

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



**Výskyt jelena siky (*Cervus nippon*) v České republice a
vyhodnocení orientace škod se zaměřením na Náchodsko**

Bakalářská práce

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

Autor práce: Kateřina Regnerová

2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ochrany lesa a myslivosti

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Regnerová Kateřina

Lesnictví

Název práce

Výskyt jelena siky (*Cervus nippon*) v České republice a vyhodnocení orientace škod se zaměřením na Náchodsko

Anglický název

Occurrence of the Sika Deer (*Cervus nippon*) in the Czech Republic and evaluation of bark stripping orientation especially in the area of Náchod

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je sledování magnetického vnímání sící zvěře v oblasti Náchodska.

Metodika

V bakalářské práci se zaměřte na zpracování dosavadního stavu znalostí k dané problematice a popis oblasti. Zaznamenávejte směr okusu a loupání stromů, druh dřeviny, tloušťku kmene, velikost porostu, svah v místě stojícího poškozeného stromu, směr převládajícího větru v místě porostu, množství stromů poškozených a nepoškozených v rámci porostu, v případě slabého poškození sledujte, zda se jedná o skupinové poškození nebo náhodné, stáří poškození (do 1 roku a nad 1 rok), směr odkud by mohlo přijít nebezpečí, respektive odkud nejčastěji přichází (k porostu), vzdálenost rušivých vlivů (silnice, vysoké napětí, sluneční elektrárna), zaznamenávejte, zda se jedná o strom osamocený, na okraji lesa, mýtiny, u cesty, v porostu atd. Dále zaznamenávejte viditelné lišejníky, mechy, lokalitu, datum a hodinu. Zejména na sněhu zaznamenávejte i orientaci zálehů zvěře. Následně data statisticky vyhodnoťte.

Harmonogram zpracování

Literární rešerši bakalářské práce předložte v elektronické podobě do konce prosince 2012 a vytištěný rukopis práce do 30.4.2013.

Rozsah textové části

cca 30 stran textové části

Klíčová slova

jelen sika, okus, loupání, záleh, magnetická orientace

Doporučené zdroje informací

Akashi, N. & Nakashizuka, T. 1999 Effects of bark-stripping by Sika deer (*Cervus nippon*) on population dynamics of a mixed forest in Japan. *Forest Ecology and Management* 113(1), 75-82.
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.
Burda, H., Marhold, S., Westenberger, T., Wiltschko, W. & Wiltschko, 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.
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.
Wiltschko, R. & Wiltschko, W. 1995 *Magnetic orientation in animals*. Berlin, Germany: Springer.
Yokoyama, S., Maeji, I., Ueda, T., Ando, M. & Shibata, E. 2001 Impact of bark stripping by sika deer, *Cervus nippon*, on subalpine coniferous forests in central Japan. *Forest Ecology and Management* 140(2-3), 93-99.

Vedoucí práce

Nováková Petra, Ing., Ph.D.

Termín odevzdání

duben 2013



prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.
Vedoucí katedry



prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.
Děkan fakulty

V Praze dne 7.3.2012

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma výskyt jelena siky (*Cervus nippon*) v České republice a vyhodnocení orientace škod se zaměřením na Náchodsko 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."

Ve Všelibečech dne 22. 03. 2013

Podpis autora

Poděkování

Tímto chci poděkovat paní Ing. Petře Novákové, Ph. D. za trpělivost a její odborné vedení při vypracovávání této práce.

Dále bych chtěla poděkovat mé rodině, přáteli a blízkým za oporu, kterou mi dali nejen při vypracování této práce, ale i během celého studia.

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Jelen sika (<i>Cervus nippon</i> Temminck, 1838).....	2
2. 1. Jelen sika japonský (<i>Cervus nippon nippon</i> Temminck, 1838).....	2
2. 2. Jelen sika Dybowského (<i>Cervus nippon hortulorum</i> Swinhoe, 1864).....	3
3. Výskyt jelena siky v ČR.....	5
4. Škody působené zvěří jelena siky.....	6
4. 1. Loupání.....	6
4. 2. Okus	6
4. 3. Ohryz.....	6
4. 4. Vytloukání.....	7
4. 5. Odírání kmenů.....	7
5. Důvody vzniku škod.....	8
5. 1. Početnost populace.....	8
5. 2. Úživnost honitby	8
5. 3. Kapacita prostředí.....	9
5. 4. Stres	9
6. Rozbor problematiky magnetismu	10
6. 1. K čemu slouží, a co to vlastně je vnímání magnetického pole Země, tzv. magnetorecepce	10
6. 2. Orientace a migrace živočichů	10
6. 2. 1. Orientace podle značek prostředí	11
7. Parametry magnetického pole Země	12
7. 1. Magnetorecepce.....	12
7. 2. Orientace živočichů v magnetickém poli	13
7. 2. 1. Magnetická mapa	13
7. 2. 2. Magnetický kompas	13
7. 2. 3. Poziční chování (magnetic alignment).....	14
8. Magnetismus u jednotlivých tříd živočichů	15
8. 1. Magnetismus hmyzu.....	15
8. 2. Magnetismus ptáků.....	15

8. 2. 3. Magnetismus savců	16
9. Metodika.....	18
9. 1. Sběr dat.....	18
10. Výsledky a diskuze.....	20
11. Závěr.....	27
12. Seznam literatury.....	28

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá výskytem jelena siky, škodami, které způsobuje, a zároveň problematikou magnetismu u těchto zvířat. Je založena na pozorování škod a zálehů vysokou zvěří. Problematika týkající se magnetismu je v poslední době často diskutovaným tématem. Jsou zvířata vážně citlivá na magnetické pole Země? Dokáží ho vnímat a používat například ke své orientaci? Tyto i další otázky jsou rozebrány na základě již provedených pozorování a následně porovnány s pozorováním vlastním.

Klíčová slova: jelen sika, škody, zálehy, magnetická orientace

Abstract

This Bachelor degree paper deals with the occurrence of sika deer, damages that causes and magnetism problem of these animals together. It is based on the observation of the damages and the sleeping beds of the deer game. Recently questions concerning magnetism are often discussed. Are animals really sensitive to the earth's magnetic field ? Are they able to feel and use it for their orientation for example? These and other questions are discussed based on the observations already performed and consequently collated with the observations of our own.

Key words: sika deer, damages, sleeping beds, magnetic orientation

1. Úvod

Je známo, že zvířata mají pět základních smyslů - čich, sluch, zrak, hmat a chuť. Teprve až v druhé polovině 20. století se začalo několik vědců zajímat o to, že u živočichů může kromě již zmíněných pěti smyslů existovat také šestý smysl tzv. magnetorecepce, neboli vnímání magnetického pole Země. Zemský magnetismus lidem už po staletí pomáhá při určení směru, a to jak na moři, tak i na souši. Pomáhá nám orientovat se v mlze nebo za tmy, tedy i v podmínkách, kdy se již na zrak nelze tolik spolehnout. Bylo by divné, kdyby magnetický kompas živočichové nevyužívali. Vždyť je nejen spolehlivý, ale i všude přítomný. Je známo, že celá řada živočichů cestuje i do několika stovek tisíců kilometrů vzdálených zemí. Důvody jsou různé (hnízdění, přezimování, apod.). Po čase se pak znovu vrací zpět, na místo odkud vyrazila. Ukazuje se, že i živočichové pravděpodobně mají poziční navigační systém, který využívá celoplanetární gradienty magnetického pole, sice není tak přesný, ale i přesto na dobré úrovni (Moravcová, 2011).

Zkoumání a spekulace o vnímání magnetického pole Země se řadí k tématům 19. století, první pokusy popisující magneticky kontrolované chování byly zveřejněny v 60. letech 20. století.

Přesto je zřejmé, že tato smyslová schopnost je mezi organizmy velmi rozšířená a její existence je potvrzena. Význam studia magnetorecepce se odvíjí od získávání nových informací o dosud neznámých fyziologických procesech, které se odehrávají v živočišné, ale i rostlinné říši a obohacují tak obecné znalosti biologie. Během posledních 20 let se podařilo získat velice mnoho důkazů nejen o magnetoreceptci obecně, ale i o mechanismech, na jejichž základě by mohla fungovat. (Půžová, 2007).

Cílem bakalářské práce je sledování magnetického vnímání sičí zvěře v oblasti Náchodska.

2. Jelen sika (*Cervus nippon* Temminck, 1838)

říše *Animalia* – živočichové

kmen *Chordata* – strunatci

třída *Mammalia* – savci

řád *Artiodactyla* – sudokopytníci

čeleď *Cervidae* – jelenovití

Zdroj: <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id20885/>

Sika je drobnější jelen, který na japonských ostrovech, odkud pochází, vytváří třináct poddruhů (Vach et al. 1999). U nás se vyskytují dva z těchto poddruhů, sika japonský a Dybowského. Navíc je téměř zřejmé, že se tyto dva poddruhy mezi sebou křížily. Zřejmé je, že sika Dybowského je již sám křížencem. Tomu nasvědčuje i fakt, že tvar těla siky je velice podobný tělu jelena lesního (Červený et al. 2010).

2. 1. Jelen sika japonský (*Cervus nippon nippon* Temminck, 1838)

Dle VACHA et al. (2010):

Popis:

Samec se nazývá jelen, samice laň a mládě kolouch. Jelen je v kohoutku vysoký 75-85 cm, u laně je velikost v kohoutku přibližně 72 – 80 cm.

Sika japonský má krátké, zavalité, válcovité tělo s krátkým, dosti mohutným krkem. Jelen má délku těla 120 - 140 cm, u laní se délka těla pohybuje okolo 110 - 125 cm. Kelka, neboli ocas, je dlouhý 22 – 25 cm. Hmotnost jelena se pohybuje od 40 do 50 kg, laně váží něco mezi 35 – 40 kg. V létě je srst zbarvena kaštanově s bílými skvrnami, které jsou v podélných řadách. Na hřbetě je tmavý tzv. oslí pruh. Obřitek (bílá skvrna na zadku) je malý, málo výrazný. Zimní zbarvení je tmavošedé s málo zřetelnými skvrnami. Jeleni mají výraznou tmavou hřívu. Jejich pysky, brada a velká část dlouhé kelky i velký obřitek jsou zbarveny bíle.

Jejich charakteristickým pohybem je především velmi vytrvalá chůze. Klus, případně úprk, bývá rychle vystřídán chůzí. Sika má velmi dobrý čich a sluch, zrakem vnímá jen

pohybující se předměty. Je velice vnímavý a dobře se přizpůsobuje. V době říje, která probíhá pravidelně od druhé poloviny října do poloviny listopadu, se jeleni ozývají tzv. mrmláním, přecházejícím do vysokého hvizdu, který se vrací zpět, a končí opět mrmláním.

Laně jsou těžké (oploďné) 30-32 týdnů. Kolouchy – jednoho, výjimečně dva, klade od konce května do začátku června. Laň ho kojí a stará se o něj pouze do šesti měsíců, pak se kolouch musí osamostatnit. Pohlavně dospívá již v 15 - 16. měsíci.

Jeleni mají paroží, které shazují v dubnu až květnu. Vytloukání nových parohů začíná v srpnu a pokračuje do září. Jarní přebarvování se uskutečňuje v květnu až červnu, podzimní pak v září - říjnu.



Obr. č. 1: Jelen sika, Čemíny na Plzeňsku (foto prof. J. Červený)

2. 2. Jelen sika Dybowského (*Cervus nippon hortulorum* Swinhoe, 1864)

Popis:

Pojmenování samce, samice i mláďete je stejné jako u siky japonského.

Jelen má v kohoutku 100-120 cm, laň 85-100 cm. Tělo je válcovité, protáhlé, ale méně zavalité. Má silný, avšak kratší krk. Tělo jelena je dlouhé 130-160 cm, laň má délku těla v rozmezí mezi 115 – 135 cm. Kelka je dlouhá zhruba 25-30 cm. Hmotnost se pohybuje u

samce (jelena) mezi 55-85 kg, u samice (laně) kolem 40-50 kg. Letní zbarvení srsti je světle kaštanově hnědé, doplněné velkými bílými skvrnami, které jsou v podélných řadách. V zimním období je srst zbarvena šedohnědě s výrazným našedlým skvrněním, a to především na kýtách. Charakteristické je pro ně vytrvalá chůze, klus a úprk. Jeleni v době říje pískají. Mají vynikající čich a sluch, zrak je horší – vnímají pouze pohybující se předměty. Jelen je větší než laň a má na hlavě parohy. Je velmi přizpůsobivý. Vyskytuje se především ve větších smíšených lesích.

Oploďná laň je těžká 30-32 týdnů, klade jednoho výjimečně dva kolouchy od konce května do začátku června. Ostatní – péče o koloucha a jeho dospívání je stejné jako u siky japonského (Vach et al. 2010).



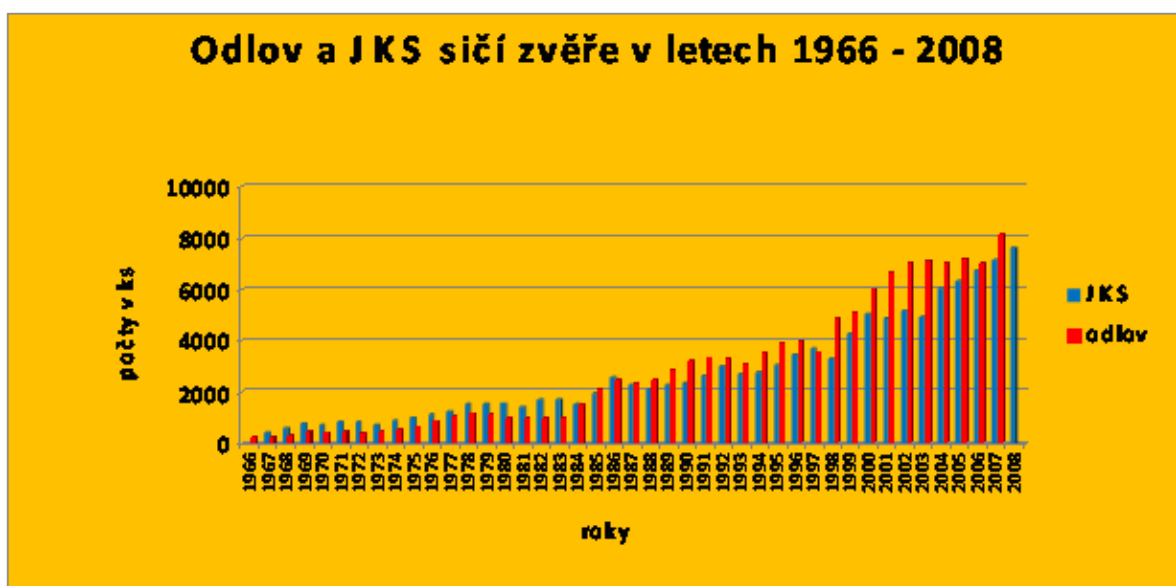
Obr. č. 2: Jelen sika Dybowského, Čemíny na Plzeňsku (foto prof. J. Červený)

3. Výskyt jelena siky v ČR

U nás byl poprvé vysazen v roce 1891 do obory Kluk u Poděbrad, později pak i do jiných obor (Vach et al. 2010). Křivánek (2010) uvádí, že nikdo v té době netušil, jaké problémy zde může tato nepůvodní zvěř způsobit. Ukázalo se to však ve třicátých letech 20. století, kdy byla zrušena obora v Lipí. Populace jelena siky japonského, která v této oboře byla, unikla do volnosti. Totéž se stalo i v roce 1948 v oboře Čemíny. Tam se do volnosti dostalo cca 80 kusů.

Dnes jsou sikové chováni v oborách v Lánech a ve Velkém Meziříčí. Většinou jsou však ve volnu, hlavně v okresech Nymburk, Mladá Boleslav, Plzeň sever. Dále se vyskytují v Doupovských horách na Karlovarsku a to až do západní části Krušných hor. Na severní Moravě byl sika poprvé chován roku 1912 v oboře u Třebomyslic na Perštýnsku, dnes se na Moravě vyskytuje v částech okresů Olomouc, Šumperk a zasahuje až do východočeské oblasti do okresu Svitavy. Kromě těchto hlavních chovů je také hlášen z Náchodska, Českolipska, Ústecka, jižních Čech a jihovýchodní Moravy. Pravděpodobně jde o ojedinělý výskyt, který navazuje na hlavní oblasti chovu. Během posledních 3 desetiletí se početnost siky výrazně zvyšovala. Dnes se pohybuje kolem 8 000 kusů, to je více než desetinásobek stavů, které byly na počátku 60. let. Od toho se také odvíjí roční odstřel, který je dnes přes 3000 kusů sičí zvěře (Vach et al. 2010).

Kamler et al. (2011), uvádí:



Obr. č. 3: Odlov jelena siky (zdroj: google.com – Nepůvodní druhy zvěře v ČR)

4. Škody působené zvěří jelena siky

Tuma (2008) uvádí:

Jelen sika stejně tak jako jelen lesní patří mezi potravní oportunisty. Velkou hrozbu pro nás představuje především to, že se rychle šíří. Navíc se rozmnožuje s již zmíněným jelenem lesním, což způsobuje tzv. hybridizaci. Stejně tak jako jelen lesní nejvíce škodí loupáním, okusem a ohryzem. Díky těmto škodám může dojít až k odumření napadených jedinců. V „lepší“ případě se sníží přírůst, vitalita, a pokud se jedná o poškození loupáním či ohryzem, stabilita stromů. Ta je snížena díky napadení – takzvané infekce dřevokaznými houbami, které způsobují hnilobu stromu. Mezi další, avšak méně významné škody, patří škody vytloukáním a odíráním kmenů.

4. 1. Loupání

Loupání je škoda, jež vzniká v letním období, tedy v době, kdy lýkovou částí proudí míza a kůra se tak lehce odtrhává od kmene. Princip je takový, že zvěř nakousne část kůry a následně odtrhne zbylý pruh. Loupání je většinou u mladších porostů jak jehličnatých, tak i listnatých. Probíhá do doby, než se u stromu vytvoří silnější kůra, odborně řečeno borka.

4. 2. Okus

Okusem se rozumí „zaštipování“ postranních a terminálních výhonků jak náletů, tak i samotných kultur a nárostů. Důsledkem toho může být poškození dřevin, jež může vést až k úplné likvidaci (odumření) přirozené i umělé obnovy. Nejvíce je takto poškozována jedle a listnaté stromy občas i smrk. Tyto škody vznikají jak v letním tak i v zimním období.

4. 3. Ohryz

Ohryz je téměř stejný jako loupání, ale na rozdíl od loupání vzniká v zimním období. To je doba, kdy v lýku neproudí míza. Při odtrhnutí se pak odtrhne pouze kousek kůry, ne však celý pruh.

Poškození je tedy menší, ale v ráně jsou vždy zřetelné stopy po spodních řezácích zvěře (Tuma, 2008).



Obr. č. 4: Ohryz, Čemíny na Plzeňsku (foto prof. J. Červený)

Tuma (2008) dále uvádí:

4. 4. Vytloukání

Vytloukání je škoda, kterou způsobují samci parohaté zvěře. Vytloukáním paroží poškozují kmínky i větve u vtroušených dřevin jako je například modřín. Tato škoda, spolu s následující, není tak výrazná, jako předešlé.

4. 5. Odírání kmenů

Tato škoda je způsobena jelení a černou zvěří většinou v blízkosti kališť. Z hlediska významu ochrany lesa se jedná o nepříliš významnou škodu.

5. Důvody vzniku škod

Důvody jsou různé. Například početnost populace, úživnost honitby, kapacita prostředí, stres, nebo jiné.

5. 1. Početnost populace

Zvěř je přirozenou součástí přírody, ale i přesto je důležité snažit se redukovat její stavy, aby nedošlo k přemnožení a vzniku škod. Poškození rostlin je sice normálním projevem býložravců, ale je důležité stanovit nějaké hranice. Ty by se měly stanovit dle výměry a úživnosti honitby.



Obr. č. 5: Početnost siky, Čemíny na Plzeňsku (foto prof. J. Červený)

5. 2. Úživnost honitby

Je-li špatná úživnost v dané lokalitě, je velmi důležité, aby zvěř byla příkrmována a úživnost honitby se zvyšovala. Často se zakládají zvěřní políčka a sázejí se plodonosné dřeviny. Tím lze omezit vznik škod.

U jelena siky, stejně jako jelena lesního lze příkrmovací období rozdělit do 3 etap:

1. Polovina září - polovina října. To je významné především pro kolouchy (důležitý příjem potravy).

2. Polovina října - konec prosince. Jeleni musí po říji načerpat vydanou energii a vytvořit si tukové zásoby na zimu.

3. Konec prosince – únor. Dochází k úpravě metabolismu a trávicího traktu, příjem potravy, která obsahuje vysokým podíl vlákniny (Hanzal 2012 (in verb)).

5. 3. Kapacita prostředí

To jakým způsobem se hospodaří za posledních 200 let, výrazně snížilo úživnost prostředí pro zvěř. Zmíněným hospodařením mám na mysli uplatňování pasečného, zvláště pak holosečného hospodářského způsobu. Přičemž je sázen především smrk a borovice. Početnost zvěře tedy musí být snížena, aby nedocházelo k likvidaci porostů (Tuma, 2008).

5. 4. Stres

Zvěř bývá často rušena ve svém denním režimu. Špatným způsobem lovu, turistickým ruchem nebo ze zcela jiných důvodů. Výsledkem je to, že nedodrhuje správné pastevní cykly a odchází na místa, kde najde potřebný klid pro svůj denní režim. Dochází pak například ke škodám v mlazinách (Tuma, 2008)

6. Rozbor problematiky magnetismu

6. 1. K čemu slouží, a co to vlastně je vnímání magnetického pole Země, tzv. magnetorecepce

Moravcová (2011) uvádí, že se jedná o jakýsi vnitřní kompas, který byl pozorován u živočichů a to od bakterií přes hmyz, ryby, obojživelníky, plazy, ptáky až savce. Slouží nejen pro orientaci živočichů, který jim umožňuje letět na dlouhé vzdálenosti, vracet se zpět do svých hnízdišť, ale umožňuje jim také pohybovat se v prostoru, hledat potravu a podobně.

U savců byla magnetorecepce jako první prokázána u netopýrů (Holland et al. 2006) a u rypošů (Marhold et al. 1997). Ptáci kromě směru používají k určení magnetického pole Země také polohu Slunce, hvězd a polarizované světlo oblohy. Místo, kde se právě nachází, také určují pomocí čichových, sluchových a zrakových vodítek. Nelze se tedy divit, že hypotéza, kterou formuloval Alexander Theodor von Middendorff roku 1859, o schopnosti živočichů využívat pro orientaci magnetické pole, čekala tak dlouho, více než 100 let, na svou experimentální podporu (Vácha et Němec, 2007).

Je také pravděpodobné, že zvířata využívají magnetickou informaci ke své orientaci jen jako jednu z mnoha. Ne vždy, ale většinou jen za ztížených podmínek. Bylo provedeno již mnoho pokusů a sledování, které potvrdily vnímání magnetického pole Země u zvířat. Například u tažných ptáků, želv, čolků, ale i u spárkaté zvěře a dobytka. U některých tažných ptáků je magnetické pole využíváno při cestách na zimoviště. Jsou totiž vybaveni zvláštním orgánem, který je schopný vnímat magnetické pole (vlny). Kde je však přesně umístěn, bylo pozorováno na různých druzích. Jedny studie tvrdí, že se nachází poblíž oka, jiné zase, že tyto schopnosti mají díky speciálním strukturám v zobáku (Lohmann, 2010).

Je tedy zřejmé, že tzv. „kompasový smysl“ lze považovat za realitu.

6. 2. Orientace a migrace živočichů

Moravcová (2011) zmiňuje důležitost orientačních schopností pro všechny živočichy. Orientace živočichů funguje na mnoha různých principech. Tyto principy často souvisí s chováním zvířat a napomáhají jim se dostat do cíle.

Nejvýznamnějšími migranty jsou mořští živočichové, jako například želvy a lososi. Život začínají na místě, které je geograficky specifické, poté migrují přes oceán za potravou.

Jako dospělci se pak vrací po několika letech do oblasti, kde se narodili. Tam se následně rozmnožují (Lohmann et al., 2008).

Magnetické pole využívají čerstvě vylíhlé juvenilní i dospělé želvy převážně k určení směru, ale také při migračních cestách (Perry et al., 1985).

Mladé želvy se po vylíhnutí orientují podle několika prvků, především podle odraženého světla, magnetického pole nebo i podle směru mořských vln (Lohmann, 1990).

6. 2. 1. Orientace podle značek prostředí

Moravcová (2011) popisuje tento druh orientace takto: Orientace podle bodů, na daném místě, v určité lokalitě je založená na vizuálních podnětech. Ty si živočichové umí spojit s konkrétním směrem, velmi často ke zdroji potravy nebo do hnízda. Kromě vizuálního prvku může být značkou i pachová nebo zvuková stopa. Schopnost integrace cest tzv. „path integration“, neboli schopnost získávání informací o současné poloze vůči hnízdu nebo místu potravy, byla pozorována nejen u hmyzu – např. U mravenců a včel, ale i u rypošů, kteří žijí v podzemí.

Autorka dále popisuje, že mravenci si spojují vizuálně zachycené prvky s vektorem příslušným tomuto prvku. Takto se mravenec orientuje v prostředí. Může se takto dostat na jiné místo, které je označené jiným bodem. Mravenci si také pamatují cesty pomocí učení značek, které jsou poblíž. Nazývá se to „zrakovou cestičkou“ (visual corridors). Díky path integration se pak mravenec na své cestě orientuje i za pomoci různých značek, které má spojené se svým cílem. Jediný mravenec se naučí za svůj život různé cesty do míst, kde nalezne něco k snědku, nebo cestu zpět do mraveniště. Pokud se mravenec vrátí z neúspěšné výpravy, při příští cestě za potravou se vydá posledním směrem, kde potravu našel. Také včely si pamatují současně několik cest, ze kterých jsou potom schopny se vrátit zpět do svého mateřského úlu (Wehner, 2003).

Rypoši využívají path integration ve spojení s magnetickým polem a dokáží se tak poměrně přesně orientovat i na dlouhé vzdálenosti v úplné tmě (Kimchi et al., 2004)

7. Parametry magnetického pole Země

K porozumění magnetorecepčního smyslu je zapotřebí důkladně poznat samotné magnetické pole Země (Moravcová, 2011).

Magnetické pole Země je vytvářeno svrchním jádrem a je podmíněno procesy probíhajícími v celém jádře a to i ve vnitřním niklovém jádře. Magnetické pole Země je charakterizováno vertikální a horizontální složkou. Každá z těchto složek má své specifické parametry, které mohou živočichům posloužit k lepší orientaci (Able, 1994). Siločáry protínají povrch Země na jakémkoliv jejím místě a úhel sklonu siločáry vůči severojižní ose je označován jako inklinace. Jelikož je inklinací úhel měnný se zeměpisnou šířkou, jsou zvířata schopna rozeznat velikost inklinace a tím zjistit přibližnou zeměpisnou šířku, ve které se v danou chvíli nacházejí (Lohmann et Lohmann, 1994). Složením vertikální a horizontální komponenty je získán celkový vektor pole (Able, 1994).

Dalším neméně podstatným parametrem je síla magnetického pole, kterou jsou zvířata schopna rozpoznat a využít. Spojením síly (intenzity) a inklinace zvířata umí poměrně přesně odhadnout svou polohu a v závislosti na tom i pozici cíle. (Moravcová, 2011).

7. 1. Magnetorecepce

Magnetorecepce je vnímavost živočichů vůči geomagnetickému poli Země. Týká se téměř všech tříd migrujících i nemigrujících zvířat, která tuto vlastnost využívají ke svému pozičnímu chování, avšak u žádného živočicha zatím není dokonale objasněno, jakým způsobem toto funguje (Lohmann, 2010).

Tato schopnost, kterou většina živočichů využívá je tedy jakýmsi šestým smyslem a měla by mít speciální smyslové orgány. Tyto receptory jsou nazývány magnetoreceptory. Stejně jako je tomu u zraku či sluchu, tak by měly být i ony propojeny s nervovou soustavou (Moravcová, 2011). Kde se však u jednotlivých tříd nalézají, není dosud řádně jasné. Mohou být prakticky kdekoli na jejich těle a jakkoliv veliké.

Magnetorecepce byla zjištěna na základě mnoha pozorování i u včel. Zjistilo se, že silné magnetické pole ovlivňuje včelí tanečky i stavby (orientaci staveb) pláství v úle. Dělnice zpravidla staví plástve dle původního (předchozího) stavu tedy ve stejném směru. Pokud dojde k narušení magnetické orientace včel, směr nové plástve se s původní již neshoduje (Kirschvink et Gould, 1981) uspořádání plástve ovlivňuje i věk roje.

7. 2. Orientace živočichů v magnetickém poli

Schopnost zvířat orientovat se v magnetickém poli je založena na dvou základních způsobech. Prvním, složitějším způsobem je takzvaný mapový smysl, neboli určování přesné geografické polohy pomocí magnetického pole. Druhým je magnetický kompas, který umožňuje danému jedinci udržet konstantní polohu (Moravcová, 2011).

Magnetickou mapu mají především migrující zvířata, jako jsou například želvy, lososi nebo ptáci (Lohmann, 2010). Ptáci mají perfektně vyvinuté smyslové schopnosti, díky kterým mohou využívat jak magnetickou mapu, tak i magnetický kompas (Kirschvink et Gould, 1981).

7. 2. 1. Magnetická mapa

Známe dva základní typy map, mozaikovou a gradientovou (mřížkovou). Mozaiková mapa je založená na vztahu vlastností prostředí a prostoru, je tedy omezena (limitována) prostorem. Mapa gradientová závisí na dvou komponentech na velikosti a uniformitě gradientového pole. Gradientová mapa využívá dvou komponentů, které se vzájemně ortogonálně protínají (Able, 1994).

Na rozdíl od mapového smyslu, který určuje sílu pole, inklinaci nebo i obojí najednou, kompas určuje jen a pouze směr (Lohmann, 2010).

7. 2. 2. Magnetický kompas

Moravcová (2011) uvádí, že magnetický kompas slouží živočichům k určení severního nebo jižního pólu. Rozlišujeme dva druhy magnetického kompasu a to polaritní a inkliniční.

Polaritní kompas rozeznává směr z polarity horizontální složky pole, a následně stanovuje úhel mezi severo-j jižní osou a směrem trasy. Polaritní kompas používají ke své orientaci například netopýři (Holland et al. 2008) a rypoši (Kimchi et Terkel, 2001).

Inkliniční kompas umožňuje rozlišit směr k pólu a k rovníku na dané polokouli, využívají ho například ptáci (Lohmann et Lohmann, 1994).

Předpokládá se také, že inkliniční kompas u obojživelníků je stejný jako mají ptáci, tedy závislý na světle (Thalau et al. 2006). Obojživelníci by také mohli mít magnetický kompas ovlivněný vlnovou délkou světla (Phillips et Bordland, 1992). Rypouši naopak mají

magnetický kompas fungující na mechanismu, který je na světle nezávislý a umožňuje jim tak orientovat se v podzemí (Thalau et al. 2006).

7. 2. 3. Poziční chování (magnetic alignment)

Poziční magnetické chování je jev, kdy je vnímáno magnetické pole Země. Při pastvě nebo odpočinku zvířata natáčí své tělo na různé světové strany. Význam tohoto chování je bohužel stále ne zcela prozkoumaný (Vácha et al. 2010). Poziční chování, není považováno za magnetorecepci. Není to totiž vědomé cítění magnetického pole ani použití magnetického kompasu pro orientaci a migraci na dlouhé vzdálenosti (Begall et al. 2008).

Zkoumání pozičního chování však není jednoduché. Lze ho pozorovat ve speciálně vytvořeném prostředí (v laboratořích) pouze u drobných zvířat. Nelze to však u velkých živočichů. Vnímání magnetického pole je pozorováno i u velkých savců, ale není zatím dostatečně podloženo, protože u těchto velkých zvířat nelze ve volné přírodě připravit specifické podmínky, sledovat reprodukční aktivitu, trénovat je a poté testovat, jako je tomu ve speciálně vybavených laboratořích (Begall et al. 2008)

8. Magnetismus u jednotlivých tříd živočichů

8. 1. Magnetismus hmyzu

Hmyz při své orientaci využívá například vibrace, orientační body, feromony, vibrace, gravitaci, polarizované světlo, sluneční kompas (Válková, 2010).

U hmyzu se pravděpodobně může vyskytovat na světle nezávislá magnetorecepce, která je založená na magnetitu a podložena výskytem magnetických částic. Ty by se měly nacházet v blízkosti inervovaných struktur ve tkáních (Desoil et al. 2005). Jsou však i studie, které říkají opak, tedy, že magnetorecepce u hmyzu je závislá na světle. Toto tvrzení potvrzuje i první studie u včel (Leucht 1984; Leucht et Martin, 1990) a jiných druhů hmyzu (Gegear et al. 2008; Vácha et al. 2008b). Místem magnetorecepce u hmyzu by mohlo být opět oko (Kirschfeld et al. 1983).

Magnetické kompasové orientace využívají při svých cestách na jiná místa například motýli *Danaus plexippus* (Etheredge et al. 1999), neotropičtí motýli *Aphrissa statira* (Srygley et al. 2006) i kolonie mravenců *Pachycondyla marginata* (Leal et Oliveira, 1995).

8. 2. Magnetismus ptáků

Někteří ptáci využívají magnetické pole Země při tahu do míst, kde přezimují, a následně při zpátečních cestách. Reakce na magnetické pole byla zjištěna u více jak dvaceti druhů ptáků, především tažných druhů pěvců. Vědci předpokládají, že mají speciální orgán, díky kterému jsou schopni vnímat magnetické vlny. Tento receptor mají nejspíše umístěný poblíž oka. Uvnitř sítnice v olejových kapkách byly nalezeny drobné krystalky magnetitu. Bylo také zjištěno, že magnetické pole jsou ptáci schopni vnímat pomocí malého množství železa ve strukturách zobáku (Lohmann, 2010). Tyto struktury napomáhají k vnímání intenzity a směru magnetického pole. Oxidy železa zesilují účinek magnetické pole a stimulují nervové buňky, které dají signál centru v mozku zodpovědnému za orientaci (Petrlák, 2011).

Schopnost orientovat se dle magnetického pole Země byla potvrzena i u holubů. Například u australských holubů prováděla pozorování Australanka Kordula Moraová. Její pokus spočíval v tom, že holuby uzavřela do dřevěného tunelu a pod ním nainstalovala speciální zařízení, které vytvářelo magnetické pole.

Odrážela se od faktu, že holubi jsou velice učenliví, a začala s tréninkem na orientované magnetické pole. Pokud holub dokázal určit správný směr, čekala tam na něj odměna. Holubi se „naučili na dobroty“ a začali chodit směrem, který jim Moraová určila, uměle vytvořeným magnetickým polem. Následovaly vlastní testy.

Zajímavé jsou především tyto dva pokusy. První spočíval v tom, že holubům umístila pod zobák malý magnet, to holuby zmátlo natolik, že nepoznali, kdy bylo magnetické pole zapnuté a kdy ne. Druhý důkaz o tom, že holubi vnímají magnetické pole, spočívá v znečitlivění ty části zobáku, kde je orgán s krystalky magnetitu. Výsledek je totožný s předchozím, opět nebyli schopni rozeznat, kdy bylo zapnuté magnetické pole.

Závěrem lze tedy říci, že ptáci při svých cestách využívají magnetické pole, které zaznamenávají díky speciálnímu senzoru v zobáku, nikoli však dle této studie v očích (Pazdera, 2008)

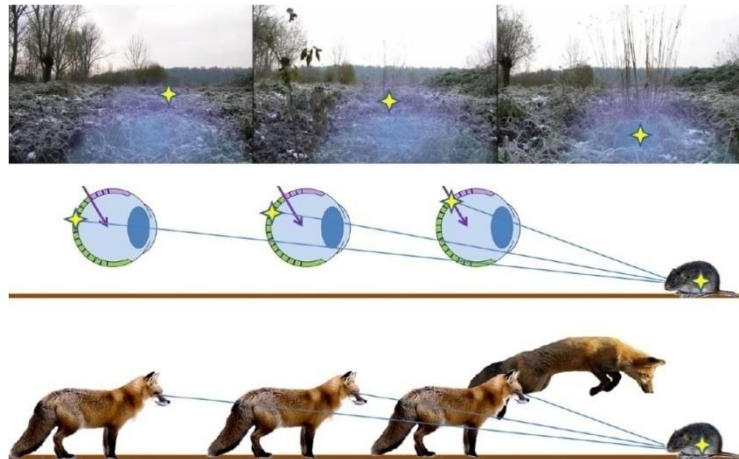
8. 2. 3. Magnetismus savců

Orientace zvířat v magnetickém poli byla pozorována u domácího dobytka i u vysoké jelenovité zvěře, a to i při odpočinku (Begall et al. 2008). V posledních studiích byly pozorovány lovy lišek a jejich úspěšnost. Zjištěné výsledky souvisí s postavením zvířete vzhledem k magnetickému poli. Lze je tedy zařadit do skupiny živočichů s pozičním chováním (Červený et al. 2011).

Lišky

Červený et al. (2011): díky svému pozorování zjistili, že lišky při svém lovu, takzvaném myškování, využívají magnetické pole Země k lepšímu odhadu vzdálenosti. Tělo natočí v severojižním směru a tím se jim zvýší úspěšnost lovu drobných hlodavců.

Bylo sledováno více jak 80 lišek při zhruba 600 útocích na hlodavce. Současně byl eliminován vliv větru nebo poloha slunce. Výsledky, které byly zjištěny, ukázaly na fakt, že pokud liška při svém lovu stojí směrem k severu, úspěšnost je 74 %, skoky v jižním směru byly úspěšné v 60%. Ostatní skoky měly úspěšnost pouhých 18 %.



Obr. č. 6: Orientace živočichů (zdroj: google.com)

Ostatní savci

Vědci také zjistili, že dobytek i jeleni se na pastvě nebo ve spánku natáčí svým tělem severojižním směrem tj. ve směru geomagnetického pole. Poslední studie byly zaměřeny na zálehy vysoké zvěře v zimním období a klidové pozice dobytka. Všechna tato pozorování proběhla většinou za bezvětří v různých denních i nočních hodinách, na různých místech. Proto lze vyloučit vliv klimatických podmínek (Begall et al. 2008).

Němec (2011) uvádí, že schopnost orientovat se dle magnetického pole zvěř ztrácí pod vedením vysokého napětí. Za těchto podmínek se staví chaoticky na všechny světové strany. Rušivý efekt lze pozorovat asi do padesáti metrů od elektrického vedení. Postavení a natočení těl zvěře je možné pozorovat i díky nové metodě, která využívá satelitních snímků z družic. Snímky jsou všem přístupné na webu v aplikaci Google Earth. Skutečnost, že se dobytek několik stovek let řídí podle vnitřního kompasu, vzbudila obrovskou pozornost odborné i laické veřejnosti (Cressey, 2008).

Bylo provedeno mnoho pozorování jak přímo v terénu, tak pomocí již zmíněné metody (pozorování zvěře pomocí internetové aplikace Google Earth). Podle pozorování vědeckého týmu se k magnetickému severu staví průměrně 60 až 70 % jedinců ve stádech dobytka. U zvěře spárkaté je to dokonce 70 až 80 % jedinců (Lázňovský, 2009).

9. Metodika

Pozorování probíhalo v malé oboře, která se nachází v Královéhradeckém kraji, v okolí Náchodska, ve vesnici zvané Starkoč. Majitelem je Jiří Lelek.

První zmínky o této vesnici pochází z roku 1445. V té době, to byla ves náchodského panství. Součástí obce Studnice se stává poprvé v letech 1880-1900, znovu pak až od roku 1990. Tato vesnice čítá přibližně 279 stálých obyvatel a leží v nadmořské výšce asi 360metrů n. m. Nachází se zde železniční trať, která je významným železničním uzlem.

Po celou dobu pozorování byly zaznamenávány škody, jež způsobila síčí zvěř na kmenech všech druhů dřevin o různých rozměrech. Pozorování probíhalo několik dní v různých denních hodinách, a za různých klimatických podmínek. Tím lze vyloučit případné ovlivnění faktory jako je vítr, slunce nebo teplota. Po vyloučení všech těchto činitelů zde zbývá jediný možný, a to je ovlivnění magnetickým polem Země.

Důležité bylo také pozorovat a zaznamenat například vzdálenost od cesty, od drátů vysokého napětí, apod. Po konzultaci s paní profesorkou Novákovou jsem jako ovlivňující vzdálenost brala v úvahu vše, co bylo ve vzdálenosti bližší jak 200metrů.

Celkem bylo naměřeno 224 údajů - škod. Z hodnocení byly vyřazeny dřeviny, jejichž poškození bylo v malém zastoupení tedy jasan, dub a borovice a dřeviny, které byly poškozeny po celém obvodu kmene. Následně jsem vyhodnotila všechny poškozené stromy bez ohledu na druh dřeviny. Poté jsem vyhodnotila zvláště buk, břízu a převládající smrk.

Zálehy tedy klidové pozice síčí zvěře jsem hodnotila a zaznamenávala v zimním období. Naměřeno bylo 17 zálehů.

Veškeré naměřené a zapsané hodnoty byly následně přepsány do elektronické podoby pro statistické vyhodnocení dat. Statistické vyhodnocení bylo provedeno v programu Oriana 4.01 (Kovach Computing).

9. 1. Sběr dat

Po přijetí do obory, kde mělo probíhat měření, byl nejprve celý prostor důkladně projit. Důvodem bylo seznámit se nejen s daným místem, ale také s rozsahem a rozmístěním škod, které zde byly způsobeny síčí zvěří. Pro přehlednost a lepší orientaci následovalo rozdělení poškozeného porostu na jednotlivé úseky.

Během následujících dní byly jednotlivé části porostu postupně procházeny, a škody, které se zde vyskytovaly, byly pomocí buzoly měřeny.

Postup byl následující. Pokud byl zjištěn poškozený strom, buzola byla namířena přímo naproti poškození (ohryzu, loupání). Nejprve se buzola zorientovala – ručička se ustálila na sever, potom byla přečtena hodnota (číslo) ze stupnice ve stupních. Následovalo zjištění druhu dřeviny, druhu poškození, případně zaznamenání nějaké zvláštnosti (blízkost elektrického vedení, apod.). Tento postup se opakoval u každého poškozeného stromu. Naměřené údaje byly zapisovány do zápisníku.

Při měření zálehů bylo důležité určit směr zálehu, nejlépe směr hlavy zvěře v zálehu. Dále jednalo-li se o dospělce či nikoli, skupinový záleh, rušivé vlivy (vzdálenost), vzdálenost a směr ke krmicímu zařízení. Následně bylo zjištěno, jakým směrem zvěř směřovala hlavou při odpočinku. Postup byl následující - postavení k zálehu, zorientování buzoly na sever a přečtení hodnoty ve směru, kam mířila pomyslná hlava zvěře.



Obr. č. 7: Zálehy, Čemíny na Plzeňsku (foto prof. J. Červený)

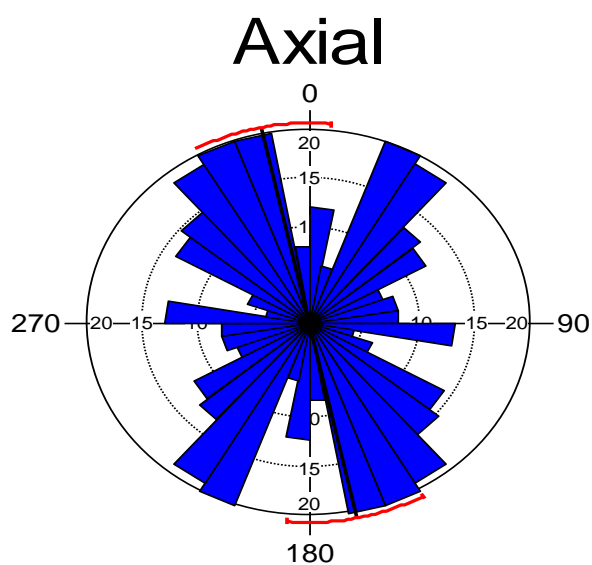
10. Výsledky a diskuze

Škody



Obr. č. 8 :Škody, Čemíny na Plzeňsku (foto prof. J. Červený)

Souhrn (ohryz na všech dřevinách)

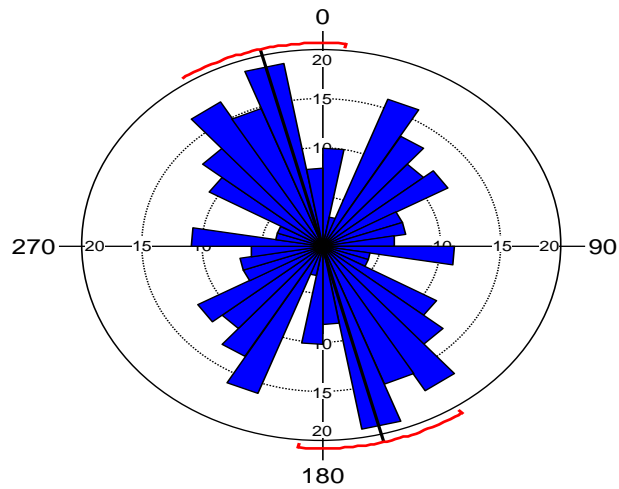


Obr. 1: Poškození ohryzem u všech druhů dřevin

Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	224
Data Grouped?	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10° (18)
Mean Vector (μ)	167,868°
Length of Mean Vector (r)	0,15
Concentration	0,304
Circular Variance	0,425
Circular Standard Deviation	55,787°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	5,051
Rayleigh Test (p)	0,006

Na všech dřevinách bylo celkem naměřeno 224 škod ohryzem. Převládající výsledný směr je zhruba 170°, z čehož vyplývá, že se zvěř orientovala severojižním směrem.

Ohryz smrku

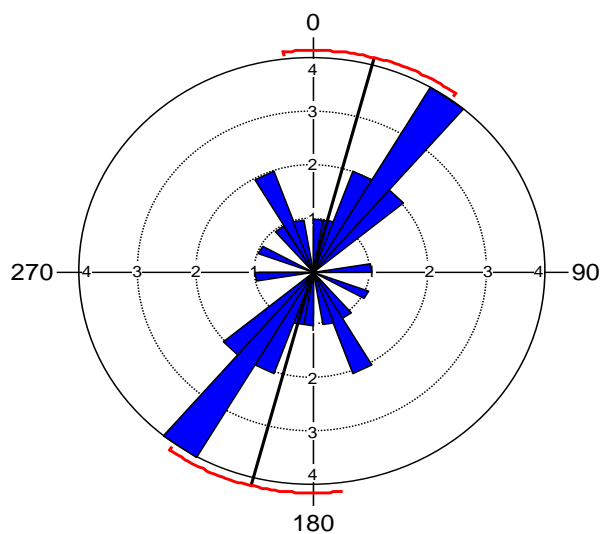


Obr. 2: Poškození smrku ohryzem v porostu

Variable	
Data Type	Axial
Number of Observations	187
Data Grouped?	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10° (18)
Mean Vector (μ)	165,594°
Length of Mean Vector (r)	0,146
Concentration	0,294
Circular Variance	0,427
Circular Standard Deviation	56,246°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	3,961
Rayleigh Test (p)	0,019

Na smrku bylo zjištěno 187 škod ohryzem, po zaokrouhlení je výsledný směr 170°, tedy orientace zvěře znovu směřuje severojižním směrem.

Ohryz břízy

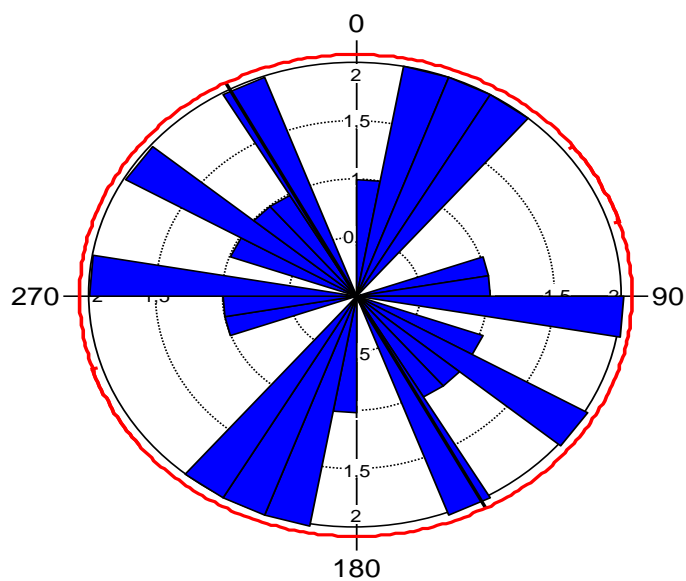


Obr. 3: Poškození břízy ohryzem v porostu

Variable	
Data Type	Axial
Number of Observations	16
Data Grouped?	Yes
	10°
Group Width (& Number of Groups)	(18)
Mean Vector (μ)	14,665°
Length of Mean Vector (r)	0,434
Concentration	0,962
Circular Variance	0,283
Circular Standard Deviation	37,018°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	3,013
Rayleigh Test (p)	0,047

Škody ohryzem na bříze, jež způsobila síčí zvěř, byly zjištěny na 16 stromech. Konečný převládající směr je přibližně 15° výsledkem je opět severojižní směr.

Ohryz buku

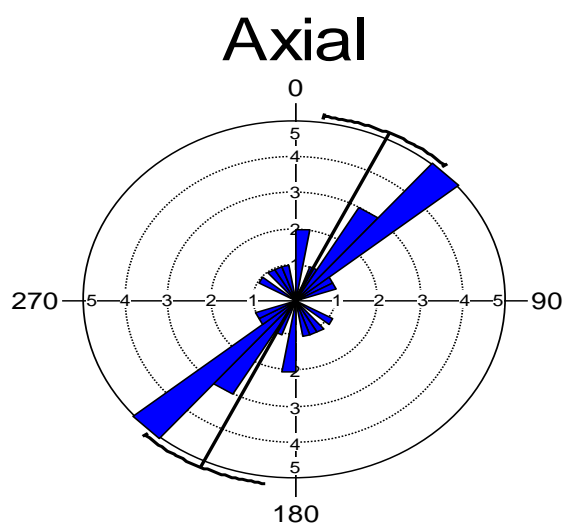


Obr. 4: Poškození buku ohryzem v porostu

Variable	
Data Type	Axial
Number of Observations	18
Data Grouped?	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10° (18)
Mean Vector (μ)	152,03°
Length of Mean Vector (r)	0,093
Concentration	0,187
Circular Variance	0,453
Circular Standard Deviation	62,408°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,156
Rayleigh Test (p)	0,859

Celkově bylo ohryzem poškozeno 18 buků, výsledný směr u této dřeviny je 150°, po zaokrouhlení Výsledkem je stejně jako u předchozích severojižní orientace zvěře.

Zálehy



Obr. 5: Vyhodnocení zálehů

Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	17
Data Grouped?	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10° (18)
Mean Vector (μ)	25,473°
Length of Mean Vector (r)	0,504
Concentration	1,164
Circular Variance	0,248
Circular Standard Deviation	33,526°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	4,322
Rayleigh Test (p)	0,011

Celkem bylo naměřeno 17 zálehů. Výsledný převládající směr je 25°, z čehož plyne, že se zvěř orientovala severojižním směrem.

Hlavní zjištěný směr, který se týkal poškození u všech druhů dřevin je 167,868°. Mnou získané údaje potvrzují severojižní orientaci zvěře a to jak v klidových pozicích, tak i při vzniku škod na kmenech stromů. Shodují se s výsledky, které zaznamenal Begall et al. (2008) při pozorování dobytka, které prováděl za pomoci metody satelitních snímků. Nutno podotknout, že předtím vyloučil možnost ovlivnění klimatickými faktory, neboť počasí při jeho pozorování nebylo vždy stejné, rovněž tak jako čas. Moravcová (2011) ve své práci, kde pozorovala orientaci krav, uvádí, že po vyhodnocení výsledků, které získávala též za pomoci aplikace Google Earth, zvířata potvrzují preferenci orientovat své tělo v severojižním směru. Souhlasím však s panem Burdou et al. (2008), který říká, že zjištěné výsledky přináší více otázek než odpovědí. Byla totiž zjištěna pouhá tendence geomagnetické orientace skotu a spárkaté zvěře. Není však nic známo o recepci magnetického pole, o biologickém a praktickém významu magnetické orientace zvířat.

11. Závěr

Cílem této práce je, kromě jiného, přispět několika nezávislými daty do problematiky magnetismu, a to u sičí zvěře. Byly zkoumány škody ohryzem na všech druzích dřevin, a to bez ohledu na jejich průměr, dále také zálehy ve sněhu. Tato studie probíhala v obci Starkoč. Jak již bylo zmíněno, pozorování probíhalo za různých podmínek.

V teoretické části je v kapitolách (jedna až šest) nejprve rozebrána zvěř jelena siky, a to jak všeobecným popisem tohoto druhu, tak i životní strategií, výskytem a škodami, které působí.

V kapitole šesté následuje problematika magnetismu, tedy jakési všeobecné pochopení toho, co je magnetismus, jak jsou schopni ho vnímat jednotlivé třídy živočichů, k čemu jim slouží – jak a za jakých okolností jej využívají.

Parametry magnetického pole Země jsou blíže popsány v sedmé kapitole, která je dělena na další podkapitoly.

V kapitole osmé je, na základě již provedených pozorování, podrobně rozebráno bližší poznání magnetismu u jednotlivých tříd živočichů.

Praktická část začíná devátou kapitolou. Týká se mého pozorování v malé oboře v obci Starkoč. Nejprve je zde popsána metodika, kde pozorování probíhalo, jaké údaje byly měřeny.

V podkapitole 9. 1. Sběr dat je podrobně popsán postup sbírání dat – měření jak škod, tak zálehů.

Desátá kapitola se zabývá zjištěnými výsledky a diskuzí. Jsou zde zobrazeny grafy a vyhodnoceny údaje. Diskuze je zaměřená na porovnání mých výsledků s výsledky, které zjistili jiní pozorovatelé a autoři odborných článků.

Bakalářská práce je obohacena nejen grafy, ale také i fotografiemi.

Jsem si vědoma i toho, že některé kapitoly nejsou zpracovány do hloubky. Důvodem je to, že je to relativně nový poznatek a jsou prováděna stále nová pozorování, neboť stále není objasněno mnoho otázek na toto téma. Také fakt, že nejsou české publikace ani odborné články, mi občas ztěžoval vypracování této práce.

Závěrem lze říci, že zjištěná data ukazují na fakt, že se i tato zvěř orientuje severojižním směrem. Pozorování, která doposud probíhala, byla vesměs úspěšná a potvrzovala i mnou zjištěný fakt, že většina živočichů vnímá magnetické pole Země, a to jak kvůli lepší orientaci, tak i ze zcela jiných důvodů.

12. Seznam literatury

ABLE K. P., 1994: Magnetic orientation and magnetoreception in birds. *Neurobiology* 42, pp 449-473.

BEGALL S., ČERVENÝ J., NEFF J., VOJTĚCH O. et BURDA H., 2008: Alignment in grazing and resting cattle and deer: What herdsmen and hunters have never noticed. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105: 13451-13455.

BURDA, H., ČERVENÝ, J. et VOJTĚCH, O., 2008: Magnetické krávy a internet přitahují. *Vesmír*

CRESSEY D., 2008: „Magnetic cows“ are visible from space. *Nature News* (25 Aug. 2008) doi: 10.1038/news.2008.1059, *News*.

ČERVENÝ J., BEGALL S., KOUBEK P., NOVÁKOVÁ P. et BURDA H., 2011: Directional preference may enhance hunting accuracy in foraging foxes. *Biology letters*, doi: 10.1098/rsbl.2010.1145.

ČERVENÝ J., KAMLER J., KHOLOVÁ H., KOUBEK P et MARTINKOVÁ N, 2003, 2010: Ottova encyklopedie, *Myslivost*. ISBN: 978-80-7360-895-8, 592s.

DESOIL M., GILLIS P., GOSSUIN Y., PNAKHURST Q. A. et HAUTOT D., 2005: Definitive identification of magnetite nanoparticles in the abdomen of the honeybee *Apis mellifera*. *Journal of Physics: Conference Series* 17:45–49.

ETHEREDGE J. A., PEREZ S. M., TAYLOR O. R. et JANDER R., 1999: Monarch butterflies (*Danaus plexippus* L.) use a magnetic compass for navigation. *PNAS* 96: 13845-13846.

GEGEAR R. J., CASSELMAN A., WADDELL S. et REPPERT S. M., 2008: Cryptochrome mediate light dependent magnetosensitivity in *Drosophila*. *Nature* 454: 367-550.

HOLLAND R. A., THORUP K., VONHOF M. J., COCHRAN W. W. et WIKELSKI M., 2006: Bat orientation using Earth's magnetic field. *Nature* 444:653.

HOLLAND R. A., KIRSCHVINK J. L., DOAK T. G. et WIKELSKI M. 2008: Bats use magnetite to detect the Earth's magnetic field. *PLOS ONE* 3:e1676.

HOUSER P., 2011: Lišky skáčou podle magnetického pole Země, online <http://www.scienceworld.cz/video/lisky-skacou-podle-magnetickeho-pole-zeme-6187/>, cit. 13. 01. 2011.

KAMLER J., PLHAL R., VALA Z. et KLOZ J., 2011: Ekologie v chovech zvířete - učební text, online: <http://myslivecke.webnode.cz/ekologie-v-chovech-zvere/>, cit. 07. 02. 2012

KIMCHI T. et TERKEL J., 2001: Magnetic compass orientation in the blind mole rat *Spalax exrenbergi*. *The journal od experimental biology* 204: 751-758.

KIMCHI T., ETIENNE A. S. et TERKEL J., 2004: A subterranean mammal uses the magnetic compass for path integration. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 101: 1105-1109.

KIRSCHFELD K., FEILER R., HARDIE R., VOGT K. et FRANCESCHINI N., 1983: The sensitizing pigment in fly photoreceptors. *Eur. Biophys. J.* 10: 81-92.

KIRSCHVINK J. L. et GOULD J. L., 1981: Biogenic magnetite as a basic for magnetic field detection in animals. *Biosystems* 13: 181-201.

KŘIVÁNEK J., 2010: Jelen sika japonský - plíživé nebezpečí genofondu jelena evropského *Myslivost* 8/2010, 10 s.

LÁZŇOVSKÝ M., 2009: Magnetické krávy se vrací, http://www.lidovky.cz/magneticke-kravy-se-vraci-0y3-/veda.aspx?c=A090316_192415_ln_veda_val, cit. 16. 03. 2009

- LEAL I. R. et OLIVEIRA P. S., 1995:** Behavioral ecology of the neotropical termite-hunting ant *Pachycondyla* (*Termitopone marginata*): colony founding, group-raiding and migratory patterns. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 37: 373-383.
- LEUCHT T., 1984:** Responses to light under varying magnetic conditions in the honeybee, *Apis mellifica*. *J. Comput. Physiol. A* 154: 865-870.
- LEUCHT T. et MARTIN H., 1990:** Interactions between e-vector orientation and weak, steady magnetic fields in the honeybee, *Apis mellifica*. *Naturwissenschaften* 77: 130-133.
- LOHMANN K. J., 1990:** Magnetic orientation by hatchling loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *In J.exp. Biol* 155: 37-49.
- LOHMANN K. J. et LOHMANN C. M. F., 1994:** Detection of magnetic inclination angle by seaturtles: A possible mechanism for determining latitude. *J. exp. Biol.* 194: 23-32.
- LOHMANN J. K., PUTMAN N. F. et LOHMANN C. M. F., 2008:** Geomagnetic imprinting: A unifying hypothesis of long-distance natal homing in salmon and sea turtles. *PNAS* 105: 49.
- LOHMANN J. K., 2010:** Magnetic-field perception. *Nature* 464: 1140-1142.
- MARHOLD S., BURDA H., KREILIS I. et WILTSCHKO W., 1997:** Magnetic orientation in common mole-rats from Zambia. Orientation and navigation – birds, human and other animals, *paper, 5. Oxford: Royal Institute of Navigation.*
- MORAVCOVÁ P., 2011:** Ověření poziční magnetické orientace savců, DIPLOMOVÁ PRÁCE, *Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, 50 s.*
- NĚMEC P., 2011:** Záhadná úmrtí zvířat po celém světě, online <http://www.znamenicasu.cz/zahadna-umrti-zvirat-po-celem-svete/>, cit. 24. 03. 2011
- PAZDERA J., 2008:** Mají ptáci fotochemický kompas, Australští holubi vrací teorii magnetitu do hry, online: <http://www.osel.cz/index.php?clanek=3528>, cit. 02.05.2008

PERRY A., BAUER G.B. et DIZON A. E., 1985: Magnetoreception and biomineralization of magnetite in amphibians and reptiles. Magnetite biomineralization and magnetoreception in organisms, *New York: Pleum Press*, pp. 429-453.

PETRILÁK L., 2011: Ptačí migrace a magnetismus online:

http://www.vcpso.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=565%3Aptai-migrace-a-magnetismus&Itemid=1&lang=cs, cit. 03. 03. 2011

PHILLIPS J. B. et BORDLAND S. C., 1992: Behavioral evidence for use of a light-dependent magnetoreception mechanism by a vertebrate. *Nature* 359: 142-144.

PŮŽOVÁ T., 2007: Vliv světla na magnetorecepční chování potemníka moučného (*Tenebrio molitor* L.), DIPLOMOVÁ PRÁCE. *Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta*, 82 s.

SRYGLEY R. B., DUDLEY R., OLIVEIRA E. G. et RIVEROS A. J., 2006: Experimental evidence for a magnetic sense in Neotropical migrating butterflies (Lepidoptera: Pieridae). *Anim. Behav.* 71: 183-191.

THALAU P., RITZ T., BURDA H., WEGNER R. E. et WILTSCHKO R., 2006: The magnetic Compaq mechanisms of birds and rodents are based on different physical principles. *J. R. Soc. Interface* 3: 583-587.

TUMA M., 2008: Škody působené zvěří, *lesnická práce 10/2008 (příloha)*, 4 s.

VACH M, BAMET V, BEJČEK V, HANZAL V, HROMAS J, RŮŽIČKA J, SVÁROVSKÝ J, ŠŤASTNÝ K, WOLF R, SEHNAL J, ADÁSEK I et ŘEHÁK L, 1999: Myslivost. ISBN:80-901775-2-2, *nakladatelství Silvestir, Uhliřské Janovice*, 368 s.

VACH M et al, (2010): Vývoj myslivosti a lovectví v českých zemích. *Nakladatelství Silvestris, Brno*, 551 s.

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

VÁCHA M., PŮŽOVÁ T. et DRŠTKOVÁ D., 2008B: Effect of light wavelength spectrum on magnetic compass orientation in *Tenebrio molitor*. *J. Comp. Physiol. A* 194: 853-859.

VÁCHAM., KVÍČALOVÁ M. et PŮŽOVÁ T., 2010: American cockroaches prefer four cardinal geomagnetic positions at rest. *Behavior* 147: 425-440.

VÁLKOVÁ T., 2010: Na světle závislá magnetorecepce hmyzu, (rigorózní práce). *Masarykova universita, Přírodovědecká fakulta, 108 s.*

WEHNER R., 2003: Desert and navigation: how miniature brains solve complex tasks. *In J Comp Physiol A* 189: 579-588.