblasti Strakonice. Odchylka při měření je mnohem blíže odchylce práce Samec F. (2013) než práci Begall a kol. (2008). Je to způsobeno pravděpodobně podobným počtem dat.

Studený



obrázek č. 8 – Axiální vyhodnocení dat z lokality Studený

Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	81
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	158,32°
Length of Mean Vector (r)	0,062
Concentration	0,124

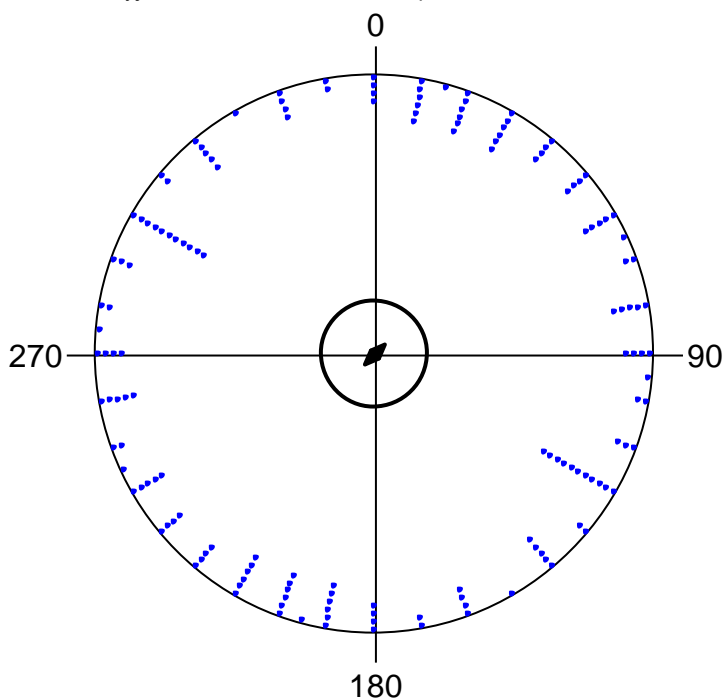
Circular Variance	0,469
Circular Standard Deviation	67,563°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,311
Rayleigh Test (p)	0,733
Rao's Spacing Test (U)	266,667
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

tabulka č. 2 – Výsledky statistické analýza dat z lokality Studený

V lokalitě Studený bylo naměřeno 81 hrabáneků. Výsledný vektor vyšel 158,32°/338,32° a odchylka od severojižní magnetické osy je 21,68°. Stejně tak jako na předchozí lokalitě, tak se i na této liší výsledky s výsledky práce Begall a kol. (2008). Výsledný vektor se na této lokalitě odchyluje o 22,88°. Rozdílný výsledek je opět pravděpodobně způsoben malým počtem údajů. Výsledný vektor práce Samec F. (2013) 22,039° je tomuto výsledku mnohem blíže.

V borovém

Axiální vyjádření orientace srnčí zvěře při hrabákování - V borovém



obrázek č. 9 – Axiální vyhodnocení dat z lokality V Borovém

Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	79
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	44,802°
Length of Mean Vector (r)	0,054
Concentration	0,108

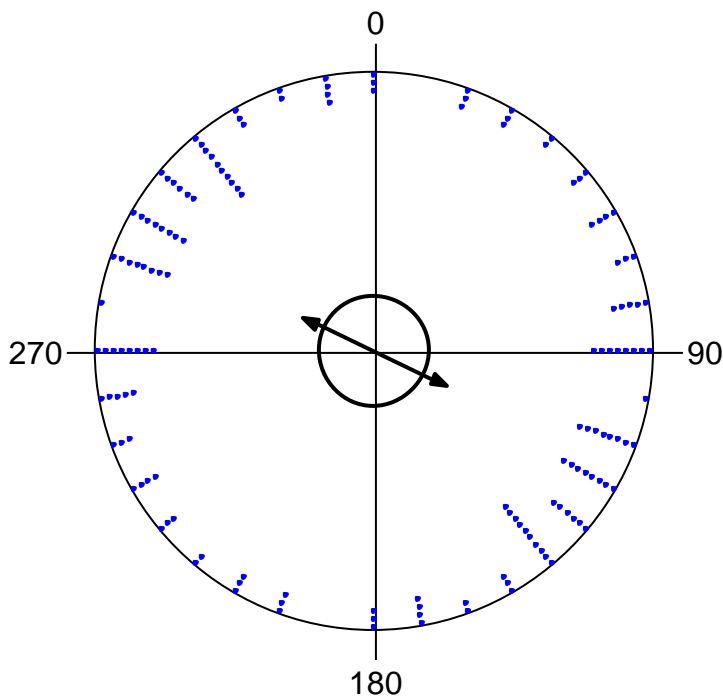
Circular Variance	0,473
Circular Standard Deviation	69,266°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,228
Rayleigh Test (p)	0,796
Rao's Spacing Test (U)	264,304
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

tabulka č. 3 – Výsledky statistické analýzy dat z lokality V Borovém

Na lokalitě V Borovém bylo naměřeno 79 hrabánek. Výsledný vektor vyšel 44,802°/224,802°. Odchylka od severojižní magnetické osy je 44,802°. Ani v této lokalitě neodpovídají výsledky výsledkům práce Begall a kol. (2008). Výsledný vektor se v této lokalitě odchyluje o 46,002°. Výsledná odchylka od severojižní magnetické osy práce Samec F. (2013) je 22,039° a je mnohem menší než odchylka na této lokalitě. Odchylka je dost výrazná oproti ostatním lokalitám. Srnci v této lokalitě mohli být rušeni i jinými vjemy než pouze magnetickým polem Země. V této lokalitě je porost velmi nízký a hustý a i to možná hrálo svou roli.

Skalice

Axiální vyjádření orientace srnčí zvěře při hrabákování - Skalice



obrázek č. 10 – Axiální vyhodnocení dat z lokality Skalice

Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	76
Data Grouped?	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10° (18)
Mean Vector (μ)	115,2°
Length of Mean Vector (r)	0,288
Concentration	0,602

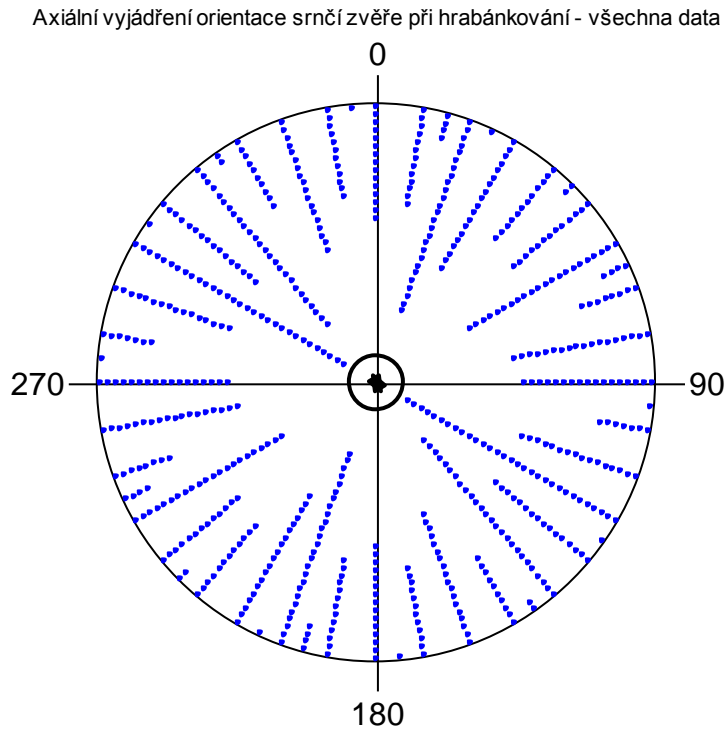
Circular Variance	0,356
Circular Standard Deviation	45,198°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	6,306
Rayleigh Test (p)	0,002
Rao's Spacing Test (U)	-----
Rao's Spacing Test (p)	-----

tabulka č. 4 – Výsledky statistické analýzy dat z lokality Skalice

Lokalita Skalice leží v blízkosti obce Mořinka. Bylo zde naměřeno 76 hrabánek. Výsledný vektor 115,2°/295,2°. Odchylka od severojižní magnetické osy je 64,8°. Tento výsledek se opět neshoduje s výsledky práce Begall a kol. (2008). Výsledný vektor se v tomto případě liší od jimi získaných údajů o 66°. Stejně tak je velký rozdíl mezi odchylkou v práci Samec F. (2013), která je 22,039°. Takové odchýlení od

severojižní osy je nezvyklé a pravděpodobně bylo způsobeno velmi členitým terénem v lokalitě. Lokalita leží ve velmi těsné blízkosti obce.

Souhrn všech lokalit



obrázek č. 11 – Axiální vyhodnocení dat všech čtyř lokalit

Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	315
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	150,422°
Length of Mean Vector (r)	0,029
Concentration	0,059

Circular Variance	0,485
Circular Standard Deviation	76,054°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,274
Rayleigh Test (p)	0,76
Rao's Spacing Test (U)	330,286
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

tabulka č. 5 – Výsledky statistické analýzy dat ze všech čtyř lokalit

Na všech lokalitách bylo změřeno 315 hrabánek. Výsledný vektor vyšel $150,422^\circ/330,422^\circ$. Odchylka od severojižní magnetické osy je $29,578^\circ$. I přes větší množství naměřených dat než u jednotlivých lokalit, je rozdíl výsledného vektoru od měření Begall a kol. (2008) $30,778^\circ$. Rozdíl mezi výslednou odchylkou od severojižní magnetické osy v práci Samec F. (2013), která je $22,039^\circ$ není zase tak velký. Je to dáno pravděpodobně podobným počtem měření než u výsledků práce Begall a kol. (2008).

7. Diskuse

Výsledky byly porovnány s výsledky práce Begall a kol. (2008), která se zabývá pozorováním magnetorecepce u pasoucího se skotu a jelení zvěře. Výsledky byly také porovnány s výsledky práce Samec (2013). Tato práce se zabývala pozorováním srnčí zvěře při hrabákování na Strakonicku.

Rozdíly mezi měřeními na Karlštejnsku a měření týmu Begall a kol. (2008) mohou mít mnoho různých příčin. U stád skotu byl v Evropě naměřen střední vektor $181,2^\circ$. Naproti tomu rozdíl s výsledným vektorem práce Samec (2013), který je $157,961^\circ$, není tak velký. Výsledná odchylka od severojižní magnetické osy ze všech čtyř lokalit je $29,578^\circ$. Výsledná odchylka v práci Samec (2013) je $22,039^\circ$ a v práci Begall a kol. (2008) je výsledná odchylka $1,2^\circ$ od severojižní magnetické osy. Takový rozdíl od práce Begall a kol. (2008) může způsobit řada faktorů. U měření prováděného týmem Begall a kol. (2008) bylo naměřeno 8510 dat u skotu a 2974 dat u jelení zvěře. U práce Samec (2013) bylo měřeno 196 dat a u měření dat na Karlštejnsku 315. Tyto podobné hodnoty mohou mít vliv na odchýlení vektoru od severojižní osy. Při statistickém vyhodnocování závisí přesnost výsledků na množství měřených dat. Z toho důvodu jsou výsledky s prací Samec (2013) velmi podobné. Při větším množství naměřených dat by s velkou pravděpodobností došlo k posunu výsledného vektoru směrem k severojižní ose. Toto se projevilo na jedné z lokalit, kde byl vyšší počet dat a výsledný vektor byl mnohem blíže k severojižní ose. Důvod rozdílu hodnot také může být způsoben tím, že skot a jelení zvěř byla pozorována v klidovém stavu, zatímco srnčí zvěř při hrabákování. Hrabákování slouží k pachovému označení teritoria a při optickém kontaktu s jiným srncem. Srnčí zvěř se při hrabákování nachází ve stavu agrese a je možná vnímavější k jiným vjemům než k magnetickému poli Země.

8. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit vliv zemského magnetismu na teritoriální chování srnčí zvěře. Na území Karlštejska, v oblasti Chráněné krajinné oblasti Český kras, bylo naměřeno 315 hrabánek. Data byla statisticky vyhodnocena a porovnána s prací Begall a kol. (2008) „Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer“, která se zabývala sledováním a vyhodnocováním vlivu zemského magnetismu na skot a jelení zvěř při pastvě a při odpočinku, a s prací Samec (2013) „Vliv magnetismu na teritoriální chování srnčí zvěře na Strakonicku“, která se zabývala vlivem zemského magnetismu na teritoriální chování srnčí zvěře při hrabánkování. Výsledky neodpovídají výsledkům práce Begall a kol. (2008), za to jsou velmi podobné s výsledky práce Samec (2013). Z výsledků je patrná určitá preference orientace v severojižní ose při teritorialitě srnčí zvěře. Ovšem tato preference není tak výrazná jako u skotu a jelení zvěře při pastvení nebo odpočinku. Hrabánkování u srnčí zvěře je značně aktivnější a agresivnější stav, zvěř tedy vnímá více rušivých a stresových vjemů. Práce jsou také rozdílné v počtu získaných dat. Počet dat je pro statistické vyhodnocení velmi důležitý faktor. Pro důkladnější vyhodnocení vlivu zemského magnetismu, by bylo potřeba více údajů a měření by mělo probíhat na mnohem větším území. I přesto můžeme zaznamenat pokrok v poznacích o vztahu teritoriálního chování srnčí zvěře a zemského magnetismu.

9. Seznam použité literatury

1. ANONYMUS. 2015a. *RockWare* (online). cit 2015-03-05. Dostupné z WWW: <<http://www.rockware.com/product/overview.php?id=110>>.
2. ANONYMUS. 2015b. *Kovach Computind Services* (online). cit. 2015-03-05. Dostupné z WWW: <<http://www.kovcomp.co.uk/oriana/oribroc.html>>.
3. ANONYMUS. 2015c. *Delfíni vnímají magnetické pole* (online). Vystaveno 2. 10. 2014. (cit. 20. 2. 2015). Dostupné z: <<http://www.radostnezpravy.cz/delfini-vnimaji-magneticke-pole/>>.
4. ANONYMUS. 2015d. 3. 5. 2013. *Mořské želvy mohou mít v hlavě kompas* (online). cit. 17. 03. 2015. Dostupné z WWW: <<http://www.stoplusjednicka.cz/morske-zelvy-mohou-mit-v-hlave-kompas>>.
5. BEGALL, S.; ČERVENÝ, J.; NEEF, J.; VOJTĚCH, O.; BURDA, H. *Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer*. Proceedings of the National Academy of Sciences of Unadet states of America. 2008. roč. 105. č. 36. s. 13451–13455.
6. BURDA, H.; BEGALL, S.; ČERVENÝ, J.; NEEF, J.; NĚMEC, P. *Extremely lowfrequency electromagnetic fields disrupt magnetic alignment of ruminants*. PNAS USA. 2009. vol. 106. no. 14. s. 5708 – 5713.
7. ČERVENÝ, J.; BEGALL, S.; KOUBEK, P.; NOVÁKOVÁ, P.; BURDA, H. *Directional preference may enhance hunting accuracy in foraging foxes*. Biology Letters, 2011. no. 7. s. 355 – 357.
8. ČERVENÝ, J.; KAMLER, J.; KHOLOVÁ, H.; KOUBEK, P.; MARTÍNKOVÁ, N. *Encyklopedie Myslivosti*. 1. Vydání. Ottovo nakladatelství, s. r. o. 2003, ISBN 80-7181-901. 592.
9. DEUTSCHLANDER, M. E. *Magnetic orientation in migratory songbirds*. Encyklopedia of animal behavior. 2010. roč. 2. s. 314 – 323.

10. FREAKE, M. J.; PHILLIPS, J. B. *Light-dependent Shift in bullfrog tadpole magnetic compass orientation: evidence for a common magnetoreception mechanism in anuran and urodele amphibians*. *Ethology*. 2005. č. 111. s. 241 – 254.
11. HART, V.; MALKEMPER, E. P.; KEŠTA, T.; BEGALL, S.; NOVÁKOVÁ, P.; HANZAL, V.; PLESKAČ, L.; JEŽEK, M.; POLICHT, R.; HUSINEC, V.; ČERVENÝ, J.; BERDA, H. *Directional compass preference for landing in water birds*. *Frontiers in Zoology*. 2013a. roč. 10. č. 1. s. 1 – 10.
12. 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.; BERDA, H. *Magnetic alignment in carps, Evidence from Czech Christmas fish markets*. *PLoS ONE*. 2012. vol. 7. č. 12, s. 1-7.
13. 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*. 2013b. roč. 10. č. 80.
14. JOHNSEN S., LOHMANN, K. J. 2005. *The physics and neurobiology of magnetoreception*. *Nature Reviews. Neuroscience*. č. 6. s. 703 – 712.
15. JOHNSEN, S.; LOHMANN, K. *Magnetoreception in animals*. *Physics Today*. 2008. roč. 29. č. 3. s. 29 – 35.
16. LANDLER, L.; GOLLMANN, G. *Magnetic orientation of the common toad: establishing an arena approach for adult anurans*. *Frontiers in Zoology*. 2011. roč. 8. č. 6. s. 1–9.
17. LOHMANN, K. J.; LOHMANN C. M. F. *A light-independent magnetic compass in the leatherback sea turtle*. *The Biological Bulletin*. 1993. roč. 185. č. 1. s. 149–151.
18. LOHMANN, K. J.; LOHMANN C. M. F. *Detection of magnetic inclination angle by sea turtles: a possible mechanism for determining latitude*. *Journal of experimental biology*. 1994. č. 194. s. 23–32.
19. LOHMANN, K. J.; LOHMANN C. M. F. *Migratory guidance mechanisms in marine turtles*. *Journal of Avian Biology*. 1998. roč. 28. s. 585–596.

20. LOHMANN, K. J.; PUTMAN, N. F.; LOHMANN, C. M. F. *The magnetic map of hatchling loggerhead sea turtles*. *Current opinion in neurobiology*. 2012. roč. 22. s. 336–342.
21. 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*. 2010. roč. 46. č. 2. s. 93–97.
22. PHILLIPS, J. B. *Use of the earth's magnetic field by orienting cave salamanders (Eurycea lucifuga)*. *Journal of comparative physiology*. 1977. roč. 121. č. 2. s. 273–288.
23. PHILLIPS, J. B.; ADLER, K. *Directional and discriminatory responses of salamanders to weak magnetic fields*. *Proceedings in life science*. 1978. s. 325–333.
24. PHILLIPS, J. B. *Magnetic compass orientation in the eastern red-spotted newt (Notophthalmus viridescens)*. *Journal of comparative physiology A*. 1986. roč. 158. č. 1. s. 103 – 109.
25. RODDA, G. H. *The orientation and navigation of juvenile alligators: evidence of magnetic sensitivity*. *Journal of comparative physiology A*. 1984. roč. 154. č. 5. s. 649–658.
26. SINSCH, U. *Orientation and navigation in amphibia*. *Marine and freshwater behaviour physiology*. 2006. roč. 39. č. 1. s. 65–71.
27. SAMEC, F. *Vliv magnetismu na teritoriální chování srnčí zvěře na Strakonicku*. *Bakalářská práce* 2013. 45.
28. TELIČKOVÁ, Z. *Magnetické buňky pstruhů: nenápadné rybí kompas* (online). Vystaveno 15. 12. 2013 (cit. 18. 12. 2014). Dostupné z: <www.stoplusjednicka.cz>.
29. VACH, M. *Srnčí zvěř*. 1. vydání, Silvestris. 1993. 408s., ISBN 80-901775-0-6.
30. VACH, M. *Vývoj myslivosti a lovectví v českých zemích*. 1. Vydání. Silvestris. 2010. 551s., ISBN 978-80-901775-6-7.

31. VACH, M.; BARNET, V.; BEJČEK, V.; HANZAL, V.; HROMAS, J.; RŮŽIČKA, J.; SVÁROVSKÝ, J.; ŠŤASTNÝ, K.; WOLF, R.; SEHNAL, J.; ŘEHÁK, L. *Myslivost*. 2. Vydání. Příbram: Silvestris. 1999. 368 s. ISBN 80-901775-2-2.
32. VÁCHA, M.; NĚMEC, P. *Orientace v geomagnetickém poli: Kompas a mapa*. Vesmír 86. duben 2007. s. 224 – 228.
33. VÁCHA, M.; NĚMEC, P. *Mechanizmy magnetorecepce: Jak živočichové vnímají geomagnetické pole Země*. Vesmír 86. květen 2007. s. 284 – 289.
34. VÁCHA, M. *Kompas zvířat a co o něm víme*. Vesmír 1995. roč. 73. č. 3. s. 249.
35. WILTSCHKO, R.; WILTSCHKO, W. *Magnetic orientation in animals*. 1995. Springer – Verlag, s. 298.
36. WILTSCHKO, R.; WILTSCHKO, W. *Magnetoreception*. BioEssays. 2006. roč. 28. č. 2. s. 157–168.
37. WILTSCHKO, W.; WILTSCHKO, R.; RITZ, T. *The mechanism of the avian magnetic compass*. 22nd solvay conference on chemistry. Procedia chemistry. 2011. č. 3. s. 276 – 274.