

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

**Vliv zemského magnetismu na teritoriální
chování srnčí zvěře v oblasti Středních Čech**

Bakalářská práce

Autor: Markéta Svobodová

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

Svobodová Markéta

Provoz a řízení myslivosti

Název práce

Vliv zemského magnetismu na teritoriální chování srncí zvěře v oblasti Středních Čech

Anglický název

Influence of geomagnetism on the territorial behavior of roe deer in the area of Central Bohemia

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je vyhodnocení vlivu zemského magnetismu na teritoriální chování srncí zvěře.

Metodika

V bakalářské práci se zaměřte na zpracování literární rešerše k dané problematice, zdokumentování a statistické vyhodnocení magnetické orientace srncí zvěře při značení teritorií se zaměřením na hrabánky. Zaznamenávejte i vzdálenost případných rušivých vlivů (silnice, vysoké napětí).

Harmonogram zpracování

Literární rešerši bakalářské práce předložte v elektronické podobě do konce prosince 2013 a vytištěný rukopis práce do 30.4.2014.



Rozsah textové části

cca 30 stran

Klíčová slova

Capreolus capreolus, teritorialita, hrabánekování, magnetická orientace

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, E. P., Červený, J., Nemeč, P., Burda, H. 2013 Magnetic alignment in mammals and other animals. Mammalian Biology 78, 10–20.

Burda, H., Marhold, S., Westenberger, T., Wiltšchko, W. & Wiltšchko, R. 1990 Magnetic compass orientation in the subterranean rodent *Cryptomys hottentotus* (Bathyergidae, Rodentia). *Experientia* 46, 528-530.

Červený, J., Begall, S., Koubek, P., Nováková, P. & Burda, H. 2011 Directional preference may enhance hunting accuracy in foraging foxes. *Biol. Lett.* 7, 355-357.

Němec, P. & Vácha, M. 2007 Mechanizmy magnetorecepce. *Vesmír* 86, 284 - 289.

Vácha, M. & Němec, P. 2007 Kompas a mapa - orientace v geomagnetickém poli. *Vesmír* 86, 224 - 228.

Wiltšchko, R. & Wiltšchko, W. 1995 Magnetic orientation in animals. Berlin, Germany: Springer.

Vedoucí práce

Nováková Petra, Ing., Ph.D.

Termín odevzdání

duben 2014


prof. Ing. Jaroslav Červený, CSc.

Vedoucí katedry



V Praze dne 4.3.2013


prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan fakulty

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Vliv zemského magnetismu na teritoriální chování srnčí zvěře v oblasti Středních Čech vypracovala samostatně pod vedením Ing. Petry Novákové, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.“

V Poštovicích dne 10.února 2015

Děkuji:

vedoucí mé bakalářské práce Ing. Petře Novákové, Ph.D., která mi velmi pomohla a tematicky vedla mou práci; všem vyučujícím, kteří mne vyučovali Provoz a řízení myslivosti; své rodině, která mne podporovala po dobu mého studia; zvěři a všem lesníkům a myslivcům, kteří tolerovali mou průzkumnou činnost v lese.

Abstrakt

Bakalářská práce pojednává o vlivu zemského magnetismu na orientaci srnčí zvěře při hrabákování. Zkoumá, nakolik je při hrabákování srnčí zvěř magnetismem ovlivněna. Data pro výzkum teritoriálního chování byla nasbírána v několika lokalitách v okolí Slaného. Konkrétně jde o měření hrabánek, u kterých byl určen pomocí buzoly jejich směr. Měření probíhala v rovném nebo velmi mírně zvlněném terénu s absencí svahů. Zpracovaná data ukazují jistou odchylku od preferovaného severojižního směru. Může to být způsobeno menším množstvím nasbíraných dat nebo také jinými vlivy, které není možno s jistotou určit.

Klíčová slova:

srnčí zvěř, srnčí hrabánky, teritoriální chování, magnetická orientace, magnetismus

Abstract

This bachelor thesis deals with the study of influence of the Earth's magnetism to the orientation of the roe deer raking. It examines how much is the roe deer raking affected by the Earth's magnetism. Data for research of territorial behavior was collected in several locations around Slaný. Especially it concerns the direction of roe raking which was followed by the compass. The observations were carried out in a flat or slightly wave terrain with absence of slopes. Research data show a certain deviation from the preferred north-south direction. This may be due to a smaller amount of collected data, or also by other factors which can not be fixed with certainty.

Key words:

roe deer, roe deer raking, territorial behavior, magnetic orientation, magnetism

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíle práce	10
3. Rozbor problematiky	11
3.1. Magnetismus	11
3.1.1. Magnetické pole	11
3.1.2. Vnímání magnetického pole u živočichů	12
3.1.3. Magnetický kompas	13
3.1.4. Magnetorecepce u bakterií	13
3.1.5. Magnetorecepce u bezobratlých	14
3.1.6. Magnetorecepce u měkkýšů	15
3.1.7. Magnetorecepce u obojživelníků	15
3.1.8. Magnetorecepce u plazů	16
3.1.9. Magnetorecepce u ryb	16
3.1.10. Magnetorecepce u ptáků	16
3.1.11. Magnetorecepce u savců	17
3.2. Srnčí zvěř	19
3.2.1. Historie chovu u nás	19
3.2.2. Základní údaje	19
3.2.3. Teritoriální chování	21
4. Metodika	24
5. Výsledky a diskuze	31
6. Závěr	46
7. Seznam použité literatury	47
8. Seznam příloh	50
9. Přílohy	51

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Obr. 1 – znázornění magnetického pole Země	11
Obr. 2 – srnčí hrabánek	22
Obr. 3 – lokalita Mšené-lázně	25
Obr. 4 – lokalita Vraný	26
Obr. 5 – lokalita Peruc	27
Obr. 6 – lokalita Bilichov	28
Obr. 7 – lokalita Jedomělice	29
Obr. 8 – lokalita Nová Studnice	30
Graf 1 – axiální vyjádření orientace v lokalitě Mšené-lázně	32
Graf 2 - axiální vyjádření orientace v lokalitě Vraný	34
Graf 3 - axiální vyjádření orientace v lokalitě Peruc	36
Graf 4 - axiální vyjádření orientace v lokalitě Bilichov	38
Graf 5 - axiální vyjádření orientace v lokalitě Jedomělice	40
Graf 6 - axiální vyjádření orientace v lokalitě Nová Studnice	42
Graf 7 - axiální vyjádření orientace ve všech lokalitách	44

1. Úvod

Magnetické pole ovlivňuje ve velké míře život na Zemi a láká k průzkumu už dlouhou řadu let. Zvláště však v poslední době je intenzivněji zkoumáno i díky technickému pokroku, který umožnil vyvinutí řady přístrojů k měření jeho intenzity. V posledních letech zjišťujeme tendenci slábnutí magnetického pole Země. Zatím se ovšem neví, zda je to jev trvalý nebo přechodný a zda bude mít nějaký výrazný vliv na život na Zemi.

Velkou měrou se na výzkumu vnímání magnetického pole u různých druhů živočichů uplatňují jejich přímá a nepřímá pozorování. Je známo, že se zemským magnetismem řídí tažní ptáci či ryby migrující na stanoviště, kde se rozmnožují. S přímými pozorováními živočichů se můžeme setkat bakteriemi počínaje a savci konče. Výzkumy se snaží zjistit, jakým způsobem a v jakém rozsahu činností zemský magnetismus živočichy ovlivňuje.

Vědci se v současnosti magnetismem zabývají intenzivněji, a proto je známo, že ve většině případů živočichové preferují severojižní magnetickou orientaci. To budí domněnku, že každý živočich v sobě má nějaký magnetický receptor, kterým vnímá magnetické pole Země. Ví se, že vnímání magnetismu vychází z nervové soustavy, přesto však zatím tento receptor nebyl nalezen. Existují proto i názory skeptiků, kteří si stojí za tím, že tvrzení, že živočichové preferují ve svých činnostech severojižní směr, je neopodstatněné. Možná i proto je zajímavé různé činnosti živočichů sledovat a zkoumat.

Výzkumy orientace dle magnetického pole Země jsou známy například u švábů, kaprů, kachen, rypošů, dobytka nebo třeba u psů. V posledním období se magnetická orientace začala zkoumat i u zvěře. Nepřímým pozorováním se zjišťovala orientace těla u jelenů v zálehu ve sněhu a přímým pozorováním orientace těla u srnců při pastvě. V 70-80% byla zjištěna preference severojižní orientace.

Předpokládá se, že magnetismus ovlivňuje různé činnosti zvěře, možná i směr zanechávání pachových stop při určování teritorií nebo v říji. Zapisovala jsem tedy hrabání srnců v rovinném terénu a vyhnula jsem se svažitém lokalitám a místům u krmelců, budov a zdí, což by mohlo výzkum ovlivnit. Ke svému časovému vytížení jsem nedokázala nasbírat tisíce dat, ale pouze několik stovek. Navíc se při tomto nepřímém pozorování nedá přesně zjistit datum ani denní doba, kdy si srnec označoval své teritorium. Proto se tento výzkum musí brát s určitou rezervou.

2. Cíle práce

V této práci se snažím najít odpověď na to, zda i při značkování svého teritoria využívá srnec obecný (*Capreolus capreolus*) magnetické pole Země a dává přednost při této činnosti již zmiňovanému severojižnímu směru orientace těla, které odpovídá směru magnetického pole země.

Již výše zmiňované výzkumy magnetorecepce u zvířete, tedy sledování směru těla u jelena a při pastvě u srnce, jsou porovnatelné s výzkumem směru hrabání srnce obecného. Stejným výzkumem, tedy orientací těla při hrabání srnce, se loni ve své bakalářské práci na ČZU zabýval i František Samec, který orientaci sledoval v oblasti Strakonicka. Jeho výzkum nepřímého pozorování ukázal severozápadně-jihovýchodní orientaci hrabání, což naznačuje pouze lehkou odchylku od směru hrabání severojižním směrem.

Předpokládané výsledky mého měření mají ukázat preferenci orientace těla samců srnce obecného zvláště v oblasti Slánska. Jde o lokality v okresech Kladno, Litoměřice a Louny, které leží do 20 km západním až severním směrem od města Slaný. Pokud je předpokládaná preference severojižního směru orientace u srnce upřednostněna i při hrabání, měly by se výsledky mé práce blížit výsledkům výzkumu u jelenů v zálehu a u srnců při pastvě.

Výsledky výzkumu u pastvení srnce a zálehu u jelena, při kterém byla u těchto činností ze 70 až 80% projevena severojižní orientace, však nemusí být srovnatelné s výsledkem výzkumu při hrabání. Pastvení a záleh jsou činnosti klidové a mají jiný účel, než hrabání, které srnec dělá oproti pastvení v jistém stresu, tedy aby co nejdříve označil své území a upozornil na svůj pach. Magnetické pole Země se navíc průběžně mění, proto se mohou výsledky pozorování lišit, aniž by to vyvracelo teorii o upřednostnění severojižního směru u některých činností živočichů.

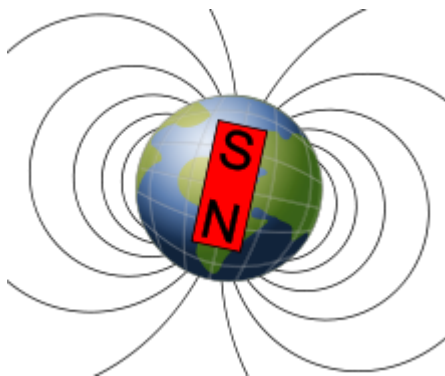
Jak již potvrdil u pasoucích se srnců výzkum Begall a kol., srnčí zvěř magnetické pole Země nějakým způsobem využívá. Je ale možné, že u hrabání nemusí srnci upřednostňovat severojižní směr, případně nemusí upřednostňovat žádný směr, co se světových stran týče, ale mohou se řídit něčím jiným, třeba směry pachů nebo umístěním hrabánek od jiného srnce.

3. Rozbor problematiky

3.1. Magnetismus

3.1.1. Magnetické pole Země

Magnetické pole Země bývá nazýváno geomagnetické pole (Janáčková 1995). Jeho působením vzniká zemská magnetosféra. Ta obklopuje celou naši planetu a chrání ji před škodlivými vlivy, které přicházejí z vesmíru. Kdyby magnetické pole kolem Země nebylo, nebyl by na ní ani možný život. Důležitou roli hraje při zachycování částic přicházejících od Slunce, které se k ní dostávají tak zvaným slunečním větrem. Magnetické pole Země je proto směrem ke Slunci zploštělé a odráží nárazy slunečního větru. Na opačném konci je naopak protáhlé a sahá až za oběžnou dráhu měsíce. Část nabitých částic, které vniknou do atmosféry, způsobují magnetické bouře. Některé částice slunečního větru, které mají velkou energii, pronikají do magnetického pole Země a tím způsobují polární záři.



Obr. 1 – znázornění magnetického pole Země

zdroj: http://cs.wikipedia.org/wiki/Magnetick%C3%A9_pole_Zem%C4%9B

Elektrický proud, který vzniká při tření rotujícího vnějšího polotekutého zemského jádra mezi pevným vnitřním jádrem Země a zemským pláštěm, vytváří Magnetické pole. Tento proces funguje jako obrovské geodynamo, které pohání magnetické pole Země (Gould 2010). Magnetické pole Země má magnetické póly, které jsou položeny na opačných stranách, než leží póly zeměpisné. U severního zeměpisného pólu je tedy jižní magnetický pól a obráceně. Magnetické pole Země si lze představit jako tyčový magnet. Jeho konce neleží však přesně proti sobě, ale jsou odkloněny asi o 11°. Země má také geomagnetické póly, což jsou průsečíky osy magnetického dipólu Země se zemským povrchem.

Země sama je veliký magnet, popsal již začátkem 17. století anglický lékař a fyzik William Gilbert. Zemským magnetismem se zabýval také známý astronom E.

Halley. Zorganizoval dvě výzkumné plavby křížem krázem atlantickým oceánem, aby podrobně prozkoumal, jak se tam mění směr magnetické střelky. V jeho době bylo totiž už dlouho známo, že kompas nemíří přesně k severu a že se její odchylky místo od severního směru, dnes nazývané magnetická deklinace, místo od místa mění (Janáčková 1995). Tuto magnetickou deklinaci objevil Kryštof Kolumbus při své cestě do Ameriky. Kompas člověk používá k orientaci na Zemi více než 2 000 let. Díky poznatkům o magnetickém poli Země začal člověk v poslední době využívat k orientaci i GPS (Global Positioning System).

Oba magnetické póly se velmi rychle pohybují po zemském povrchu a tak magnetický pól neustále mění svou polohu (Gould 2010). Zvláště při zvýšené sluneční aktivitě se póly pohybují velmi neuspořádaně a jsou zaznamenány mnohem větší rozkmity. Jednou za čas (za několik set tisíc let) se zemský magnet přepóluje. Již několik let vědci pozorují tendenci slábnutí magnetického pole Země, což je s největší pravděpodobností způsobeno blížící se změnou polarit (Janáčková 1995). Výzkumy zjistily, že jednou za čas k přepólování zemského magnetu dochází. Naposledy tato změna proběhla asi před 780 tisíci lety (Gould 2010). Vzhledem k tomu, že je magnetické pole během přepólování oslabené, může dojít k narušení ochrany Země před škodlivými částicemi z vesmíru.

3.1.2. Vnímání magnetického pole u živočichů

Magnetické pole Země neslouží k orientaci jen člověku, ale i ostatním živočichům. Na rozdíl od člověka však nepotřebují žádný technický kompas. Mají svůj vnitřní kompas, který jim pomáhá s orientací. Princip orientace podle magnetického kompasu není dosud objasněn (Vácha 1995). Existuje několik možných vysvětlení (hypotéz), jak živočichové vnímají magnetické pole. Je známo, že např. bakterie *Aquaspirillum* mají ve svých buňkách částice magnetitu, který jim pomáhá v orientaci. Dalším příkladem vynikající orientace mohou být mořské želvy (*Cheloniidae*, *Dermochelys*). V jejich mozku jsou magnetické částice, kterými dokáží vnímat magnetické pole Země. Vnímají ho oběma směry, tedy vertikálně a horizontálně.

Díky dokonalému časovému smyslu, jsou ptáci schopni azimut spočítat i podle stínu vrženého předměty. Malí ptáci, kteří z důvodu bezpečnosti táhnou v noci, se orientují i podle postavení hvězd. Žraloci a rejnoci vnímají elektrické pole a používají smyslové buňky v kůži na hlavě. Pro orientaci v prostoru se u hmyzu, žraloků, ryb, plazů, ptáků a některých savců ještě více uplatňuje magnetický kompas, který je zřejmě původnějším a základním orientačním smyslem. Jeho výhodou je, že se zvířata nemusí jeho používání učit a není nutné ho srovnávat s časovými hodnotami a optickými značkami (Veselovský 2000)

Ke směrové orientaci slouží magnetická inklinace. Fyzikálně jde o úhel sevřený vektorem síly magnetického pole Země s vodorovnou rovinou. Měříme-li směr kompasem, střelka se natočí k severu, ale zároveň se zvedne i špička jehly. Na

magnetických pólích je inklinace rovna 90° , na magnetickém rovníku je rovna nule. Příkladem využití magnetické orientace může být tažný pták, který se vylíhne ve střední Evropě. Ten má vrozenou inklinaci 65° a podle toho zjišťuje při tahu svou polohu. Když letí do Afriky, směřuje ven z tohoto úhlu k nulové inklinaci. Když se vrací zpět, směřuje do tohoto úlu ke stále se zvětšující inklinaci (Veselovský 2000).

3.1.3. Magnetický kompas

Magnetický kompas je rozšířen po celé živočišné říši (Drštková 2007). Známe dva druhy magnetického kompasu - polaritní a inkliniční. Polaritní kompas rozlišuje polaritu magnetického pole, inkliniční kompas určuje polaritu ze sklonu magnetického vektoru, kterému se říká inklinace. Inkliniční kompas využívají například někteří ptáci a mořské želvy. Polaritní kompas používají někteří hlodavci, ryby (lososi) a zřejmě i hmyz, u něhož to však ještě nebylo experimentálně potvrzeno (Wiltschko a Wiltschko 2005). Někteří zvířata používají oba kompas, například mloci.

3.1.4. Magnetorecepce u bakterií

Některé bakterie využívají k orientaci magnetické pole, podobně jako kompas. Vědci z institutu Maxe Plancka pro mořskou biologii tyto tvory zkoumali. Aby se bakterie mohly ve svém prostředí orientovat, používají systém kompasu, s nímž se účelně pohybují podle magnetického pole Země. Po dlouhou dobu bylo známo, že se bakterie orientují na bázi světla, teploty, živin a jiných chemických sloučenin. Ale v roce 1975 objevil americký mikrobiolog Richard Blakemore ve vzorku kalu bakterie, které na magnet reagovaly směrem plavání. Zjistil, že bakterie v sobě mají magnetické krystaly, které umožňují kompasovou navigaci.

Blakemore a jeho kolegové byli z objevu nadšeni, neboť nikdo u bakterií neočekával schopnost orientace podle magnetického pole. Brzy však své nadšení krotili, neboť nebyli schopni tyto bakterie zkoumat v laboratorních podmínkách, kvůli obtížnému napodobení jejich životního prostředí. Nakonec se mu to podařilo u bakterie z řeky nedaleko města Greifswald, a proto bakterii nazval *Magnetospirillum griphiswaldense*. Dokonce i dnes zkoumané bakterie v laboratořích jsou „potomky“ této bakterie, protože jsou nejlépe prozkoumány a mají nejjednodušší růst.

V přírodě nejsou magnetické bakterie žádnou vzácností. Ve skutečnosti je najdeme téměř ve všech rybnících, jezerech, řekách a mořích. Jejich velikost je asi jedna tisícina milimetru, takže je lze dobře vidět pod mikroskopem. Obvykle žijí na rozhraní sedimentu a vody, takže optimální podmínky mají na dně jezera nebo moře. Proč mají schopnost se řídit podle magnetického pole, vědci zatím jednoznačně nevyjasnili. Znamená to však pro ně selektivní výhodu. Zdá se, že díky cílenému pohybu podle magnetického pole, mohou bakterie rychle reagovat na měnící se chemické pochody a najít optimální pozici. Vědci v Brémách stále zkoumají tyto bakterie, zda by se daly využít v lékařství jako kontrastní látky, například v protinádorové léčbě při magnetické rezonanci (Prillip 2000).

3.1.5. Magnetorecepce u bezobratlých

Vnímání magnetického pole bylo pozorováno u včely medonosné při tanečcích, u kterých vzniká odchylka závislá na magnetickém poli a při překlopení úlu, kdy úlohu svislé osy po čase nahradí severojižní osa. Zřejmě si dokáže i zapamatovat orientaci plástu v mateřském úlu vůči magnetickým osám, kterou pak zachová, když staví plást v novém úle (Vácha 1995).

Vnímání magnetického pole země u bezobratlých bylo zkoumáno například u potemníka moučného (*Tenebrio molitor*), u kterých byla prokázána reakce na magnetické pole, avšak nebyl u nich zjištěn typ používaného kompasu, neboť při některých pokusech ztráceli orientaci. Tento výzkum prováděla jako svou diplomovou práci Dana Dršťková (2007).

Dále se zkoumal vliv magnetického pole na orientaci švábů (Blattodea), rusů (*Blattella*) v laboratoři a blešivců (*Gammarus sp.*) v Antarktidě. Tento výzkum provádí vědci z Ústavu experimentální biologie přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně. I když se o citlivosti mnoha živočichů na magnetické pole Země ví už dlouho, vědci stále nevědí, proč tyto schopnosti mají a k čemu jim slouží (Weisnerová 2014).

Jde o behaviorální testy, kdy se přímo sleduje, jak se daný živočich za určitých podmínek chová. Švábi mají tu výhodu, že jsou malí, mají krátký životní cyklus a na jejich výzkum není potřeba zvláštní povolení. Švábi se například otáčejí a jsou neklidní, když se manipuluje s magnetickým polem. V laboratořích v kampusu, kde jsou speciální místnosti odstiňující elektromagnetické záření, se sledují spontánní orientace švábů a rusů. Podle RNA interference se hledá, na jakém základě je magnetické pole ovlivňuje a zda je jejich reakce spojená se světlem nebo magnetickými částicemi a tím se snaží rozluštit podstatu biologického kompasu (Weisnerová 2014).

Na stanici Johanna Gregora Mendela na Antarktidě se zaměřují na výzkum blešivců, kteří se nacházejí v pobřežních vodách ostrova Jamese Rosse. Prověřují na nich hypotézu, že využívají magnetorepceci pro orientaci vůči pobřeží (Weisnerová 2014). Pro malé živočichy žijící v litorální zóně moří je životně důležité orientovat se v měnícím se prostředí břehové čáry, kde při střídání přílivu a odlivu hrozí spláchnutí do moře nebo naopak uváznutí na souši. K orientaci ve vlnách u břehu se nenabízí příliš mnoho pevných vodítek, avšak i zde je všudypřítomné a stálé magnetické pole Země (Tomanová a kol. 2013).

Data pro výzkum sbírají vědci přímo v Antarktidě (Weisnerová 2014). Vědce zajímalo, zda jsou blešivci žijící hojně ve vodách u břehů Antarktidy schopni k orientaci využívat magnetický kompasový smysl (Tomanová a kol. 2013). Oceán napodobují v misce vody, pomocí cívky stimulují magnetické pole a chování blešivců natáčí na kameru (Weisnerová 2014). Vědci chtěli ověřit hypotézu spontánní orientace v ose moře – souš, tedy kolmo na pobřežní čáru. Proto byli odchyceni jedinci jednotlivě vypouštěni ze středu homogenně osvětlené kruhové misky o průměru 24 cm naplněné mořskou vodou. Pomocí videozáznamu byl stanoven úhel mezi severem a místem

prvního dotyku s hladinou na kraji misky (Tomanová a kol. 2013). Záznamy se vyhodnocují v České republice a konzultují se s dalšími lidmi, aby se vyloučili chyby (Weisnerová 2014).

Směr pohybu byl hodnocen slepě - vyhodnocující osoba nevěděla, o jakou skupinu zvířat se jedná (Tomanová a kol. 2013). Z předběžných výsledků vyplývá, že hypotéza o využití magnetického pole pro místní orientaci vůči pobřeží platí (Weisnerová 2014). Vědci zjistili, že blešivci se v přirozeném magnetickém poli po vypuštění spontánně orientují pod úhlem 61° , což koresponduje s úhlem směru na moře ve vztahu k orientaci na domovské pláže. Magnetický základ orientace ověřovali pomocí rotace magnetického severu. Po rotaci pole o $+60^\circ$ se změnil i směr pohybu blešivců na 107 a po rotaci pole o -60° se změnil směr na 327 (Tomanová a kol. 2013). Ve výzkumu se pokračuje a bude se rozšiřovat o zkoumání vlivů radiofrekvenčních polí, hlavně pro zjišťování magnetorecepce a možných účinků elektrosmogu (Weisnerová 2014).

3.1.6. Magnetorecepce u měkkýšů

Výzkum u měkkýšů potvrdil, že se orientují podle magnetického pole. Zkoumán byl měkkýš *Tritonia diomedea*. Reakce jeho neuronů na změnu okolního magnetického pole vykazovala zvýšenou elektrickou aktivitu. Pro svůj jednoduchý nervový systém se stal tento měkkýš vhodným živočichem při výzkumu nervové podstaty smyslu pro zemský magnetismus (Vácha 1995).

3.1.7. Magnetorecepce u obojživelníků

Reakce obojživelníků na magnetické pole Země se zkoumala na několika druhích. Byli to například čolek horský (*Triturus alpestris*), čolek hranatý (*Lissotriton helveticus*), skokan volský (*Rana catesbeiana*) nebo drápatka vodní (*Xenopus laevis*).

Nejvíce se tyto výzkumy soustředily na čolka zelenavého (*Notophthalmus viridescens*), kterým se zabýval Phillips (1986) a prokázal u něho využívání magnetického kompasu. Také zjistil, že se čolek může naučit řídit se směrem magnetického pole Země. Jeho pozdější studie potvrdily, že čolek používá magnetický kompas při světle, a že ve tmě je citlivý na polaritu magnetického pole Země (Phillips a Borland 1994).

Phillips spolu s Freakem (2005) se také zabývali ropuchami (*Buffo*). Zjistili, že ropucha obecná (*Buffo buffo*), ropucha bradavčitá (*Buffo spinulosus*) a ropucha krátkonohá (*Buffo calamita*) jsou zmatené a nejsou schopny najít svou tůň, pokud mají na hlavě připevněný magnet. Také se potvrdilo, že mločik zářivý (*Eurycea lucifuga*) reaguje na magnetické pole a používá magnetický kompas (Phillips 1977; Phillips a Adler 1978).

3.1.8. Magnetorecepce u plazů

Nejzkoumanějším plazem co se magnetické orientace týče je zřejmě kareta obecná (*Caretta caretta*). Testovala se její schopnost orientace pomocí magnetického pole. Byla testována mláďata při plavání v naprosté tmě. Nejprve se testovala pod průměrným úhlem 42°, poté pod úhlem 196°. Tyto podmínky byly výrazně odlišné, což naznačuje, že mláďata karety obecné mohou detekovat magnetické pole Země a použít ho pro svou orientaci. Zkoumání mořských želv je důkazem o pozoruhodné citlivosti mořských želv na magnetické pole Země. Zkoumání naznačují, že ho používají pro určení pozice v globálním prostředí a pro navigaci (Lohman 1991).

Dalším zkoumaným plazem byl aligátor severoamerický (*Alligator mississippiensis*). U něj bylo zjištěno používání magnetického kompasu, který používal k návratu do místa, kde byl odchycen. Čím byl starší, tím byla jeho úspěšnost lepší (Rodda 1984). Dále byly studovány například kožatka velká (*Dermochelys coriacea*) nebo agama vousatá (*Pogona vitticeps*). U kožatky velké bylo objeveno, že používá magnetorepcepci závislou na světle (Lohman a Lohman 1993).

3.1.9. Magnetorecepce u ryb

Je známo, že migrující živočichové, musí používat při svých cestách nějaký kompas. Je tedy jasné, že například úhoři, lososi nebo tuňáci se potřebují podle něčeho orientovat. U nich se předpokládá, že ke své orientaci využívají magnetického pole Země pomocí magnetoreceptorů. Vědci lososům posunuli magnetické pole a ti reagovali natočením směru tahu, který byl upraven o úhel, o který byl uměle posunut magnetický sever. U úhořů se zkoumalo, jaké si vyberou úkryty. Dávali přednost trubkám nasměrovaným jihozápadně.

Proto bylo velkým očekáváním, zda magnetické pole využívá i nemigrující živočich, jako je kapr obecný (*Cyprinus carpio*). K tomuto pokusu se odhodlal tým vědců z České zemědělské univerzity. Na vánoce 2011 se stali kapři v kádích pokusnými zvířaty. Po sedm dní na 25 lokalitách se fotily kádě s kapry a tyčí byl u nich vyznačen sever. Nejprve byli kapři foceni tak, jak plavali v kádích a potom když se po vyndání provzdušňování zklidnily. Tak se zdokumentovalo 17 992 ryb. Fotografie se upravily tak, aby na nich nebyl vidět vyznačený sever, vyřadily se snímky ovlivněné provzdušňováním a osvětlením pouličních lamp. Nakonec se fotografie vyseletovaly na 14 537 ryb. Prokázalo se, že se většina kaprů orientovala severojižně (Hart a kol. 2012).

3.1.10. Magnetorecepce u ptáků

Tažní ptáci se na svých dlouhých cestách orientují mimo jiné i podle magnetického pole Země, to je známo už dlouho. Ovšem mechanismus, pomocí něhož detekují orientaci magnetického pole, není přesně znám. Předpokládá se, že místem detekce je sítnice oka, kde se po dopadu fotonů tvoří nabitě částice. Jejich prostorová orientace ovlivněná magnetickým polem je detekována neznámým receptorovým

systemem. K detekci orientace magnetického pole však ptáci potřebují „vidět“ zelenomodrou část spektra. Nejcitlivěji se orientují v monochromatickém „zeleném“ světle (560 metrů nad mořem), (Paš'alková 2002).

Autoři z Univerzity ve Frankfurtu nad Mohanem publikovali své další výsledky, které ukazují, že tažný pták červenka obecná (*Erithacus rubecula*) se v době začátku své migrace vydá ve směru svého přirozeného tahu pouze tehdy, pokud vidí na obě oči, nebo když má zakryté pouze levé oko (Witschko a Witschko 2011). Se zakrytým pravým okem se vydává nesystematicky do různých směrů. Ptákům tedy stačí k rozlišení orientace magnetického pole vidět pouze na pravé oko (Paš'alková 2002).

Výzkum u holubů se snažil zjistit, jak vnímají magnetické pole. Je známo, že se vždy přesně vrátí na místo, odkud byli vypuštěni. Pokusy s poštovními holuby ukázaly, že ptáci určí svou polohu podle magnetického pole. Potom ji porovnají s polohou svého domova a vrátí se zpět (Able 1994). Jak ale svou polohu zjišťují? Některé hypotézy jsou založeny na tom, že zobák holubů obsahuje železo, takže zobák by mohl sloužit jako jejich kompas. Tato hypotéza ovšem byla zpochybněna zjištěním, že tyto krystalky se vyskytují i u jiných ptáků. U tažných i nemigrujících, například u kura domácího (*Gallus gallus domestica*). U červenky obecné se předpokládá, že má kompas v oku (kraptochorm), kterým měří sklon a směr magnetického pole. Dalším zkoumáním holubů se vyvinula hypotéza, že vnímají magnetické pole uchem. To se ovšem také neprokázalo, neboť i hluchší ptáci spolehlivě trefili zpět domů.

Přistávání ptáků na vodní hladině je náročný na vizuální kontrolu rychlosti, vzdálenosti k cíli a sklonu klesání. Ptáci, kteří létají v hejnech, musí mít také společný průběh přistání, aby se zabránilo kolizím. Tým vědců zaznamenal a analyzoval přistání 3338 hejn 14 druhů vodních ptáků v osmi zemích světa. Výsledkem bylo, že přednostním směrem přistání byla osa sever – jih. Na ni neměl vliv směr, ze kterého ptáci přiletěli, denní doba (a tím i pozice slunce), počasí (slunečno oproti zataženu), lehký vánek ani lokalita. Z tohoto zkoumání vyplynulo, že nejpravděpodobnějším vysvětlením preference směru přistání kachen je magnetické pole, které funguje jako ukazatel směru (Hart a kol. 2013).

3.1.11. Magnetorecepce u savců

Přítomnost magnetorecepce u savců, zvláště u velryb, je známa již dlouho. Díky výzkumům se podařilo ji prokázat u několika dalších druhů, například u potkanů a netopýrů (Holland a kol. 2006, Ježková 2014).

Dále byla prokázána magnetorecepce u lišek (*Vulpes vulpes*). Liška skáče vysoko, takže překvapí svou kořist shora. Primárním smyslem pro přesné zaměření kořisti umístěné v prudkém stoupání nebo pod sněhem se zdá být sluch. Liška vykazuje vysoký stupeň sluchové pozornosti. Lišky na lovu mají tendenci řídit své skoky severovýchodně. Pokud lišky loví v prudkém stoupání a pod sněhovou pokrývkou, úspěšné útoky jsou směrem na sever, zatímco útoky vedené do jiných směrů vykazují spíše neúspěch. Směr útoků je nezávislý na denní době, ročním období, oblačnosti a

směru větru. Předpokládá se, že tento způsob lovu ukazuje na vnímání magnetického pole u lišek (Červený a kol. 2011)

Prokázáním schopnosti geomagnetické kompasové orientace u rypošů se zabývala ve své diplomové práci Ludmila Oliveriusová. Zkoumala reakci rypoše obřího (*Fukomys mechowii*) a rypoše stříbřitého (*Heiophobius argenteocinereus*) na změnu magnetického pole. Experimentální zvířata byla testována celkem ve čtyřech experimentech – přirozené pole, pole otočené o 90°, pole otočené o 180° a pole otočené o 270°. Intenzita a inklinace magnetického pole byla konstantní (Oliveriusová 2008). Poté se manipulovalo s horizontálním vektorem magnetického pole a v prostoru mezi cívkami v homogenním magnetickém poli byla z nemagnetického materiálu umístěna kruhová aréna. Pozice hnízd se měřila buzolou a vše snímala digitální kamera s nočním viděním umístěná nad kruhovou arénou. V aréně byla podestýlka a krmivo a ráno byla zaznamenána pozice hnízda nebo místa spánku pomocí buzoly vzhledem k severu. Oba druhy testovaných rypošů preferovali západní směr umístění hnízda nebo místa spánku a prokázaly schopnost magnetické orientace u obou druhů hlodavců (Oliveriusová 2008).

Dalšími savci, u kterých byla prokázána magnetorecepce je skot a jelenovití. Vědci sledovali stáda dobytka ze snímků pořízených satelitem na Google Earth. Na nich bylo téměř 9 000 krav na více než 300 pastvinách po celé zeměkouli. Dále zkoumali chování 3 000 kusů srncí zvěře a jelenů. Ti byli sledováni na pastvě přímým pozorováním. Při zjišťování směru zálehů ve sněhu, byly sledovány stopy ležících zvířat (Begall a kol.).

Vědci zjistili, že se většina krav, srnců a jelenů staví podle siločar magnetického pole Země. Znamená to, že svá těla většinou situovali severojižně. Zvěř se staví při špatném počasí často jedním směrem, aby byla dobře chráněna. Ze snímků a pozorování ovšem vyplynulo, že se zvířata staví jedním směrem i za pěkného počasí. Vědci zjistili, že zvířata zřejmě využívají ke své orientaci magnetického pole Země, neboť i v oblastech, ve kterých siločáry nemají přesný severní směr, se zvířata otáčejí k magnetickému pólu a ne ke geografickému severu (Begall a kol. 2008).

Dále tým vědců zkoumal vnímání magnetického pole Země na 70 psech 37 různých plemen při defekaci (1893 pozorování) a močení (5582 pozorování) po dobu dvou let. Po dokončení odběru vzorků seřadili data podle geomagnetických podmínek panujících v jednotlivých obdobích odběru vzorků. Pak byly vypočteny relativní deklinace a intenzity změny magnetického pole v průběhu dané procházky psů. Byly analyzovány a testovány pomocí kruhových statistik směrové preference psů za různých podmínek magnetického pole (Hart a kol.).

Výsledek je ten, že psi raději vylučují podél severojižní osy při klidném magnetickém poli. Je to poprvé, že byla u psů prokázána magnetická citlivost, vysoká citlivost na malé změny polarity a měřitelná, předvídatelná behaviorální reakce na kolísání magnetického pole. Tento objev otevřel dveře novým výzkumům (Hart a kol. 2013).

3.2. Srnčí zvěř

3.2.1. Historie chovu u nás

Srnec obecný na našem území nebyl dříve tak hojný. Jeho stavy začaly narůstat až v 19. a 20. století. Dříve bylo v lesích hojně jelení a černé zvěře, která srnčí zvěř vytlačovala z lesů na jejich okraje a do polních remízů. Srnčí zvěř tak měla méně území k životu a její potomstvo bylo ohrožováno černou zvěří na životě. Kdysi měla srnčí zvěř také více nepřátel v podobě rysů a vlků, kteří ji pravidelně lovili. Protože srnčí zvěře díky těmto faktům nebyvalo dříve ve volné přírodě mnoho, lidé se jí snažili chránit (Andreska, Andresková 1993).

Poměrně záhy se srnčí zvěř stala předmětem chovu v oborách. Roku 1376 se činí zmínka o chovu srnčí zvěře v oboře Ledenické u Českých Budějovic. Na Hluboké byla v roce 1535 za Ondřeje Ungnada založena obora pro chov zvěře srnčí, aby byla chráněna proti tehdy velice rozmnožené zvěři jelení a černé. Tato zpráva je velice výmluvná. Srnčí zvěř byla žádoucí, jistě pro svoji jemnou zvěřinu, ale chov ve volnosti se asi příliš nedařil pro samé jeleny a černou. Podle instrukce císaře Maxmiliána z roku 1568 se pastvou dobytka nesměla rušit zvěř srnčí a hlavně bažanti. Jak zaznamenal rožmberský kronikář Václav Březan, byla roku 1579 při městě Třeboni zřízena rozsáhlá obora pro zvěř jelení a srnčí (Andreska, Andresková 1993).

Stavy srnčí zvěře začaly narůstat až v druhé polovině 19. století, kdy byl omezen chov jelení zvěře ve prospěch zvěře drobné, ke kterým dříve srnčí zvěř patřila. Jejím rozšíření jistě přispěly i změny v zemědělství, když se začalo pěstovat více píce, zvláště jetele, kterými se zlepšila úživnost honiteb.

3.2.2. Základní údaje

Srnec obecný (*Capreolus capreolus L.*) je u nás zastoupen poddruhem srnec obecný západoevropský (*Capreolus capreolus capreolus L.*). Srnčí zvěř tvoří na různých místech výrazné formy, rozdílné zvláště tvarem a objemem hmoty parůžků a tělesnou hmotností. Žije v chlumech, v lužních i horských lesích, i ve smíšených honitbách. V poslední době osidluje celoročně i pole v krajině převážně bezlesé (tzv. polní srnčí zvěř). Nejlépe se jí daří v pestrých a různorodých porostních poměrech na okrajích lesů a polí (Bergl a kol. 1984).

Srnčí zvěř vystřídá během roku dvojí srst. V létě má srst krátkou, rezavě červenou a v zimě dlouhou, hustou, šedou, která ji chrání proti studenému počasí, a na zadní části těla má velké bílé zrcátko, které slouží jako signalizace pro ostatní členy tlupy. Oba typy srsti jsou přizpůsobeny nejen okolním teplotám, ale také barvě krajiny, aby byly v přírodě co nejméně nápadné. Je to zvláště důležité u malých kolouchů, kteří se svým tečkovaným zbarvením zapadnou do krajiny třepotavých trav a květů, a tak jsou pro predátory téměř neviditelní.

V zimě se srnčí zvěř zdržuje hlavně na polích v tlupách sdružujících pohromadě samce i samice. Tlupa následuje zkušenou vodící samici. Na poli má srnčí zvěř dobrý rozhled, pase se nebo odpočívá. V listopadu až prosinci mají srnci shozeno paroží a není snadné poznat samce od samice. Nejlépe nám pomůže při identifikaci pohlaví světlý chomáč srsti u řitního otvoru. U srnců je to střepec a u srn zástěrka. U samců má ledvinovitý tvar a u samic tvar srdčitý. Srnčí zvěř tuto srst používá při rozevření jako výstrahu před nebezpečím. Samci se také ozývají bekavým zvukem a jsou větší a těžší než srny. Mívají výšku kolem 60 až 70 cm a váží kolem 25 kg. Někteří srnci však mohou dosahovat váhy až 35 kg. V půlce března se začnou srnčí tlupy rozpadat a srnci si obsazují svá teritoria (viz kapitola 3.2.3. Teritorialita).

V květnu se plně srny, často ještě než zapadne slunce, začnou pást, aby nasatily sebe a vyvíjející se zárodek. V tu dobu mají již krátkou zrzavou letní srst. Koncem května a začátkem června kladou srny svá mláďata. Často porodí dvojčata, občas i jedináčka nebo trojčata. Srnčata se rodí zrzavá, bíle tečkovaná, a mají se čile k světu. Už po hodině sají mateřské mléko a po dvou hodinách začínají chodit s matkou. Ta každé srnče odloží zvlášť do úkrytu. Bývá to vysoká tráva, maliní či jiný podobný úkryt, ve kterém jsou srnčata schovaná. Tam čekají na příchod matky, která se zdržuje opodál a chodí pravidelně mláďata krmit. Kromě krmení se matka u srnčat nezdržuje, aby je neprozradila svým pachem. Proto se malá srnčata zdají být v přírodě zdánlivě opuštěná. Za dva týdny po porodu začínají srnčata chodit s matkou a dva měsíce stará srnčata se už i sama pasou. U matky se však zdržují po celou dobu kojení, tedy většinou až do listopadu.

V prosinci je srnčí zvěř již v zimním šatě a mladým srnečkům začnou z pučnic narůstat první parůžky, které v únoru shodí. Poté jim ihned rostou parůžky nové, ze srnečků se stávají špičáci nebo vidláci. Toto paroží vytlučou později (většinou v červnu) a také je později shodí. Další rok už se cyklus parožení ustálí na obvyklou dobu, jaká je u starších srnců. Růst parůžků řízen hormony, které způsobí, že při shazování se parůžek nejprve u pučnice zaškrtní a pak odpadne. Místo se ihned zalije barvou a tak je ochráněno před infekcí. Pokud je srnec poraněn v oblasti ráže, je tento hormonální proces narušen a odráží se to i na růstu parůžků. Srnec přestane parůžky shazovat, ale paroží hmotu mu roste stále a tak se ze srnce stává parukář (Andreska, Andresková 1993).

Začátek srnčí říje se liší podle nadmořské výšky a podle počasí, ale většinou připadá na 26. července, tedy na Svatou Annu (Andreska, Andresková 1993). Srnci v době říje sledují s nosem u země různé stopy, hlavně stopy říjných srn. Většinou si vyhledávají k pokládání tu srnu, která s ním v teritoriu společně žila už od jara. Srna vábí srnce jemným pískáním. Za pěkného počasí můžeme vidět srnce, jak prohánějí srny, které před nimi utíkají ve velkých kruzích a kličkách. Po dlouhém kličkování se zastaví a nechá se položit vybraným srncem přesně v tu dobu, kdy je připravena na oplodnění.

Po oplodnění zůstávají v srně oplodněná vajíčka beztoho, aniž by se zárodek vyvíjel. Mluvíme o takzvané utajené březosti, protože vajíčka prodělají jenom

jednoduché dělení a zůstávají volně plavat v dělohách (Drmotá 2014). Je zajímavé, jak si příroda dokáže poradit. Některým srnám se totiž nepodaří zabřeznout koncem léta. Vyhledávají tedy srnce na podzim, když jim uzrají nová vajíčka. Mohou být tím pádem oplodněny i v říjnu či v listopadu, čemuž se říká druhá říje. Tyto srny pak mají kratší utajenou březost nebo ji nemají vůbec. U všech srn se totiž začnou zárodky v prosinci rychle vyvíjet, aby za 40 týdnů mohly klást svá srnčata.

Predátorů, kteří by srnčí zvěř lovili, u nás moc není. Napadnout ji mohou toulaví psi, proto je od 200 metrů od okraje obce (stavení, plotu) povolen odstřel toulavých psů nebo psů mimo vliv svého vedoucího, kteří honí zvěř. Pro srnčata, hlavně ta čerstvě narozená, je nebezpečná černá zvěř (*Sus srofa*), která je všežravá, liška obecná (*Vulpes vulpes*) a někdy i výr velký (*Bubo bubo*). Dále srnčí zvěř může, zvláště na Šumavě, lovit rys ostrovid (*Lynx lynx*), který tam byl uměle vysazen.

Největším nepřítelem pro malá srnčata je ovšem nepoučený člověk. Jsou to jednak takzvaní záchranáři „opuštěných“ srnčat, kterým je líto toho opuštěného krásného bezbranného tvorečka v trávě nebo to jsou zemědělci na polích nebo traktoristé na lukách, kteří díky své neznalosti nebo laxnosti mnoho schovaných srnčat zabijí nebo zmrzačí svými rychlými širokozáběrovými stroji.

3.2.3. Teritoriální chování

V lednu a v únoru už samcům rostou parůžky v lýči, které rostoucí paroh vyživuje a v březnu bývá jejich vývoj ukončen. Po půli března se zimní tlupy rozpadají, srnci se oddělují od srn, začínají být bojovní a obsazují si svá teritoria. Obě pohlaví se vrací do míst, odkud na podzim přišly. Koncem března a začátkem dubna začnou srnci vytloukat. Otírají se parůžky o stromy a tím se zbavují lýčí, které je již odumřelé. Podle Jiřího Andresky a Eriky Andreskové (1993) si k vytloukání srnci volí nejčastěji smrk, borovici, krušinu, dub a olši, po které parůžky pěkně ztmavnou. Také jsou citliví na čerstvé sazenice, které s oblibou ničí. Zároveň na kmenech zanechávají pachové stopy z čelních žláz, tedy žláz mezi pučnicemi, dále podočních pachových žláz a žláz na krku.

Dále si teritorium označí opticky otloukáním stromků a hrabánkováním. Hrabánkování (nebo také hraby) je vyhrabávání lesního humusu a země předním během nebo zadními běhy (Andreska, Andresková 1993). Tím srnec roztírá výměšky pachových žláz umístěných mezi spárky. Hrabánky si srnci často označují rzí. Pachové značky zanechávají na vegetaci tak zvané kartáčky, umístěné na zadních bězích pod patním kloubem (Andreska, Andresková 1993). Tím ostatní srnci poznají, že označený revír patří již jinému srnci.

Hrabánky dělá srnčí zvěř v zimě i u krmelců. Tyto hrabánky pozůstatkem po zvyku získávat potravu hrabáním (Drmotá 2014). Srnčí hrabe předním spárkem po zemi během příjmu potravy z vyvýšeného korýtka. Jedná se o přirozený reflex, který slouží k dobývání paše zpod sněhu a zvěř si ho neodpustí ani v případě bezproblémově dostupné potravy vyložené v krmelci.



Obr. 2 - srnčí hrabánek

zdroj: autor

Co se týče teritoriality, je nutné poznamenat, že ne všichni srnci jsou také teritoriálními srnci. Mladí jednoletí a dvouletí srnci jsou z teritorií vyháněni staršími srnci a hledají si území jinde. Než si najdou a obhájí své teritorium, obývají spolu se srnami takzvané domovské okrsky. Na rozdíl od domovských okrsků, které se navzájem překrývají a někdy i zasahují do teritorií, teritoria se v podstatě navzájem nepřekrývají. (Anonymus 2002) Je dobré v honitbách udržovat stálý poměr pohlaví 1:1.

V polních honitbách může být, podle některých pozorování, chování srnců odlišné. Tato odlišnost spočívá v tom, že se u nich nemusí projevovat teritoriální chování v takové míře jako u srnců žijících v lese. Někdy se u nich teritoriální chování neprojevuje vůbec. Protože se ovšem srny páří i s těmito srnci, jedná se zřejmě o velkou přizpůsobivost této zvěře stávajícímu prostředí.

Srny si vybírají své partnery, se kterými jsou ochotny se pářit, právě z teritoriálních srnců, kdežto srnci jsou ochotni položit jakoukoli srnu. Srnec musí splňovat dvě základní podmínky, aby s ním srna byla ochotna mít srnčata. Nesmí mít parazity a musí mít kvalitní teritorium. Srny totiž chodí za srnci, ze kterých si vybírají toho nejlepšího partnera a srnci musí být silní a vitální, aby zajistili kvalitní potomstvo.

Ve výběru partnera sehrávají podstatnou roli i optické indicie, jako je celková tělesná vyspělost budoucího otce, tvar a velikost jeho trofeje, a podobně (Drmota 2014).

Existuje zřejmě ještě více hledisek, podle kterých srna vybírá budoucího otce pro svá budoucí mláďata, ale zdraví partnera a kvalita jeho teritoria jsou základem pro její rozhodnutí. Proto je pro srnce důležité si teritorium každý rok označit a uhájit před ostatními srnci. Ten, kdo jeho pracně označené teritorium naruší, je vyhnán. Srnec pak znovu své území označí výtlučky a hrabánky. Pokud teritoriální srnec uhynie, je nahrazen jiným, původně neteritoriálním, většinou slabším kusem. Proto není rozumné střílet teritoriální srnce plodící silné potomstvo, ale je třeba se soustředit na odstřel slabších, neteritoriálních srnců.

4. Metodika

Měření probíhala v lesích v rovinném terénu, na šesti lokalitách od jihozápadu na sever od města Slaný, které leží ve středních Čechách. Dvě z lokalit spadají místopisně do severních Čech. Jak již jsem zmínila, měření probíhala na rovině v lese, aby zkrácení dat bylo co nejmenší. Měřila jsem směr hrabání v závislosti na postavení těla při hrabání. Měření tedy ukazují, kam směřovala hlava srnce, když si značkoval své území.

U některých dat je uvedeno i poškození kmene parůžky. Hrabý jsem hledala hlavně v lese, takže hrabání bylo v jehličí, ve spadných listech nebo v trávě. Vliv lesních komunikací L4, L3 a L2 jsem nebrala v potaz. V blízkosti lesních komunikací L1 a silničních komunikací jsem většinou neměřila. Měření u objektů a u drátů vysokého napětí, pod kterými zvěř ztrácí orientaci, jsem se vyhnula.

Pokud nebyl rovinný terén v lokalitě nalezen, měřila jsem v terénu s velmi mírným sklonem, aby svah nezkresloval měření, neboť ve svažitém terénu většinou srnci hrabou proti svahu. Lokality leží maximálně do 20 km od města Slaný. Poloha hrabánek byla měřena vždy proti směru hrabání srnce, tedy tím směrem, kterým v době jeho činnosti směřovala jeho hlava. Směr byl měřen kompasem, jehož stříška byla natočena vždy k severu. Poté se zapsala cifra z kompasu, která ukazovala směr natočení těla srnce za jeho hlavou, do tabulky, která je přiložena v příloze. Kompas byl při měření ve vodorovné poloze, aby se zamezilo zkreslení dat.

Hrabání, která byla použita k měření, byla čerstvá tak, aby jednoznačně ukazovala jejich směr. Staré hrabánky většinou již spolehlivě směr hrabání nenaznačovaly, proto byly z měření vyloučeny. V tabulce, ve které jsou zapsána jednotlivá měření, je kromě data také zaznamenáno otloukání kmenů parůžky (pokud byl nalezen otloučený kmen) a místo, kde bylo hrabání nalezeno (les, křoví atd.).

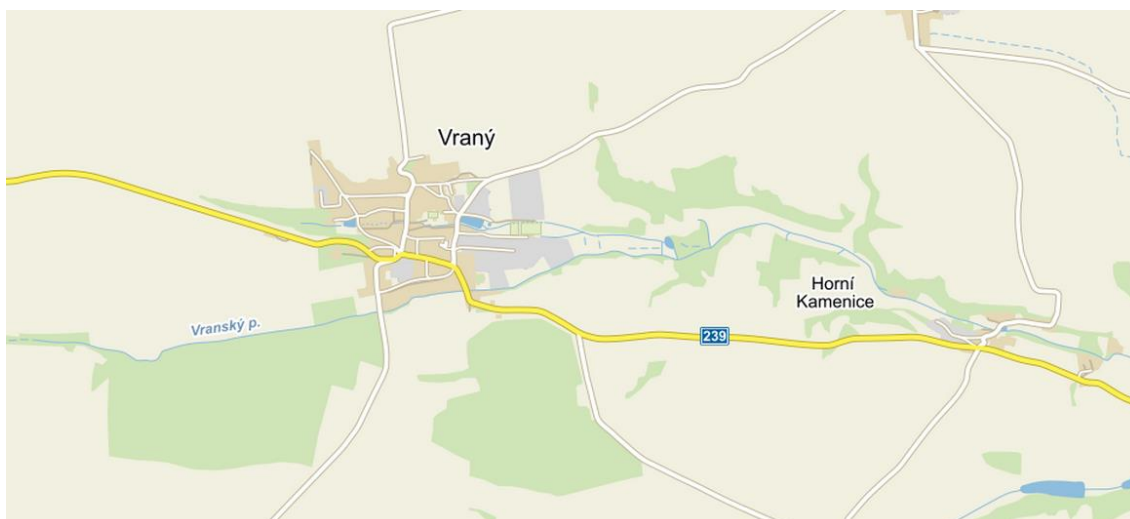
Data se poté zpracovala v počítačovém programu a vytvořila se statistická analýza dat. Axiálním vyhodnocením všech dat z jednotlivých lokalit byl zjištěn průměrný vektor vyjádřený ve stupních, který je znázorněn šipkou. Vyhodnocují se data nejprve z jednotlivých lokalit a pak data ze všech lokalit dohromady. Délka šipky v grafu znázorňuje nejen délku průměrného vektoru, ale ukazuje také statistickou signifikanci vyznačenou vnitřním kruhem, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu. Na základě tohoto vektoru je vypočítána odchylka od severojižního směru magnetické osy.



Obr. 3 - lokalita Mšené-lázně (obr. mapy.cz)

V lokalitě Mšené-lázně jsem sesbírala poměrně málo dat, neboť jsem při jejich sběru zjistila, že tato lokalita není pro výzkum moc vhodná. Jde o les směrem k obci Martiněves, je většinou ve svahu, není moc rozsáhlý a rekreačně ho využívají lázeňští hosté, kteří tu mají i vyznačené trasy zdravotních procházek. Oblast je situována od 220 do 260 metrů nad mořem.

Porost tvoří hlavně borovice vejmutovka (*Pinus strobus*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*), k nim je přimísen dub zimní (*Quercus petraea*), ojediněle bříza bělokorá (*Betula pendula*) a buk lesní (*Fagus sylvatica*). Pokud se tu vyskytuje nějaký podrost, jde o výmladky, sem tam nalezneme jahodu lesní (*Fragaria vesca*) a maliník ostužiník (*Rubus fruticosus*), jinak je les bez podrostu.



Obr. 4 - lokalita Vraný (obr. mapy.cz)

V lokalitě Vraný byl opět problém najít části lesa, které by nebyly ve svahu. Nakonec jsem vhodný terén k měření orientace našla ve střední části lesa mezi obcemi Vraný a Horní Kamenice. Ani tento les není plošně moc velký, protéká jím Vranský potok, ale vzhledem k obtížnému přístupu z okolních komunikací, není v této části lesa zvěř rušena. Oblast leží do 290 do 330 metrů nad mořem.

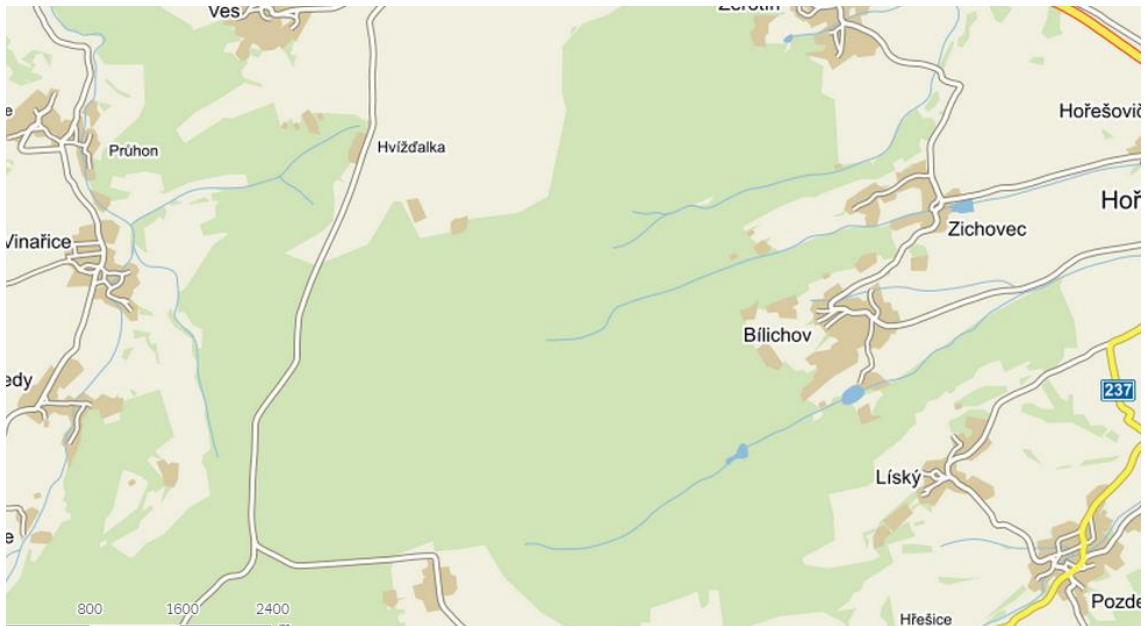
Les navazuje na pole keřovým patrem složeným z bezu černého (*Sambucus nigra*), trnky obecné (*Prunus spinosa*), ostružiníku, maliníku (*Rubus idaeus*). Samotný les tvoří směs dřevin, jako je borovice lesní, modřín opadavý (*Larix decidua*), bříza bělokorá a buk lesní. V podrostu jsou různé druhy trav.



Obr. 5 - lokalita Peruc (obr. mapy.cz)

V lokalitě Peruc je více rovinatého terénu než v obou předchozích lokalitách, je to les hojně houbařsky vyhledávaný. Sklon terénu se z roviny mění opět na svah, neboť i tímto lesem protéká potok. Měření probíhala v části lesa směrem k obci Chrástín. Oblast leží 250 až 335 metrů nad mořem.

Les je smíšený, tvoří ho borovice lesní, buk lesní, místy roste bříza bělokorá, modřín opadavý, dub zimní, v podrostu je místy ostružiník a maliník, jinak je les bez podrostu.



Obr. 6 - lokalita Bilichov (obr. mapy.cz)

Lokalita Bilichov poskytuje poměrně rozsáhlou část lesa na rovině a našla jsem v ní dostatek studijního materiálu. Srnčí hrabánky jsem našla v části lesa ležícím západním směrem od obce Bilichov. Oblast se nachází od 365 do 420 metrů nad mořem.

V tomto smíšeném lese převažuje borovice lesní, je v něm zastoupen smrk ztepilý (*Picea abies*), buk lesní, bříza bělokorá, dub zimní. V podrostu je přítomen ostružiník, jahoda lesní a místy některé druhy trav.



Obr. 7 - lokalita Jedomělice (obr. mapy.cz)

V lokalitě Jedomělice je les mírně zvlněný, klasická rovina v něm není, přesto je to celkem dobrá lokalita s množstvím hrabánků, které jsem našla v části lesa ležící severozápadně od obce Jedomělice. Lokalita Jedomělice leží 335 až 400 metrů nad mořem.

Les je smíšený, roste v něm borovice lesní, smrk ztepilý, buk lesní, dub zimní, v keřovém patru bez černý, v podrostu maliník, ostružiník, jahoda lesní, brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), různé kaprad'orostry, trávy a vlhkomilné lesní rostliny.



Obr. 8 - lokalita Nová Studnice (obr. mapy.cz)

V lokalitě Nová Studnice je také dostatek rovinatého terénu, který přechází místy do svahů. Srnčí zvěř tu zanechala také celkem pěkné množství hrabánek. Oblast Nová Studnice se nachází 350 až 400 metrů nad mořem.

Je zde opět les smíšený, roste tu převážně borovice lesní, buk lesní a dub zimní, je tu velké množství výmladků listnatých dřevin, v podrostu najdeme ostružiník, brusnici borůvku, některé trávy a kaprad'orostry.

5. Výsledky a diskuze

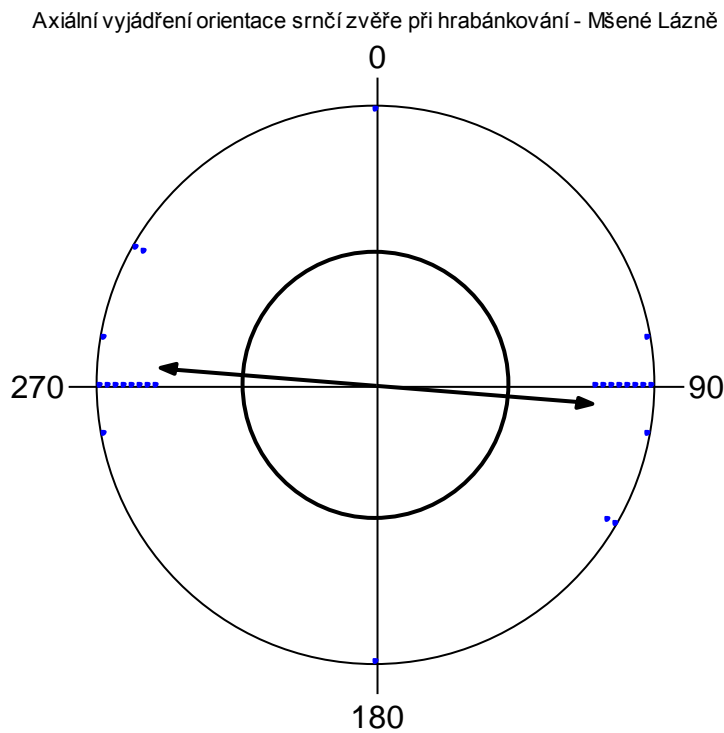
V každé měřené lokalitě byl na základě zpracovaného grafu naměřen výsledný průměrný vektor, který ukazuje směr hrabání srnců. Délka šipky v grafu znázorňuje nejen délku průměrného vektoru, ale ukazuje také statistickou signifikanci vyznačenou vnitřním kruhem, které bylo dosaženo při 5% hladině významnosti Rayleighova testu. Na základě tohoto vektoru byla vypočítána odchylka od severojižního směru magnetické osy.

Výsledky těchto měření byly porovnány s výsledky naměřenými týmem vědců pod vedením doktorky Begall (2008) u odpočívajícího skotu, pasoucích se a ležících srnců a jelenů v Evropě, neboť měření probíhala i na ostatních kontinentech, vyjma Antarktidy a Arktidy. U pasoucího se skotu byl naměřen výsledný vektor $1,2^\circ/181,2^\circ$ preferované osy těla, což znamená odchylku od severojižního směru magnetické osy jen $1,2^\circ$. U pasoucích se srnců byl výsledný vektor $9^\circ/189^\circ$, u pasoucích se jelenů $9,7^\circ/189,7^\circ$, u srnců v zálehu $7,6^\circ/187,6^\circ$ a u jelenů v zálehu $10,5^\circ/190,5^\circ$.

Měření orientace srnčího hrabání v okolí Slaného je v této fázi zkoumání v podstatě neporovnatelné s měřeními Begall a kol. Nasbíráno bylo 317 vzorků na 6 lokalitách, kdežto u odpočívajícího skotu to bylo 8 510 vzorků na 308 pastvinách a u jelenovitých 2 974 vzorků na 241 lokalitách, tudíž počet nasbíraných dat je několikanásobně nižší. Dále je rozdíl v tom, že skot i jelenovití se měřili při klidových činnostech – při pastvení a při odpočinku, kdežto hrabánky jsou činností stresovou. Zvěř je při jejich tvorbě neklidná, neustále hlídá svoje teritorium a soky, kteří by jí mohli její teritorium narušit. V říji pak hledají ještě srny ochotné k poklazení, takže při označování teritoria nejsou nikdy v klidu. Neméně důležitý je i fakt, že nalezené hraby nešlo časově zařadit, neboť se jednalo o nepřímé pozorování. To je možné srovnat možná jen se stopami po zálehu. U krav šlo v podstatě o pozorování přímé, i když pomocí satelitu. Srnčí zvěř při pastvě byla pozorována přímo.

Rozdílný výsledek oproti Begall a kol. je jistě ovlivněn malým počtem měření v jednotlivých lokalitách. V případě většího množství měření by se výsledek pravděpodobně přiblížil výsledkům výzkumu Begall a kol. Je to ovšem pouze hypotéza, neboť je také možné, že by se výsledky obou měření při více měřeních mohly ve svých výsledcích ještě více rozcházet. Nicméně čím více vzorků by bylo k dispozici, tím více vypovídající by byly výsledky.

Graf 1



Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	13
Data Grouped?	Yes
Group Width (& Number of Groups)	10° (18)
Mean Vector (μ)	94,972°
Length of Mean Vector (r)	0,772
Concentration	1,997
Circular Variance	0,114
Circular Standard Deviation	20,633°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	7,739
Rayleigh Test (p)	1,06E-4
Rao's Spacing Test (U)	-----

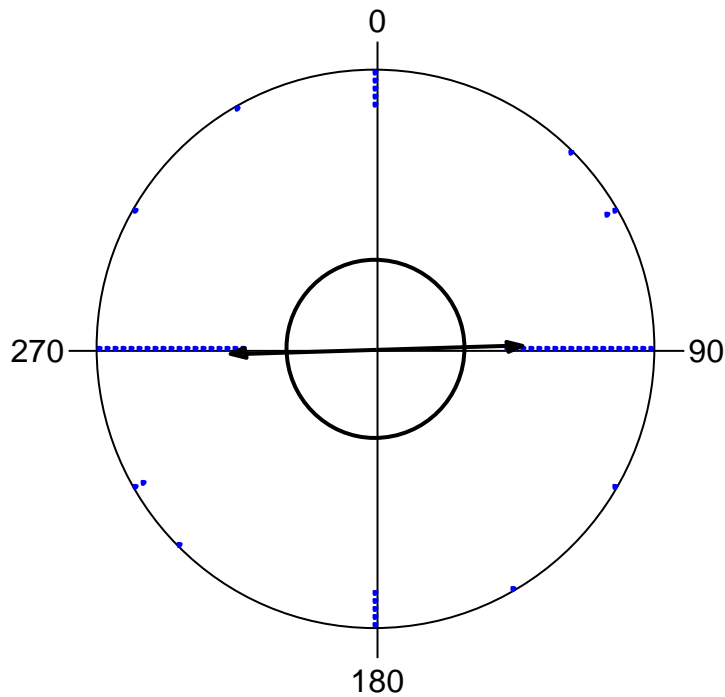
Rao's Spacing Test (ρ) -----

Axiálním vyhodnocením 13 dat z lokality Mšené-lázně byl zjištěn průměrný vektor $94,972^\circ$, který je znázorněn šipkou. To značí odchylku od severojižní magnetické osy o $85,028^\circ$. Tato odchylka je významná, od výzkumů Begall a kol. se liší o $83,828^\circ$ a tudíž těmto výzkumům neodpovídá.

Rozdílný výsledek je nejspíš ovlivněn malým počtem měření, neboť v lokalitě Mšené-lázně nebyl nalezen větší počet hrabánek a není zde díky převaze svažitého terénu pro tato měření vhodná lokalita.

Graf 2

Axiální vyjádření orientace srnčí zvěře při hrabákování - Vraný



Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	29
Data Grouped?	Yes
Group Width (& Number of Groups)	15° (12)
Mean Vector (μ)	88,093°
Length of Mean Vector (r)	0,518
Concentration	1,207
Circular Variance	0,241
Circular Standard Deviation	32,84°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	7,793
Rayleigh Test (p)	2,61E-4
Rao's Spacing Test (U)	-----

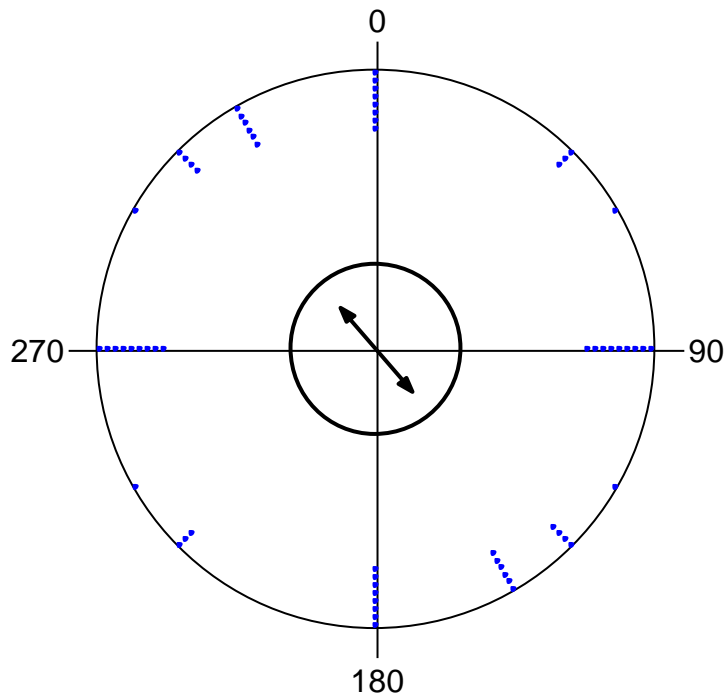
Rao's Spacing Test (ρ) -----

Axiálním vyhodnocením 29 dat z lokality Vraný byl zjištěn průměrný vektor $88,093^\circ$, který je znázorněn šipkou. To značí odchylku od severojižní magnetické osy o $91,907^\circ$. Tato odchylka je opět významná, od výzkumů Begall a kol. se liší o $90,707^\circ$ a tudíž těmto výzkumům neodpovídá.

Tak rozdílný výsledek je nejspíš opět ovlivněn malým počtem měření, neboť lokalita Peruc je hůře přístupná, neměřila jsem v ní tedy opakovaně.

Graf 3

Axiální vyjádření orientace srnčí zvěře při hrabákování - Peruc



Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	32
Data Grouped?	Yes
Group Width (& Number of Groups)	15° (12)
Mean Vector (μ)	139,584°
Length of Mean Vector (r)	0,196
Concentration	0,4
Circular Variance	0,402
Circular Standard Deviation	51,708°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	1,231
Rayleigh Test (p)	0,294
Rao's Spacing Test (U)	-----

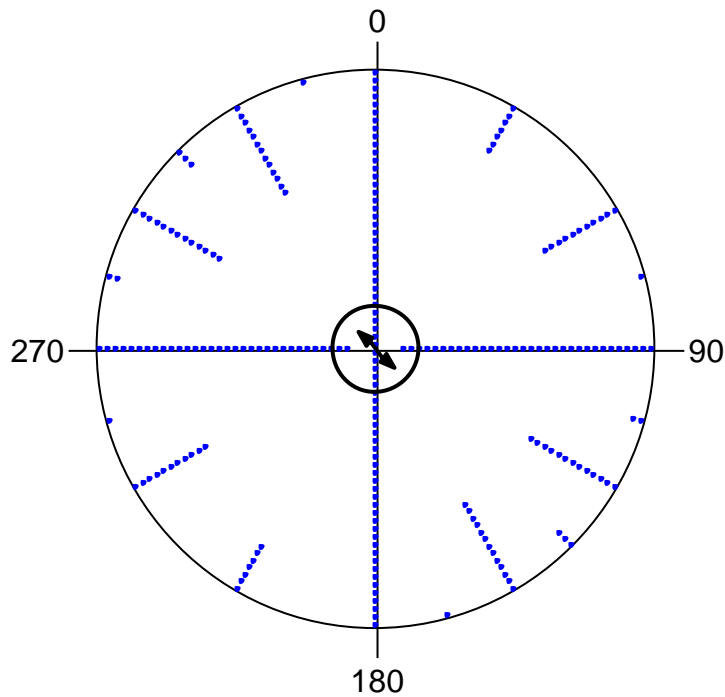
Rao's Spacing Test (ρ) -----

Axiálním vyhodnocením 32 dat z lokality Peruc byl zjištěn průměrný vektor $139,584^\circ$, který je znázorněn šipkou. To značí odchylku od severojižní magnetické osy o $40,416^\circ$. Tato odchylka je menší, než u obou předcházejících lokalit. Od výzkumů Begall a kol. se liší o $39,216^\circ$ a tudíž těmto výzkumům sice neodpovídá, ale výsledný směr severozápad-jihovýchod se těmto výzkumům blíží.

Rozdílný výsledek je zřejmě ovlivněn malým počtem měření, nicméně naznačuje severojižní směr.

Graf 4

Axiální vyjádření orientace srnčí zvěře při hrabákování - Bilichov



Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	118
Data Grouped?	Yes
Group Width (& Number of Groups)	15° (12)
Mean Vector (μ)	133,084°
Length of Mean Vector (r)	0,093
Concentration	0,186
Circular Variance	0,454
Circular Standard Deviation	62,464°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	1,017
Rayleigh Test (p)	0,362
Rao's Spacing Test (U)	-----

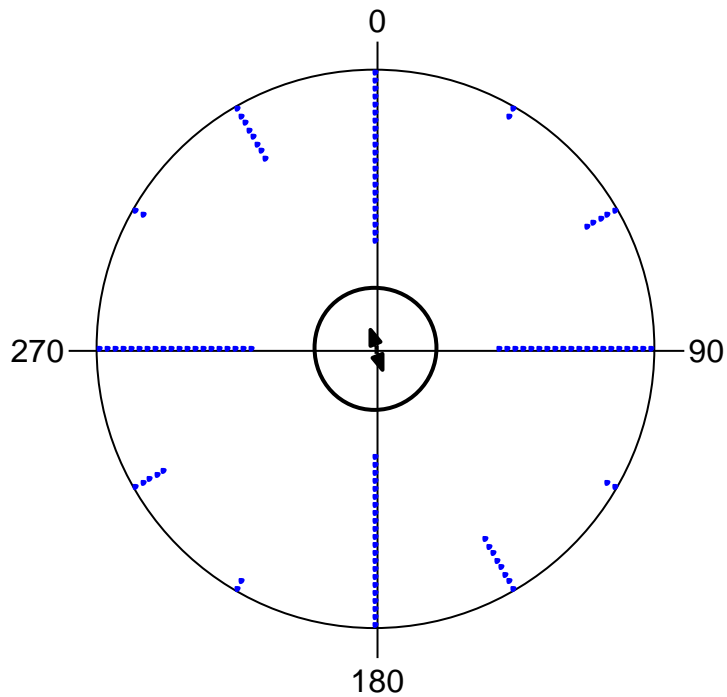
Rao's Spacing Test (ρ) -----

Axiálním vyhodnocením 118 dat z lokality Bilichov byl zjištěn průměrný vektor $133,084^\circ$, který je znázorněn šipkou. To značí odchylku od severojižní magnetické osy o $46,916^\circ$. Tato odchylka je významná, od výzkumů Begall a kol. se liší o $45,716^\circ$. Těmto výzkumům neodpovídá, ale přibližuje se jim tím, že ukazuje severozápadně-jihovýchodní osu.

Rozdílný výsledek je nejspíš ovlivněn malým počtem měření, ale naznačuje severojižní směr.

Graf 5

Axiální vyjádření orientace srnčí zvěře při hrabákování - Jedoměřice



Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	59
Data Grouped?	Yes
Group Width (& Number of Groups)	30° (6)
Mean Vector (μ)	161,707°
Length of Mean Vector (r)	0,075
Concentration	0,15
Circular Variance	0,463
Circular Standard Deviation	65,25°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	0,329
Rayleigh Test (p)	0,719
Rao's Spacing Test (U)	-----

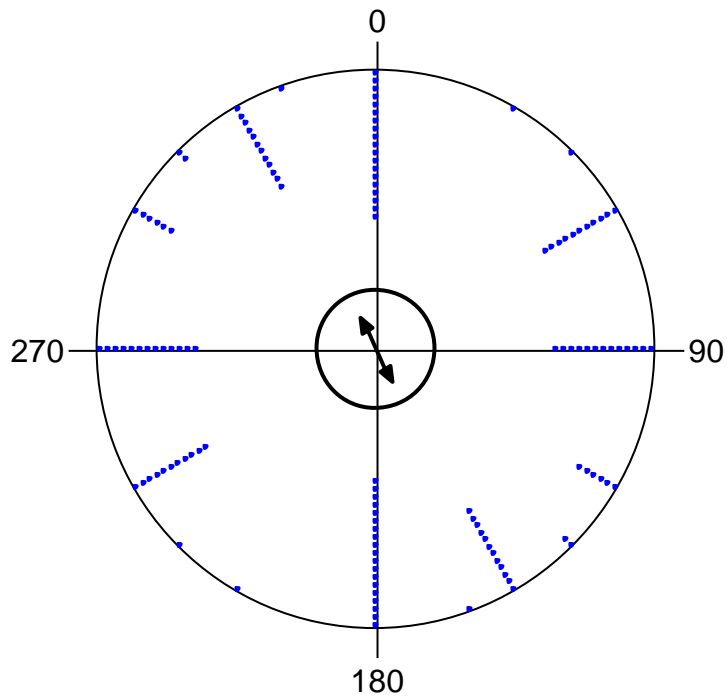
Rao's Spacing Test (ρ) -----

Axiálním vyhodnocením 59 dat z lokality Jedomělice byl zjištěn průměrný vektor $161,707^\circ$, který je znázorněn šipkou. To značí odchylku od severojižní magnetické osy o $18,293^\circ$. Tato odchylka je výrazně menší, než u předcházejících lokalit, od výzkumů Begall a kol. se liší o $17,093^\circ$ a tudíž se těmto výzkumům velmi blíží.

Rozdílný výsledek je zřejmě ovlivněn opět malým počtem měření. Pokud by se našlo více vzorků, pravděpodobně by se výsledky ještě více přiblížily výzkumům Begall a kol..

Graf 6

Axiální vyjádření orientace srnčí zvěře při hrabákování - Nová Studnice



Variable	Axial
Data Type	Axial
Number of Observations	66
Data Grouped?	No
Group Width (& Number of Groups)	
Mean Vector (μ)	152,436°
Length of Mean Vector (r)	0,126
Concentration	0,255
Circular Variance	0,437
Circular Standard Deviation	58,277°
One Sample Tests	
Rayleigh Test (Z)	1,053
Rayleigh Test (p)	0,349
Rao's Spacing Test (U)	310,909

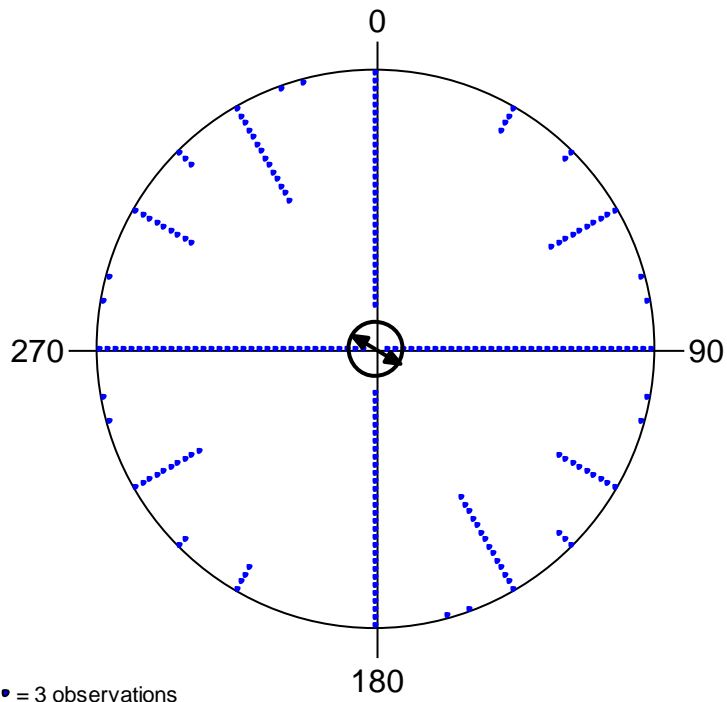
Rao's Spacing Test (p) < 0.01

Axiálním vyhodnocením 66 dat z lokality Bilichov byl zjištěn průměrný vektor $152,436^\circ$, který je znázorněn šipkou. To značí odchylku od severojižní magnetické osy o $27,564^\circ$. Tato odchylka je významná, od výzkumů Begall a kol. se liší o $26,364^\circ$, takže se těmto výzkumům přibližuje.

Rozdílný výsledek je nejspíš ovlivněn malým počtem měření, ale v případě většího množství dat by se výsledky zřejmě více přiblížily výzkumům Begall a kol..

Graf 7

Axiální vyjádření orientace srnčí zvěře při hrabákování - všechny lokality



Variable Axial

Data Type Axial

Number of Observations 317

Data Grouped? No

Group Width (& Number of Groups)

Mean Vector (μ) 119,542°

Length of Mean Vector (r) 0,1

Concentration 0,202

Circular Variance 0,45

Circular Standard Deviation 61,43°

One Sample Tests

Rayleigh Test (Z) 3,193

Rayleigh Test (p) 0,041

Rao's Spacing Test (U) 344,101

Rao's Spacing Test (p) < 0.01

Axiálním vyhodnocením 317 dat ze všech lokalit byl zjištěn průměrný vektor $119,542^\circ$, který je znázorněn šipkou. To značí odchylku od severojižní magnetické osy o $60,458^\circ$. Tato odchylka je poměrně velká, od výzkumů Begall a kol. se liší o $59,258^\circ$ a tudíž těmto výzkumům neodpovídá.

Rozdílný výsledek je nejspíš celkově ovlivněn malým počtem měření a ukazuje průměr měření v jednotlivých lokalitách.

6. Závěr

Vzhledem k tomu, že nikdy nebylo možno přesně určit skutečné stáří hrabánek, není možné výsledky srovnat s výkyvy magnetického pole Země. To je velká nevýhoda nepřímého měření. U pokusů se psy, dobyt看em, jeleny, kachnami, hmyzem a jinými živočichy, byla vždy použita přímá pozorování těchto živočichů. Výsledky těchto měření pak byly mnohem relevantnější. Bylo to i tím, jak je vidět zvláště u měření vykonávání potřeby u psů, že lze zjistit v jednotlivých dnech výkyvy magnetického pole, které mají vliv na upřednostňování severojižní preference. Jak bylo zjištěno u psů, dávali přednost severojižní preferenci v době, kdy bylo geomagnetické pole klidné.

Zajímavé je, že měření ze stejných lokalit, která byla provedena v létě (červenec 2013) a na podzim (září 2013), vykazují převahu orientace západovýchodní, kdežto měření provedená v zimě (leden a únor 2015) a na jaře (březen 2015), vykazují převahu orientace severojižní. Protože mezi daty sběru je rozdíl 1,5 roku, je více než pravděpodobné, že aktivita magnetického pole byla rozdílná. Pokud bylo magnetické pole v roce 2013 v období měření neklidné, mohlo velmi výrazně ovlivnit severojižní preferenci hrabání srnčí zvěře, pokud tato preference existuje. Celková měření ovšem naznačují spíše západovýchodní směr hrabání. Měření totiž ani v roce 2015 nenaznačují výraznou převahu severojižního směru.

Práce měla zhodnotit vliv zemského magnetismu na teritoriální chování srnčí zvěře. Celková měření v oblasti Slaného ovšem naznačují spíše západovýchodní směr hrabání, čímž se liší od výsledků výzkumu Begall a kol. (2008). V měřených oblastech bylo provedeno celkem 317 měření. Údaje byly vyhodnoceny ve stejném statistickém programu jako údaje od Begall a kol. (2008). Přestože magnetické pole země srnčí zvěř zřejmě nějakým způsobem ovlivňuje, u hrabání, jako projevu teritoriality, nebylo těmito měřeními prokázáno, že by srnčí zvěř upřednostňovala severojižní směr, tedy směr magnetického pole.

Jak jsem již dříve uvedla, prováděla jsem nepřímá měření, u kterých je nevýhodou neznámý datum prováděné činnosti. Proto je možné, že se ani při dlouhodobějším pozorování nepřímou metodou nedobereme výsledků srovnatelných s Begall a kol. (2008). Jak je zřejmé, velmi se liší i klidové činnosti pastvení a odpočinek od tak stresové činnosti, jakou je označování teritoria. Navíc není ani možné zjistit vliv počasí a jiných vlivů na tuto činnost. Abychom se dobrali relevantnějšího výsledku u hrabánek, jakožto projevu teritoriálního chování srnčí zvěře, bylo by vhodné nasbírat několikrát více dat a doplnit je přímými pozorováními, která by nám pomohla lépe porovnat dosažené výsledky s případnými výkyvy magnetického pole.

7. Seznam použité literatury

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

Andreska J., Andresková E., *Tisíc let české myslivosti*, 1. vydání, Tiskárny Vimperk, 1993, 444 str.

Anonymus, *Biologické základy mysliveckého obhospodařování srnčí zvěře II., Sexuální výběr – teritoriální systém*, časopis Myslivosť 5/2002, roč. 2002

Anonymus 2011, *Srnec obecný*, online, cit. 2. 4. 2015, dostupné z WWW:

http://www.myslivelycky.cz/index.php?option=com_k2&view=item&id=81:srnec-obecn%C3%BD&Itemid=61

Bartoš L., *Základy etologie s ohledem na chov jelenovitých*, sborník z celostátního semináře v Hranicích, 6/2000

Begall S., Burda H., Červený J., Gerter O., Neff-Weisse J., Němec P., *Further Support for the Alignment of Cattle Along Magnetic Field Lines: Reply to Hert et al.*, Journal of Comparative Physiology A, 2011, roč. 197, č. 12

Begall S., Červený J., Neff 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

Bergl J. a kolektiv, *Myslivosť*, 1. vydání, Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1984, 216 str.

Burda H., Červený J., Vojtěch O., *Magnetické krávy a internet přitahují*, časopis Vesmír 87/11, roč. 2008

Červený J., Begall S., Koubek P., Nováková P., Burda H., *Directional preference may enhance hunting accuracy in foraging foxes*, Biology letters, 2011, č. 7, s. 355 - 357

Drmotá J., *Povídání o srnčí zvěři*, 1. vydání, nakladatelství Grada Praha, 2014, 220 str.

Dršťková D., *Vliv změny inklinace na magnetickou orientaci potemníka moučného (Tenebrio molitor)*, diplomová práce, Přírodovědná fakulta Masarykovy univerzity Brno, 2007, 56 str.

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

Gould J. L., *Magnetoreception*, Current Biology, 10/2010, roč. 20, s. 431-435

- Hart V., Kušta T., Němec P., Bláhová V., Ježek M., Nováková P., Begall S., Červený J., Hanzal V., Malkemper P. E., Štípek K., Vole Ch., Burda H., *Magnetic Alignment in Carps: Evidence from the Czech Christmas Fish Market*, journal Plos 10.1371, roč. 2012
- Hart V., Nováková P., Malkemper P. E., 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*, journal Frontiers in zoology 10.1186, roč. 2013, č. 12
- Hart V., Malkemper P. E., 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*, journal Frontiers in zoology 10.1186, roč. 2013, č. 8
- Holland R. A., Thorup K., Vonhof M. J., Cochran W. W., Wikelski M., *Bat Orientation Using Earth's Magnetic Field*, Nature, 2006, roč. 444, č. 7, s. 702
- Ježková A., *Magnetická orientace vrápenců na zvolených lokalitách východních Čech, diplomová práce*, Fakulta lesnická a dřevařská České zemědělské univerzity v Praze, 2014, 84 str.
- Janáčková A., *Země jako veliký magnet*, Pokroky matematiky, fyziky a astronomie 4/1995, roč. 40, s. 192-197
- Kasina J., Slaba P., Hajný L., *Dotazník Zachraňme srnčata*, časopis Myslivecký pes 2/2014, roč. 2014
- Lohman K. J., *Magnetic orientation by hatchling loggerhead sea turtles (Caretta caretta)*, Journal Experimental biology 1991, roč. 155, č. 1, s. 37 – 49
- Lohman K. J., Lohman C. M. F., *A Light-Independent Magnetic Compass in the Leatherback Sea Turtle*, The Biological Bulletin, 1993, roč. 185, č. 1, s. 149 - 151
- Oliveriusová L., *Magnetická orientace rypoše obřího a rypoše stříbřitého, magisterská diplomová práce*, Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, 2008
- Pašťalková E., *Ptačí magnetorecepce*, časopis Vesmír 81/11, roč. 2002
- Phillips J. B., *Use of the earth's magnetic field by orienting cave salamanders (Eurycea lucifuga)*, Journal of Comparative Physiology, 1977, roč. 121, č. 2, s. 273 – 288
- Phillips J. B., *Magnetic Compass Orientation in the Eastern Fed-Spotted Newt (Notophthalmus viridescens)*, Journal of Comparative Physiology A, 1986, roč. 158, č. 1, s. 103 – 109
- Phillips J. B., Adler K., *Directional and Discriminatory Responses of Salamanders to Weak Magnetic Fields*, Proceedings in Life Science, 1978, s. 325 – 333

Phillips J. B., Borland Ch., *Use of a Magnetoreception System for Homing by the Eastern Red-Spotted Newt Notophthalmus viridescens*, Journal of Experimental Biology, 1994, roč. 188, s. 275-291

Prillip A., *Bakterien navigieren mit Kompass*, MaxPlanckForschung 4/2000

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

Samec F., *Vliv magnetismu na teritoriální chování srnčí zvěře na Strakonicku*, bakalářská práce, Lesnická a dřevařská fakulta České zemědělské univerzity, 2013, 45 str.

Slabý P., Tomanová K., Válková T., Karas J., Bartoš P., Netušil R., Vácha M., *Hustota stáda ovlivňuje severo-jížní alignment dobytka*, publikace Masarykovy Univerzity Brno, 2013

Tomanová K., Slabý P., Vácha M., *Orientace mezi mořem a souší. Antarktičtí blešivci používají magnetický kompas*, 2013, In 40. etologická konference ČSEtS, Košice

Vácha M., *Kompas zvířat a co o něm víme*, Vesmír 1995, roč. 73, č. 3, s. 249

Veselovský Z., *O dokonalosti zvířecích smyslů (6): Vnímání magnetického a elektrického pole*, 2000, online, cit. 8. 4. 2014, dostupné z WWW:

http://www.rozhlas.cz/hlas/souvisejici/_zprava/o-dokonalosti-zvirecich-smyslu-6-vnimani-magnetickeho-a-elektrickeho-pole--57381

Wiesnerová E., *Fiziologové zkoumají, proč a jak švábi vnímají magnetické pole*, vydala Masarykova Univerzita v Brně, 2014

Wiltschko R., Wiltschko W., *Magnetic Orientation and Magnetoreption in Birds and other Animals*, Journal of Comparative Physiology A, 2005, roč. 191, s. 675 - 693

Wiltschko R., Denzau S., Gehring D., Thalau P., Wiltschko W., *Magnetic Orientation of Migratory Robins, Erithacus rubecula, under Long-Eavelength Light*, Journal of Experimental Biology, 2011, roč. 214, s. 3096 - 3101

8. Seznam příloh

Příloha č. 1 – údaje nepřímého pozorování v lokalitě Mšené-lázně	51
Příloha č. 2 – údaje nepřímého pozorování v lokalitě Vraný	52
Příloha č. 3 – údaje nepřímého pozorování v lokalitě Peruc	53
Příloha č. 4 – údaje nepřímého pozorování v lokalitě Bilichov	54
Příloha č. 5 – údaje nepřímého pozorování v lokalitě Jedomělice	57
Příloha č. 6 – údaje nepřímého pozorování v lokalitě Nová Studnice	59

Příloha č. 1 – údaje nepřímého pozorování v lokalitě Mšené-lázně

NEPŘÍMÉ POZOROVÁNÍ							LINIE	Datum	
místo sběru dat	Lokalita				typ značení		azimut		Orientace a sklon svahu
	louka	les	křoví	jiná	hrabání	kmen			

Mšené Lázně		x			x	x	180			6.7.2013
		x			x	x	90			
		x			x		270			
		x			x	x	270			
		x			x	x	270			
		x			x	x	90			
		x			x	x	300			
		x			x	x	80			
		x			x		120			
		x			x	x	270			
		x			x		90			
		x			x		100			
		x			x	x	90			

Příloha č. 2 – údaje nepřímého pozorování v lokalitě Vraný

NEPŘÍMÉ POZOROVÁNÍ							LINIE	Datum	
místo sběru dat	Lokalita				typ značení		azimut		Orientace a sklon svahu
	louka	les	křoví	jiná	hrabání	kmen			

Vraný		x			x		270			7.7.2013
		x			x		90			
		x			x		90			
		x			x		270			
		x			x		270			
		x			x		270			
		x			x		270			
		x			x		180			
		x			x	x	270			
		x			x	x	270			
		x			x	x	180			
		x			x	x	90			
		x			x		180			
		x			x		180			
		x			x	x	0			
		x			x	x	60			
		x			x	x	270			
		x			x	x	270			
		x			x		45			
		x			x	x	150			
		x			x	x	90			
		x			x	x	270			
			x		x		300			
			x		x		60			
		x			x		90			
		x			x	x	90			
		x			x	x	180			
		x			x	x	270			
		x			x	x	270			
		x			x	x	270			

Příloha č. 3 – údaje nepřímého pozorování v lokalitě Peruc

NEPŘÍMÉ POZOROVÁNÍ							LINIE		Datum
místo sběru dat	Lokalita				typ značení		azimut	Orientace a sklon svahu	
	louka	les	křoví	jiná	hrabání	kmen			

Peruc		x			x		90			22.7.2013
		x			x	x	60			
		x			x	x	45			
		x			x	x	0			
		x			x		45			
		x			x		330			
		x			x		150			
		x			x		0			
		x			x		270			
		x			x		90			
		x			x		135			
		x			x		90			
		x			x	x	0			
		x			x		90			
		x			x	x	90			
		x			x	x	0			
		x			x		90			
		x			x	x	135			
		x			x		135			
		x			x		90			
		x			x		300			
		x			x	x	0			
		x			x		330			
		x			x		225			
		x			x		150			
		x			x		150			
		x			x	x	150			
		x			x	x	270			
		x			x		135			
		x			x		180			
		x			x		0			
		x			x		180			

Příloha č. 4 – údaje nepřímého pozorování v lokalitě Bilichov

NEPŘÍMÉ POZOROVÁNÍ							LINIE	Datum	
místo sběru dat	Lokalita				typ značení		azimut		Orientace a sklon svahu
	louka	les	křoví	jiná	hrabání	kmen			

Bilichov		x			x	x	90			22.9.2013
		x			x		180			
		x			x		0			
		x			x		270			
		x			x		210			
		x			x	x	270			
		x			x	x	330			
		x			x		270			
		x			x		180			
		x			x		0			
		x			x		90			
		x			x	x	300			
		x			x	x	270			
		x			x	x	0			
		x			x		330			
		x			x		270			
		x			x	x	270			
		x			x		270			
		x			x	x	0			
		x			x		270			
		x			x		240			
		x			x		330			
		x			x		330			
		x			x	x	330			
		x			x	x	270			
		x			x	x	0			
		x			x		270			
		x			x	x	0			
		x			x		0			
		x			x	x	90			
		x			x	x	270			
		x			x		330			
		x			x		270			

		x			x	x	0		
--	--	---	--	--	---	---	---	--	--

Bilichov		x			x		30			9.3.2015
		x			x		300			
		x			x		120			
		x			x		0			
		x			x		180			
		x			x		180			
		x			x		315			
		x			x		240			
		x			x	x	240			
		x			x		0			
		x			x		270			
		x			x		210			
		x			x		240			
		x			x		285			
		x			x		300			
		x			x		0			
		x			x		0			
		x			x		180			
		x			x		180			
		x			x		270			
		x			x		180			
		x			x		180			
		x			x		300			
		x			x		180			
		x			x		270			
		x			x		240			
		x			x		300			
		x			x		270			
		x			x		0			
		x			x		270			
		x			x		240			
		x			x		210			
		x			x		330			
		x			x		150			
		x			x		0			
		x			x		210			
		x			x		270			
		x			x		330			
		x			x		270			
		x			x		240			
		x			x		0			
		x			x		0			
		x			x		120			
		x			x		180			
		x			x		210			
		x			x		0			
		x			x		270			
		x			x		270			
		x			x		60			

	x		x	240		
	x		x	255		
	x		x	135		
	x		x	60		
	x		x	300		
	x		x	285		
	x		x	180		
	x		x	0		
	x		x	135		
	x		x	330		
	x		x	0		
	x		x	120		
	x		x	300		
	x		x	210		
	x		x	345		
	x		x	330		
	x		x	300		
	x		x	300		
	x		x	150		
	x		x	0		
	x		x	0		
	x		x	0		
	x		x	270		
	x		x	300		
	x		x	240		
	x		x	180		
	x		x			
	x		x			
	x		x			

Příloha č. 5 – údaje nepřímého pozorování v lokalitě Jedomělice

NEPŘÍMÉ POZOROVÁNÍ							LINIE	Datum	
místo sběru dat	Lokalita				typ značení		azimut		Orientace a sklon svahu
	louka	les	křoví	jiná	hrabání	kmen			

Jedomělice		x			x	x	90			23.9.2013
		x			x		270			
		x			x	x	270			
		x			x	x	270			
		x			x	x	90			
		x			x	x	180			
		x			x	x	90			
		x			x	x	270			
		x			x		180			
		x			x	x	180			
		x			x	x	0			
		x			x	x	180			
		x			x	x	270			
		x			x	x	90			
		x			x		0			
		x			x		270			
		x			x		240			
		x			x	x	90			
		x			x	x	240			
		x			x		270			
		x			x		270			
Jedomělice		x			x	x	240			25.9.2013
		x			x	x	0			
		x			x		0			
		x			x	x	180			
		x			x	x	270			
		x			x	x	0			
		x			x		270			
		x			x		180			
		x			x		180			
		x			x		150			
		x			x		270			
		x			x		180			
		x			x	x	330			
		x			x		90			
		x			x		180			
		x			x		180			

Jedomělice	x		x		150			13.2.2015
	x		x		180			
	x		x		330			
	x		x		240			
	x		x		270			
	x		x		180			
	x		x	x	30			
	x		x		270			
	x		x		0			
	x		x		0			
	x		x		180			
	x		x		180			
	x		x		150			
	x		x		330			
	x		x		180			
	x		x		150			
	x		x		120			
	x		x		120			
	x		x		60			
	x		x		150			
	x		x	x	0			
	x		x	x	210			

Příloha č. 6 – údaje nepřímého pozorování v lokalitě Nová Studnice

NEPŘÍMÉ POZOROVÁNÍ							LINIE		Datum
místo sběru dat	Lokalita				typ značení		azimut	Orientace a sklon svahu	
	louka	les	křoví	jiná	hrabání	kmen			

Nová Studnice		x			x		60			22.3.2014
		x			x		315			
		x			x		180			
		x			x		180			
		x			x	x	270			
		x			x		240			
		x			x		240			
		x			x		240			
		x			x		0			
		x			x		330			
		x			x		180			
		x			x		180			
		x			x		0			
		x			x		60			
		x			x	x	0			
		x			x		270			
		x			x		270			
		x			x		60			
		x			x		0			
		x			x		160			
		x			x		45			
		x			x		150			
		x			x		270			
		x			x		330			
		x			x		0			
		x			x		135			
		x			x		180			
		x			x		0			
		x			x		150			
		x			x		270			
		x			x		150			
		x			x		90			
		x			x		330			
		x			x		150			
		x			x		180			
		x			x		0			
		x			x		90			
		x			x		90			
		x			x		90			
		x			x		150			
		x			x		90			

		x			x		270		
		x			x		300		
		x			x		150		
		x			x		150		
		x			x		180		
		x			x		240		
		x			x		0		
		x			x		90		
		x			x		0		
		x			x		180		
Nová Studnice		x			x		180		19.1.2015
		x			x		60		
		x			x		60		
		x			x	x	150		
		x			x		90		
		x			x		60		
		x			x		180		
		x			x		60		
		x			x		150		
		x			x		120		
		x			x		120		
		x			x		30		
		x			x		120		
		x			x		300		
Nová Studnice		x			x		120		6.2.2015