

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



Magnetická orientace zvěře na vnadištích v oblasti

Benešovska

Bakalářská práce

Autor: Arnošt Korecký

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

Arnošt Korecký

Lesnictví

Název práce

Magnetická orientace zvěře na vnaďístích v oblasti Benešovska

Název anglicky

Magnetic orientation of hoofed game at decoy places in the area of Benešov

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zpracování literární rešerše k problematice magnetismu a sledování magnetické orientace především spárkaté zvěře u příkrmovacích zařízení a slanisek na Benešovsku.

Metodika

V bakalářské práci se zaměříte na zpracování literární rešerše k dané problematice a zdokumentování vlivu magnetismu na zvěř. Magnetorecepce bude sledována pomocí fotopastí a následného vyhodnocování snímků zvěře u příkrmovacích zařízení a slanisek včetně statistické analýzy dat.

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran textu

Klíčová slova

magnetorecepce, magnetické vnímání, magnetický alignment, spárkatá zvěř, příkrmovací zařízení

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., Wiltshko, W. & Wiltshko, R. 1990 Magnetic compass orientation in the subterranean rodent *Cryptomys hottentotus* (Bathergidae, Rodentia). *Experientia* 46, 528–530.
- Červený, J., Begall, S., Koubek, P., Nováková, P. & Burda, H. 2011 Directional preference may enhance hunting accuracy in foraging foxes. *Biol. Lett.* 7, 355–357.
- Hart, V., Kušta, T., Němec, P., Bláhová, V., Ježek, M., Nováková, P., Begall, S., Červený, J., Hanzal, V., Malkemper, E.P., Štípek, K., Vole, C. & Burda, H. 2012 Magnetic alignment in carps: Evidence from the Czech Christmas fish market. *PLOS ONE* 7(12), doi:10.1371/journal.pone.0051100.
- Hart, V., Malkemper, E.P., Kušta, T., Begall, S., Nováková, P., Hanzal, V., Pleskač, L., Ježek, M., Policht, R., Husinec, V., Červený, J. & Burda, H. 2013 Directional compass preference for landing in water birds. *Frontiers in Zoology* 10(38), doi: 10.1186/1742-9994-10-38.
- Hart, V., Nováková, P., Malkemper, E.P., Begall, S., Hanzal, V., Ježek, M., Kušta, T., Němcová, V., Adámková, J., Benedíktová, 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 21. 3. 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. 03. 2015

“Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Magnetická orientace zvěře na vnadištích v oblasti Benešovska vypracoval samostatně pod vedením Ing. Petry Novákové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.“

V Praze dne 26. 3. 2015

Arnošt Korecký

Chtěl bych poděkovat vedoucí bakalářské práce Ing. Petře Novákové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, připomínky, ochotu a vynaložený čas. Také děkuji své rodině za trpělivost a podporu během mého studia a psaní této práce.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá ovlivněním zvěře magnetickým polem Země při příjmu potravy. V teoretické části je obsaženo shrnutí známých poznatků o magnetoreceptci, o možných způsobech mechanismů vnímání magnetismu a o využití magnetismu u některých druhů živočichů. Dále jsou zde shrnuty údaje o etologii a ekologii druhů zvěře, na kterých byl výzkum proveden. Jedná se o jedince daňka evropského (*Dama dama*), srnce obecného (*Capreolus capreolus*) a prasete divokého (*Sus scrofa*).

Praktická část pojednává o výzkumu magnetické orientace výše uvedených druhů při příjmu potravy. Data byla sbírána od prosince 2013 do dubna 2014 metodou získávání fotografií z fotopasti umístěné na určených lokalitách (krmelištích), ležících v okrese Benešov. Z každého snímku byl následně zjištěn druh zvěře, směr hlavy a směr těla. V potaz byly přitom brány jen ty fotografie, kde zvěř prokazatelně přijímala potravu. Následnou statistickou analýzou získaných dat byla ve většině případů zjištěna preference přibližně severojižního směru, což potvrzuje hypotézu ovlivnění magnetickým polem u živočichů.

Klíčová slova: magnetorecepce, orientace, příkrmování, spárkatá zvěř

Abstract

This bachelor thesis deals with the effect of Earth's magnetic field on the game while the food intake. The theoretical part is the summary of well-known knowledge about magnetoreception, about possible ways of magnetism perception and about the use of magnetism in some animal species, for which the research was conducted. These are individuals of fallow deer (*Dama dama*), roe deer (*Capreolus capreolus*) and wild boar (*Sus scrofa*).

The practical part focuses on the research of magnetic orientation of these species while food intake. Data were collected from December 2013 to April 2014 by taking photos by phototraps placed at specified locations (feeding racks) located in the Benešov region. From each image was subsequently detected the kind of game, its head direction and body direction. Only those photos, where game was demonstrably taking food, were taken in consideration. By subsequent statistical analysis of the data was in most cases detected approximately north-south direction preference, which confirms the hypothesis of a magnetic field influencing animals.

Key words: magnetoreception, orientation, supplemental feeding, cloven-hoofed game

Obsah

1	Úvod a cíl práce	11
2	Literární přehled.....	12
2.1	Magnetorecepce	12
2.1.1	Magnetorecepce a elektromagnetická indukce	13
2.1.2	Magnetorecepce a feromagnetické částice a mechanoreceptory	14
2.1.3	Chemická magnetorecepce	14
2.2	Zkoumané druhy a magnetismus.....	15
2.2.1	Magnetismus u bakterií.....	15
2.2.2	Magnetismus u hmyzu	15
2.2.3	Magnetismus u měkkýšů.....	16
2.2.4	Magnetismus u ryb.....	16
2.2.5	Magnetismus u obojživelníků	16
2.2.6	Magnetismus u plazů	17
2.2.7	Magnetismus u ptáků	17
2.2.8	Magnetismus u savců.....	18
2.3	Studované druhy.....	20
2.3.1	Daněk evropský (<i>Dama dama</i>)	20
2.3.2	Srnec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>).....	21
2.3.3	Prase divoké (<i>Sus scrofa</i>).....	23
3	Metodika práce.....	25
3.1	Charakteristika lokalit	25
3.1.1	Lokalita Pod Skalami	26
3.1.2	Lokalita U Široký.....	27
3.1.3	Lokalita U Lomu	27
3.2	Metodika sběru dat	28
3.3	Metodika zpracování dat	29
3.4	Metodika statistického vyhodnocení	31
4	Výsledky	32
5	Diskuze	42
6	Závěr	44
7	Seznam použité literatury.....	45

Seznam použitých obrázků

Obr. č. 1: Lokalizace na mapě	25
Obr. č. 2: Rozmístění lokalit na mapě.....	28
Obr. č. 3: Zvěř srnčí při braní potravy	30
Obr. č. 4: Zvěř černá při braní potravy	30
Obr. č. 5: Angulární vyhodnocení orientace těla zvěře při braní potravy – Pod Skalami	32
Obr. č. 6: Angulární vyhodnocení orientace hlavy zvěře při braní potravy – Pod Skalami	33
Obr. č. 7: Angulární vyhodnocení orientace těla zvěře při braní potravy – U Široký	34
Obr. č. 8: Angulární vyhodnocení orientace hlavy zvěře při braní potravy – U Široký	35
Obr. č. 9: Angulární vyhodnocení orientace těla zvěře při braní potravy – U Lomu 1	36
Obr. č. 10: Angulární vyhodnocení orientace hlavy zvěře při braní potravy – U Lomu 1	37
Obr. č. 11: Angulární vyhodnocení orientace těla zvěře při braní potravy – U Lomu 2	38
Obr. č. 12: Angulární vyhodnocení orientace hlavy zvěře při braní potravy – U Lomu 2	39
Obr. č. 13: Angulární vyhodnocení orientace těla zvěře při braní potravy – U Lomu 3	40
Obr. č. 14: Angulární vyhodnocení orientace hlavy zvěře při braní potravy – U Lomu 3	41

Seznam použitých tabulek

Tabulka č. 1: Výsledky statistické analýzy (tělo) – lokalita Pod Skalami.....	32
Tabulka č. 2: Výsledky statistické analýzy (hlava) – lokalita Pod Skalami	33
Tabulka č. 3: Výsledky statistické analýzy (tělo) – lokalita U Široký.....	34
Tabulka č. 4: Výsledky statistické analýzy (hlava) – lokalita U Široký	35
Tabulka č. 5: Výsledky statistické analýzy (tělo) – lokalita U Lomu 1.....	36
Tabulka č. 6: Výsledky statistické analýzy (hlava) – lokalita U Lomu 1	37
Tabulka č. 7: Výsledky statistické analýzy (tělo) – lokalita U Lomu 2.....	38
Tabulka č. 8: Výsledky statistické analýzy (hlava) – lokalita U Lomu 2	39
Tabulka č. 9: Výsledky statistické analýzy (tělo) – lokalita U Lomu 3.....	40
Tabulka č. 10: Výsledky statistické analýzy (hlava) – lokalita U Lomu 3	41

1 Úvod a cíl práce

Magnetické pole Země pomáhá člověku již několik staletí. Řídí se jím především na svých cestách a při určování své polohy. Lidé se tedy naučili využívat magnetického pole a pro tyto účely vynalezli pomůcky, jakými jsou kompas nebo buzola. Že ale zmíněné zemské vlastnosti mohou využívat i živočichové, bylo dlouhou dobu v nevědomosti. Až v 19. století byla formulována první myšlenka týkající se tohoto jevu. Následnými pokusy a výzkumy bylo stále více pronikáno do hloubky tématu a u řady živočichů bylo pozorováno využití magnetismu ve svůj prospěch. Do dnešní doby bylo objeveno několik způsobů, jak mohou živočichové tento jev využívat. Všeobecně se má za to, že pro svou orientaci mají také jakýsi vnitřní kompas. Ten mohou využít v případě například ztížených světelných podmínek nebo pod zemí, tedy v případě, kdy se nemohou úplně spolehnout na své hlavní smysly.

Schopnost využití magnetického pole neboli magnetorepce, je v současnosti jednou z velmi testovaných vlastností živočichů. Zdaleka ne u všech ale byla probádána a ještě nějaký čas potrvá, než se tomu tak stane. Důkazů magnetorecepce stále přibývá a stává se tak fenoménem.

Smyslem bakalářské práce bylo přispět a podílet se na výzkumu magnetického ovlivnění zvěře při braní potravy. Už tak je zajímavé pozorovat chování zvěře v průběhu dne i roku. Díky fenoménu magnetorecepce dostává toto téma nových rozměrů. Je také zajímavé, že orientace zvěře například při pastvení nebo odpočinku, může mít své určité důvody, které jsou nepostřehnutelné a o nichž se dlouhou dobu nevědělo.

Cílem práce je uvedení základních poznatků týkající se problematiky magnetorecepce u živočichů a uvedení stručných charakteristik zkoumaných druhů zvěře. Dalším cílem je sledovat magnetickou orientaci spárkaté zvěře na krmelištích nacházejících se v okrese Benešov a ležících ve Středočeském kraji. Směrové určení se stanoví na základě fotografií získaných z fotopasti u jedinců, kteří projevují zjevný příjem potravy.

2 Literární přehled

2.1 Magnetorecepce

Význam slova magnetorecepce obnáší smysl zvířat orientovat se podle geomagnetického pole Země. Výzkum magnetického pole Země v souvislosti s chováním živočichů se stal velkým fenoménem posledních dvaceti let. I když historie tohoto jevu sahá až do 2. poloviny 19. století, kdy roku 1859 formuloval Alexander Theodor von Middendorff první myšlenku toho, že zvířata používají magnetické pole, tak první seriózní výzkumy se datují až do 60. let 20. století (Vácha, Němec 2007). Jako první přišli na řadu ptáci, u kterých se při jejich orientaci předpokládalo využití jakéhosi kompasu. Ptáci si při svých přeletech nejprve stanovili kompasový kurs a v dalším kroku tento kurs pomocí kompasu lokalizovali (Wiltschko, Wiltschko 2003). Důvodem, proč se s výzkumem magnetorecepce začalo tak pozdě a proč je hůře zkoumatelná je, že jde o smyslovou činnost člověku nepřístupnou a člověk nemá nejmenší představu, jak a co vlastně zvířata z magnetického pole cítí. Dalším důvodem také je, že zvířata zřejmě magnetickou informaci používají jen jako součást dalších smyslových vjemů. Všeobecně je totiž známo, že roli při orientaci živočichů hraje především čich, chuť, sluch a samozřejmě zrak (Vácha, Němec 2007). Postupem času se ale začalo bádát více do hloubky a do výčtu zkoumaných živočichů se přidávaly další a další organismy. Jednalo se například o bakterie pohybující se podél magnetických siločar (Vácha 1995), dále o lososovité ryby, mořské želvy přes pěvce či holuby (Wiltschko, Wiltschko 2005), až po savce čítající krávy, jeleny nebo lišky (Begall et al. 2013).

Orientace podle magnetického pole také zřejmě přichází na řadu tehdy, když ostatní smysly přecházejí do ústraní a přestává na ně být spoleh. Tak jako tomu nastává ve tmě, při zatažené obloze nebo pod zemí. K výzkumům se používají mnohé moderní metody. Například tažným ptákům se připevňují miniaturní GPS přijímače, které poskytují přesné záznamy o poloze a času pobytu konkrétního opeřence. Často se při výzkumech používají různé kruhové arény, u kterých se dá pomocí cívek měnit poloha, síla nebo libovolná složka zemského vektoru díky překlápění vertikální složky pole. Právě díky tomu bylo zjištěno, že existují dva typy kompasů u živočichů – polaritní a inkлинаční.

Polaritní kompas dokáže přímo rozeznat, o jakou polaritu magnetického vektoru se jedná a tudíž i směr na sever od směru na jih. Polaritní kompas byl objeven u korýšů, hmyzu, ryb, obojživelníků a savců. Inklinační kompas naproti tomu odvozuje polaritu pole sekundárně. A to ze sklonu celkového vektoru k Zemi. Tento typ se nachází opět u korýšů, obojživelníků, dále u plazů a ptáků (Vácha, Němec 2007).

V úplném přijetí magnetorecepce mezi smysly hraje důležitou roli další aspekt, který je charakterizován tím, že potřebujeme znát receptor a převodní mechanismus nového smyslu. I přes četné výzkumy posledních let nejsme schopni přesně určit polohu a typ takového magnetoreceptoru. Dosud se bralo v úvahu, že se vyskytuje především na hlavě. Ale magnetoreceptory mohou být velmi malé a roztroušené v tkáních nebo mohou mít podobu chemických reakcí modulovaných geomagnetickým polem. Z množství vyprodukovaných pokusů byly vytyčeny tři hlavní modely, jak by se magnetorecepce mohla projevovat a na čem je založena. Modely zahrnují magnetorecepci založenou buď na elektromagnetické indukci, dále na součinnosti feromagnetických částic a mechanoreceptorů a chemickou magnetorecepci (Vácha, Němec 2007).

2.1.1 Magnetorecepce a elektromagnetická indukce

Model elektromagnetické indukce je založen na protínání indukčních čar magnetického pole. Následnou migrací nábojů se jeden konec vodiče (živočicha) nabije kladně a druhý záporně. Tak vznikne elektromotorické napětí a vytvoří se elektrický obvod. Ovšem za podmínky, kdy jsou oba konce propojeny vodivým médiem. Takovýto model je ukazován na příkladu paryb, které vnímají změny elektromotorického napětí indukovaného jejich pohybem v geomagnetickém poli. Jejich pohyb a Lorenziniho ampuly (kanálky vyplněné aminopolysacharidy) slouží jako vodič protínající indukční čáry. Mořská voda představuje vodivé prostředí a elektroreceptory na dně ampul slouží jako vysoce citlivé voltmetry (Vácha, Němec 2007). Indukcí je předpokládáno, že živočich je schopen určit slabá elektrická pole a následná změna elektrického pole vyvolá přesuny iontů na membránách receptorových buněk. Lorenziniho ampule tedy slouží jako citlivé receptory těchto elektrických polí (Vácha 1994). Vadou zde může být skutečnost, že vždy existují dva neodlišitelné směry, které indukují stejné receptorové napětí. Toto živočich řeší tím, že změni směr plavby a porovná změnu své orientace se změnou receptorového

napětí. Ve skutečném světě ale komplikaci způsobuje pohyb vodních mas a specifický pohyb vodních obratlovců. Dále je třeba doplnit, že díky specifikacím elektromagnetické indukce se dá popsáný model očekávat pouze u velkých a rychlých živočichů žijících v moři. Na druhou stranu je nutné zmínit výskyt elektroreceptorů u mihulí, mnohých skupin ryb, některých vodních živočichů a dokonce i ptakořitních savců (Vácha, Němec 2007).

2.1.2 Magnetorecepce a feromagnetické částice a mechanoreceptory

Tento model se zabývá studií miniaturních feromagnetických částic, které se volně roztroušené vyskytují v tkáních. Částice se mohou chovat jako magnety a na bázi podobné střelce kompasu, přičemž musí být v kontaktu s nervovou soustavou, které předávají impulsy o poloze. Částice zahrnují zejména malé krystalky biogenního magnetitu Fe_3O_4 (Vácha, Němec 2007). Receptory se dále dají rozdělit do třech podskupin, které mohou být označeny jako izolovaný receptor, torzní receptor a řadové uspořádání superparamagnetických zrn.

Izolovaný receptor je krystalek magnetitu, který se může volně otáčet podle vlivu geomagnetického pole, přičemž se nachází v buňkách nervového zakončení. Tento receptor může i vodivě spojit vnitřek buňky s jejím okolím a vyvolat lokální vyrovnání potenciálů. Následné podráždění je poté šířeno nervem.

Torzním receptorem je myšleno tyčinkovité uspořádání podlouhlých krystalků magnetitu spojené s jakýmkoliv mechanoreceptorem, jenž registruje jemné pnutí nebo ohyb tyčinky vyvolaný vnějším polem.

Řadové uspořádání superparamagnetických zrn je založeno na směru jejich dipólu, který se orientuje shodně se směrem vnějšího pole. Dipóly těchto zrn se buď přitahují, nebo odpuzují, což opět zaznamenávají mechanoreceptory (Vácha 1994).

Například u ptáků je uvažováno o tom, že feromagnetické krystalky sloužící k magnetorepci se nachází v horní části zobáku a poskytují informace o poloze (Wiltshko, Wiltshko 2005).

2.1.3 Chemická magnetorecepce

Tento druh magnetorecepce je založen na chemických reakcích, při kterých vznikají radikálové páry. K tomu, aby reakce proběhly, musí být nezbytně dodána světelná energie. Elektron z nejvyššího obsazeného orbitalu je následně vyzdvihnut na nejbližší vyšší volný orbital. Molekula tedy předá svůj elektron jiné molekule, čímž

vznikne radikálový pár. Radikálové páry se u organismů nejčastěji tvoří ve fotopigmentech. Následným působením magnetického pole Země se ovlivňuje účinnost přeměny světla na membránový potenciál, který se následně stane viditelným, což může vyvolat zrakové vjemy. Zvíře poté vnímá odlišné vzory při pohledu do různých magnetických směrů. Kompas u tohoto druhu magnetorecepce musí být inklinální (Vácha, Němec 2007).

Chemická magnetorecepce se uskutečňuje například v pravém oku ptáků, což jim poskytuje směrové informace (Wiltschko, Wiltschko 2005). Bylo také zjištěno, že tažní pěvci při zakrytí pravého oka ztrácejí schopnost orientace, přičemž se zakrytým levým okem se orientují normálně (Vácha, Němec 2007). Radikálový párový mechanismus byl dále zjištěn u obojživelníků (Wiltschko, Wiltschko 2005).

2.2 Zkoumané druhy a magnetismus

2.2.1 Magnetismus u bakterií

Ovlivnění bakterií magnetickým polem bylo objeveno již roku 1970. Bylo zjištěno, že bakterie, které dostaly název *Aquaspirillum magnetotacticum*, se orientují a pohybují podél magnetických siločar, přičemž bakterie obývající vody severní polokoule se pohybují k severu a ty na jižní polokouli směrem k jihu. Vysvětlení je zřejmě ukryto v magnetické inklinaci, kdy intenzita magnetického pole je největší na pólech. Bakterie si zřejmě díky magnetické orientaci hledají cestu pryč od atmosféry, jelikož zvýšený obsah kyslíku je pro ně toxický (Vácha 1994).

Magnetická orientace bakterií je zřejmě dána přítomností miniaturních částíček kovu. Jedná se o minerály magnetitu Fe_3O_4 nebo greigitu Fe_3S_4 (Schüler, Frankel 1999).

2.2.2 Magnetismus u hmyzu

Hmyz je z hlediska stavby svého těla vděčným objektem mnohých pozorování. Výzkumy v poslední době ukázaly, že hmyz může používat magnetorepce založenou na radikálových párech (Válková, Vácha 2012). Velká pozornost je věnována především včelám medonosným *Apis mellifera*, které vynikají schopností orientovat se v krajině a vracet se zpět do úlu (Vácha 1995), a dále se porovnávají výsledky magnetorepce zjištěné u včely s jinými druhy hmyzu (Válková, Vácha 2012).

Dalším objektem zájmu byl například šváb americký *Periplaneta americana*. Ten byl pomocí automatického snímače fotografován při umístění v Petriho misce v přirozeném magnetickém poli a s magnetickým polem otočeným o 60°. Výzkumem bylo zjištěno, že šváb preferuje čtyři hlavní magnetické směry (Vácha et al. 2009).

Z ostatních druhů byli zkoumáni například mravenci jako *Solenopsis substituta* (Abracado et al. 2005) nebo termity, na nichž byly prováděny pokusy v kruhové aréně, ve které si stavěli svá hnízda (Vácha, Němec 2007).

2.2.3 Magnetismus u měkkýšů

Magnetorecepci u měkkýšů byla odhalena u druhu *Tritonia diomedea*. Tento druh má jednoduchý nervový systém s velkými a snadno rozlišitelnými neurony. Při změně okolního pole dochází u uvedeného měkkýše k rapidnímu zvýšení elektrické aktivity. Nebylo ale objasněno, zda neuron, který reaguje na změnu pole, sám působí jako magnetoreceptor, nebo je jen příjemcem podráždění z některého primárního receptoru (Vácha 1994).

2.2.4 Magnetismus u ryb

Magnetismus u ryb byl studován především u těch, které překonávají dlouhé vzdálenosti, jako jsou lososi nebo tuňáci. Například právě u tuňáka žlutoploutvého *Thunnus albacares* byly nalezeny drobné magnetitové částice (Walker et al. 1984). Na řadu ale také přišly výzkumy nemigrujících a sladkovodních ryb, tak jak tomu bylo například v roce 2011. V tomto roce byl proveden výzkum na vánočních rybích trzích. Do středu pozornosti se dostali jedinci kapra obecného *Cyprinus carpio*, u kterých bylo zjištěno, že svá těla v kádích stavějí spíše v severojižní ose, pokud jsou v klidu (Hart et al. 2012).

2.2.5 Magnetismus u obojživelníků

U obojživelníků nejsou mechanismy magnetorecepce natolik prozkoumány jako u ostatních druhů živočichů. Zde pokusy probíhaly u některých čolků a žab. Čolci *Notophthalmus viridescens* byli testováni vypouštěním v akváriu. Následnými změnami magnetické pole bylo zjištěno, že využívají k orientaci magnetické pole (Philips 1986). U již zmíněných čolků *Notophthalmus viridescens* a pulců skokana *Rana catesbeiana* byla také zjištěna přítomnost světelně závislého magnetického

kompasu, což zprostředkovávají fotoreceptory. Pokusy stanovily tento výsledek při různých osvětleních (Freake, Phillips 2005).

U ropuch *Bufo bufo* probíhalo testování dvojím způsobem - v normálním geomagnetickém poli a v obráceném geomagnetickém poli. Žáby se při migracích orientovaly jednosměrně podle geomagnetického pole. Při přetočení magnetického pole se chování ropuch změnilo z unimodálního na bimodální. Výzkum tedy ukázal na skutečnost, že ropuchy zřejmě alespoň částečně používají při svých migracích geomagnetické pole jako vodící systém (Landler, Gollmann 2011).

2.2.6 Magnetismus u plazů

U plazů je velká pozornost věnována především karetě obecné *Caretta caretta*. Výzkumy ukázaly, že tyto želvy jsou schopné určovat směr díky magnetickému poli Země a rozlišovat mezi jednotlivými inklinacími magnetickými úhly (Lohmann, Lohmann 1994; Lohmann, Lohmann 1996).

U gekona *Cyrtodactylus philippinus* bylo prokázáno ovlivnění orientace magnetickým polem při návratu do jejich domoviny. Zřejmě díky vnímání změn v magnetickém poli Země (Marek et al. 2010). Dalším zkoumaným plazem byl aligátor *Alligator mississippiensis*. Výzkum spočíval ve vypouštění jedinců starých 7-14 měsíců do arény o průměru 9 metrů ke zjištění jejich orientace. Vědci dospěli k závěru, že schopnost navigace se u aligátorů zřejmě zlepšuje s věkem. Zatímco mladí jedinci se orientovali hůře, orientace u starších jedinců se nacházela na dobré úrovni, neboť ti zřejmě k orientaci využívají malých odchylek v poklesu úhlu geomagnetického pole (Rodda 1984).

2.2.7 Magnetismus u ptáků

Ptáci se stali nejděčnějším objektem zájmu všemožných výzkumů magnetismu. Hlavním důvodem je především schopnost absolvovat velmi dlouhé trasy a vrátit se zpět na neznámé místo (Vácha 1994). Obecně se má za to, že u ptáků se vyskytují dva typy magnetoreceptorů. Jeden se nachází v pravém oku, který se zakládá na radikálově párovém mechanismu poskytující směrové informace, druhý, magneticky založený mechanismus, je umístěn v horní části zobáku (Wiltschko, Wiltschko 2005).

Různými zkoumanými druhy byly a jsou například pěvci a dlouhokřídli, ale nejprobádanějším druhem je zřejmě červenka obecná *Erithacus rubecula*. U červenky

byly prováděny pokusy i se světlem a došlo se k závěru, že určení směru není na světle, tedy Slunci, závislé. Dále se přišlo na vysokou citlivost vnímání magnetického pole Země (Wiltschko, Wiltschko 1996; Wiltschko, Wiltschko 2005; Wiltschko et al. 2011).

Poměrně zajímavé pokusy byly prováděny také s holuby, kteří létají na velmi dlouhé trasy a bezproblémově se opět vracejí do míst, odkud vylétli. Výzkumy prokázaly orientaci dle magnetického pole Země, kdy nejprve určí svou polohu a následně směr ke svému cíli. Holubi byli vypouštěni například s magnety na hlavě či se zakrytým pravým okem (Able 1994).

Ve Švédsku zase místní vědci testovali slavíky. V zajetí ptákům nastavili magnetické pole, které se nachází v severní Africe. V očekávání dlouhého a vyčerpávajícího letu nad Saharou začali slavíci nabírat tělesnou hmotu a zvětšovat svůj objem (Vácha, Němec 2007).

O tom, jak náročný se jeví úkol přistávání ptactva na vodní hladině, proč nedochází ke kolizím a jak se ptáci při přistávání korigují, probíhal výzkum v osmi zemích světa. Vědci při něm dokázali, že preferovaný směr přistání je podél severojižní osy a nezávisí na směru, z jakého ptáci přilétli. Při analyzování různých aspektů při přistávání, jako je například denní čas, pozice slunce, počasí apod., nebyl zjištěn žádný systematický efekt při preferovaném přistávání. Zřejmě magnetismus pomáhá i kontrolovat úhel klesání, jelikož ptáci při přistání nemění sklon hlavy, jak bylo vypořazováno. Výzkum zahrnoval 14 druhů vodního ptactva (Hart et al. 2013a).

2.2.8 Magnetismus u savců

První studie u savců byly prováděny na hlodavcích. Na řadu nejprve přišli rypoši, konkrétně rypoš hotentotský *Cryptomys hottentotus*. Výzkum byl zaměřen na stavění hnízd, kdy si rypoši při neměnném magnetickém poli spontánně stavěli svá hnízda na stejné pozici kruhové arény a to v jejím severovýchodním sektoru. Při otočení magnetického severu o 120° nebo 180° podle toho reagovali změnou polohy svého hnízda. Vědci díky pokusům došli k závěru, že rypoši mohou k orientaci používat magnetické pole (Burda et al. 1990). Dalšími ranně zkoumanými hlodavci byly myši *Peromyscus leucopus*. Jejich tělo obsahuje feromagnetický materiál a zřejmě mají magnetický smysl, který mohou využívat jako kompas. Myši byly nejprve odebrány ze svého domova a následně umístěny do kruhové arény. Následně došlo k jejich shromažďování v té části arény, které značila směr k jejich domovu. Naopak

jiní jedinci, kteří se pohybovali v geomagnetickém poli s otočenou horizontální složkou, se koncentrovali v odvrácené části arény k jejich domovu (August et al. 1989).

Vedle hlodavců byla pozornost zaměřena také na výzkum magnetorecepce u netopýrů. Výzkum, který probíhal mezi lety 2005 až 2007, se zabýval studií dospělých netopýrů *Nyctalus plancyi*. Byla zjištěna reakce na změny polarity, ne v inklinaci, tudíž tito letouni používají polaritní kompas. Ten využívají nejen při navigaci na dlouhých vzdálenostech, ale i během orientace v hnízdišti (Wang et al. 2007).

Dalším zajímavým tématem bylo pozorování lovicích lišek *Vulpes vulpes*. Byl zkoumán způsob jejich lovu tzv. myškováním, který lišky prováděly ve vysoké vrstvě vegetace nebo sněhu. Nejprve si určily místo výskytu jejich kořisti pomocí sluchu a následně ji vysokým skokem překvapily. Vědci přišli na skutečnost, že lišky se ve většině případů plíží k místu jejich skoku přibližně v severovýchodním směru. Následné úspěšné pokusy byly vedeny ve směru na sever, přičemž útoky v jiných směrech končily spíše neúspěchy. Vědci tudíž předpokládají, že tento způsob lovu ve vysoké vrstvě vegetace nebo sněhu ovlivňuje magnetická orientace, která i zvyšuje přesnost a preciznost útoků. Dále je předpokládáno, že magnetické pole pomáhá liškám určit délku i výšku skoku (Červený et al. 2011).

Jiná studie probíhala například u psů. Bylo zjištěno, že se při vyměšování za kladného magnetického pole staví severojižním směrem, ale už při malých změnách v magnetickém poli Země volí náhodný směr (Hart et al. 2013b).

U velkých savců, tedy u dobytka a jelenovitých, byla zkoumána orientace jejich těla při pastvě nebo odpočinku. Vyhodnocování probíhalo pomocí snímků z internetové aplikace Google Earth a nebo ze zálehů ve sněhu (u jelenovitých). Opět byla potvrzena hypotéza, která předpokládá ovlivnění magnetickým polem u živočichů, jelikož tito sudokopytníci preferovali natočení osy svého těla především v severojižním směru (Begall et al. 2008, Begall et al. 2013).

Zajímavým tématem byla také studie kytovců. Tito mořští savci při lokálních magnetických minimech najíždějí na břeh zřejmě ztrátou orientace. Je předpokládáno, že kytovci mají magnetický senzor srovnatelný s tím, jaký se vyskytuje u ostatních migrujících zvířat (Kirschvink et al. 1986).

2.3 Studované druhy

2.3.1 Daněk evropský (*Dama dama*)

Daněk evropský se řadí do třídy savci (*Mammalia*), dále do řádu sudokopytníků (*Artiodactyla*) a do čeledi jelenovití (*Cervidae*). První zmínky o daňkovi v České republice pocházejí z 2. poloviny 15. století, kdy se objevil na Vyškovsku. Nyní je hojný jak v oborách, tak ve volnosti. Jeho původní domovinou je zřejmě východní Středomoří a Malá Asie. Dnes jeho rozšíření sahá od Austrálie, Nového Zélandu a jižní Afriky až po Severní i Jižní Ameriku (Anděra, Horáček 2005).

Daněk je se svou délkou těla, která činí 130-160 cm, výškou mezi 85-110 cm a váhou 50-100 kg u samců (daňků), respektive 30-50 kg u samic (daněl), o něco menší než jelen evropský *Cervus elaphus* (Pelikán et al. 1979). Vyznačuje se válcovitým tělem, dlouhými běhy a dlouhou kelkou. Může se vyskytovat v různých barevných kombinacích od černé po bílou, ale nejčastějším zbarvením je červenohnědé s bílými skvrnami v podélných řadách s tmavým pruhem na hřbetě a žlutobílým spodkem v letní srsti. Zimní srst se zabarvuje většinou do šedohněda až černava s málo patrnou skvrnitostí. Obřitek je barvy bílé s černým lemováním a kelka je na vrchu temně šedá až černá a na spodu žlutavě bílá. Jarní přebarvování probíhá v květnu až červnu, podzimní v září až říjnu. Nejprve přebarvují kusy mladé, následují je starší a nakonec kusy nemocné (Vach et al. 1997). Daňkům vyrůstá dlaňovité, respektive lopatovité paroží. To shazují v dubnu až květnu a nové se utváří v srpnu až září (Jiřík et al. 1980). Mladí daňci nejprve nasazují paroží špičáka nebo vařečkáře, starším daňkům se vytváří lopaty. Nejlepší paroží je nasazováno v 6.-10. roku života. Trvalý chrup, který tvoří 32 zubů, je plně vyvinut zhruba ve 2,5 letech věku. Zubní vzorec vypadá následovně: 0.0.3.3/3.1.3.3. Ze smyslů je nejlépe vyvinutý čich a sluch, nejslabším se jeví zrak.

Říje u daňka začíná počátkem října a vrchol nastává v jeho druhé polovině až listopadu. Daňci na sebe upozorňují hlasitým a chraptivým rocháním. Říje se uskutečňuje na oblíbených říjištích, kterými se většinou stávají volná prostranství či prořídle porosty. Dochází také k častým soubojům, kdy často může dojít k ulomení lodyhy parohu. Do procesu rozmnožování se mladí samci dostávají málokdy, většinou je odženu starší a silnější jedinci (Vach et al. 1997). Doba březosti u samice následně probíhá 225-234 dní. Poté se v červnu rodí v drtivé většině jedno mládě (daňče). To

saje 6-9 měsíců a pohlavní dospělosti dosahuje ve 2. roce života (Anděra, Horáček 2005).

Mladá a samičí daňčí zvěř žije většinou v tlupách a starší daňci žijí samotářsky. Pro život se ukazují jako vyhovující světlé háje s častými ředinami, světlinami a palouky a velmi oblíbeným místem výskytu se jeví listnaté lesy parkového typu. Často vyhledává teplá a slunečná místa (Jiřík et al. 1980). Kromě vysokohorských poloh a zamokřených míst lze daňky nalézt téměř všude. Potravu tvoří rašící vegetace, lupeny, obilí, semena a plody dřevin, keřů, travin i bylin. V zimním období se živí okusem letorostů keřů a dřevin a zbytků suché vegetace. Vrchol tělesných sil nastává mezi 8. až 12. rokem života a může se dožít až 20 let (Vach et al. 1997).

2.3.2 Srnec obecný (*Capreolus capreolus*)

Srnec obecný se řadí opět do třídy savců (*Mamalia*), řádu sudokopytníků (*Artiodactyla*), do podřádu přežvýkavců (*Ruminantia*) a čeledi jelenovitých (*Cervidae*). Jedná se o nejmenšího evropského zástupce jelenovitých (Anděra, Horáček 2005). Vyskytuje se téměř v celé oblasti Evropy a to na západ od řeky Volhy tekoucí Ruskem. Za ní se totiž již vyskytuje jiný druh srnce a to srnec sibiřský *Capreolus pygargus*. U nás se srnec obecný vyskytuje snad ve všech honitbách a to rovnoměrně. Trvalý výskyt u něj není jen v honitbách nad horní hranicí lesa (Drmota et al. 2007).

Zvěř se vyznačuje válcovitým a krátkým tělem s dlouhým štíhlým krkem a štíhlými běhy. Srnec může být dlouhý průměrně 95-110 cm s výškou v kohoutku 68-75 cm, u srny tyto hodnoty činí 90-100 cm délky a 67-72 cm výšky. Ocas, neboli kelka, dosahuje délky 3-5 cm, přičemž je ukrytý v srsti. Hmotnost u srnce se pohybuje v rozmezí 14-25 kg a u srny mezi 12-20 kg (Vach et al. 1997). Srnec stejně jako ostatní příbuzné druhy přebarvuje svou srst. Letní srst je přirozeně červenohnědá, zimní je nažloutle šedá až šedohnědá. Některé části těla se od sebe barevně odlišují. Hlava bývá pestrá, především na bradě a horním pysku jsou bílé skvrny. Spodní část hrudi, břicho a vnitřek běhů jsou šedavě nažloutlé. Na zadní části těla se vyskytuje ohraničená bílá srst, tzv. obřitek. Okolí patní žlázy zadního běhu je tmavé. U srnčí zvěře se mohou vyskytovat i různé odlišnosti. Zbarvení srsti se může pohybovat od bílé po černou, ale bývají to spíše výjimky (Vach 1993). Přebarvování do letní srsti probíhá v květnu až červnu. Ovlivňuje ho především věk a zdravotní stav, ale je

pravidlem, že nejdříve přebarvují nejmladší jedinci a postupně se přidávají starší. Přebarvování do zimní srsti probíhá od září do října a opět se tak děje nejdříve u mladých kusů a nakonec u starých (Vach et al. 1997). Důležitým rozpoznávacím znakem dvoutvárnosti pohlaví jsou parůžky u samců. Jedná se o kostěný útvar vyrůstající na pučnici, která je pokryta okosticí a kůží. Vývoj parůžku probíhá vždy ve zhruba ročních periodách. Růst parohu trvá zhruba čtyři měsíce a probíhá během zimního období. Zastaven je zhruba v polovině března, přičemž dochází ještě k jeho zpevňování a je krytý kůží zvanou lýčí. Té se následně srnec zbavuje vytloukáním. Nejprve vytloukají staří srnci a to již během března a až počátkem léta nejmladší jedinci. Srnci se podle parůžků rozlišují do několika skupin. Od paličkáčů (většinou mladí srnci), přes špičáky, vidláky a nejčastější šesteráky. Mohou se ale vyskytovat i různé abnormality. Ty jsou většinou způsobeny mechanickým poškozením v době růstu parohu, ale může ji vyvolat i například absence pohlavního hormonu, jako tomu je například u parukáčů, kdy se paroží hmotou postupem času kulminuje a není dostatečně mineralizovaná. U paroží se také hodnotí různé znaky, jako je barva, perlení, hmotnost nebo výška. Všechny tyto znaky hrají roli při hodnocení chovné hodnoty srnce (Drmota et al. 2007). Srnci shazují paroží od října do listopadu (Anděra, Horáček 2005). Počátek přechodu z mléčného chrupu na trvalý počíná ve zhruba čtyřech měsících věku. Přechod je dokončen v jedenáctém až dvanáctém měsíci. Trvalý chrup tvoří 32 zubů, někdy to může být i 34. Vzorec trvalého chrupu má následnou podobu: 0.0.3.3/3.1.3.3 (Vach et al. 1997).

Srncí zvěř je zvěří teritoriální. Teritoriem se myslí prostor, který si srnec značí a obhajuje. Značení může probíhat buď hrabánkováním (odhrabání hrabanky), a nebo otíráním pachových žláz o kmeny stromů. Velikost teritoria může být až 15 ha, přičemž závisí na přírodních podmínkách a kvalitě prostředí. Teritoriálním srncem se stává většinou jedinec ve věku 3-6 let s dobrou fyzickou kondicí, zdravotním stavem a především schopností reprodukce. Srnci si svá teritoria začínají vytvářet a obhajovat zpravidla ihned po vytlučení parůžků (Drmota et al. 2007). Přes zimu je zvěř semklá v tlupách, které většinou vodí srna ve věku 3-6 let. Početnost tlup ovlivňují mnohé ekologické faktory (Vach et al. 1997). Rozmnožovací proces zaujímá období od půlky července do poloviny srpna. Tato říje souvisí především s ovulací srny, neboť srnec je plodný a schopný reprodukce po většinu roku. Nejprve do říje vstupují mladé srny a jako poslední staré vodící srny. Během říje srnec srnu nejprve pronásleduje a honí, následně chodí v kruhu a při dosažení vrcholu ovulace dochází k rozmnožovacímu

aktu. Během něho jsou oplodněny ve velké většině 2 vajíčka. Někdy to může být 1, ale i 3. U oplodněné srny následně probíhá tzv. latentní březost. Jedná se o období, kdy se zárodek nevyvíjí. Až v prosinci se uvolňuje hormon, umožňující další vývin plodu, který trvá přibližně 21 týdnů. Zhruba dalších 21 týdnů zaujímá období latentní březosti. Srnčata jsou kladena od poloviny května do začátku června a srna je kojí až do konce roku (Drmotová et al. 2007).

Srnčí zvěř patří mezi býložravce. Potravu v létě získává především spásáním bylinných porostů. Na podzim tvoří složku jejího potravního příjmu různé plody a semena rostlin. V zimě ohryzává zelenou kůru dřevin a okousává pupeny. Na jaře si vybírá především rašící byliny a pupeny dřevin. Pastvením stráví až 1/5 dne. Tato zvěř se vyskytuje jak v nížinách, tak horských polohách. Vyhledávanými útočišti se stávají okraje mlazín a různé keřové remízky, nebo břehové porosty (Vach et al. 1997). Původně se ale jedná o lesního savce, který se přizpůsobil současné kulturní krajině (Pelikán et al. 1979).

2.3.3 Prase divoké (*Sus scrofa*)

Prase divoké se z hlediska systematického řadí do třídy savci (*Mammalia*), poté do řádu sudokopytníci (*Artiodactyla*) a čeledi prasatovití (*Suidae*). V současnosti se jedná o hojně rozšířenou zvěř, která se vyskytuje prakticky všude. Od nížin až po horní hranici lesa (Anděra, Horáček 2005). Limitujícím faktorem pro výskyt může být nadmořská výška a délka pokrytí sněhem a délka období mrazů. Velmi zmrzlou půdu nemůže přerývat a získávat si z ní potravu. Délka pokrytí sněhem by neměla být delší než 140 až 160 dnů a ne vyšší než 30 až 50 centimetrů. Stejně tak je pro prase výhodnější brzký začátek jara a plodné vegetační období. Vlhčí podnebí se jeví jako výhodnější než suché (Wolf 1995). U nás se jedná o zvěř původní. Útlum nastal koncem 18. století, kdy byla na nařízení Marie Terezie a Josefa II vystřílena a dále se směla držet jen v oborách. Přelom nastal až po druhé světové válce, kdy se znovu začala dostávat do volných honiteb a její početní stavy nabraly strmý růst (Vach et al. 1997).

Černá zvěř obývá velkou část Evropy, Asie, severní Afriky, Japonska, Sumatry a Jávy. V USA a Argentině byla na několika místech vysazena.

Prase divoké se vyznačuje robustním a ze stran zploštělým tělem (Anděra, Horáček 2005) o průměrné délce 110-155 cm (Jiřík et al. 1980), dále mohutným hrudníkem a nízkýma nohama. Hlava je protáhlá a ukončuje jí pohyblivý rypák, jehož

oporou je rypáková kost. Ocas prasete je řídce osrstěný, krátký a tenký. Kůže je silná a pevná, pokrytá srstí s hustou podsadou a delšími a tužšími štětinami (Anděra, Horáček 2005). Letní srst má šedé až narezavělé zbarvení, zimní srst se zabarvuje do stříbřitě šedé až černé barvy. Selata mají podélné světlé páskování. Výška v kohoutku se udává mezi 85-95 cm a hmotnost u kňourů bývá 50-200 kg a u bachyň 35-160 kg. Kňouři se dají od bachyň odlišit vyrůstajícími dlouhými špičáky, tzv. zbraněmi (Jiřík et al. 1980). Horní špičáky nesou název klektáky a spodní páráky. Trvalý chrup u černé zvěře, který je vytvořen zhruba ve stáří 21-24 měsíců, tvoří celkově 44 zubů. Zubní vzorec má následující podobu: 3.1.4.3/3.1.4.3 (Vach et al. 1997).

Rozmnožování u prasete divokého trvá celoročně. I když se jako doba chrutí (říje) uvádí období od listopadu do konce ledna, tak říjné cykly u bachyň probíhají po 21 až 23 dnech, tudíž neoplozená samice přichází po třech týdnech znovu do chrutí. Na rozmnožování mohou mít vliv i různé faktory, jako je žír během roku, povětrnostní podmínky, klid v honitbě, skladba populace či přítomnost velkých šelem. Chrutí se účastní jedinci každého věku, takže i letošní bachyňky, tedy ještě selata, mohou mít vlastní selata (Wolf 1995). Po oplodnění je samice plná 16-17 týdnů a poté na svět přichází 4-8 (výjimečně i 12) selat. O ty se následně stará ve vystlaném zálehu po dobu 14 dní a kojí je zhruba po dobu 2 měsíce. Kňourci pohlavně dospívají ve věku 8-11 měsíců, bachyňky v 6-8 měsíci. Tělesné dospívání přichází ale až kolem 3 či 4 let věku.

Prase je typický všežravec. Živí se potravou od živočichů po rostliny. Vyhledává jak plody lesních dřevin od bukvic po žaludy, tak i obiloviny (především oves a kukuřice), okopaniny (brambory, topinambury, řepa), ale i kořeny bylin. Živočišná složka potravy se skládá od hmyzu po srnčata. Nepohrdne ani různými mršinami. Téměř po celý rok se divoká prasata vyskytují ve větších tlupách různého stáří i pohlaví. Jen staří kňouři, některé nevodící bachyně a nemocné kusy mohou žít samotářským životem. Jedná se o druh nočního živočicha. Přes den vyhledává husté mlaziny, nebo v létě a na podzim rozsáhlé kultury obilovin a kukuřice. Vyhledává také místa s bahnisky, kde se válí (kaliští) a následně se otírá o stromy. Černá zvěř je rozšířená téměř celoplošně a to především v letních měsících, kdy jsou na polích pěstovány zemědělské plodiny, které poskytují dostatek krytu i potravy, v zimě se zdržuje především v lesích (Vach et al. 1997).

3 Metodika práce

3.1 Charakteristika lokalit

Jednotlivé lokality, na kterých byla práce prováděna, se nacházejí v okrese Benešov, zhruba 60 kilometrů jihovýchodně od Prahy. Oblast spadá do Fytogeografického obvodu Panonské termofytikum (*Pannonicum*) – Votická pahorkatina – Tábořsko-vlašimská pahorkatina. Lesní oblast je to 10 – Středočeská pahorkatina. Lokality se nacházejí ve vzdálenosti zhruba 2 kilometry jižním směrem od obce Postupice (12 kilometrů jihovýchodně od Benešova u Prahy) a shodně i na katastrálním území Postupice. Území spadá pod LHC Jemniště o rozloze 1117 ha lesní plochy. Z dřevin je na LHC nejvíce zastoupen smrk ztepilý (*Picea abies*) – 61 %, dále borovice lesní (*Pinus sylvestris*) – 12 %, modřín opadavý (*Larix decidua*) – 6 % a z listnáčů dub letní (*Quercus robur*) – 7 % a buk lesní (*Fagus sylvatica*) – 5 %. Průměrný roční úhrn srážek činí 600 mm a průměrná roční teplota se pohybuje okolo 7 °C (Lesprojekt 2011b).



Obr. č. 1: Lokalizace na mapě (zdroj: www.mapy.cz)

Lokality se nacházejí v honitbě Podlesí – Postupice. Tato honitba se rozprostírá na ploše 605 hektarů. Lesní i zemědělská půda zaujímají podobnou část honitby. U lesů to činí 304 ha a u zemědělských pozemků 274 ha. Ostatní plochy zabírají 11 ha a vodní plochy 16 ha. Honitbou vede poměrně frekventovaná silnice, která ji rozděluje na dvě poloviny. Dále se na území honitby nachází činný lom Mladovice o přibližné rozloze 15 ha. V lomu a jeho těsném okolí nachází celoroční zázemí značné množství zvěře černé. Díky mnohým úkrytům v podobě především smrkových náletů, nárostů a značné členitosti terénu, jak uvnitř lomu, tak i jeho těsné blízkosti, se zde tato zvěř hůře obhospodařuje lovem. Černá zvěř v těchto místech projevuje i denní aktivitu. Především zemědělská půda v okolí lomu trpí škodami způsobenými touto zvěří. Zvěř černá je, ale v o něco menší míře, rozšířena po celém území honitby. Dalším nejhojněji zastoupeným druhem je zvěř srnčí. Ze spárkaté zvěře se zde dále ve velmi malé míře a spíše přechodně vyskytuje zvěř daňčí. Šelmy zastupuje liška obecná (*Vulpes vulpes*) s kunou skalní (*Martes foina*). V poslední době stoupá početní zastoupení zajíce polního (*Lepus europaeus*). Ze zvěře pernaté se zde vyskytuje bažant obecný (*Phasianus colchicus*). Z vodního ptactva má největší zastoupení kachna divoká (*Anas platyrhynchos*). Z výše jmenovaných druhů je v honitbě normována zvěř srnčí (normovaný stav 31 ks, minimální stav 11 ks), dále bažant (normovaný stav 95 ks a minimální stav 30 ks) a zajíc (normovaný stav 107 ks a minimální stav 30 ks). Honitba zvěři poskytuje velké množství úkrytu, biologické a potravní rozmanitosti. To je dáno především kvalitním podrostním hospodářstvím, zakládáním biopásů a políček pro zvěř. Zemědělskou půdu po část roku zaujímají řepková a obilná pole.

3.1.1 Lokalita Pod Skalami

Lokalitou Pod Skalami je myšleno krmeliště nacházející se 2 km jižním směrem od obce Postupice. Krmeliště se nachází v porostu 10A9. Tento porost spadá do lesního typu 3K3 a hospodářského souboru 431. Jedná se o kmenovinu s polovičním zastoupením smrku. Dále je zde zastoupena borovice, modřín, buk, dub a bříza (Lesprojekt 2011a). Nadmořská výška je zde 502 m. n. m.

Nejbližší úkryty pro zvěř se nachází v okruhu zhruba 200 metrů. Jelikož se nedaleko nachází již zmiňovaný lom, tak je tu velmi často v nočních hodinách přítomna zvěř černá. Zvěř srnčí toto krmeliště navštěvuje celodenně. Rušivé elementy

tu jsou minimální. V těsné blízkosti nevede žádná lesní cesta, tudíž tu má zvěř klid pro braní potravy.

3.1.2 Lokalita U Široký

Tato lokalita se nachází necelých 1,8 km jižně od Postupic. Jedná se o krmeliště nacházející se v porostu 10A5. Lesní typ tohoto porostu je 3K3 a hospodářský soubor 431. Jedná se o slabou kmenovinu se zastoupením smrku – 65 % a modřínu – 35 % (Lesprojekt 2011a). Nadmořská výška je 482 m. n. m.

V okolí krmeliště se nachází velké množství úkrytů pro zvěř. Jedná se o mladé porosty a náletové plochy. Zvěř zde nachází klidný a bezpečný úkryt. V téměř těsné blízkosti se nachází i lom, odkud vytahuje zvěř černá. Zvěř má v této lokalitě relativní klid. V blízkosti se sice nachází lesní cesty, ty jsou ale využívány jen sporadicky. Za rušivý element může být považován zmiňovaný lom.

3.1.3 Lokalita U Lomu

Jedná se o krmeliště vytvořené speciálně pro účely bakalářské práce. Toto umístění bylo vybráno s ohledem na předpokládaný velký výskyt zvěře a špatnou přístupnost pro člověka. Lokalita se nachází 2,3 km jižně od Postupic ve velmi těsné blízkosti mladovského lomu. Krmeliště se nachází v porostu 10B9. Lesním typem je zde 4N2 a hospodářský soubor 411. Jedná se o smíšenou kmenovinu s mírným většinovým zastoupením smrku – 35 % a buku – 30 %. Dalšími dřevinami jsou modřín – 19 %, bříza – 15 % a dub – 1 % (Lesprojekt 2011a). Nadmořská výška se pohybuje na hodnotě 490 m. n. m.

V těsné blízkosti krmeliště se nacházejí husté plochy smrkových náletů a nárostů doplněné břízou, které poskytují dostatečný úkryt. Zvěř je zde téměř nerušená. Výjimkou mohou být denní práce v lomu, na což je zvěř ale zřejmě zvyklá. V lokalitě se hojně pohybuje jak zvěř černá, tak i srnčí. Bylo zde zaznamenáno i několik jedinců zvěře daňčí.



Obr. č. 2: Rozmístění lokalit na mapě (zdroj: www.mapy.cz)

3.2 Metodika sběru dat

Data potřebná pro bakalářskou práci byla pořizována z rozboru fotografií zvěře beroucí potravu na jednotlivých krmelištích. Samotné získávání snímků probíhalo v období od 30. 12. 2013 do 4. 4. 2014. Na lokalitách popsanych v kapitole 3.1. Charakteristika lokalit byla umístěna fotopast značky ScoutGuard SG550, která pořizovala fotografie pastvící se zvěře. Interval mezi fotografiemi byl nejdříve nastaven na 20 sekund v počtu 3 po sobě následujících snímků, později byl změněn na 30 sekundový interval po 2 snímcích. Prodleva mezi každou sérií snímků činila 1 minutu, po kterou zůstala fotopast v nečinnosti. Fotopast funguje na principu pohybového čidla, přičemž zachycená vzdálenost v noci činí až 14 metrů. Umístována byla na pevný objekt, nejčastěji strom, tak, aby zachycovala co nejširší záběr krmeliště. Platilo však pravidlo, kdy osa objektivu a přibližného středu krmeliště probíhala směrem od jihu na sever, což sloužilo k následnému vyhodnocování fotografií. Pro tyto účely byla využita v terénu buzola. Na lokalitách byl během pozorování zvýšený pohyb a návštěvnost zvěře díky nedostatku okolní potravy vzhledem k zimnímu období. Na krmeliště tudíž docházelo k pravidelnému přísunu povětšinou jaderného krmiva.

Kontrola fotopasti probíhala v týdenních intervalech. Snímky byly přesunuty do počítače. Na počátku následujícího týdne byla fotopast umístěna opět na lokalitu a případně došlo k doplnění krmiva.

3.3 Metodika zpracování dat

Pořízené fotografie byly následně analyzovány a tříděny. Do další fáze analýzy byly zařazeny jen ty snímky, kde měla zvěř skloněnou hlavu k potravě. Nekvalitní snímky, nebo takové, kde nebyl zřetelný příjem potravy, byly odstraněny. Na lokalitách bylo následně vytríděno 3111 použitelných fotografií (Pod Skalami 15, U Široký 561, U Lomu 2535), na nichž se nacházelo 4405 jedinců zvěře následně analyticky zpracovaných (Pod Skalami 35, U Široký 1037, U Lomu 3333).

Další krok spočíval v procházení jednotlivých snímků a zaznamenávání určitých charakteristik zvěře, času a místa do tabulky vytvořené v programu MS Excel. Zde byla lokalita U Lomu rozdělena do podskupin U Lomu 1, U Lomu 2 a U Lomu 3 vzhledem k velkému množství dat. Údaje se sestávaly z pořadového čísla fotografie, data a času pořízení, denní doby, stavu počasí, druhu zvěře, jeho pohlaví a stáří (pokud šlo určit). Další záznamy se skládaly ze směrového vyhodnocení těla a hlavy při braní potravy. Určování probíhalo za pomoci papírové kompasové růžice. Podélnou osou těla a hlavy, směrem od zadní části k přední, byla vedena zdánlivá přímka, která byla přenesena na růžici. Natočení růžice bylo takové, aby sever směřoval přímo za obraz (dle postavení fotopasti a skutečného severu v terénu). Po vynesení přímky byl určen směr natočení, který byl zaokrouhlen na celé desítky stupňů a následně zanesen do tabulky. Dalšími doplňujícími údaji v tabulce bylo určení větru, směru k nejbližšímu úkrytu, celkového počtu zvířat ve skupině, směru, odkud přichází zdánlivé nebezpečí, přesného směru, na který fotopast byla zaměřena a na který fotila, a posledním údajem bylo určení případných rušivých elementů a jejich vzdálenosti. Získaná data byla následně statisticky vyhodnocena.



Obr. č. 3: Zvěř srnčí při braní potravy (zdroj: Korecký, 2014)



Obr. č. 4: Zvěř černá při braní potravy (zdroj: Korecký, 2014)

3.4 Metodika statistického vyhodnocení

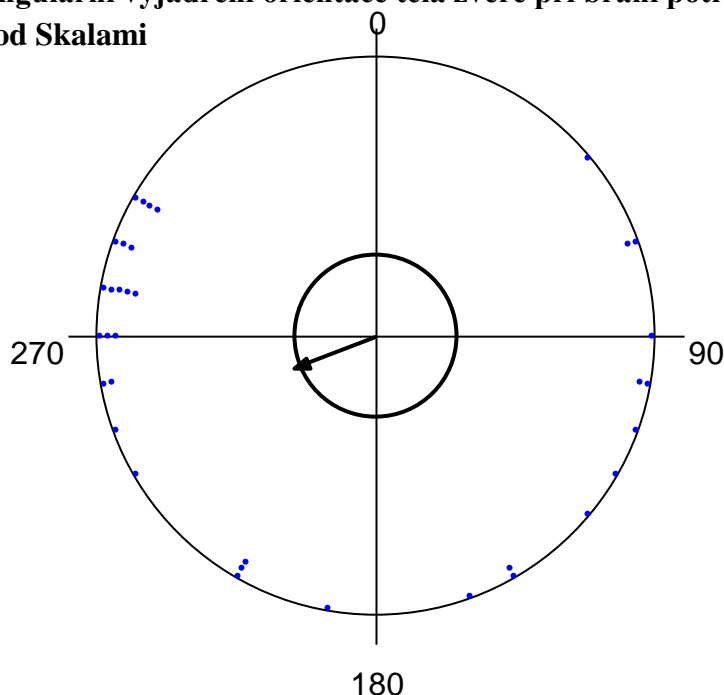
Následně získaná data byla analyzována specializovaným statistickým programem Oriana. Základem programu je vyhodnocování široké škály dat, jako úhlů a směrů, ve stupních. Mohou být ale zadávána i periodická data jako denní, týdenní, měsíční nebo roční čas (Anonymus 2013a). Program byl speciálně vyvinut pro operační systém Microsoft Windows. Velkou výhodou je především analyzování potřebných dat grafickou podobou (Anonymus 2013b). Umožňuje také spárování řady cirkulačních dat s necirkulačními. V neposlední řadě nabízí i jejich porovnání a vzájemnou interakci (Anonymus 2013a).

Základními analytickými statistickými metodami programu jsou vektor a různé limity. Oriana pracuje také s různými jednovýběrovými testy jako je Rayleighův test či párový test, a s vícevýběrovými testy jako Watson – Williamsův F – test, chí – kvadrát test a párové korelace. (Anonymus 2013b). Dále základní statistika programu zahrnuje kruhový průměr, délku průměrného vektoru, kruhovou střední odchylku a 95% nebo 99% limit spolehlivosti.

Výsledná data je možné zobrazit v různých podobách. Oriana jich nabízí hned několik. Ať již se jedná o různé tabulky či grafy. Graficky lze data zobrazit ve formě kruhových histogramů, růžicových diagramů a vektorových polí. Jednotlivé grafy lze mezi sebou samozřejmě také porovnávat a jednoduše s nimi pracovat v různých aplikacích pro Windows jako jsou například textové editory. Práci s daty v programu limituje pouze velikost vnitřní paměti a volné místo na disku. Je třeba ale dodat, že systémové požadavky jsou na velmi nízké úrovni (Anonymus 2013a).

4 Výsledky

Angulární vyjádření orientace těla zvěře při braní potravy - černá+srnčí Pod Skalami



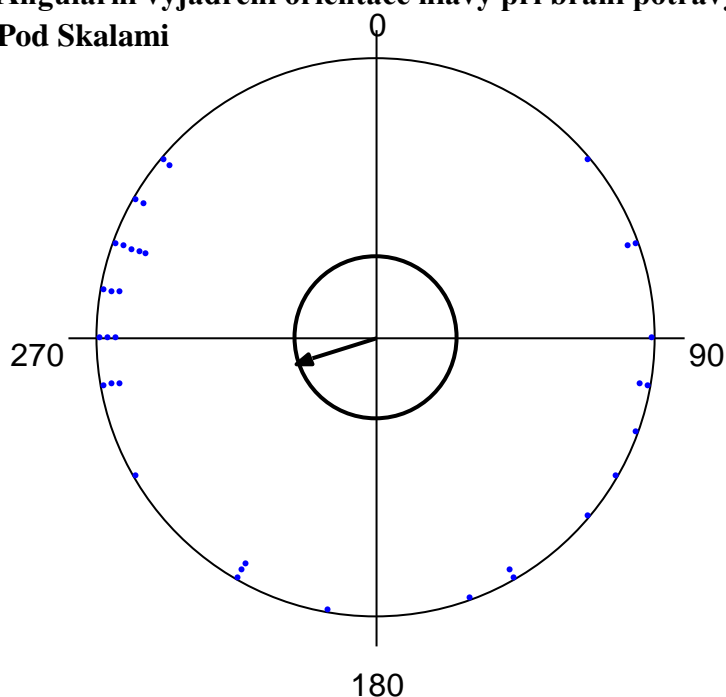
Obr. č. 5: Angulární vyhodnocení orientace těla zvěře při braní potravy – Pod Skalami

Variable	Angles		One Sample Tests:	
Data Type	Angles		Rayleigh Test (Z)	3,4
Number of Observations	35		Rayleigh Test (p)	0,032
Data Grouped?	Yes		Rao's Spacing Test (U)	-----
Group Width (& Number of groups)	10° (36)		Rao's Spacing Test (p)	-----
Mean Vector (μ)	248,179°			
Length of Mean Vector (r)	0,312			
Concentration	0,656			
Circular Variance	0,688			
Circular Standard Deviation	87,487°			

Tabulka č. 1: Výsledky statistické analýzy (tělo) – lokalita Pod Skalami

Angulárním vyhodnocením 35 dat z lokality Pod Skalami byl zjištěn výsledný průměrný vektor 248,179°, který je znázorněn šipkou (Obr. č. 5). Délka šipky znázorňuje nejen délku průměrného vektoru, ale ukazuje také statistickou signifikanci vyznačenou vnitřním kruhem, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu.

**Angulární vyjádření orientace hlavy při braní potravy - černá+srnčí
Pod Skalami**



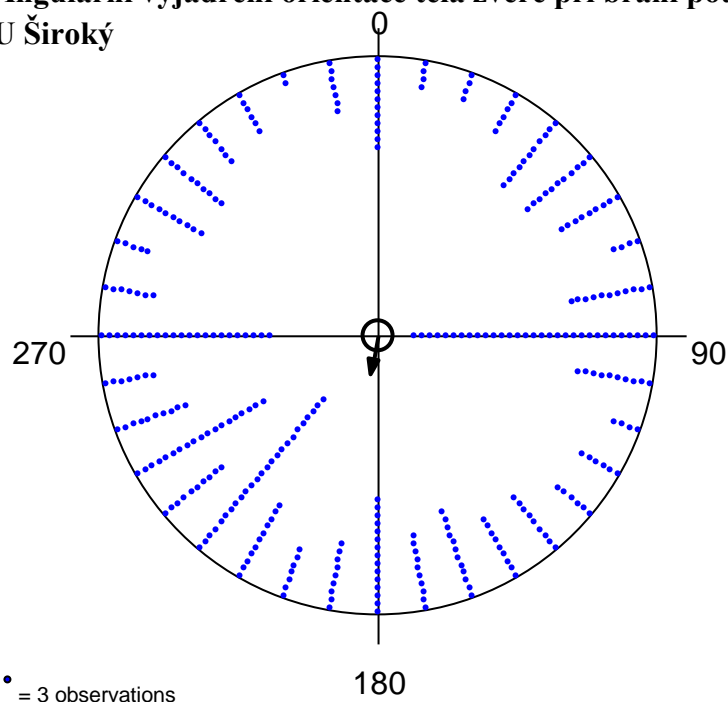
Obr. č. 6: Angulární vyhodnocení orientace hlavy zvěře při braní potravy – Pod Skalami

Variable	Angles		One Sample Tests:	
Data Type	Angles		Rayleigh Test (Z)	3,095
Number of Observations	35		Rayleigh Test (p)	0,044
Data Grouped?	Yes		Rao's Spacing Test (U)	-----
Group Width (& Number of groups)	10° (36)		Rao's Spacing Test (p)	-----
Mean Vector (μ)	251,721°			
Length of Mean Vector (r)	0,297			
Concentration	0,623			
Circular Variance	0,703			
Circular Standard Deviation	89,235°			

Tabulka č. 2: Výsledky statistické analýzy (hlava) – lokalita Pod Skalami

Angulárním vyhodnocením 35 dat z lokality Pod Skalami byl zjištěn výsledný průměrný vektor 251,721°, který je znázorněn šipkou (Obr. č. 6). Délka šipky znázorňuje nejen délku průměrného vektoru, ale ukazuje také statistickou signifikanci vyznačenou vnitřním kruhem, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu.

**Angulární vyjádření orientace těla zvěře při braní potravy - černá+srnčí
U Široký**



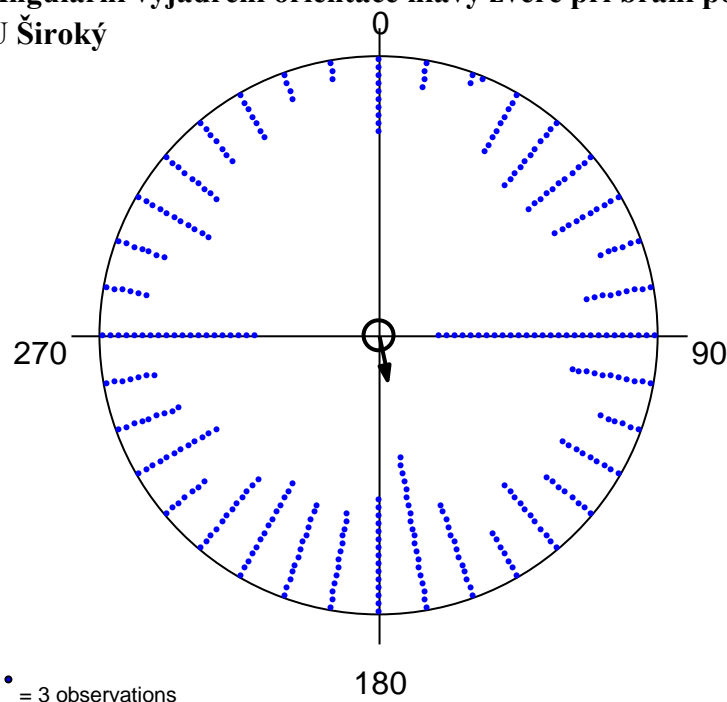
**Obr. č. 7: Angulární vyhodnocení orientace těla zvěře při braní potravy –
U Široký**

Variable	Angles		One Sample Tests:	
Data Type	Angles		Rayleigh Test (Z)	19,532
Number of Observations	1037		Rayleigh Test (p)	3,29E-09
Data Grouped?	Yes		Rao's Spacing Test (U)	-----
Group Width (& Number of groups)	10° (36)		Rao's Spacing Test (p)	-----
Mean Vector (μ)	191,54°			
Length of Mean Vector (r)	0,137			
Concentration	0,277			
Circular Variance	0,863			
Circular Standard Deviation	114,19°			

Tabulka č. 3: Výsledky statistické analýzy (tělo) – lokalita U Široký

Angulárním vyhodnocením 1037 dat z lokality U Široký byl zjištěn výsledný průměrný vektor 191,54°, který je znázorněn šipkou (Obr. č. 7). Délka šipky znázorňuje nejen délku průměrného vektoru, ale ukazuje také statistickou signifikanci vyznačenou vnitřním kruhem, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu.

**Angulární vyjádření orientace hlavy zvěře při braní potravy - černá+srnčí
U Široký**



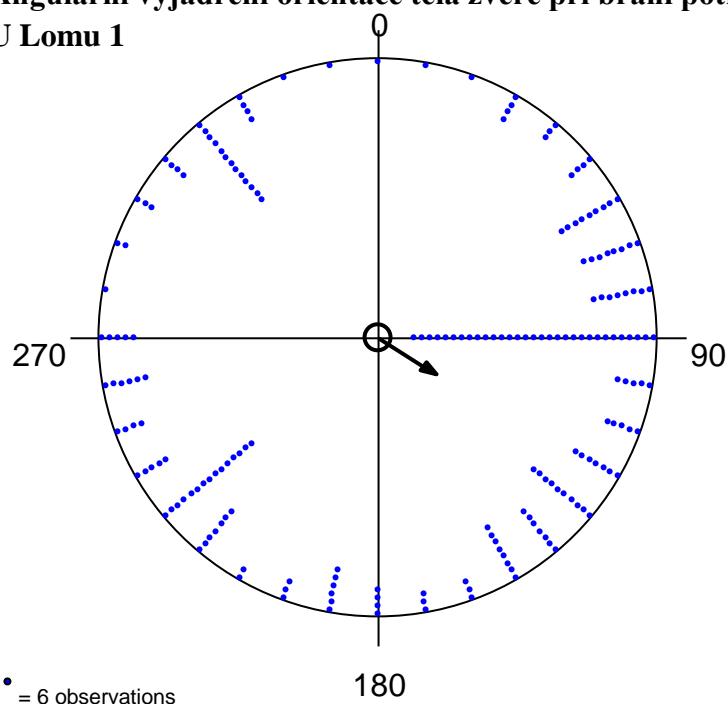
**Obr. č. 8: Angulární vyhodnocení orientace hlavy zvěře při braní potravy –
U Široký**

Variable	Angles		One Sample Tests:	
Data Type	Angles		Rayleigh Test (Z)	26,783
Number of Observations	1037		Rayleigh Test (p)	2,33E-12
Data Grouped?	No		Rao's Spacing Test (U)	347,155
Group Width (& Number of groups)			Rao's Spacing Test (p)	<0.01
Mean Vector (μ)	169,783°			
Length of Mean Vector (r)	0,161			
Concentration	0,326			
Circular Variance	0,839			
Circular Standard Deviation	109,558°			

Tabulka č. 4: Výsledky statistické analýzy (hlava) – lokalita U Široký

Angulárním vyhodnocením 1037 dat z lokality U Široký byl zjištěn výsledný průměrný vektor 169,783°, který je znázorněn šipkou (Obr. č. 8). Délka šipky znázorňuje nejen délku průměrného vektoru, ale ukazuje také statistickou signifikanci vyznačenou vnitřním kruhem, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu.

**Angulární vyjádření orientace těla zvěře při braní potravy – pouze srnčí
U Lomu 1**



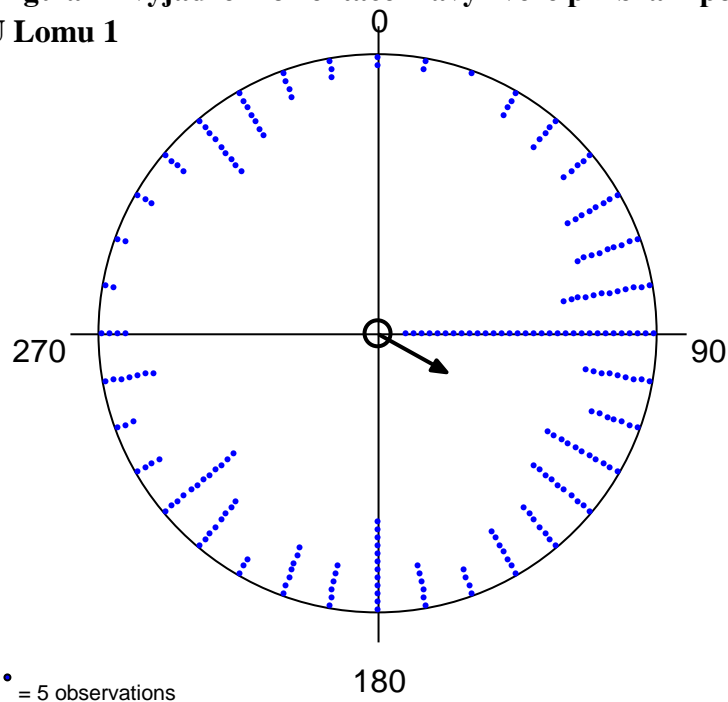
**Obr. č. 9: Angulární vyhodnocení orientace těla zvěře při braní potravy –
U Lomu 1**

Variable	Angles		One Sample Tests:	
Data Type	Angles		Rayleigh Test (Z)	67,56
Number of Observations	1135		Rayleigh Test (p)	<1E-12
Data Grouped?	Yes		Rao's Spacing Test (U)	-----
Group Width (& Number of groups)	10° (36)		Rao's Spacing Test (p)	-----
Mean Vector (μ)	120,937°			
Length of Mean Vector (r)	0,244			
Concentration	0,503			
Circular Variance	0,756			
Circular Standard Deviation	96,239°			

Tabulka č. 5: Výsledky statistické analýzy (tělo) – lokalita U Lomu 1

Angulárním vyhodnocením 1135 dat z lokality U Lomu 1 byl zjištěn výsledný průměrný vektor 120,937°, který je znázorněn šipkou (Obr. č. 9). Délka šipky znázorňuje nejen délku průměrného vektoru, ale ukazuje také statistickou signifikanci vyznačenou vnitřním kruhem, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu.

**Angulární vyjádření orientace hlavy zvěře při braní potravy - pouze srnčí
U Lomu 1**



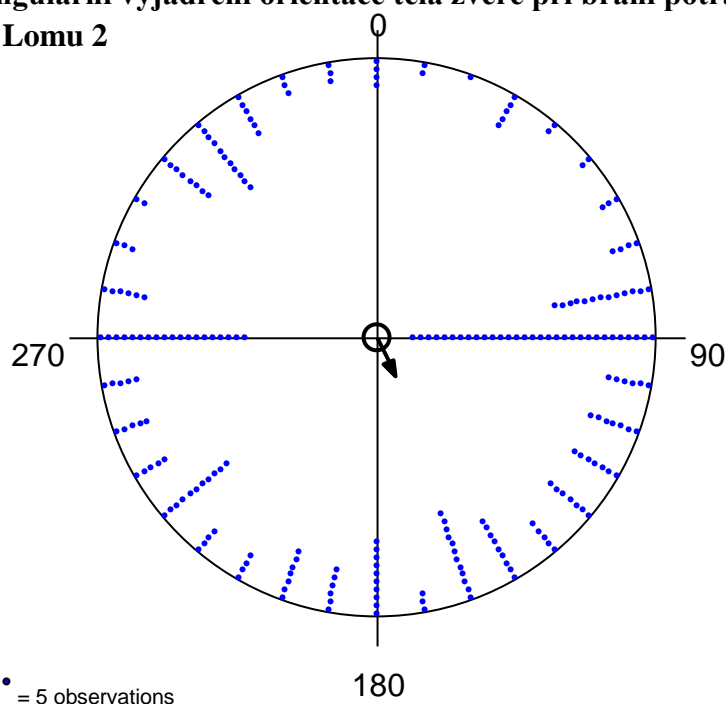
**Obr. č. 10: Angulární vyhodnocení orientace hlavy zvěře při braní potravy –
U Lomu 1**

Variable	Angles		One Sample Tests:	
Data Type	Angles		Rayleigh Test (Z)	67,56
Number of Observations	1135		Rayleigh Test (p)	<1E-12
Data Grouped?	Yes		Rao's Spacing Test (U)	-----
Group Width (& Number of groups)	10° (36)		Rao's Spacing Test (p)	-----
Mean Vector (μ)	120,937°			
Length of Mean Vector (r)	0,244			
Concentration	0,503			
Circular Variance	0,756			
Circular Standard Deviation	96,239°			

Tabulka č. 6: Výsledky statistické analýzy (hlava) – lokalita U Lomu 1

Angulárním vyhodnocením 1135 dat z lokality U Lomu 1 byl zjištěn výsledný průměrný vektor 120,937°, který je znázorněn šipkou (Obr. č. 10). Délka šipky znázorňuje nejen délku průměrného vektoru, ale ukazuje také statistickou signifikanci vyznačenou vnitřním kruhem, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu.

**Angulární vyjádření orientace těla zvěře při braní potravy-černá+srnčí+daňčí
U Lomu 2**



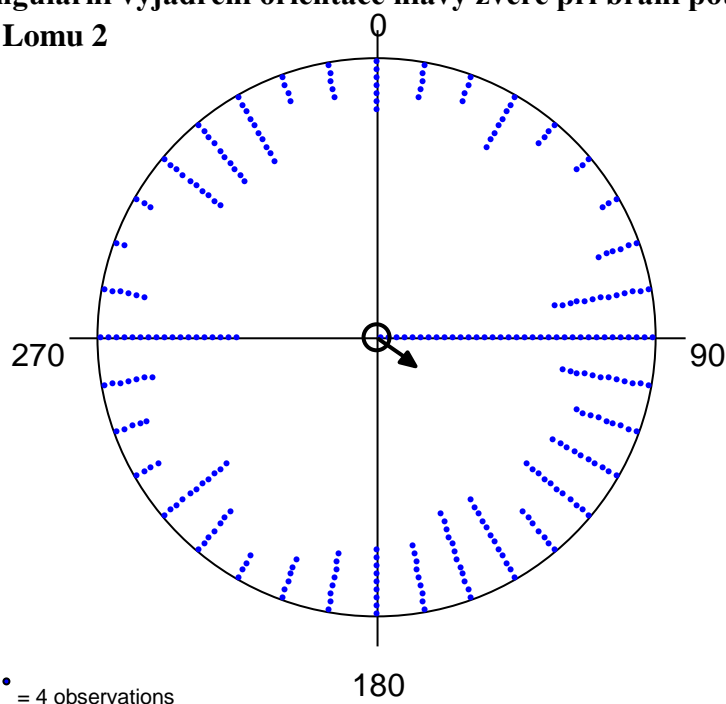
**Obr. č. 11: Angulární vyhodnocení orientace těla zvěře při braní potravy –
U Lomu 2**

Variable	Angles		One Sample Tests:	
Data Type	Angles		Rayleigh Test (Z)	26,588
Number of Observations	1135		Rayleigh Test (p)	2,84E-12
Data Grouped?	Yes		Rao's Spacing Test (U)	-----
Group Width (& Number of groups)	10° (36)		Rao's Spacing Test (p)	-----
Mean Vector (μ)	154,09°			
Length of Mean Vector (r)	0,153			
Concentration	0,31			
Circular Variance	0,847			
Circular Standard Deviation	111,011°			

Tabulka č. 7: Výsledky statistické analýzy (tělo) – lokalita U Lomu 2

Angulárním vyhodnocením 1135 dat z lokality U Lomu 2 byl zjištěn výsledný průměrný vektor 154,09°, který je znázorněn šipkou (Obr. č. 11). Délka šipky znázorňuje nejen délku průměrného vektoru, ale ukazuje také statistickou signifikanci vyznačenou vnitřním kruhem, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu.

**Angulární vyjádření orientace hlavy zvěře při braní potravy-černá+srnčí+daňčí
U Lomu 2**



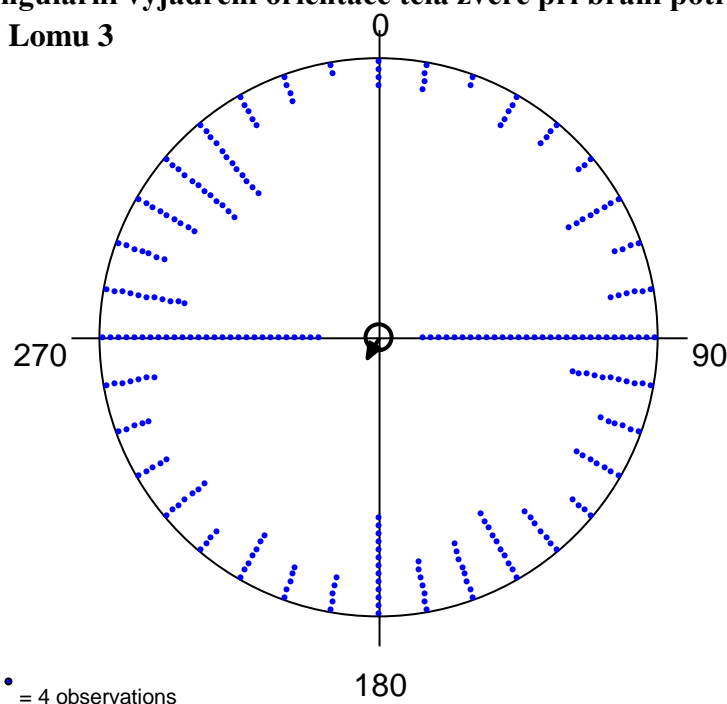
**Obr. č. 12: Angulární vyhodnocení orientace hlavy zvěře při braní potravy –
U Lomu 2**

Variable	Angles		One Sample Tests:	
Data Type	Angles		Rayleigh Test (Z)	32,443
Number of Observations	1135		Rayleigh Test (p)	<1E-12
Data Grouped?	Yes		Rao's Spacing Test (U)	-----
Group Width (& Number of groups)	10° (36)		Rao's Spacing Test (p)	-----
Mean Vector (μ)	127,046°			
Length of Mean Vector (r)	0,169			
Concentration	0,343			
Circular Variance	0,831			
Circular Standard Deviation	108,028°			

Tabulka č. 8: Výsledky statistické analýzy (hlava) – lokalita U Lomu 2

Angulárním vyhodnocením 1135 dat z lokality U Lomu 2 byl zjištěn výsledný průměrný vektor 127,046°, který je znázorněn šipkou (Obr. č. 12). Délka šipky znázorňuje nejen délku průměrného vektoru, ale ukazuje také statistickou signifikanci vyznačenou vnitřním kruhem, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu.

**Angulární vyjádření orientace těla zvěře při braní potravy-černá+srnčí+daňčí
U Lomu 3**



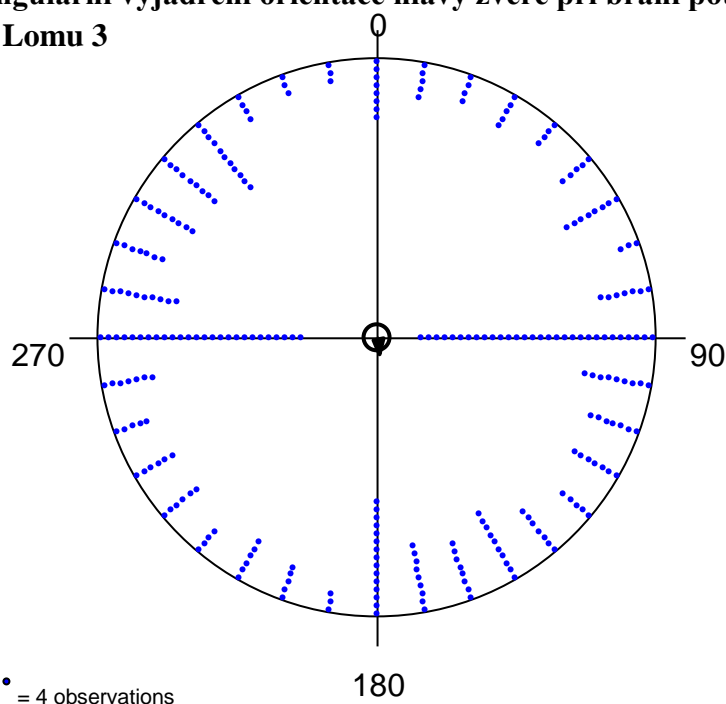
Obr. č. 13: Angulární vyhodnocení orientace těla zvěře při braní potravy – U Lomu 3

Variable	Angles		One Sample Tests:	
Data Type	Angles		Rayleigh Test (Z)	6,781
Number of Observations	1063		Rayleigh Test (p)	0,001
Data Grouped?	Yes		Rao's Spacing Test (U)	-----
Group Width (& Number of groups)	10° (36)		Rao's Spacing Test (p)	-----
Mean Vector (μ)	209,838°			
Length of Mean Vector (r)	0,08			
Concentration	0,16			
Circular Variance	0,92			
Circular Standard Deviation	128,816°			

Tabulka č. 9: Výsledky statistické analýzy (tělo) – lokalita U Lomu 3

Angulárním vyhodnocením 1063 dat z lokality U Lomu 3 byl zjištěn výsledný průměrný vektor 209,838°, který je znázorněn šipkou (Obr. č. 13). Délka šipky znázorňuje nejen délku průměrného vektoru, ale ukazuje také statistickou signifikanci vyznačenou vnitřním kruhem, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu.

**Angulární vyjádření orientace hlavy zvěře při braní potravy-černá+srnčí+daňčí
U Lomu 3**



**Obr. č. 14: Angulární vyhodnocení orientace hlavy zvěře při braní potravy –
U Lomu 3**

Variable	Angles		One Sample Tests:	
Data Type	Angles		Rayleigh Test (Z)	3,619
Number of Observations	1063		Rayleigh Test (p)	0,027
Data Grouped?	Yes		Rao's Spacing Test (U)	-----
Group Width (& Number of groups)	10° (36)		Rao's Spacing Test (p)	-----
Mean Vector (μ)	175,601°			
Length of Mean Vector (r)	0,058			
Concentration	0,117			
Circular Variance	0,942			
Circular Standard Deviation	136,583°			

Tabulka č. 10: Výsledky statistické analýzy (hlava) – lokalita U Lomu 3

Angulárním vyhodnocením 1063 dat z lokality U Lomu 3 byl zjištěn výsledný průměrný vektor 175,601°, který je znázorněn šipkou (Obr. č. 14). Délka šipky znázorňuje nejen délku průměrného vektoru, ale ukazuje také statistickou signifikanci vyznačenou vnitřním kruhem, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu.

5 Diskuze

Výsledky uvedené v kapitole 4 Výsledky odkazují na skutečnost, že zvěř zkoumaná pro účely bakalářské práce staví svá těla při braní potravy přibližně v severojižním směru. Po angulárním vyhodnocení dat, kdy se zohledňovala poloha hlavy, vyšla severojižní preference u všech tří zkoumaných druhů popsaných v kapitole 2.3 Studované druhy, přičemž se jednalo o lokality U Široký, U Lomu 2 a U Lomu 3. Stejný směr preferují i některé další druhy. Ze savců to jsou například odpočívající skot a jedinci čeledi jelenovitých, kteří při odpočinku směřují svá těla v severojižní orientaci. Zkoumání probíhalo pomocí satelitních snímků z aplikace Google Earth, kdy byly brány ve zřetel různé elementy, jako například vzdálenost od vysokého napětí či sklon svahu (Begall et al. 2008, Begall et al. 2013). Severojižní preference byla sledována například i u vyměšujících psů (Hart et al. 2013), u kapra obecného (Hart et al. 2012) nebo u přistávajících vodních ptáků na vodní hladinu (Hart et al. 2013).

U lokality Pod Skalami se naopak severojižní preference nepotvrdila. Je to dáno pravděpodobně především z důvodu velmi malého množství dat pořízených z krmeliště oproti zbývajícím místům. Z tohoto pohledu nelze vyvozovat žádné závěry. Je možné, že při větším množství dat by se severojižní preference potvrdila. Dalším místem, kde se severojižní směr u pastvené zvěře nepotvrdil, je U Lomu 1. I přes velké množství dat a pozitivní výsledky u dalších dvou souborů dat z této lokality, má odchylka průměrného výsledného vektoru od severojižního směru větší hodnotu, než je přípustná mez. Důvodem mohou být například různé odchylky a výkyvy v geomagnetickém poli Země v určitou dobu.

Jak je zřejmé, tak způsob určování magnetické orientace u živočichů může mít mnoho podob. Jedná se o výzkumy například v kruhové aréně (Vácha, Němec 2007), v kádích (Hart et al. 2012), v akváriu (Philips 1986) nebo pomocí internetových aplikací jako je Google Earth (Begall et al. 2008). Pro účely bakalářské práce byla využita metoda získání snímků zvěře z fotopasti a následného vyhodnocení. Zde může hrát případnou roli i lidský faktor, ale při nabývajícím množství dat se chyba rapidně snižuje. Při vyvozování výsledků mohou působit i některé další vlivy. Jedná se o již zmíněné odchylky či změny v geomagnetickém poli Země, dále vliv počasí, vliv okolí nebo určité chování zvěře. Další roli může hrát i svažitost, která by mohla ovlivnit postavení zvěře při braní potravy. Pro účely výzkumu bylo tedy nutné vyvarovat se

svažitým lokalitám. Rovněž se v blízkosti nenacházely žádné vodiče elektrického napětí, které by mohly narušovat magnetické pole Země. Byla vybírána vždy jen ta místa, kde byly splněny jednak předchozí náležitosti a dále byl zohledněn předpokládaný pravidelný výskyt zvěře a klid při příjmu potravy.

6 Závěr

Práce byla zaměřena na orientaci těla a hlavy zvěře při braní potravy na Benešovsku. Cílem bylo prověřit, zda se daná zvěř staví v severojižním směru, či nikoliv. Vzhledem k dřívějším výzkumům a výsledkům v oblasti magnetorecepce byl předpoklad výsledných hodnot ve zmíněném směru. Tento předpoklad se nakonec ve většině případů potvrdil, což se jeví v souladu s výsledky studií druhů blízkých zvěři, vyskytující se na daných lokalitách. I přes skutečnost, že většinu vzorků tvořila zvěř černá a srnčí, tak i u zvěře daňčí se projevila severojižní preference. Tak, jako tomu bylo například i v případě skotu a jelenovitých zkoumaných dříve (Begall et al. 2008, Begall et al. 2013).

Pro účely výzkumu se nakonec podařilo získat poměrně velký vzorek dat. I proto by tato práce mohla posloužit jako podklad pro další studie. Například rozšířením počtu lokalit v oblasti Benešovska a získáním ještě většího počtu dat než dosud, by bylo možno ještě více prozkoumat teorii orientace zvěře v severojižním směru. A nemusí to být jen u pastvící se zvěře. Již dříve byla tato teorie potvrzena u spárkaté zvěře odpočívající nebo škodící na lesních porostech.

Magnetismus u živočichů je fenoménem, který se objevuje u stále nových druhů. S přibývajícimi výzkumy je poukazováno na to, že zvířata mají opravdu jakýsi šestý smysl, který jim pomáhá v životě. Je nutné se tedy této problematice dále věnovat.

7 Seznam použité literatury

ABLE, K. P. *Magnetic Orientation and Magnetoreception in Birds*. Progress in Neurobiology. 1994. roč. 94. č. 42. s. 449-473.

ABRACADO, L. G.; ESQUIELD, D. M. S.; ALVES, O. C.; WAJNBERG, E. *Magnetic Material in Head, Thorax, and Abdomen of Solenopsis Substituta Ants: a Ferromagnetic Resonance Study*. Journal of Magnetic Resonance. 2005. roč. 175. č. 2. s. 309-316.

ANDĚRA, M.; HORÁČEK, I. *Poznáváme naše savce*. 2. přeprac. vyd. Praha : Sobotáles, 2005. 328 s. ISBN 80-86817-08-3.

ANONYMUS. 2013a. *Kovach Computing Services* (online). [2015-03-21]. Dostupné z WWW: <<http://www.kovcomp.co.uk/oriana/oribloc.html>>.

ANONYMUS. 2013b. *RockWare* (online). [2015-03-21]. Dostupné z WWW: <<http://www.rockware.com/product/overview.php?id=110>>.

AUGUST, P. V.; AYVAZIN, S. G.; ANDERSON, J. G. T. *Magnetic Orientation in a Small Mammal, Peromyscus leucopus*. Journal of Mammalogy. 1989. roč. 70. č. 1. s. 1-9.

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 Science of the United States of America. 2008. roč. 105. č. 36. s. 13451-13455.

BEGALL, S.; MALKEMPER, E. P.; ČERVENÝ, J.; NĚMEC, P.; BURDA, H. *Magnetic Alignment in Mammals and Other Animals*. Mammalian Biology. 2013. roč. 78. č. 1. s. 10-20.

BURDA, H.; MARHOLD, S.; WESTENBERGER, T.; WILTSCHKO, R.; WILTSCHKO, W. *Magnetic Compass Orientation in the Subterranean Rodent *Cryptomys hottentotus* (Bathyergidae)*. *Experientia*. 1990. roč. 46. č. 5. s. 528-530.

ČERVENÝ, J.; BEGALL, S.; KOUBEK, P.; NOVÁKOVÁ, P.; BURDA, H. *Directional Preference May Enhance Hunting Accuracy in Foraging Foxes*. *Biology Letters*. 2011. roč. 7. č. 3. s. 355-357.

DRMOTA, J.; KOLÁŘ, Z.; ZBOŘIL, J. *Srnčí zvěř v našich honitbách*. 1. vyd. Praha : Grada, 2007. 256 s. ISBN 978-80-247-2366-2.

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.

HART, V.; KUŠTA, T.; NĚMEC, P.; BLÁHOVÁ, V.; JEŽEK, M.; NOVÁKOVÁ, P.; BEGALL, S.; ČERVENÝ, J.; HANZAL, V.; MALKEMPER, E. P.; ŠTÍPEK, K.; VOLE, CH.; BURDA, H. *Magnetic Alignment in Carps: Evidence from the Czech Christmas Fish Market*. *Ploce One*. 2012. roč. 7. č. 12. s. 1-7.

HART, V.; MALKEMPER, E. P.; KUŠTA, T.; BEGALL, S.; NOVÁKOVÁ, P.; HANZAL, V.; PLESKAČ, L.; JEŽEK, M.; POLICHT, R.; HUSINEC, V.; ČERVENÝ, J.; BURDA, H. *Directional Compass Preference for Landing in Water Birds*. *Frontiers in Zoology*. 2013a. roč. 10. č. 1. s. 1-10.

HART, V.; NOVÁKOVÁ, P.; MALKEMPER, E. P.; BEGALL, S.; HANZAL, V.; JEŽEK, M.; KUŠTA, T.; NĚMCOVÁ, V.; ADÁMKOVÁ, J.; BENEDIKTOVÁ, K.; ČERVENÝ, J.; BURDA, H. *Dogs are Sensitive to Small Variations of the Earth's Magnetic Field*. *Frontiers in Zoology*. 2013b. roč. 10. č. 80.

JIRŮK, K. A KOL. *Atlas zvěře*. 1. vyd. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1980. 256 s. ISBN 07-018-80

KIRSCHVINK, J. L.; DIZON, A. E.; WESTPAL, J. A. *Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans*. Journal of Experimental Biology. 1986. roč. 120. s. 1-24.

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.

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.

LOHMANN, K. J.; LOHMANN, C. M. F. *Detection of Magnetic Field Intensity by Sea Turtles*. Nature. 1996. roč. 380. s. 59-61.

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.

PELIKÁN, J.; GAISLER, J.; PRÖDL, P. *Naši savci*. 1. vyd. Praha : Academia, 1979. 164 s.

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.

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.

SCHÜLER, D.; FRANKEL, R. B. *Bacterial Magnetosomes: Microbiology, Biomineralization, and Biotechnological Applications*. Springer-Verlag. 1999. č. 52. s. 464-473.

VACH, M. *Srnčí zvěř*. 1. vyd. Uhlířské Janovice : Silvestris, 1993. 408 s. ISBN 80-901775-0-6.

VACH, M. A KOL. *Myslivost*. 1.vyd. Uhlířské Janovice : Silvestris, 1997. 502 s. ISBN 80-901775-1-4.

VÁCHA, M. *Kompas zvířat a co o něm víme*. Vesmír. 1994. roč. 73. s. 249-251.

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

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

VÁCHA, M.; KVÍČALOVÁ, M.; PŮŽOVÁ, T. *American cockroaches prefer four cardinal geomagnetic positions at rest*. Behaviour. 2009. roč. 147. s. 425-440.

VÁLKOVÁ, T.; VÁCHA, M. *How do honeybees use their magnetic compass? Can they see the North?* Bulletin of Entomological Research. 2012. s. 1-7.

WALKER, M. M.; KIRSCHVINK, J. L.; CHANG, S.-B. R.; DIZON, A. E. *A Candidate Magnetic Sense Organ in the Yellowfin Tuna, Thunnus albacares*. Science. 1984. roč. 224. č. 4650. s. 751-753.

WANG, Y.; PAN, Y.; PARSONS, S.; WALKER, M.; ZHANG, S. *Bats Responds to Polarity of a Magnetic Field*. Proceedings of the Royal Society B. 2007. roč. 274. č. 1627. s. 2901-2905.

WILTSCHKO, W.; WILTSCHKO, R.; RITZ, T. *The mechanism of the avian magnetic compass*. Procedia Chemistry. 2011. roč. 3. s. 276-284.

WILTSCHKO, W.; WILTSCHKO, R. *Magnetic Orientation in Birds*. The Journal of Experimental Biology. 1996. roč. 199. s. 29-38.

WILTSCHKO, R.; WILTSCHKO, W. *Avian navigation: from historical to modern concepts*. Animal Behaviour. 2003. roč. 65. s. 257-272.

WILTSCHKO, W.; WILTSCHKO, R. *Magnetic orientation and magnetoreception in birds and other animals*. Journal Comparative Physiology. 2005. roč 191. s. 675-693.

WOLF, R. *Rukojeť chovu a lovu černé zvěře*. 1. vyd. Písek : Matice lesnická, 1995. 148 s. ISBN 80-900042-2-9.

Doplňující zdroje:

LESPROJEKT východní Čechy, s.r.o. *Hospodářská kniha – LHC Jemniště, platnost lesního hospodářského plánu: 1. 1. 2011 – 31. 12. 2020*. rok vydání: 2011a. adresa autora: Gočárova 504, Hradec Králové.

LESPROJEKT východní Čechy, s.r.o. *Textová část lesního hospodářského plánu – LHC Jemniště, platnost: 1. 1. 2011 – 31. 12. 2020*. rok vydání: 2011b. adresa autora: Gočárova 504, Hradec Králové.