

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta lesnická a dřevařská**

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



**Magnetická orientace zvěře na vnadištích v oblasti Mostecka**

Bakalářská práce

**Autor práce:** Radek Vernar

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

Praha 2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Fakulta lesnická a dřevařská

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Radek Verner

Provoz a řízení myslivosti

Název práce

**Magnetická orientace zvěře na vnaďístích v oblasti Mostecka**

Název anglicky

**Magnetic orientation of hoofed game at decoy places in the area of Most**

---

**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 Mostecku.

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

---

## Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

## Vedoucí práce

Ing. Petra Nováková, Ph.D.

---

Elektronicky schváleno dne 21. 3. 2014

Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 9. 8. 2014

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 17. 04. 2015

"Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Magnetická orientace zvěře na vnadištích v oblasti Mostecka vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce 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.....

Podpis autora.....

## Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Petře Novákové, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a podnětné rady pro vytvoření této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat členům mysliveckých sdružení za umožnění výzkumu v jejich honitbách.

## **Abstrakt:**

Bakalářská práce se zabývá vlivem magnetické orientace zvíře na vnadištích v oblasti Mostecka. Teoretická část se zabývá informacemi o magnetorecepci, tedy vnímáním magnetického pole Země, a jejím pravděpodobným využíváním živočichy. Jakým smyslovým orgánem živočichové vnímají magnetorecepci však dosud není zcela jasné. Dále teoretická část zahrnuje výsledky a informace z prací, které se zabývaly vlivem magnetického pole Země na živočichy.

Praktická část zkoumala vliv magnetorecepce na orientaci zvíře u příkrmovacích zařízení a slanisek. Zkoumání probíhalo v termínu od 2. listopadu roku 2013 do 21. února roku 2015. Celkem bylo získáno 485 dat z pěti lokalit v oblasti Mostecka. Z těchto získaných dat byla statisticky vypočtena nejvíce směrově preferovaná orientace živočichů na vnadištích a případná odchylka od severojižního směru. Z výpočtů byla potvrzena nejvíce preferovaná orientace živočichů v severojižní ose.

Klíčová slova: magnetorecepce, magnetické vnímání, magnetický alignment, spárkatá zvíř, příkrmovací zařízení

## **Abstract:**

Bachelor thesis deals with the influence of the magnetic orientation of game in enticement sites in the Most area. The theoretical part deals with information about magnetoreception, i.e. the perception of Earth's magnetic field and its likely use by animals. Which sensory organ animals use to perceive magnetoreception is not entirely clear yet. Further theoretical part includes results and information from works, which investigated the influence of Earth's magnetic field on animals.

The practical part examined the effect of magnetoreception on the orientation of animals at feeding facilities and salt licks. Exploration was carried out in the period from November 2nd 2013 until March 10th 2015. A total of 485 data were obtained from five localities in the Most area. From these obtained data, directionally most preferred orientation of animals on enticement sites and any deviation from the north-south direction were statistically calculated. The calculations confirmed most preferred orientation of animals in the north-south axis.

Key words: magnetoreception, magnetic perception, magnetic alignment, cloven-hoofed animals, feeding facilities

1.	Úvod a cíl práce .....	1
2.	Literární rešerše .....	2
2.1.	Magnetické pole Země .....	2
2.2.	Magnetorecepce .....	3
2.2.1.	Popis .....	3
2.2.2.	Magnetický kompas .....	4
2.2.3.	Magnetická mapa .....	4
2.2.4.	Poziční chování .....	5
2.2.5.	Magnetismus a bakterie .....	7
2.2.6.	Magnetismus u hmyzu .....	7
2.2.7.	Magnetismus ryb .....	8
2.2.8.	Magnetismus obojživelníků .....	8
2.2.9.	Magnetismus plazů .....	9
2.2.10.	Ptáci a magnetismus .....	9
2.2.11.	Savci a magnetismus .....	9
2.2.12.	Chemická magnetorecepce .....	10
2.3.	Zkoumané druhy zvěře .....	11
2.3.1.	Ptáci .....	11
2.3.2.	Savci .....	12
2.4.	Popis území Mostecka .....	14
2.5.	Přikrmovací zařízení .....	15
3.	Metodika .....	17
3.1.	Charakteristika sledovaného území .....	17
3.2.	Popis sběru dat .....	19
4.	Výsledky .....	21
4.1.	Metoda statistického vyhodnocení .....	22



4.2.	Vyhodnocení nasbíraných dat .....	23
4.2.1.	Vyhodnocení podle druhu zvěře.....	23
4.2.2.	Vyhodnocení podle lokality .....	30
5.	Diskuze .....	35
6.	Závěr .....	36
7.	Přehled literatury a použitých zdrojů.....	37
8.	Seznam příloh .....	42
8.1.	Obrázky .....	42
8.2.	Tabulky .....	42
8.3.	Grafy .....	43

## 1. Úvod a cíl práce

Zvířata mají oproti lidem mnohem lépe vyvinuté všechny své smysly, ať se jedná o čich, chuť, hmat, zrak nebo sluch. U živočichů byl objeven i smysl šestý. Tento šestý smysl je vnímání magnetického pole Země. Živočichové používají tento šestý smysl v případech, kdy jiné smysly jsou v dané situaci málo významné. Jsou to situace, kdy je snižená viditelnost, například v noci, dalšími situacemi bývá pohyb pod zemí nebo ve vysokých nadmořských výškách. Šestý smysl je schopnost živočichů orientovat se pomocí magnetického pole, stejně tak jako se lidé orientují pomocí kompasu. Magnetická orientace patří mezi nejobdivuhodnější vlastnosti zvířat na naší planetě (Begall et al., 2008).

Dosud není zjištěno, jestli magnetické pole Země vnímají všichni živočichové nebo jenom některé druhy živočichů. Schopnost vnímání a využívání magnetického pole k orientaci se nazývá magnetorecepce. Rypoš byl první živočich, u kterého bylo prokázáno vnímání magnetorecepce (Marhold, 1997). Tato schopnost byla také prokázána například u bakterií, ryb, hmyzu, savců i ptáků (Wiltschko, Wiltschko 2006). Nejvíce využívají zemské magnetické pole zvířata migrující na velké vzdálenosti, jsou to například tažní ptáci a velryby. Dosud nebylo ještě zjištěno, jakým způsobem zvířata magnetické pole Země vnímají. Předpokládáme-li, že vnímání magnetického pole Země je šestým smyslem, musí existovat orgán, který je spojen s nervovou soustavou, stejně tak jako u ostatních smyslů (Vácha, 1995).

Cílem práce je zjistit vliv magnetického pole Země na orientaci zvěře při braní potravy v okolí příkrmovacích zařízení a slanisek v oblasti Mostecka. Důkladným zkoumáním a následným vyhodnocením údajů má práce objasnit, zda zvěř při braní potravy má osu těla v severojižním směru.

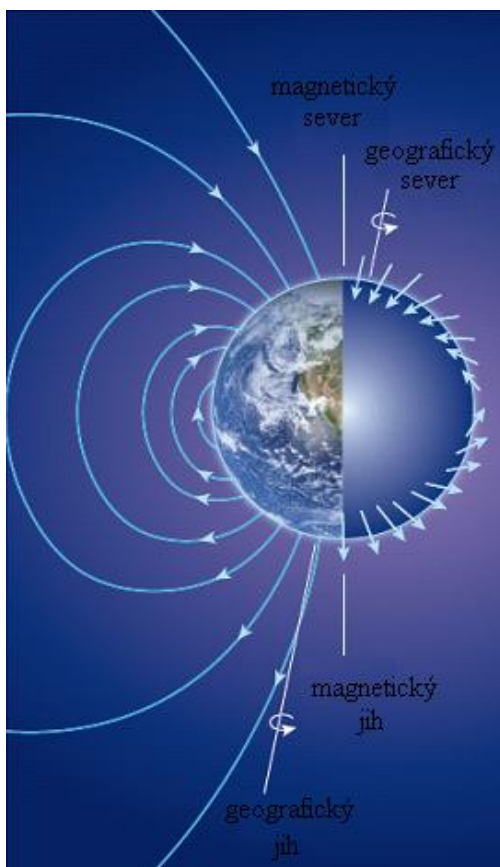
## 2. Literární rešerše

### 2.1. Magnetické pole Země

Magnetické pole Země je dipólového charakteru, jeho indukční čáry vycházejí z jižního magnetického pólu, vedou rovnoběžně okolo Země a vstupují do ní v severním magnetickém pólu. Magnetické póly jsou odkloněny od rotační osy planety o  $11,5^\circ$ . Úhel, který je mezi magnetickým a zeměpisným pólem, se nazývá deklinace (Chadima, 2003).

Inklinace je úhel sklonu siločáry k severojižní ose. Magnetické siločáry na severním magnetickém pólu mají inklinací úhel  $+90^\circ$  a na jižním pólu mají  $-90^\circ$ . V místech magnetického rovníku mají úhel  $0^\circ$  (Campbell, 2001). Na Zemi jsou místa, kde se nachází odlišná intenzita magnetické energie. Tato místa jsou označována jako magnetické anomálie (Chadima, 2003).

V zemském jádře se pohybují elektricky nabitě částice, které jsou silou magnetického pole. Obsahem zemského jádra je železo a nikl, které jsou v polotekutém stavu, jsou vzhledem k pevné zemské kůře proudící a pohyblivé. Z pohyblivého obsahu zemského jádra vzniká elektrický proud a následně magnetické pole. Tento jev se nazývá dynamový efekt (Jakeš, 1984). Severní magnetický pól se pohybuje k severu a zároveň se jeho pohyb odklání na západ. Rychlost není stejná. V posledních letech činí tento pohyb zhruba 40 km za rok. Pokud se tato rychlost nezmění, přesune se přes Severní ledový oceán až na Sibiř. Stejně tak jako se mění rychlost, mění se i intenzita magnetického pólu. Tato intenzita se za 150 let snížila o 10 %. Jestli bude snižování intenzity pokračovat stejně i nadále, může za 1000 let tato intenzita klesnout až na nulovou hodnotu a dojít k magnetickému přepólování Země. K magnetickému přepólování dochází jednou za 700 000 let. Přepólování je nyní dost pravděpodobné a s tím i vznik přírodních katastrof. Není známo, jak dlouho by však trvalo zpětné utvoření magnetických pólů (Martínek, 2004).



Obrázek č. 1: Struktura geomagnetického pole Země (Lohmann, 2010). Rozložení siločar je shodný s rozložením magnetických siločar kolem Země. Od geografických pólů je magnetický jih a magnetický sever posunut.

## 2.2. Magnetorecepce

### 2.2.1. Popis

Zvířata se při migraci, která je někdy i tisíce kilometrů dlouhá, orientují pomocí více vodítek. Samozřejmě se jedná o zrak, čich, chuť, sluch a smysl vnímání geomagnetického pole. Magnetorecepce je schopnost vnímání neviditelné, ale všudypřítomné síly Země. Byla prokázána u bakterií, větších savců, ptáků, ryb, ale i u domestikovaných zvířat. Využití magnetorecepce je projevem pozičního chování, při kterém má zvíře při určitých činnostech hlavu nebo osu těla ve směru k severu nebo jihu (Wiltschko, Wiltschko 2007).

Dosud není jisté, na jakém principu magnetorecepce funguje, čím je vnímána a k jakému účelu je využívána. Lidem toto objasnění může ztížit pravděpodobnost, že magnetorecepce je součástí dalších smyslových vjemů. S první hypotézou přišel německý přírodovědec Alexander Theodor von Middendorff v roce 1859. Důkazy o existenci magnetorecepce vznikaly až v šedesátých letech minulého století. V dnešní době je

publikováno mnoho důkazů o její existenci, avšak dodnes není teorie uspokojivě vysvětlena (Vácha, 2007).

Stěhovaví živočichové mohou poznat lokalitu, kde se právě nacházejí, působením síly inklinace, která slouží jako zdroj informací pro orientaci, když selžou ostatní smysly. Tento zdroj informací je v podobě magnetického vektoru. Ten ukazuje směrové informace v podobě kompasu a celková intenzita inklinace podává informace využitelné pro určení orientační mapové pozice (Wiltschko, Wiltschko 2005).

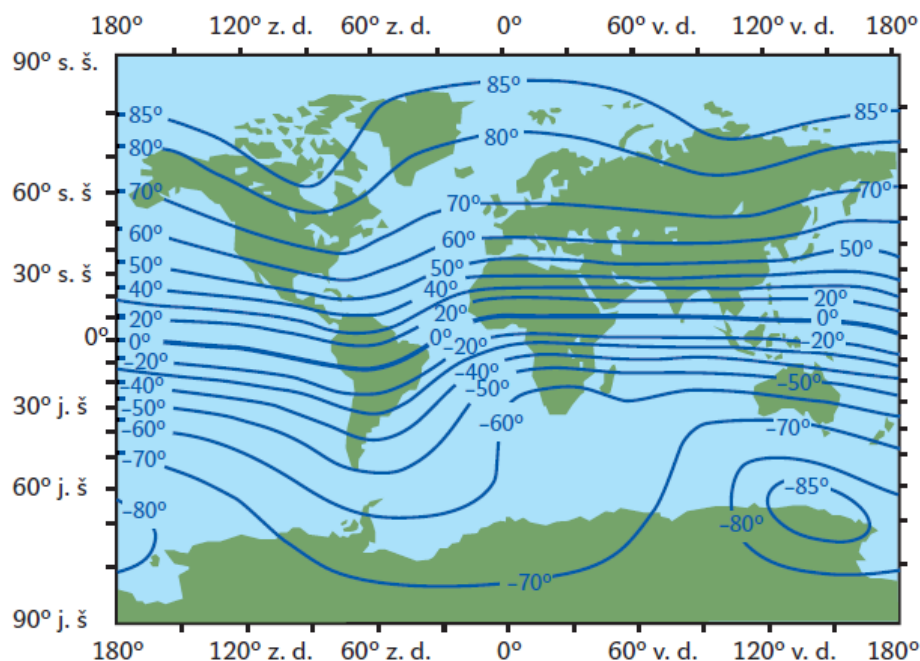
### **2.2.2. Magnetický kompas**

Získané informace u zvířat fungují na stejném principu jako u kompasu, podle kterého se orientují lidé. Stanoví si úhel mezi směrem své trasy a severojižní magnetickou osou (Vácha, 2007). Při pokusech v laboratorních podmínkách s migrujícími červenkami obecnými bylo zjištěno, že při stimulovaném zvýšení intenzity magnetického pole došlo u tohoto pěvce k desorientaci. Pěvci si na změněnou intenzitu magnetického pole zvykli po třech dnech a znovu se orientovali podle magnetického pole Země (Wiltschko, Wiltschko, 2001).

### **2.2.3. Magnetická mapa**

Informace pro určení orientační mapové pozice se nazývá mapový smysl. Pomocí něj jsou živočichové nejspíše schopni určit svoji polohu a nalézt směr trasy. Podobné využití je u lidí v družicovém navigačním systému, který určuje místo na povrchu Země s přesností několika metrů. Významnou roli hraje také znalost orientačních prvků v krajině, postavení Slunce a hvězd na obloze (Wiltschko a Wiltschko, 2007).

Při pokusech na poštovních holubech bylo zjištěno, že se mladí jedinci po vypuštění na neznámém místě řídili jen podle kompasu oproti starším jedincům, kteří si dokázali zapamatovat orientační prvky v krajině a terén z předchozích letů a díky tomuto využití se domů vraceli dříve, protože dokázali využít v naprosté přesnosti navigační mapu (Wiltschko, Wiltschko, 2001). Mořské želvy karety mají vrozenou magnetickou mapu. Využívají magnetické souřadnice jako značky v Atlantickém oceánu, kde se otáčejí za určitým směrem. Tento směr pohybu mění i v laboratoři, v případě vytvořeného magnetického pole, které odpovídá bodu otáčení (Vácha, 2007).



Obrázek č. 2: Inklinanční mapa magnetického pole Země (Vácha, 2007).

#### 2.2.4. Poziční chování

Poziční chování je nejjednodušší podvědomé napojení magnetických siločar. Poziční chování je objeveno jak u migrujících, tak i u nemigrujících druhů zvířat. Při zkoumání vybraných druhů zvířat se zjistilo, že se snaží zaujmout takový postoj, který jim je pohodlný, zároveň při něm šetří energii a mají své tělo v poloze podél nebo kolmo k magnetickým siločarám. Poziční chování se nepovažuje za magnetorecepci, jelikož zvířata vnímají magnetické pole pro orientaci v prostoru podvědomě. Tento postoj nebyl zaznamenán jen u odpočívajících zvířat, ale i u zvířat, která přijímají potravu (Begall et al, 2013).

Při pozorování je vhodné, aby se zvířata cítila nepozorovaně a neměla by být ničím rušena. Jako rušivé elementy byly zjištěny i vodiče, kterými jsou vedení vysokého napětí, pod kterým se nalézají velmi nízké frekvence magnetického pole (Burda et al., 2009). Dále je vhodné brát na zřetel sklon terénu v daném prostředí. Ten by měl být menší než 5 %, větší sklon svahu může ovlivnit poziční chování a možnost krytu, nebo volného prostranství. Sledovat by se měla zvířata ve vnitrozemí, nejméně dva kilometry od pobřeží, kde může docházet k narušování pomocí zvuků od moře a povětrnostními podmínkami. K tomuto pozorování nám v dnešní moderní době může napomoci řada moderních technologií, jakými mohou být například dalekohledy, videokamery, fotoaparáty, fotopasti, ale i letecké nebo družicové snímky. Na snímku by měly být zřetelně rozpoznávány přední a zadní části zvěře, proto by snímky měly odpovídat velikostním rozlišením (Begall et al, 2013).

Zvěř je magnetickým polem nejspíše ovlivňována i při hledání míst ke spánku nebo při stavbě hnízd. Dalšími pomocníky nám mohou být tedy i různé pobytové znaky zvěře, například zálehy. Tyto znaky jsou nejvíce pozorovatelné v zimním období, zálehy jsou ve sněhu lépe vidět a hnízda v dřevinách s opadaným listím také (Begall et al., 2008).

Při studii snímků pořízených pomocí Google Earth byly sbírány údaje o pozičním chování zvířat po celém světě a také v různých časových obdobích, proto je nepravděpodobné, že by vítr, teplota a slunce byly rušivými elementy při pozičním chování. Zkoumaly se zálehy jelení i srnčí zvěře a ve všech případech měla zvířata osu těla pohybující se zhruba severojižním směrem. Při pozorování pasoucí se srnčí zvěře a jeleních zálehů, kde je lehce rozpoznatelné, kde měla zvěř přední a zadní část těla, bylo zjištěno nejen srovnání osy těla, ale i hlavy v severojižním směru (Begall et al., 2008).

Při pokusech u kaprů obecných v kádích bylo zpozorováno poziční chování. Musely být samozřejmě odstraněny rušivé elementy, kterými byly lampy veřejného osvětlení. Důležité bylo také na určitou dobu odstavit přívod vody, u kterého by se velké množství ryb zdržovalo. Po odstranění těchto rušivých elementů bylo zjištěno, že, stejně jako u jiných živočichů, je i u ryb poziční chování, kdy se staví v severojižním směru. V některých kádích byla ovšem většina kaprů postavena naopak k jihu. Kapr je rybou žijící v hejnu, proto je možné, že postavení zabraňuje vzniku zmatku, který by vznikl při pohybu celého hejna ryb. Z tohoto důvodu není jisté, zda se jedná o poziční chování, vnímání magnetického kompasu, nebo o magnetickou mapu (Hart et al., 2012).

Význam pozičního chování není přesně zjištěný. Zjištěno ovšem je, že se zvířata lépe orientují a lépe dokážou měřit vzdálenost, když se orientují severojižním směrem. Lepší odhad vzdálenosti a orientace mohou být velkou výhodou při útoku predátora. Přesné měření je možné využít jen s malými živočichy, jakými jsou hmyz, hlodavci nebo netopýři. U velkých savců není možné ve volné přírodě zkoumat přesné reakce na měnící se elektromagnetické pole, jako je tomu u malých živočichů v laboratorních podmínkách. Je možné, že poziční chování je evolučním pozůstatkem předků, kteří migrovali na velké vzdálenosti (Begall et al., 2013).

### 2.2.5. Magnetismus a bakterie

V roce 1970 bylo objeveno, že pohyb bakterií je orientován podle magnetických siločar. Výzkumem bylo zjištěno, že bakterie, které žijí na severní polokouli, se pohybují směrem na sever a ty, které žijí na jižní polokouli, se pohybují směrem na jih. Tyto bakterie byly označeny jako *Aquaspirillum magnetotacticum* a jejich pohyb označen jako magnetotaxe. Pohyb bakterií je nejspíše ovlivněn podle odklonu vektoru intenzity magnetického pólu od horizontální roviny. Největší odklon je na pólech. Bakterie jsou mikroaerobní a větší obsah kyslíku je pro ně toxický, proto hledají cestu dolů od atmosféry pomocí magnetického vektoru (Vácha, 1995).

### 2.2.6. Magnetismus u hmyzu

Magnetismus u hmyzu byl zkoumán hlavně u včely medonosné (*Apis mellifera*), která má schopnost orientace v krajině při hledání potravy a při návratu zpět do úlu. Tato schopnost byla zjištěna při tanečcích v úlu, při kterých si včely předávají informace o směru cesty za potravou (Vácha, 1995). Magnetorecepce byla u včel pozorována při stavbě pláství. Jestliže je včelám zesíleno magnetické pole, tak změní své chování právě při stavbě pláství. Magnetické pole bylo včelám zesíleno přilepením magnetu na zadeček (Hsu, 2007).

Další zkoumanou čeledí jsou mravenci. Magnetické pole Země mravenci vnímají pomocí oxidů železa, které mají v tykadlech. Tuto teorii potvrzují studie mravence rezavého (*Myrmica ruginodis*), mravence žahavého (*Myrmica laevinodis*) a dalších mravenců rodu *Solenopsis* (Abracado, 2005). Jiné studie však nenalezly v tykadlech mravenců žádné oxidy železa. Při studiích bylo zkoumáno i chování mravenců, kteří při změně magnetického pole změnili při své cestě orientaci. Toto pozorování probíhalo u mravence křeččího (*Oecophylla smaragdina*), (Jander, 1998).

Dalším hmyzem, u kterého byl prokázán vliv magnetorecepce, je octomilka obecná (*Drosophila melanogaster*). Vliv magnetického pole byl také objeven u čmeláka (*Bombus impatiens*), žluťásky satirského (*Aphrissa statira*), nebo monarchy stěhovavé (*Danaus plexippus*), (Etheredge, 1999). V břiše, hrudi a v hlavě termitů byly nalezeny magnetitové částice. Tyto částice nejspíše fungují na principu magnetického senzoru. Tyto částice byly objeveny i u termita kompasového (*Amitermes meridionalis*), (Alves, 2004).



### 2.2.7. Magnetismus ryb

Magnetorecepce u ptáků a savců byla intenzivně pozorována a zkoumána. Bylo ovšem málo důkazů o vnímání magnetického pole u ryb. Prvním zkoumáním se zabýval F. W. Tesch. Magnetorecepce byla u ryb potvrzena v roce 1981 při zkoumání lososa nerky (*Oncorhynchus nerka*). Později byla objevena v nosních chrupavkách magnetitová částice u tuňáka žlutoploutvého (*Thunnus albacares*), lososa nerky (*Oncorhynchus nerka*), lososa čavyči (*Oncorhynchus tshawytscha*) a pstruha duhového (*Oncorhyncha mykiss*), (Walker, 1984).

Předpokládalo se, že schopnost vnímat magnetické pole je jen u migrujících ryb. Tato schopnost byla ovšem prokázána i u ryb ve vánočních kádích. V 80 kádích bylo pozorováno okolo 14 000 kaprů obecných (*Cyprinus Carpio*) a při odstranění rušivých elementů bylo zjištěno, že ryby se nacházejí v severojižní ose (Hart a kol. 2012). Ke stejnému zjištění se dospělo při zkoumání úhoře říčního (*Anguilla anguilla*), (Tesch, 1974).

Dalšími rybami, které reagovaly na magnetické pole Země, byly pstruh obecný (*Salmo trutta*), okoun říční (*Perca fluviatilis*), plotice obecná (*Rutilus rutilus*), perlín ostrobříchý (*Scardinius erythrophthalmus*) a ouklej obecná (*Alburnus alburnus*). Tyto ryby se více chytaly do pastí, ve kterých byl umístěn magnet, než do prázdných pastí. Při zkoumání lososa keta (*Oncorhynchus ket*) nebyl zjištěn žádný vliv magnetického pole (Yano, 1997).

### 2.2.8. Magnetismus obojživelníků

Většina zkoumání magnetorecepce u obojživelníků se zabývala čolkem zelenavým (*Notophthalmus viridescens*), ostatní druhy obojživelníků byly pozorovány velmi málo. U ropuchy obecné (*Buffo buffo*), ropuchy krátkonohé (*Buffo calamita*) a ropuchy bradavičnaté (*Buffo spinulosus*) bylo při připevnění magnetu k hlavě zjištěno, že ropuchy nemohou najít cestu do domovského prostředí (Freake, 2005). Změna magnetického pole u obojživelníků způsobí výraznou změnu při migraci. U čolka zelenavého (*Notophthalmus viridescens*) bylo zjištěno používání magnetického kompasu a vytváření si magnetické mapy (Sinsch, 2006). Tyto schopnosti byly také objeveny u mločika zářivého (*Eurycea lucifuga*), čolka horského (*Triturus alpestris*), čolka hranatého (*Lissotriton helveticus*), (Diego-Rasilla, 2008); ale i u pulce skokana volského (*Rana catesbeina*), (Freake, 2002).

### 2.2.9. Magnetismus plazů

Vnímání magnetického pole Země u plazů není prozkoumáno v takovém rozsahu jako u ostatních živočichů (Nishimura, 2010). Mezi prvními zkoumanými plazy byl aligátor severoamerický (*Alligator mississippiensis*), u kterého bylo zjištěno používání magnetické mapy při návratu do míst, kde byl aligátor chycen (Rodda, 1984). Dalšími druhy, které vnímají magnetorecepci, byla agama vousatá (*Pogona vitticeps*), kožatka velká (*Dermochelys coriacea*) a gekon (*Cyrtodactylus philippiicus*), (Marek, 2010). Z plazů byla nejvíce pozorována kareta obecná (*Caretta caretta*), u které se potvrdilo vnímání magnetického pole pro objevení místa snášky a líhnutí vajec (Lohmann, 1994).

### 2.2.10. Ptáci a magnetismus

V souvislosti s ptačími migracemi stále zůstává mnoho nejasností. Jednou z otázek je, podle čeho se orientují při dlouhé cestě na zimoviště a při zpáteční cestě. Je zjištěno, že ptáci při své migraci jsou schopni se zcela orientovat a poznávají svou danou lokalitu. Známe je, že se orientují pomocí bodů v krajině, podle polohy hvězd, podle Slunce. V době, kdy je zataženo a nemohou se orientovat podle krajiny a nebe, se začínají orientovat pomocí magnetického smyslu. Ptáci vnímají i malou intenzitu magnetického pole a mohou se orientovat i podle menší intenzity než jaká se v přírodě vyskytuje (Wiltschko, Wiltschko, 2001).

Magnetické pole je u ptáků pravděpodobně vnímáno pomocí struktury v zobáku, kde je obsaženo množství železa. Malé kousky železa zintenzivňují vnímání magnetického pole a dávají signál do nervové soustavy, která v mozku způsobí orientaci v dané lokalitě. Molekuly v sítnici také vnímají magnetické pole, a proto ho mohou ptáci i vidět. Nejspíše ptáci magnetické pole vidí jako kontrast tmavých a světlých stínů, jež jsou přes obraz, který zrovna vidí. Ptáci se orientují pomocí magnetického pole dvěma spontánními způsoby. Prvním způsobem je orientace při migracích stěhovavých ptáků, kteří při těchto migracích využívají i schopnost magnetorecepce. Druhý způsob je využíván v případě, kdy jsou ptáci vypuštěni v určitém prostředí, které neznají. Ptáci se nejdříve zorientují pomocí magnetického pole a během několika minut odlétají (Able, 1994).

### 2.2.11. Savci a magnetismus

Vnímání magnetického pole Země využívají savci při migracích. Magnetismus například využívají různé druhy netopýrů a také hlodavců. Schopnost využití magnetorecepce byla pozorována u dvou rypošů. Byl to rypoš obří (*Fukomys mechowii*) a rypoš stříbřitý (*Heliophobius argenteocinereus*). Rypoši mají podzemní způsob života, proto jsou jejich oči

slabé, zakrnělé a neumožňují rypošům orientaci pomocí zraku. Pohybují se pod zemí podle podnětů, které vyvolávají otřesy, ale i pomocí vnímání magnetického pole (Oliveriusová, 2008).

Využívání magnetického pole Země bylo pozorováno také u myškových lišek. Lovy lišek probíhají v nepřehledném terénu, jakým je například vysoká tráva, nebo sněhová pokrývka, kde liška nemá možnost myš zpozorovat. Liška při svém lovu na hlodavce využívá nejdříve sluch a poté natáčením hlavy se snaží upřesnit pozici, kde se myš nachází. Po určení polohy hlodavce liška zaútočí skokem, kdy je kořist překvapena útokem shora. Největšího úspěchu dosáhne liška při lovech směrem na sever. Předpokládá se, že využívají tento směr jako dálkoměr pro přesnější odhad vzdálenosti od kořisti (Červený et al., 2011).

Česká republika se účastnila výzkumu u srnčí a jelení zvěře. Tato zvěř byla zkoumána na 277 lokalitách a pozorováno bylo téměř 3000 kusů jelení a srnčí zvěře při pastvení, ale i při odpočinku. U zvěře byla zjištěna 70-80 % orientace severojižním směrem při pastvení a odpočinku. Nepočítali se jedinci, kteří byli určitým způsobem ovlivňováni, například napajedly. U savců nebyly zjištěny žádné struktury, které by sloužily k vnímání magnetického pole, jaké byly objeveny v ptačím zobáku. Předpokládá se, že vnímání funguje jako polaritní kompas. Další možností může být nespecifický mechanismus, který nebyl ještě objeven (Begall et al., 2008).

### **2.2.12. Chemická magnetorecepce**

Chemická magnetorecepce je tvořena chemickými reakcemi a vznikem radikálových par. Chemické reakce radikálových par, které vznikají ve fotopigmentech, mohou být ovlivněny geomagnetickým polem. Vznik radikálových par je způsoben světelnou energií, která způsobí stav vyšší excitace elektronu. Světelná energie přemístí z nejvyššího plného orbitu elektron do nejbližšího nižšího volného orbitu. Při předání elektronu se vytvoří elektronový pár, tento pár je reaktivní a spustí řetězec reakcí. Při tomto efektu může odlišná poloha molekul fotopigmentů proti geomagnetickému poli způsobit jiné efekty (Vácha, 2007).

Předpokladem je spojitost chemických magnetoreceptorů se sítnicí oka, nebo s epifýzou. Geomagnetické pole může pomocí radikálových par působit zrakový vjem, kdy by se celkové vnímání nebo poloha obrazu a jeho kontrast odvíjely podle intenzity vnějšího magnetického pole. Pokud jsou magnetoreceptory živočichů orientovány vůči geomagnetickému poli každý jiným směrem, i vliv magnetického pole na tyto receptory by

byl odlišný. Vznikl by kontrast způsobující skvrny nebo oblouky, které by byly symetricky umístěné okolo magnetické osy. Tyto teorie jsou závislé na světle, které dodávají počáteční energii. V zrakových centrech jsou neurony, které při změně magnetického vektoru změni i svou aktivitu. Neurony reagují různě na magnetický vektor. Zajímavostí je, že při překrytí pravého oka nastaly u ptáků problémy s vnímáním orientace, ovšem při překrytí oka levého nedocházelo k žádným problémům s orientací (Vácha, 2007).

Pro vnímání magnetorecepce je zapotřebí určitých vlnových délek, ideální je denní bílé světlo, modré a zelené. Žluté a červené světlo způsobuje dezorientaci. U čolků bylo zjištěno, že při zakrytí kůže mezi očima filtrem, který propouští pouze barvu červenou, změni čolek směr o 90°. U obojživelníků je v tomto místě pravděpodobně orgán, který je součástí magnetického aparátu. Jestliže se tímto filtrem překryjí čolkovi obě oči, nedojde k žádné dezorientaci (Kirshvink a kol., 2001).

V poslední době vznikají pokusy, které využívají elektromagnetické vlny ovlivňující geomagnetické pole. Bylo zjištěno, že magnetický kompas u ptáků je založen na reakcích radikálových par. Při vystavení radiofrekvenčnímu poli byli ptáci dezorientováni. Tyto reakce byly objeveny u více než 20 druhů ptáků a většina z nich byli migrující pěvci (Vácha, 2007).

### **2.3. Zkoumané druhy zvěře**

Výzkum proběhl ve volné přírodě, kdy byla pozorovaná volně se vyskytující zvěř ve sledovaných lokalitách. Pod pojmem zvěř jsou označeny všechny druhy ptáků a savců, které lze myslivecky obhospodařovat. Tyto druhy ptáků a savců lze obhospodařovat lovem, ale jsou to i druhy chráněné. Za zvěř jsou považovány i živočichové, které člověk lovil v dřívějších dobách. V naší současné myslivecké legislativě je zvěř charakterizována jako obnovitelné přírodní bohatství určitých druhů volně žijících živočichů uvedených v Zákoně č. 449/2001 Sb., o myslivosti (Šťastný, 2010).

#### **2.3.1. Ptáci**

##### **Bažant obecný (*Phasianus colchicus*)**

Bažanta obecného řadíme do třídy ptáci (*Aves*), podtřídy letci (*Neognathae*), řádu hrabavých (*Galliformes*) a do čeledi bažantovití (*Phasianidae*).

Bažant není původem evropský druh, pochází ze střední a východní Asie, přesněji z oblasti od Předkavkazska až po Tichý oceán a Japonsko (Kolda, 2004). Do Evropy byl

přivezen ve starověku a výborně zde zdomácněl. Žije převážně v zemědělské krajině, v rákosinách, krajích lesů a okolí rybníků. Tok bažantů začíná koncem března nebo začátkem dubna. Na jednoho kohouta v toku připadá 3 až 8 slepic. Slepice sedí na vejcích v rozmezí 24 až 27 dnů a o kuřata pečuje sama. Kuřata jsou citlivá na nachladnutí, proto jich přežívá většinou méně než polovina. Ve stáří 45 dnů jsou schopna létat (Šťastný, 2010).

### **2.3.2. Savci**

#### **Zajíci**

Zajíci žijí kromě Antarktidy na všech kontinentech. Podobají se hlodavcům a do dvacátého století byli i mezi hlodavce řazeni. Stejně jako hlodavci mají vyvinuté hypselodontní řezáky, které jedinci rostou celý život. Na rozdíl od hlodavců jsou řezáky u zajíců pokryté sklovinou po celém povrchu. Dalším rozdílem od hlodavců je skutečnost, že zajícům roste skrytě druhý pár řezáků za prvními. Zajíci mají šourek před penisem, toto uspořádání mají také vačnatci. Zajíci jsou býložravci, kteří mají nadměrně velké slepé střevo. Jejich jednodukomorový žaludek nedokáže dokonale strávit vlákninu, proto se u nich vyvinula cektotrofie. Při cektotrofii zvířata požírají svou natráveninu z tlustého a slepého střeva, která je obohacená o živiny a vitamíny (Šťastný, 2010).

#### **Zajíc polní (*Lepus europaeus*)**

Zajíc polní je zařazen do třídy savců (*Mammalia*), řádu zajíců (*Lagomorpha*) a do čeledi zajícovití (*Leporidae*).

Zajíci žijí převážně samotářsky a převažuje u nich noční aktivita. Honcování u zajíců probíhá po celý rok. Zaječka je plná 42 až 44 dnů a kojí mláďata tři až čtyři týdny. Mláďata mají po narození vyvinutý zrakový smysl a jsou osrstěna, (Jiřík, 1980). Matka mláďata opouští a vrací se k nim jen, aby je nakojila. Zajíčata se brzy po narození osamostatní (Lochman, 1996).

#### **Spárkatá zvěř**

Označení zvěř spárkatá je pro lovné přežvýkavce z řádu sudokopytníků a pro prase divoké. Spárky neboli kopytka jsou z rohovitých obalů. Druhý a pátý článek jsou zakrnělé a posazené na zadní straně běhů nad spárky. Tyto články se nazývají paspárky (Šťastný, 2010).

### **Srnec obecný** (*Capreolus capreolus*)

Srnec obecný je zařazen do třídy savců (*Mammalia*), řádu sudokopytníků (*Artiodactyla*) a do čeledi jelenovití (*Cervidae*).

Srnčí zvěř je naší původní a nejrozšířenější zvěří. V Evropě je srnčí zvěř nejmenším druhem jelenovitých. Srnčí zvěř je věrná svému rodišti a v letním období tvoří teritoria, která jsou několik desítek hektarů velká. V podzimním období se teritoria srnčí zvěře rozpadají a zvěř tvoří tlupy. Z jelenovitých je to druh vybíravý na potravu, spásá především různé byliny, listy keřů, pupeny a trávy (Jiřík, 1980). Říje probíhá v období od poloviny července do poloviny srpna. Po říji se vývoj zárodku vyvíjí okolo 20 týdnů, ale říje trvá 40 až 41 týdnů, protože u srnčí zvěře existuje takzvaná utajená březost. Srna vrhá jedno až dvě mláďata. Srnčata srnu doprovázejí až po druhém týdnu života (Šťastný, 2010).

### **Prase divoké** (*Sus strofa*)

Prase divoké je zařazeno do třídy savců (*Mammalia*), řádu sudokopytníků (*Artiodactyla*) a do čeledi prasatovití (*Suidae*).

Prase divoké žije, kromě severních částí, po celé Evropě a Asii, žije také v severní Africe. Prasata mají velmi dobře vyvinuté smysly, proto jsou velmi plachá a ostražitá. Vnímají člověka až na 200 metrů a to pomocí čichu, který je jejich nejlépe vyvinutým smyslem (Hespeler, 2007). Černá zvěř obvykle žije v rodinných tlupách, které se někdy spojují i do velkých skupin. Staří kňouři žijí, kromě období chrutí, samotářsky mimo tlupu. Jejich potrava je velmi rozmanitá a je převážně tvořena z lesních plodů, kořínků, kulturních plodin, hmyzem, ale i zdechlinami (Wolf, 1995). Chrutí probíhá v období podzimu a zimy. Březost u bachyň trvá 16 až 20 týdnů, poté metá 3 až 12 selat. Selata po narození hned vidí a bachyni doprovází po dvou týdnech života (Šťastný, 2010).

### **Muflon** (*Ovis musimon*)

Muflon je zařazen do třídy savců (*Mammalia*), řádu sudokopytníků (*Artiodactyla*), podřádu přežvýkaví (*Ruminantia*) a do čeledi turovití (*Bovidae*).

Muflon žil v prehistorických dobách na evropské pevnině. Nejvíce vyvinutým smyslem u mufloní zvěře je zrak, dále i čich a sluch. Mufloní zvěř je velice plachá, ostražitá

a je obtížné ji ulovit. Mufloní zálehy bývají spíše na přehledných místech, než v houštinách. Nejvíce mufloni vyhledávají strmé, suché a skalnaté svahy. Mufloni žijí celý rok ve stádě. Tyto tlupy jsou oddělené podle pohlaví. Základem je stádo rodinné, které vede nejzkušenější a nejopatrnější muflonka. Staří mufloni žijí samotářský život a k tlupě se připojí jen v období říje (Jířík, 1980). Muflon je spásač, proto je jím přijatá potrava tvořena převážnou většinou různými druhy trav. Říje probíhá od listopadu do prosince a muflonka je těžká 22 týdnů. Muflončata jsou kladena již v březnu a během roku fyzicky vyspějí natolik, že koncem roku přichází do říje (Lochman, 1979).

#### **2.4. Popis území Mostecka**

Město Most se nachází v údolí mezi Krušnými horami a Českým středohořím. Krušné hory jsou tvořeny délkou 130 kilometrů a nejvyšším bodem je Klínovec s nadmořskou výškou 1244 metrů nad mořem. České středohoří je tvořeno délkou 70 kilometrů a nejvyšším bodem je Milešovka 837 metrů nad mořem. Město Most je statutárním městem v severozápadních Čechách v Ústeckém kraji. Zničené bylo téměř celé historické město v 70. a 80. letech 20. století kvůli povrchové těžbě uhlí. Z historického města Mostu byl v roce 1975 přesunut kostel Nanebevzetí Pany Marie.

Podnebí v Krušných horách je oproti Českému středohoří drsnější, s prudkými bouřemi, silnými větry a se studenou zimou, která tvoří většinu ročního období a sníh se zde vyskytuje i v červnu a září. Krušné hory usměřňují západní větry směrem na severovýchod a na severní straně působí ochlazení a vysrážení vzdušné vlhkosti. Prostor Českého středohoří je poté ochuzen o vláhu. Tento jev se nazývá dešťový stín Krušných hor. Na Mostecku je rozhraní oceánského a kontinentálního klimatu. Charakteristické je velmi proměnlivé klima v souvislosti s nadmořskou výškou. Ve vyšších polohách jsou teploty nižší a zvyšuje se sluneční záření. V pánevní části Mostecka je charakteristická tvorba inverzních stavů. Kvůli dešťovému stínu má mostecká pánev, která je součástí Českého středohoří nižší oblačnost a větší kolísání teplot.

Nejdelším tokem na Mostecku je řeka Bílina, která pramení na Chomutovsku a v Ústí nad Labem se vlévá do řeky Labe. Z důvodu těžby hnědého uhlí byl vybudován na řece Bílině systém vodních nádrží, které slouží k vodárenským účelům a zároveň ochraňují doly před povodněmi. Zbytkové jámy vzniklé z důsledku povrchové těžby hnědého uhlí byly zatopeny a v současnosti slouží k rekreačním účelům nebo jako odkaliště z mostecké čistírny a také jako plaviště popelových odpadů.

Rostlinné společenstvo je v prostoru krajiny Mostecká rozložené velmi různorodě. Vegetační pásmovitost lze sledovat od nížin až k náhorním částem Krušných hor. Rostlinné společenstvo Krušných hor bylo koncem 20. století velmi poškozeno průmyslovými imisemi a následnými biotickými a abiotickými vlivy prostředí. Z tohoto důvodu byly dřeviny nahrazeny dřevinami, které lépe snášejí toto klimatické prostředí. Těmito dřevinami jsou převážně modřiny, břízy a stříbrné smrky (*Picea pungens*). Na plochách rašelinišť v Krušných horách se daří v hojné míře borovicím, břízám a vřesu. V Krušných horách je možné vidět rostliny jako například vzácný náprstník červený (*Digitalis purpurea*), diviznu velkokvětou (*Verbascum thapsiforme*) a smetánku lékařskou (*Taraxacum officinale*). Nejbohatší květena Mostecká se však nachází v oblasti Českého středohoří, v této krajině je teplé a suché klima a minerálně bohaté půdy. Charakteristická je pro tuto oblast flóra travnatých a skalních stepí a lesostepí. Typickou vegetací je zde dub šípák, jeřáb muk, javor babyka, lípy a javory. Podrost je charakteristický růstem trnky, hlohu, dřínu a ptačího zobu. Pastviny jsou zde bohaté na máčku rolní, hlaváček jarní, pryšec chvojku, kokrhel pozdní, černohlávek velkokvětý.

Výskyt fauny je velmi vázán na proměnlivé klimatické podmínky na Mostecku. S postupující rekultivací se zvětšují území s vhodnými podmínkami pro život různých druhů živočichů. Z hlubinné těžby vznikají ekologicky produktivní vodní plochy a mokřiny, ale i rozsáhlé lesní komplexy. Velkou zajímavostí je, že tyto oblasti narušené lidskou činností jsou nově osidlovány mnoha druhy živočichů, které jsou v naší republice silně až kriticky ohroženy a jsou státem chráněny (Beneš, 2005).

## **2.5. Příkrmovací zařízení**

Povinností myslivců je předkládat v období nouze zvěři krmení. Počet příkrmovacích zařízení v honitbě by měl být přizpůsoben druhům a stavům zvěře. Krmení je zvěři předkládáno tak, aby nevlhlo a neplesnivělo. Nikdy nesmí být krmení předkládáno na holou plochu. Příkrmovací zařízení se po období nouze vydesinfikují a celé zařízení se natře vápnem. Krmení se před podáváním zvěři uskladňuje takovým způsobem, aby nedocházelo k jeho znehodnocení. Pro uskladnění se využívají různá zařízení, jako jsou sklepy pro uskladnění okopanin, seníky na objemové krmivo a sila pro krmení jadrná (Kolda, 2004).

Pro objemová krmiva se využívají krmelce, které mohou být přenosné, pojízdné, velké, malé, nebo se využívají oborohy. Oboroh je stříška na kulech s pevným dnem a stříška, pod kterou je nahromaděné objemové krmení. Stříška sestupuje po kulech níže podle množství odebraného sena. Využití oborohy je převážně v horách, kde je těžký terén. Krmelce



pro zajíce, nebo králíky bývají většinou jednoduché a tvoří je stříška, pod kterou je zavěšená otýpka sena (Kolda, 2004).

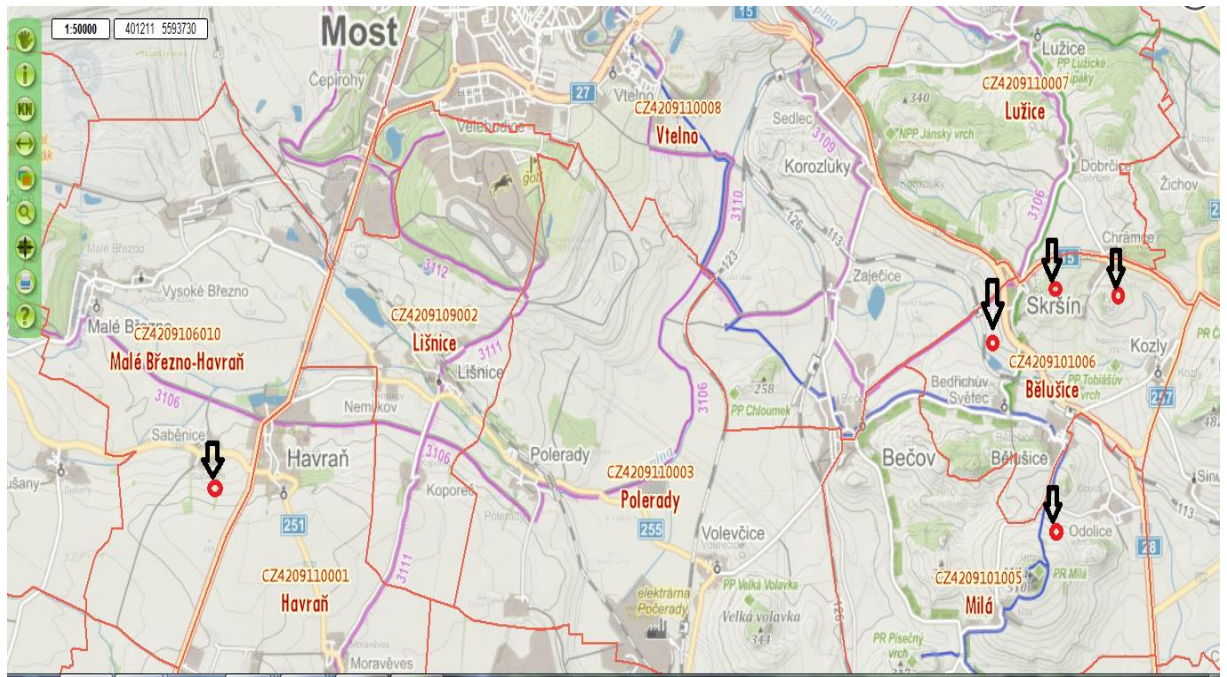
Jadná krmiva se předkládají zvíři do korýtek, která jsou krytá stříškou. Další možností jsou příkrmovací automaty, které mají zásobní schránku, kde je uskladněné krmení a korýtka je automaticky doplňováno jádrem podle množství odebraného krmení. Pro zvířata se předkládá jadné krmení do zásypů, které kryje stříška proti povětrnostním vlivům a predátorům. Zařízení nesmí být na holé ploše, ale mělo by být chráněno křovím na návětrné straně (Wolf, 1976).

Dužnaté krmivo, kterým je například krmná řepa, krmná mrkev, brambory, topinambury, nebo krmná kapusta se předkládají na krmné stoly. Dužnaté krmivo je v zimním období důležitým zdrojem tekutin a vitamínů, ale předkládá se jen v období, kdy nejsou teploty pod bodem mrazu, jinak se tvoří v krmení dusitany a dusičnany. Nesmí se zapomenout předkládat zvíři po celé roční období sůl, která doplňuje zvíři chybějící sodík a má příznivý vliv na funkci jednotlivých orgánů. Sůl se předkládá do slanisek, která by měla být blízko vodních zdrojů, aby se zamezilo škodám z loupání stromů (Wolf, 1976).

### 3. Metodika

#### 3.1. Charakteristika sledovaného území

Měřené lokality se nacházely v České republice. Lokalit bylo celkem pět a tyto lokality se nacházely ve třech honitbách. Tyto honitby spadají do Ústeckého kraje a leží v okrese Most. Dvě honitby, ve kterých byly čtyři měřené lokality, se nacházely v Chráněné krajinné oblasti České středohoří.



Obrázek č. 3: Rozmístění zkoumaných lokalit. Červeně jsou označeny hranice honiteb, místa zkoumané lokality jsou vyznačeny šipkami.

První honitbou bylo myslivecké sdružení Malobřezenský lišák, jehož jsem členem. Nadmořská výška této honitby se pohybuje okolo 250 metrů nad mořem. Výměra této honitby je necelých 1200 ha. Většina území sestává z polních celků, ve kterých se nachází velké množství rákosin. Na polích se intenzivně zemědělsky hospodaří. Pěstována je převážně pšenice, ječmen, řepka, hořčice, ale i řepa cukrovka. V této honitbě jsou i zalesněné plochy, které vznikaly z důvodu rekultivací po těžbě hnědého uhlí. Vodní plochy jsou tvořeny velkým množstvím rybníků, které vznikly z vodohospodářského hlediska a také zatopením jam po povrchové těžbě uhlí. Tato honitba je vhodná pro chov drobné zvěře, která se zde ve větším množství vyskytuje. Dalšími druhy zvěře, která se zde vyskytuje, je zvěř srnčí, černá a mufloní. V honitbě jsou stanoveny minimální stavy zajíce v počtu 50 kusů, bažanta v počtu 50 kusů a zvěře srnčí v počtu 25 kusů zvěře. Normované stavy jsou u srnčí zvěře v počtu 56 kusů, u zajíce jsou v počtu 220 kusů a u bažanta v počtu 260 kusů zvěře.

V této honitbě bylo pozorování prováděno v lokalitě Saběnice. Jedná se o zásyp se slaniskem a korýtkem na jádro uprostřed meze. V blízkosti se nachází pole a další meze, ve kterých se pohybuje zvěř drobná, srnčí a černá. Pozorování v této lokalitě probíhalo v deseti cyklech v období od 2. listopadu 2013 až do 5. února 2015.

Druhou honitbou byla honitba honebního společenstva Milá. Nadmořská výška v této honitbě se pohybuje okolo 350 metrů nad mořem a její výměra je 1350 ha. V honitbě je většina pozemků zemědělsky využívána, ale nachází se zde velké množství zalesněných mezí a lesních pozemků. Přírodní vodní zdroj v této honitbě není téměř žádný. V honitbě se vyskytuje převážně zvěř černá, srnčí a mufloní. V honitbě jsou stanoveny minimální stavy zvěře mufloní v počtu 18 kusů a zvěře srnčí v počtu 28 kusů zvěře. Normované stavy jsou u srnčí v počtu 67 kusů a u mufloní v počtu 40 kusů zvěře.

V této honitbě bylo pozorování prováděno v lokalitě Odolice. Jedná se o zásyp se slaniskem a korýtkem na jádro uprostřed meze. V blízkosti se nachází pole a další meze, ve kterých se pohybuje zvěř mufloní, srnčí a černá. Pozorování v této lokalitě probíhalo ve dvou cyklech v období od 2. listopadu 2013 do 12. prosince 2013, další měření v této lokalitě neproběhla, protože v lokalitě probíhala těžba dřeva a kácení nálatů.

Třetí sledovaná honitba navazuje na honitbu předešlou. Honitba se jmenuje myslivecké sdružení Bělušice a její výměra je 620 ha. Nadmořská výška v této honitbě je v rozmezí od 300 do 416 metrů nad mořem. Pozemky jsou ve větší míře zemědělsky využívány, pěstuje se zde i vinná réva. Je možno zde nalézt i lesní pozemky. Honitbou protéká potok, na kterém leží tři rybníky. Honitbou prochází velmi frekventovaná silnice, na které vznikají velké škody na zvěři. V honitbě jsou stanoveny minimální stavy zvěře mufloní v počtu 5 kusů a zvěře srnčí v počtu 14 kusů zvěře. Normované stavy jsou u srnčí zvěře v počtu 30 kusů a u mufloní v počtu 25 kusů zvěře.

V této honitbě bylo pozorování prováděno celkem ve třech lokalitách.

První lokalitou je lokalita Bělušice. Jedná se o zásyp se slaniskem a korýtkem na jádro uprostřed meze. V blízkosti se nachází sad rybník a další meze, ve kterých se pohybuje zvěř mufloní, srnčí a černá. Pozorování v této lokalitě probíhalo ve dvou cyklech v období od 20. září 2014 do 9. listopadu 2014.

Druhou lokalitou je lokalita Skršín. Jedná se o zásyp se slaniskem a korýtkem na jádro uprostřed meze. V blízkosti se nachází sad ovocných stromů a další meze, ve kterých se pohybuje zvěř mufloní, srnčí a černá. Pozorování v této lokalitě probíhalo ve dvou cyklech v období od 6. února 2014 do 14. února 2014 a od 20. prosince 2014 do 25. prosince 2014.

Třetí lokalitou je lokalita Kozly. Jedná se o zásyp se slaniskem a korýtkem na jádro uprostřed meze. V blízkosti se nachází sad ovocných stromů a další meze, ve kterých se pohybuje zvěř mufloní, srnčí a černá. Pozorování v této lokalitě probíhalo celkem ve čtyřech cyklech v období od 1. září 2014 do 21. února 2015.

Ve všech honitbách se vyskytuje liška obecná (*Vulpes vulpes*) a jezevec lesní (*Meles meles*). V první a třetí honitbě se také vyskytuje kachna divoká (*Anas platyrhynchos*) a lyska černá (*Fulica atra*).

### **3.2. Popis sběru dat**

Vhodným obdobím ke sběru dat byl podzim, zima a začátek jara. V těchto ročních obdobích není v prostředí dostatek vhodné potravy. Zvěř ji proto vyhledává a nachází se v okolí příkrmovacích zařízení.

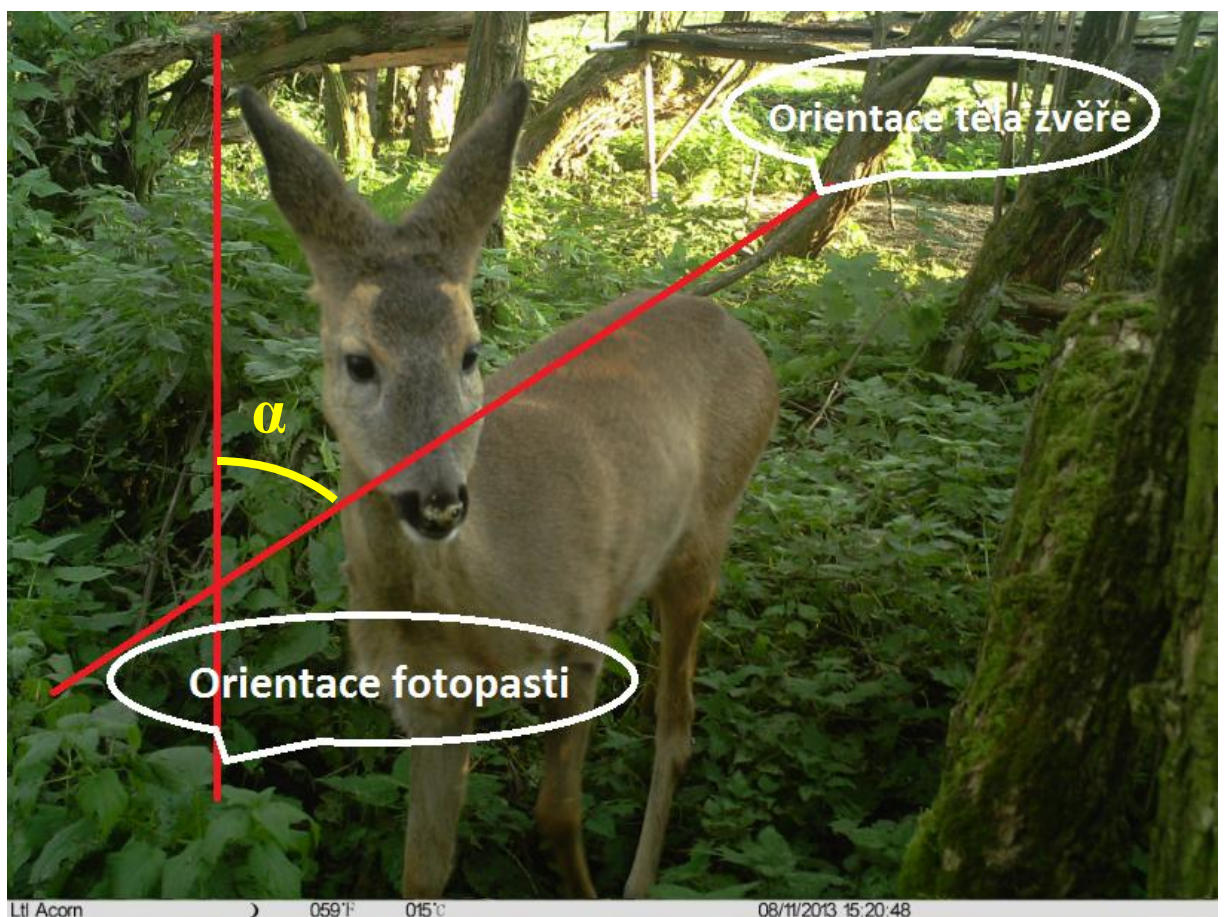
Lokality byly záměrně vybírány tak, aby v nich byl sklon terénu do 5 %, v blízkosti více než 100 metrů se nenacházely žádné rušivé elementy, kterým by mohlo být například vedení vysokého napětí, nebo jako zdroj hluku frekventovaná silnice, železnice či obec. Tyto rušivé elementy by mohly mít velký vliv na zvěř a ovlivnit tak hodnoty měření.

Měření bylo prováděno v období od 2. listopadu 2013 do 21. února 2015. Ke sledování výskytu a pohybu zvěře u příkrmovacích zařízení a slanisek byla použita fotopast typu Ltl. Acorn 6210 MC. Tato fotopast je v České republice velice oblíbená a používá jí velké množství lidí. Fotopast zaznamenává snímky i v noci. Noční přísvit má vlnovou délku 940 nm a zaznamená pohyb vzdálený až 15 metrů. Během dne registruje pohyb až na vzdálenost 25 metrů. Záznamy ukládá v nekonečné smyčce. Fotopast je schopna pořizovat snímky, nebo nahrávat videa i se zvukem. Pro tuto práci byly využity snímky i videozáznamy současně. Fotopast pořizuje snímky v rozlišení až 12 megapixelů. Ve fotopasti je zabudován GSM modul, který umožňuje zasílání fotografií na mobilní telefon nebo email. Fotopast je napájena 12 ks AA baterií, jejichž životnost je závislá na venkovní teplotě a na počtu pořizovaných fotografií a videozáznamů. Záznamy snímků a videí jsou ukládány na SD kartu,

kteřá může mít velikost až 32 GB. K této práci byla použita SD karta o velikosti 8 GB, z které byly při každé kontrole záznamy pravidelně stahovány na externí disk. Fotopast byla poté schopna pořizovat záznamy během dalšího sledování. Všechny stažené záznamy byly uschovány v externím disku.

Po instalaci fotopasti v terénu byla zaměřena její orientace. Zaměření vždy proběhlo tak, že pomocí elektronického GPS kompasu byl změřen azimut od fotopasti k výraznějšímu bodu v terénu, který byl ve středu záběru fotopasti. Pro určení úhlu byl použit digitální elektronický kompas Coghana's.

Při vyhodnocování snímků z fotopasti pak byl na jednotlivých obrázcích měřen úhel mezi osou fotopasti (svislice proložená obrázkem číslo 4) a směrem osy těla zvěře (na obrázku číslo 4 je tento úhel vyznačený jako  $\alpha$ ). Výsledná orientace je pak dána součtem změřeného azimutu osy fotopasti a stanoveného úhlu  $\alpha$ .

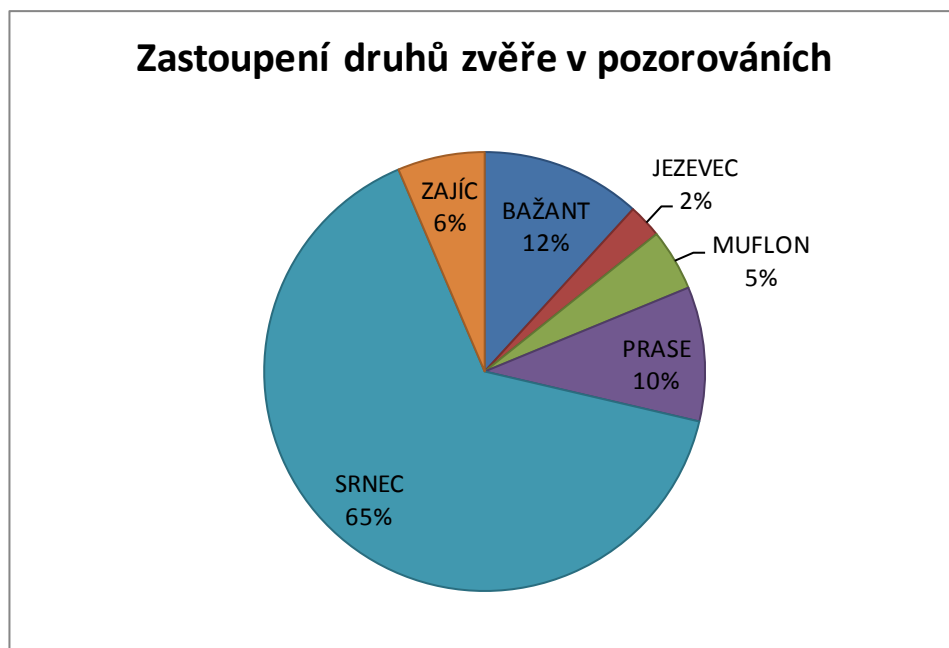


Obrázek č. 4: Způsob měření orientace těla zvěře.



#### 4. Výsledky

Pozorování byla prováděna v obdobích od 2. listopadu 2013 do 26. února 2014 a od 1. září 2014 do 21. února 2015. Celkem byla fotopast aktivně využívána po dobu 182 dní. Na všech 5 lokalitách bylo uskutečněno celkem 485 pozorování z toho 339 denních a 146 nočních. V rámci tohoto bylo pozorováno celkem 938 kusů zvěře. Z toho bylo 57 pozorování bažanta obecného (*Phasianus colchicus*) a toto pozorování tvořilo 103 kusů. Muflon (*Ovis musimon*) byl pozorován v počtu 22 a toto pozorování tvořilo 54 kusů zvěře. Dále bylo 48 pozorování prasete divokého (*Sus strofa*) o celkovém počtu 175 kusů zvěře. Zajíc polní (*Lepus europeus*) byl pozorován v počtu 31 a toto pozorování bylo tvořeno 33 kusy zvěře. V počtu 12 pozorování byl zaznamenán jezevec lesní (*Meles meles*). V počtu 315 byl srnec obecný (*Capreolus capreolus*) nejčastěji pozorován a celkem pozorování tvořilo 561 kusů zvěře.



Graf č. 1: Zastoupení druhů zvěře v pozorováních.

Lokalita	BAŽANT	JEZEVEC	MUFLON	PRASE	SRNEC	ZAJÍC	Celkem
Bělušice			6	7	73	5	91
Kozly		12	6	11	130		159
Odolice			9	12	5		26
Saběnice	57			5	74	23	159
Skršín			1	13	33	3	50
Celkem	57	12	22	48	315	31	485

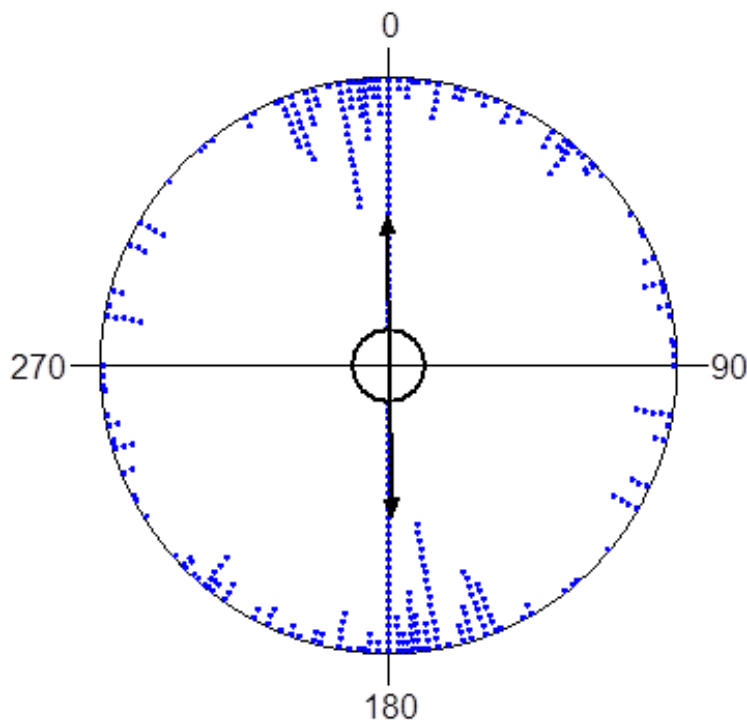
Tabulka č. 1: Počty pozorování jednotlivých druhů zvěře dle lokalit.

#### 4.1. Metoda statistického vyhodnocení

Statistické vyhodnocení naměřených dat bylo provedeno v programu Oriana. Tento program slouží k vyhodnocení směrových dat. Dále slouží k vyhodnocení cyklickými daty, které mohou být úhly, směry ve stupních, denní periody, dny v týdnu. Program Oriana byla vyvinuta pro analyzování a grafické zobrazování dat více způsoby. Umožňuje včlenění lineárních dat do grafů a analýzu histogramů o dvou proměnných. Dále slouží k porovnání vypočítaných vzorků. Je možné jej také využít jednovýběrových testů, jakými jsou například Rayleigh's test of uniformity, Rao's spacing test, Watson-Williamsův test nebo Merida-Watson-Wheelerův test.

Program Oriana pro vyhodnocení cirkulárních grafů dává výsledky v podobě:

- Length of Mean Vector ( $r$ ), což je délka průměrného vektoru, tento parametr je mírou počtu jedinců, kteří zaujali průměrnou orientaci. Zároveň je tento ukazatel i mírou rozptylu a s rostoucí hodnotou  $r$  rozptyl klesá.
- Number of Observations neboli počet pozorování,
- Mean Vector ( $\mu$ ) je průměrný úhel, který představuje průměrnou orientaci zvěře při pozorování stupňů.
- Circular Variance je úhlová odchylka, která odpovídá standardní odchylce v lineární statistice.
- Circular Standard Deviation je úhlový rozptyl, odpovídá rozptylu v lineární statistice (Anonymus, 2013).



Obrázek č. 5: Cirkulární diagram

Modré tečky v obrázku číslo 10 představují jednotlivá pozorování, jejich umístění na kruhu 0-360stupňů představuje jejich pozorovanou pozici vůči světovým stranám. Černá šipka představuje průměrný úhel  $\mu$  a její délka je úměrná délce průměrného vektoru  $r$ . Vnější kruh představuje  $r=1$ ; vnitřní kruh představuje 5% hladinu významnosti Rayleighova statistického testu. Přesahuje-li černá šipka 5% hladinu významnosti, hodnotíme orientaci jako statisticky významnou.

## 4.2. Vyhodnocení nasbíraných dat

Vyhodnocení všech měření bylo rozděleno podle druhu zvěře a podle lokalit ve kterých probíhalo měření.

### 4.2.1. Vyhodnocení podle druhu zvěře

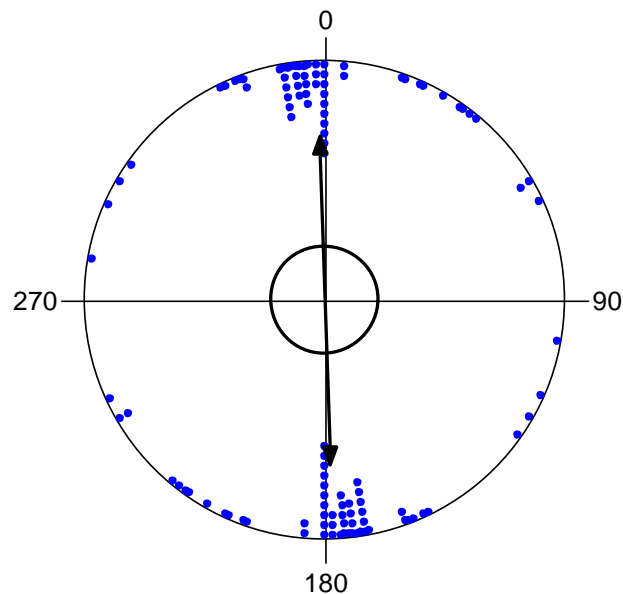
#### Výsledky pozorování bažanta obecného

Celkem bylo zaznamenáno pomocí fotopasti 57 dat orientace těla bažanta obecného při braní potravy. Bažanti byli zaznamenáni pouze v jedné lokalitě, v mysliveckém sdružení



Malobřezenský lišák. Výsledný vektor z měření je  $178,397^\circ$ . Výsledky jsou axiálně vyjádřeny na grafu číslo 2.

Axiální vyjádření orientace bažanta obecného při braní potravy - všechny lokality



Graf č. 2: Axiální vyhodnocení dat orientace těla bažanta.

Variable	Axial
Data Type	Axial
<b>Number of Observations</b>	57
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
<b>Mean Vector (<math>\mu</math>)</b>	$178,397^\circ$
Length of Mean Vector (r)	0,682
Concentration	1,899
Circular Variance	0,159
Circular Standard Deviation	$25,07^\circ$

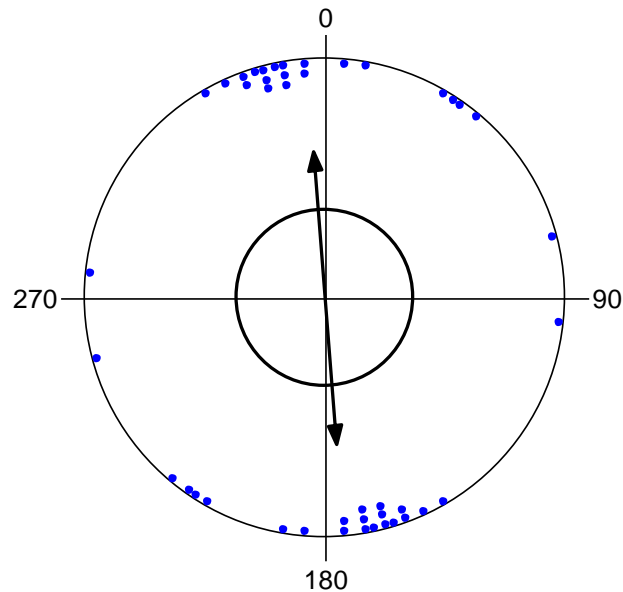
<b>One Sample Tests</b>	
Rayleigh Test (Z)	8,278
Rayleigh Test (p)	1,19E-4
Rao's Spacing Test (U)	198,182
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

Tabulka č. 2: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla bažanta obecného při braní potravy.

## Výsledky pozorování mufloní zvěře

Pomocí fotopasti bylo zaznamenáno 22 dat orientace těla mufloní zvěře při braní potravy. Mufloní zvěř byla zaznamenána ve čtyřech lokalitách a to v lokalitách honitby mysliveckého sdružení Bělušice a honebního společenstva Milá. Výsledný vektor z celkového měření je  $175,212^\circ$ . Výsledky jsou axiálně vyjádřeny na grafu číslo 3.

Axiální vyjádření orientace těla muflona při braní potravy - všechny lokality



Graf č. 3: Axiální vyhodnocení dat orientace těla muflona při braní potravy.

Variable	Axial
Data Type	Axial
<b>Number of Observations</b>	22
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
<b>Mean Vector (<math>\mu</math>)</b>	$175,212^\circ$
Length of Mean Vector (r)	0,613
Concentration	1,565
Circular Variance	0,193
Circular Standard Deviation	28,323

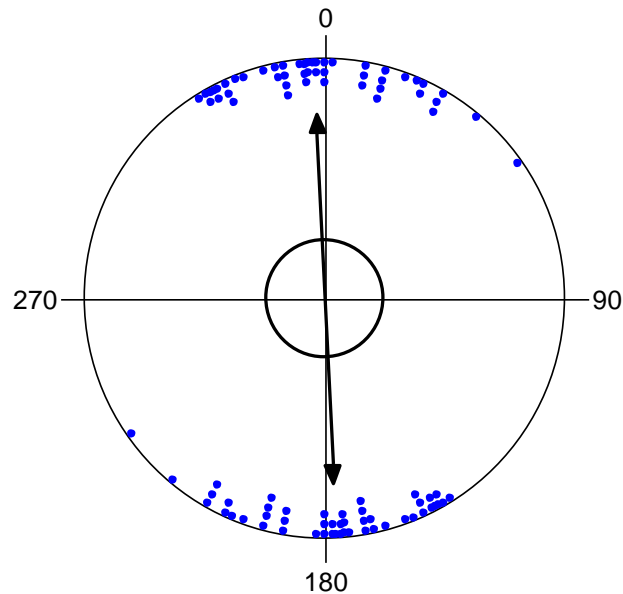
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	8,278
Rayleigh Test (p)	0,005
Rao's Spacing Test (U)	190
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

Tabulka č. 3: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla muflona při braní potravy.

## Výsledky pozorování prasete divokého

Pomocí fotopasti bylo zaznamenáno 48 dat orientace těla prasete divokého při braní potravy. Černá zvěř byla zaznamenána ve čtyřech lokalitách a to v lokalitách honitby mysliveckého sdružení Bělušice a honebního společenstva Milá. Výsledný vektor z celkového měření je  $177,668^\circ$ . Výsledky jsou axiálně vyjádřeny na grafu číslo 4.

Axiální vyjádření orientace těla prasete divokého při braní potravy - všechny lokality



Graf č. 4: Axiální vyhodnocení dat orientace těla prasete divokého.

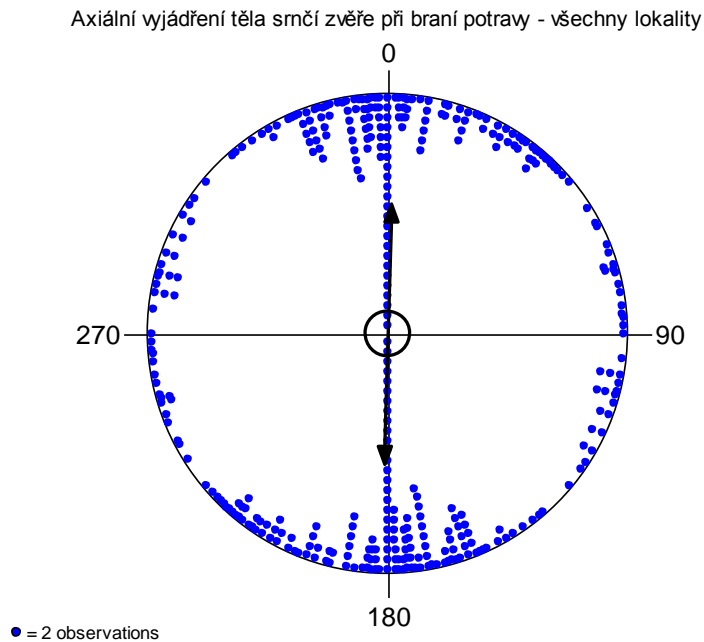
Variable	Axial
Data Type	Axial
<b>Number of Observations</b>	48
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
<b>Mean Vector (<math>\mu</math>)</b>	$177,668^\circ$
Length of Mean Vector (r)	0,769
Concentration	2,533
Circular Variance	0,115
Circular Standard Deviation	$20,751^\circ$

One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	28,403
Rayleigh Test (p)	1,60E-12
Rao's Spacing Test (U)	232,5
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

Tabulka č. 4: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla prasete divokého při braní potravy.

## Výsledky pozorování srnčí zvěře

Pomocí fotopasti bylo zaznamenáno 315 dat orientace těla srnčí zvěře při braní potravy. Srnčí zvěř byla zaznamenána ve všech pěti lokalitách a to v lokalitách honitby mysliveckého sdružení Bělušice, honitby mysliveckého sdružení Malobřezenský lišák i honebního společenstva Milá. Výsledný vektor z celkového měření je  $1,525^\circ$ . Výsledky jsou axiálně vyjádřeny na grafu číslo 5.



Graf č. 5: Axiální vyhodnocení dat orientace těla srnčí zvěře.

Variable	Axial
Data Type	Axial
<b>Number of Observations</b>	315
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
<b>Mean Vector (<math>\mu</math>)</b>	$1,525^\circ$
Length of Mean Vector (r)	0,541
Concentration	1,29
Circular Variance	0,229
Circular Standard Deviation	$31,744^\circ$

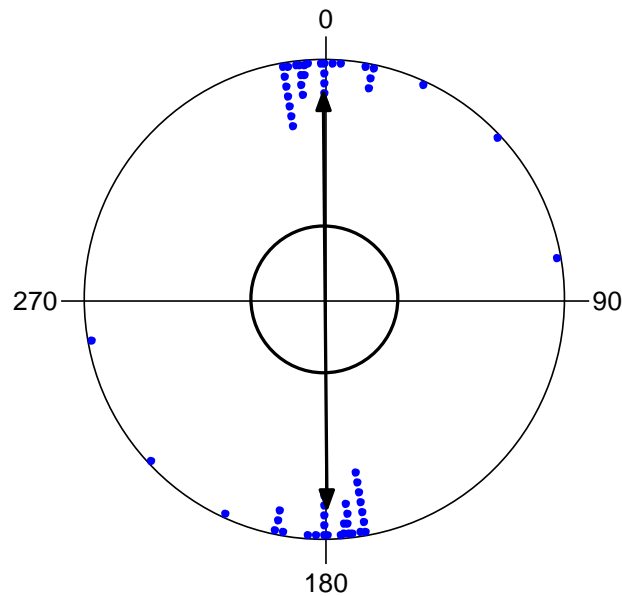
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	92,27
Rayleigh Test (p)	$< 1E-12$
Rao's Spacing Test (U)	261,714
Rao's Spacing Test (p)	$< 0.01$

Tabulka č. 5: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla srnčí zvěře při braní potravy.

## Výsledky pozorování zajíce polního

Pomocí fotopasti bylo zaznamenáno 31 dat orientace těla zajíce při braní potravy. Zajíc byl zaznamenán ve třech lokalitách a to v lokalitách honitby mysliveckého sdružení Bělušice (lokalita Skršín a Bělušice) a honitby mysliveckého sdružení Malobřezenský lišák (lokalita Saběnice). Výsledný vektor z celkového měření je  $179,548^\circ$ . Výsledky jsou axiálně vyjádřeny na grafu číslo 6.

Axiální vyjádření orientace těla zaječí zvěře při braní potravy - všechny lokality



Graf č. 6: Axiální vyhodnocení dat orientace těla zajíce.

Variable	Axial
Data Type	Axial
<b>Number of Observations</b>	31
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
<b>Mean Vector (<math>\mu</math>)</b>	$179,548^\circ$
Length of Mean Vector (r)	0,861
Concentration	3,894
Circular Variance	0,07
Circular Standard Deviation	$15,703^\circ$

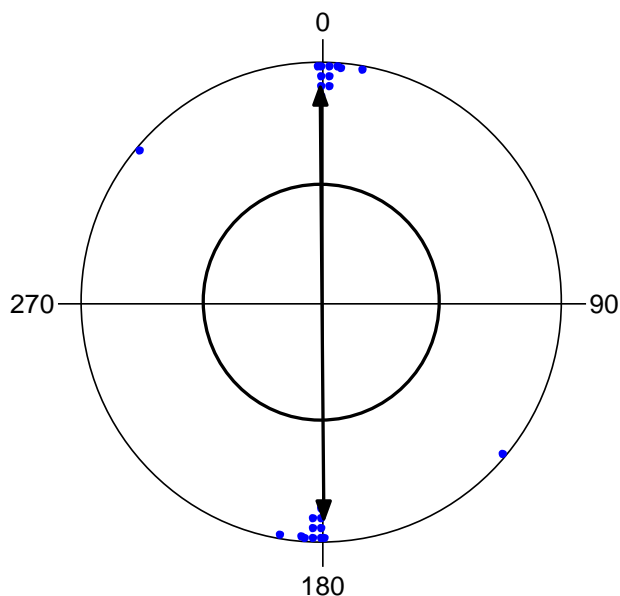
<b>One Sample Tests</b>	
Rayleigh Test (Z)	22,955
Rayleigh Test (p)	3,30E-10
Rao's Spacing Test (U)	269,935
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

Tabulka č. 6: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla zajíce při braní potravy.

## Výsledky pozorování jezevce lesního

Pomocí fotopasti bylo zaznamenáno 12 dat orientace těla jezevce při braní potravy. Jezevec byl zaznamenán v lokalitě Kozly, která je v honitbě mysliveckého sdružení Bělušice. Výsledný vektor z celkového měření je  $179,585^\circ$ . Výsledky jsou axiálně vyjádřeny na grafu číslo 7.

Axiální vyjádření orientace těla jezevce při braní potravy - všechny lokality



Graf č. 7: Axiální vyhodnocení dat orientace těla jezevce.

Variable	Axial
Data Type	Axial
<b>Number of Observations</b>	12
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
<b>Mean Vector (<math>\mu</math>)</b>	$179,585^\circ$
Length of Mean Vector (r)	0,895
Concentration	3,851
Circular Variance	0,053
Circular Standard Deviation	$13,526^\circ$

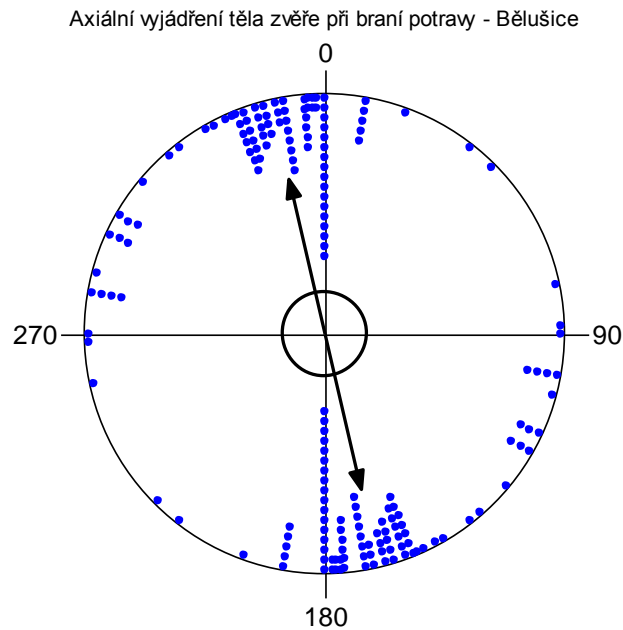
<b>One Sample Tests</b>	
Rayleigh Test (Z)	9,602
Rayleigh Test (p)	$< 1E-12$
Rao's Spacing Test (U)	278
Rao's Spacing Test (p)	$< 0.01$

Tabulka č. 7: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla jezevce při braní potravy.

#### 4.2.2. Vyhodnocení podle lokality

##### Výsledky pozorování v lokalitě Bělušice

Pomocí fotopasti bylo zaznamenáno 91 dat orientace těla zvěře při braní potravy. Zvěř byla zaznamenána v lokalitě Bělušice, která je v honitbě mysliveckého sdružení Bělušice. Výsledný vektor z celkového měření je  $166,559^\circ$ . Výsledky jsou axiálně vyjádřeny na grafu číslo 8.



Graf č. 8: Axiální vyjádření orientace těla zvěře při braní potravy- Bělušice.

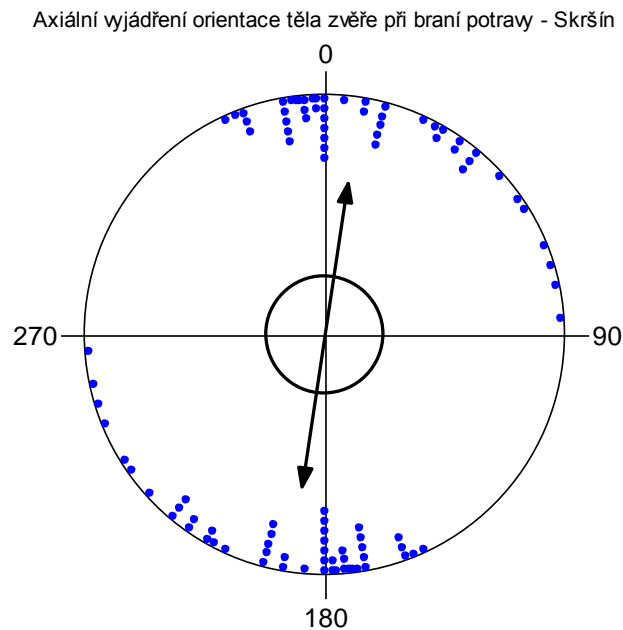
Variable	Axial
Data Type	Axial
<b>Number of Observations</b>	91
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
<b>Mean Vector (<math>\mu</math>)</b>	$166,559^\circ$
Length of Mean Vector (r)	0,662
Concentration	1,791
Circular Variance	0,169
Circular Standard Deviation	$26,028^\circ$

<b>One Sample Tests</b>	
Rayleigh Test (Z)	39,86
Rayleigh Test (p)	$< 1E-12$
Rao's Spacing Test (U)	253,099
Rao's Spacing Test (p)	$< 0.01$

Tabulka č. 8: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla zvěře při braní potravy- Bělušice.

## Výsledky pozorování v lokalitě Skršín

Pomocí fotopasti bylo zaznamenáno 50 dat orientace těla zvěře při braní potravy. Zvěř byla zaznamenána v lokalitě Skršín, která je v honitbě mysliveckého sdružení Bělušice. Výsledný vektor z celkového měření je  $8,709^\circ$ . Výsledky jsou axiálně vyjádřeny na grafu číslo 9.



Graf č. 9: Axiální vyjádření orientace těla zvěře při braní potravy- Skršín.

Variable	Axial
Data Type	Axial
<b>Number of Observations</b>	50
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
<b>Mean Vector (<math>\mu</math>)</b>	$8,709^\circ$
Length of Mean Vector (r)	0,639
Concentration	1,679
Circular Variance	0,181
Circular Standard Deviation	$27,121^\circ$

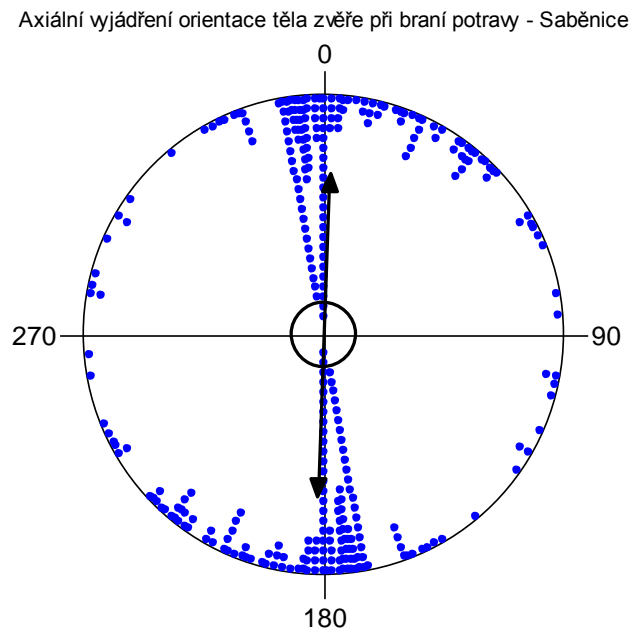
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	20,405
Rayleigh Test (p)	1,37E-9
Rao's Spacing Test (U)	213,2
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

Tabulka č. 9: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla zvěře při braní potravy- Skršín.



## Výsledky pozorování v lokalitě Saběnice

Pomocí fotopasti bylo zaznamenáno 159 dat orientace těla zvěře při braní potravy. Zvěř byla zaznamenána v lokalitě Saběnice, která je v honitbě mysliveckého sdružení Malobřezenský lišák. Výsledný vektor z celkového měření je  $2,63^\circ$ . Výsledky jsou axiálně vyjádřeny na grafu číslo 10.



Graf č. 10: Axiální vyjádření orientace těla zvěře při braní potravy- Saběnice.

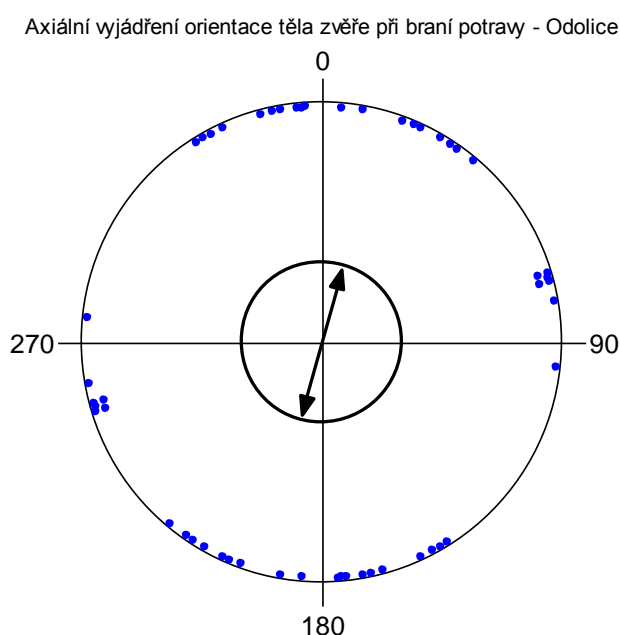
<b>Variable</b>	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	159
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector ( $\mu$ )	$2,63^\circ$
Length of Mean Vector (r)	0,669
Concentration	1,826
Circular Variance	0,166
Circular Standard Deviation	$25,709^\circ$

One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	71,062
Rayleigh Test (p)	$< 1E-12$
Rao's Spacing Test (U)	233,019
Rao's Spacing Test (p)	$< 0.01$

Tabulka č. 10: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla zvěře při braní potravy- Saběnice.

## Výsledky pozorování v lokalitě Odolice

Pomocí fotopasti bylo zaznamenáno 26 dat orientace těla zvěře při braní potravy. Zvěř byla zaznamenána v lokalitě Odolice, která je v honitbě honebního společenstva Milá. Výsledný vektor z celkového měření je  $14,688^\circ$ . Výsledky jsou axiálně vyjádřeny na grafu číslo 11. Výsledky měření nepřesahují 5% hladinu významnosti Rayleighova statistického testu, hodnotíme tedy orientaci jako statisticky nevýznamnou. Příčinou může být malé množství dat, pořízených v této lokalitě.



Graf č. 11: Axiální vyjádření orientace těla zvěře při braní potravy- Odolice.

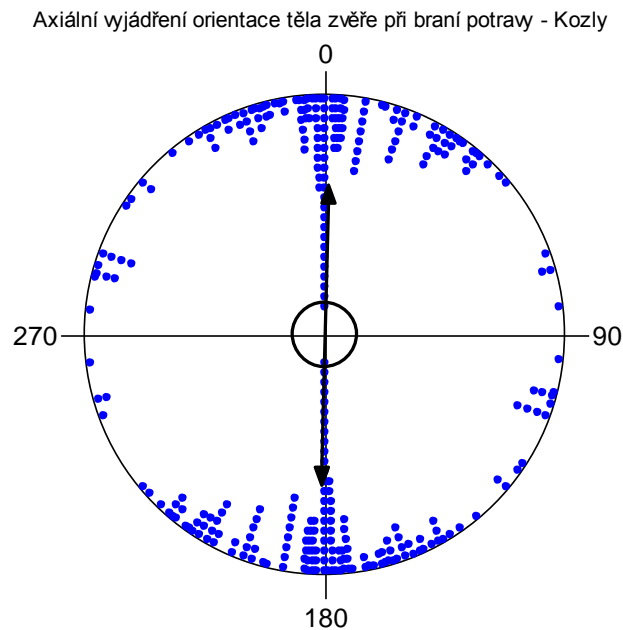
Variable	Axial
Data Type	Axial
<b>Number of Observations</b>	26
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
<b>Mean Vector (<math>\mu</math>)</b>	$14,688^\circ$
Length of Mean Vector (r)	0,314
Concentration	0,661
Circular Variance	0,343
Circular Standard Deviation	$43,623^\circ$

One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	2,558
Rayleigh Test (p)	0,076
Rao's Spacing Test (U)	176,923
Rao's Spacing Test (p)	< 0.01

Tabulka č. 11: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla zvěře při braní potravy- Odolice

## Výsledky pozorování v lokalitě Kozly

Pomocí fotopasti bylo zaznamenáno 159 dat orientace těla zvěře při braní potravy. Zvěř byla zaznamenána v lokalitě Kozly, která je v honitbě mysliveckého sdružení Bělušice. Výsledný vektor z celkového měření je  $1,439^\circ$ . Výsledky jsou axiálně vyjádřeny na grafu číslo 12.



Graf č. 12: Axiální vyjádření orientace těla zvěře při braní potravy- Kozly.

Variable	Axial
Data Type	Axial
<b>Number of Observations</b>	159
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
<b>Mean Vector (<math>\mu</math>)</b>	$1,439^\circ$
Length of Mean Vector (r)	0,626
Concentration	1,62
Circular Variance	0,187
Circular Standard Deviation	$27,727^\circ$

One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	62,313
Rayleigh Test (p)	$< 1E-12$
Rao's Spacing Test (U)	232,755
Rao's Spacing Test (p)	$< 0.01$

Tabulka č. 12: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla zvěře při braní potravy- Kozly.

## 5. Diskuze

Magnetorecepce je někdy označována jako šestý smysl živočichů, tento vliv magnetického pole Země na živočichy však nebyl dlouhou dobu zkoumán. Až v 19. století se magnetorepce začal zabývat Alexandr Theodor von Middendorff (Vácha, 2007). V dnešní době je téma magnetorecepce v centru pozornosti médií. Touto tematikou se zabývají odborníci nejen v naší zemi, ale i v zahraničí. Magnetorecepce je v dnešní době prokázána u mnoha živočichů. Vliv magnetického pole Země byl prokázán například u jelena lesního (*Cervus elaphus*), srnce obecného (*Capreolus capreolus*), u lišky obecné (*Vulpes vulpes*), u bakterií, ale i u různých druhů ryb, ptáků, měkkýšů, hmyzu, obojživelníků a plazů. Magnetické pole Země má u živočichů vliv na řadu běžných činností. Touto činností je například orientace při pastvení, směr zálehů a s tím spojený odpočinek živočichů. Tento vliv byl prokázán i turu domácího (*Bos primigenius f. taurus*), který se při těchto činnostech orientoval severojižním směrem (Begall, 2008). Jednou z činností je také přistávání ptactva na vodní hladinu, při které ptáci přistávají v severojižní ose. Při pozorování tisíců hejn vodního ptactva se zjistilo, že při přistávání na vodní hladinu nemá vliv postavení Slunce, ani směr odkud ptáci přiletěli (Hart, 2013). Další činností, při které byl prokázán vliv magnetického pole, jsou lovy lišky obecné (*Vulpes vulpes*), která dosáhne větších úspěchů, jestliže při myškování loví skokem který je orientovaný severojižním směrem (Červený, 2011).

Při získávání dat v terénu je nevýhodou omezení v podobě rušivých elementů. Nutností bylo vybrat pro měření lokalitu, která se nenachází ve svahu, neboť data pořízená ve svažitém terénu by mohla být směrově odlišná. Dalšími rušivými elementy by mohly být silnice, turistické cesty, lesní cesty, obytné zóny, ale i vedení vysokého napětí (Burda, 2009).

Vliv magnetického pole Země na zvěř při orientaci byl předpokládán, vzhledem k výsledkům zmíněných prací, které tuto tematiku zkoumaly. Výsledků z měření bylo dosaženo za předpokladu co nejpřesnějšího měření dat a dodržování pravidel při výběru lokalit. I přesto, že bylo vynaloženo mnoho úsilí, bylo celkové pozorování zvěře v menším počtu než se očekávalo. Menší množství dat bylo pořízeno pravděpodobně z důvodu nepříliš chladné zimy, která by nutila zvěř více vyhledávat příkrmovací zařízení. Dalším důvodem by mohlo být, že v období potravní nouze přichází černá zvěř k příkrmovacím zařízením ve větším množství jedinců, jelikož v této době probíhá u černé zvěře chrutí a zvěř se pohybuje v tlupách. Srnčí zvěř se v tomto období také pohybuje v tlupách a tím také snižovala množství pořízených dat.

## 6. Závěr

Cílem této práce bylo zjistit vliv magnetického pole na zvěř při braní potravy v okolí příkrmovacích zařízení v oblasti Mostecka. Lze také diskutovat o dalších možných vlivech na směr orientace těla živočichů při braní potravy. Porovnáním výsledků bakalářské práce s výsledky mnoha provedenými studiemi zabývající se vlivem magnetického pole na živočichy bylo očekáváno, že zvěř bude preferovat severojižní osu při braní potravy.

Celkový počet 485 pozorování z pěti lokalit na Mostecku lze považovat za dostatečný pro statistické vyhodnocení, zejména u srnčí zvěře, která byla zaznamenána celkem v 315 pozorováních. Z celkových výsledků z pozorování lze dojít k závěru, že magnetické pole Země má skutečně vliv na orientaci směru těla při braní potravy i v oblastech na Mostecku.

Výsledky měření a jejich statistickým vyhodnocením byl předpoklad preference severojižní orientace těla při braní potravy potvrzen u všech pozorovaných druhů zvěře na čtyřech z pěti lokalit. V páté lokalitě (Odolice) se toto prokázat nepodařilo, důvodem je ale zřejmě jen malý objem naměřených dat a nemožnost dalšího opakování měření v této lokalitě z důvodu zahájení těžby dřeva.

Magnetorecepce u zvěře je dosud málo prozkoumanou oblastí jak co se týče samotných mechanismů, na základě kterých magnetorecepce funguje, tak co se týče jejího vlivu na etologii zvěře. Další výzkum v této oblasti je do budoucna velkou výzvou.

## 7. Přehled literatury a použitých zdrojů

**Able, Kenneth P.** *Magnetic orientation and magnetoreception in birds.* Progress in Neurobiology, 1994, vol. 42, s. 449 -473

**Abracado, L.; Esquield, M.; 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.

**Alves, O. C.; Wajnberg, E.; Oliveira, J. F.; Esquivel, D. M.** *Magnetic Material Arrangement in Oriented Termites: a Magnetic Resonance Study.* Journal of Magnetic Resonance. 2004. roč. 168. č. 2. s. 246–251.

**Begall, S.; Červený, J.; Neff, J.; Vojtěch, O.; Burda, H.** *Magnetic alignment in grazing and raring cattle and deer,* 2008, s. 2-4.

**Begall, S.; Melkemper, P.; Červený, J.; Němec, P.; Burda, H.** *Magnetic alignment in mammals and other animals,* Mammal biology, 2013, 10-20 s.

**Beneš, D.; Edvard.** *Mostecko- regionální vlastivěda,* Praha: Hněvín, 2005, 142 s.

**Burda, H.; Begall, S.; Červený, J.; Neff, J.; Němec, P.** 2009: *Extremely low – frequency electromagnetic fields disrupt magnetic alignment of ruminants.* PNAS, s. 5708 – 5713.

**Campbell, W. H.** *Earth magnetism – a guided tour through magnetic fields.* San Diego, California, USA: A Hartcourt Science and Technology Company, 2001.

**Červený, J.; Begall, S.; Koubek, P.; Nováková, P.; Burda, H.** 2011: *Directional preference may enhance hunting accuracy in foraging foxes.* Biology Letters, s. 355 – 357.

**Diego-Rasilla, F. J.; Luengo, R. M.; Phillips, J. B.** *Use of a Magnetic Compass for Nocturnal Homing Orientation in the Palmate Newt, Lissotriton helveticus.* Ethology. 2008. roč. 114. č. 8. s. 808–815.

**Etheredge, J. A.; Perez, S. M.; Taylor, O. R.; Jander, R.** *Monarch Butterflies (Danaus plexippus L.) Use a Magnetic Compass for Navigation*. Proceedings of the National Academy of Sciences. 1999. roč. 96. č. 24. s. 13845–13846.

**Freake, M. J.; Borland, C.; Phillips, J. B.** *Use a Magnetic Compass for Y-Axis Orientation in Larval Bullfrogs, Rana catesbeiana*. Copeia. 2002. roč. 2002. č. 2. s. 466–471.

**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.** 2012: *Magnetic Alignment in Carps: Evidence from the Czech Christmas Fish Market*, 1-7 s., PLoS ONE 7(12): e51100.

**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. 2013. roč. 10. č. 1. s. 1–10.

**Hespeler, B.** *Černá zvěř*, Praha: Grada publishing, 2007, 128 s.

**Hsu, C - Y.; Ko, F - Y.; Li, C - W.; Fann, K.; Lue, J - T.** 2007: *Magnetoreception system in honeybees (Apis mellifera)*. PloS ONE 2 (4):395.

**Jakeš, P.,** *Planeta Země*, Praha: Mladá fronta, 1984. 416 s. 23-011-84, s. 69.

**Jander, R.; Jander, U.** *The Light and Magnetic Compass of the Weaver Ant, Oecophylla smaragdina (Hymenoptera: Formicidae)*. Ethology. 1998. roč. 104. č. 9. s. 743–748.

**Jířík, K. a kol.** *Atlas zvěře*, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1980, 254 s.

- Kirshvink, J. L.; Walker, M. M.; Diebel, C. E.** (2001). *Magnetite-based magnetoreception*. *Curr. Opin. Neurobiol.* 11, 462-467.
- Kolda, F. a kol.** *Myslivost*, Praha: Plot, 2004, 224 s.
- Lochman J.; Kotrlý, A.; Hromas J.** *Dutorohá zvěř*, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1979, 384 s
- Lochman, J.; Hanzal, V.** *Myslivost v obrazech*, Praha: Českomoravská myslivecká jednota, 1996, 102 s.
- 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 J. K.**, 2010, Magnetic-field perception, *Nature*, 22-1140-1142
- Marek, C.; Bissantz, N.; Curio, E.; Siegert, A.; Tacud, B.; Zieggel, 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.
- Marhold, S.; Burda, H.; Kreilis, I. and 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.
- Nishimura, T.; Okano, H.; Tada, H.; Nishimura, E.; Sugimoto, K.; Mohri, K.; Fukushima, M.** *Lizards Respond to an Extremely Low-Frequency Electromagnetic Field*. *The Journal of Experimental Biology*. 2010. č. 213. s. 1985–1990.
- Oliveriusová, Ludmila.** *Reakce na magnetické pole u rypošů a její využití v orientaci a navigaci*. Diplomová práce, 2008, Katedra zoologie, Přírodovědecká fakulta, Jihočeská universita České Budějovice.



- 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.
- Sinsch, U.** *Orientation and Navigation in Amphibia.* Marine and Freshwater Behaviour Physiology. 2006. roč. 39. č. 1. s. 65–71.
- Šťastný, K.; Červený, J.** *Zvěř lovná i chráněná v ilustracích Zdeňka Bergera,* Aventinum, 2010, 316 s.
- Tesch, F. W.** *Influence of Geomagnetism and Salinity on the Directional Choice of Eels.* Helgoländer wiss. Meeresunters. 1974. roč. 26. s. 382–395.
- Vácha, Martin.** *Kompas zvířat a co o něm víme,* Vesmír, 1995, roč. 73, č. 3, s. 249.
- Vácha, M.; Němec, P.** *Orientace v geomagnetickém poli, Kompas a mapa,* Vesmír 86/2007, s. 225-228.
- Walker, 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.
- Wiltscho, W.; Wiltscho, R.** *Magnetic compass orientation in birds and its physiological basis,* 2001, 1-3 s.
- Wiltschko, W.; Wiltschko, R.** 2005: *Magnetic orientation and magnetoreception in birds and other animals.* J Comp Physiol A. 191: 675-693.
- Wiltschko, R.; Wiltschko, W.** *Magnetoreception.* BioEssays. 2006. roč. 28. č. 2. s. 157–168.
- Wiltschko, W.; Wiltschko, R.** *Light Dependent Magnetoreception in Birds Does Directional Information Change with Light intensity?,* 2007, s. 5.
- Wolf, R.; Chroust, M.; Kokeš, O.; Lochman, J.** *Naše obory,* Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1976, 253 s.

**Wolf, R.** *Rukojeť chovu a lovu černé zvěře*, Písek: Matice lesnická, 1997, 148 s.

**Yano, A.; Ogura, M.; Sato, A.; Sakaki, Y.; Shimizu, Y.; Baba, N.; Nagasawa, K.** *Effect of Modified Magnetic Field on the Ocean Migration of Maturing Chum Salmon, *Oncorhynchus keta**. *Marine Biology*. 1997. roč. 129. s. 523–530.

#### **Internetové zdroje:**

**Anonymus.** 2013. *Kovach Computing Services* (online). [cit. 2013-02-21]. Dostupné z <http://www.kovcomp.co.uk/oriana/oribroc.html>.

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

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

## **8. Seznam příloh**

### **8.1. Obrázky**

Obrázek č. 1: Struktura geomagnetického pole Země (Lohmann, 2010).

Obrázek č. 2: Inklinační mapa magnetického pole Země (Vácha, 2007).

Obrázek č. 3: Rozmístění zkoumaných lokalit.

Obrázek č. 4: Způsob měření orientace těla zvěře.

Obrázek č. 5: Cirkulární diagram.

### **8.2. Tabulky**

Tabulka č. 1: Počty pozorování jednotlivých druhů zvěře dle lokalit.

Tabulka č. 2: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla bažanta obecného při braní potravy.

Tabulka č. 3: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla muflona při braní potravy.

Tabulka č. 4: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla prasete divokého při braní potravy.

Tabulka č. 5: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla srnčí zvěře při braní potravy.

Tabulka č. 6: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla zajíce při braní potravy.

Tabulka č. 7: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla jezevce při braní potravy.

Tabulka č. 8: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla zvěře při braní potravy-Bělušice.

Tabulka č. 9: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla zvěře při braní potravy-Skršín.

Tabulka č. 10: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla zvěře při braní potravy-Saběnice.

Tabulka č. 11: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla zvěře při braní potravy- Odolice.

Tabulka č. 12: Výsledky statistické analýzy dat orientace těla zvěře při braní potravy- Kozly.

### **8.3. Grafy**

Graf č. 1: Zastoupení druhů zvěře v pozorováních

Graf č. 2: Axiální vyhodnocení dat orientace těla bažanta.

Graf č. 3: Axiální vyhodnocení dat orientace těla muflona při braní potravy.

Graf č. 4: Axiální vyhodnocení dat orientace těla prasete divokého

Graf č. 5: Axiální vyhodnocení dat orientace těla srnčí zvěře.

Graf č. 6: Axiální vyhodnocení dat orientace těla zajíce.

Graf č. 7: Axiální vyhodnocení dat orientace těla jezevce.

Graf č. 8: Axiální vyjádření orientace těla zvěře při braní potravy- Bělušice.

Graf č. 9: Axiální vyjádření orientace těla zvěře při braní potravy- Skršín.

Graf č. 10: Axiální vyjádření orientace těla zvěře při braní potravy- Saběnice.

Graf č. 11: Axiální vyjádření orientace těla zvěře při braní potravy- Odolice.

Graf č. 12: Axiální vyjádření orientace těla zvěře při braní potravy- Kozly.